

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Lehrbuch der Agrikulturchemie in vierzig Vorlesungen

zum Gebrauch an Universitäten und höheren landwirtschaftlichen
Lehranstalten sowie zum Selbststudium

Nebst Anhang: Lehrbuch der Gärungschemie

Mayer, Adolf

1886

Zweiter Abschnitt. Die Düngung

Zweiter Abschnitt.

Die Düngung.



Zweiunddreissigste Vorlesung.

Die Düngung. — Uebersicht über die natürlichen und künstlichen Düngemittel.

Bei unsern Betrachtungen über die Eigenschaften der Ackererde dem Pflanzenwachsthum gegenüber, haben wir eine Reihe von natürlichen Momenten kennen gelernt, durch deren Zusammenwirken jene Eigenschaften auf einem unbebauten Boden wesentlich bestimmt werden. Es waren dies: *Die ursprüngliche geognostische Beschaffenheit der mineralischen Grundlage der Ackererde, der Grad und die Richtung ihrer chemischen Veränderung, die mechanische Trennung der verschiedenen Verwitterungsproducte und endlich die Einwirkung des Pflanzenwuchses selber.*

Es kann uns nicht länger verborgen bleiben, dass für einen von Menschenhand kultivirten Boden, zu dessen Betrachtung wir uns jetzt ausschliesslich wenden, noch ein neues Moment hinzutritt, von dessen Wirksamkeit ebenso die Fruchtbarkeit eines solchen Bodens abhängen muss, wie von der der übrigen Momente. Wenn in einem Urwald, oder sonst auf einem unbebauten Stück Land eine Pflanzengeneration der andern folgt, so ist beim Aufblühen der einen die alte immer noch in ihren Trümmern vorhanden. Die neu sich entfaltende Vegetation findet in diesen Trümmern eine reichhaltige und in der Regel zweckmässige Nahrung vor; sie befindet sich sogar meistens unter günstigeren Ernährungsbedingungen, als ihre Vorgängerin, namentlich wenn diese von einem noch unbewohnten Boden Besitz ergreifen musste. Der Praktiker braucht sich nur an die Erfolge der Gründüngung zu erinnern, um eine Illustration hierzu vor dem Geiste zu haben. Die Gründe für die Erscheinung haben wir in den hinter uns liegenden Vorlesungen genugsam dargelegt*).

Um indessen einen Begriff davon zu erhalten, was durch den systematischen Eingriff des Menschen in diese natürlichen Verhältnisse an Fruchtbarkeitsbedingungen verändert wird, müssen wir uns noch einmal klar zu machen versuchen, was eigentlich durch die Ansammlung von Pflanzenresten in Bezug auf die einzelnen Fruchtbarkeitsfactoren geschieht, denn die *erste Veränderung*, die sich mit dem beginnenden Ackerbau einstellt, besteht ja eben in der *Wegführung* eines Theils dieser Pflanzensubstanz, welche dem natürlichen Lauf der Dinge nach auf den Feldern verblieben wäre. Wir werden uns dies leicht mit einigen Worten in's Gedächtniss zurückrufen können.

*) Siehe die siebenundzwanzigste Vorlesung p. 59 u. f.

Jene Einwirkung des Pflanzenwuchses auf den Boden bestand wesentlich in der Einverleibung von verwesenden Substanzen, deren chemische und physikalische Vortheile für die Ackererde wir eingehender beleuchtet haben. Ich erinnere nur an die reichlichere Quelle an gebundenem Stickstoff und an Kohlensäure, welche in einem mit Pflanzenresten durchdrungenen Boden vorhanden ist. In Bezug auf die Aschenbestandtheile bestand dagegen die ganze Veränderung in einer Concentrirung an der Bodenfläche und einer Ueberführung derselben in im Allgemeinen zugänglichere Formen. *Die absolute Menge* der auf einem Grundstück bis in grössere Tiefen vorhandenen Aschenbestandtheile bleibt dagegen auch bei der reichhaltigsten und Jahrhunderte lang währenden natürlichen Vegetation *ungeändert**). Wenn wir also Boden und darauf befindliche Vegetation als ein Ganzes betrachten, so können wir sagen, dass überall dort, wo nicht wie in unserem landwirthschaftlichen Betriebe systematisch Ernten entnommen werden, stets die Summe derjenigen pflanzlichen Nährstoffe, deren Umtrieb nicht durch die Atmosphäre besorgt wird, auf einer und derselben Grundfläche dieselbe bleiben wird, wenn auch deren Anordnung vielfach eine andere, dem Pflanzenwuchs günstigere wird, und hierin namentlich die Thätigkeit tiefwurzelnder Gewächse Ausserordentliches zu leisten vermag. Hieraus folgt nun der unserer Erfahrung sehr geläufige Satz, dass ein mit Pflanzen bestandener Boden, welcher von der Menschenhand unberührt bleibt, auch in ewigen Zeiten nichts an seiner Befähigung, der Vegetation zu dienen, einbüsst, vielmehr bis zu einem gewissen Grade von Jahr zu Jahr fruchtbarer wird, wenn nicht sonst zufällige Hindernisse, wie Versumpfung des Terrains, Verdichtung der Krume**) oder eine starke Veränderung der Neigung der Bodenfläche, störend eingreifen.

Ganz anders gestaltet sich diese Sachlage, wenn der Mensch, welcher von allen Geschöpfen allein eine regelmässige Ernte vornimmt, Jahr für Jahr den Boden eines Theils seines Ertragnisses beraubt. Durch diesen Eingriff wird natürlich der Boden (mit den ihm angehörigen Pflanzen und Pflanzenresten zusammen als ein Ganzes betrachtet) um die Bestandtheile der entnommenen Erntemassen ärmer; und wenn wir diesen Verlust auf einzelne Factoren der Bodenfruchtbarkeit zu repartiren suchen, so müssen wir sagen, dass durch die Ernteentnahme zumal die Stickstoffquelle für eine neue Vegetation, sowie einige günstigen physikalischen Eigenschaften vermindert werden, und dass ein gleiches für die Aschenbestandtheile unausbleiblich ist. — Allein hier findet ein beachtenswerther Unterschied statt. Organische Substanz und Stickstoff sind dem ursprünglichen Boden als solchem nicht oder nur in sehr geringen Mengen eigenthümlich und werden erst durch die Vegetation in demselben angehäuft; der letztgenannte Körper ist im weitesten Sinne des Wortes wie Kohlenstoff ein atmosphärisches Nahrungsmittel der Pflanze. Seine Ansammlung im Boden ist daher absolut, und würde alles einmal Niedergelegte immer wieder ausschliesslich zu neuer Production

*) Wir haben auch keine Ursache anzunehmen, dass der durch die Atmosphäre zugeführte, theilweise aus dem Weltmeer stammende mineralische Staub für diese Ernährung irgendwie in Betracht komme. Auch der neueste Versuch von H. Reinsch in ersterer Richtung lässt noch viel zu wünschen übrig.

**) Vergl. O. Pitsch: Die Theorie der Bodenbearbeitung etc. p. 87.

dienen, so würde die Bereicherung an diesem Nährstoffe eine dauernde sein. Es lässt sich daher in Bezug auf diesen eine regelmässige Ernteentnahme denken, welche die Fruchtbarkeit des Bodens nicht beeinträchtigte; nämlich unter der, freilich nur für ganz extensive Bewirthschaftungsmethoden zutreffenden, Voraussetzung, dass die Entnahme an jenen Stoffen durch die Ernte nicht grösser sei, als der periodische Zufluss an denselben aus der Atmosphäre.

Nicht so bei den Aschenbestandtheilen. — Für diese tritt durch den Act der Entnahme von Ernten eine *absolute Verminderung* ein; es gibt für dieselben keine andere natürliche Quelle als der Boden, und dieser ist, als Ganzes betrachtet, durch jenen Vorgang an ihnen verarmt. Diese Sachlage kann zwar lange verhüllt bleiben, wenn der Boden ursprünglich reich an mineralischen Nährstoffen war, und wenn eine Concentration dieser Bestandtheile in den obersten Bodenschichten durch tiefwurzelnde Gewächse veranlasst wird, — allein sie strebt unabänderlich einem und demselben Ziele zu, das ferne, aber unverrückbar dasteht, der *völligen Verarmung des Bodens an unentbehrlichen Aschenbestandtheilen* *).

Für die sogenannten atmosphärischen wie für die mineralischen Pflanzennährstoffe können wir aber in gleicher Weise behaupten, dass die einseitige Entnahme von Pflanzenproducten für ein vom Menschen occupirtes Grundstück eine Verminderung und ausserdem (wie aus den früher geschilderten weiteren Vortheilen der Einverleibung von Pflanzensubstanz ersichtlich ist) eine Verschlechterung mancher Bodeneigenschaften veranlassen muss, dass somit ein lange bebautes Grundstück, dem man nur Ernten entzieht, nothwendig unfruchtbarer werden muss, wenn es auch ganz von spezifischen klimatischen und Bodeneigenschaften abhängig sein wird, ob dies Resultat nach einigen Ernten zu Tage tritt oder erst nach Jahrhunderten eines consequenten Anbaus zum Vorschein kommt. Es bedarf diese Folgerung aus der Theorie der Pflanzenernährung keiner weiteren pathetischen Versicherung, sie ist gleichzeitig ein nur zu bekannter Erfahrungssatz einer jeden landwirthschaftlichen Praxis.

*) Auf diese bemerkenswerthe Verschiedenheit des Verhaltens der einzelnen in den Pflanzenresten enthaltenen Fruchtbarkeitsfactoren lässt sich der für die Praxis der Düngewirtschaft gefährliche Satz Liebig's (Grundsätze der Agrik.-Chem. 1855 p. 57 u. a.; Die Chemie etc. 1862. Einleitung p. 37 u. a. vielen anderen Orten. Aehnliches auch in den Schriften seiner Anhänger; vergl. v. Seilern: Pflanzenernährungslehre p. 66, 238 u. a. m.) zurückführen, der in so vielen Variationen ausgesprochen wurde: Die atmosphärischen Bestandtheile des Bodens demselben nach der Ernte wiederzugeben, sei keine Sache des Ersatzes, sondern blos eine Massregel zur Erlangung höchster Bodenerträge; stickstoffhaltige Dünger wirkten nur *beschleunigend* auf die Erträge und nicht auf deren Höhe im Ganzen ein, der Hauptvortheil bei ihrer Anwendung sei Zeitgewinn und dergleichen mehr. Alle diese Sätze, welche einen so befremdenden Unterschied zwischen den Pflanzennahrungsmitteln verschiedenen Ursprungs auch hinsichtlich der Art ihrer Wirksamkeit zu machen sich bestreben, schmelzen bei näherer Besichtigung zu dem oben Ausgeführten zusammen. Dieselben werden erst in ihrer Form verständlich, wenn man sich durch fortgesetztes Wegführen von Pflanzensubstanz einen Boden gänzlich an Mineralstoffen verarmt denkt, wo ihm dann allerdings eine zwar spärliche, aber doch nie versiegende Quelle von sogenannten atmosphärischen Nahrungsmitteln zur Verfügung steht. Da aber diese Grenze in der praktischen Landwirthschaft niemals erreicht wird, so erhält jener Unterschied keine praktische Bedeutung und die Liebig'sche Ausdrucksweise ist als unpräcise und zweideutig zu vermeiden.

Dabei lässt sich *in allgemeiner Weise* auch nicht die Frage beantworten, ob es in diesem Falle vorzüglich der Mangel an Aschenbestandtheilen, an stickstoffhaltiger Nahrung oder an physikalischen Bodeneigenschaften ist, welcher zuerst eine Abnahme der Erträge bewirkt. Eine Antwort hierauf würde wieder je nach der vorhergehenden Constitution der Ackererde, je nach der Beschaffenheit der atmosphärischen Vegetationsbedingungen sehr verschieden gegeben werden müssen. Die *äusserste*, aber ganz und gar unverrückbare Grenze wird allerdings unter allen Umständen durch die beschränkte Menge von Aschenbestandtheilen, welche in einem Grundstück vorhanden sind, gebildet, während die übrigen Fruchtbarkeitsbedingungen niemals bis auf den letzten Rest aufgezehrt werden können.

Zu einem ziemlich zutreffenden *Begriff der Düngung* gelangt man nun, wenn man diejenigen landwirthschaftlichen Manipulationen als solche bezeichnet, die jenes so sich ergebende Deficit auszugleichen bestimmt sind; d. h. wenn man die Stoffzufuhr, welche dem Boden einen Ersatz bieten soll für die weggeführte Ernte, Düngung nennt. Doch liegt in dieser Begriffsbestimmung keine ganz scharfe Definition der Düngung, und sie birgt sogar die Gefahr in sich, zu jener einseitigen Ersatzlehre zu verleiten, die vor einiger Zeit selbst geeignet erschien, die gesunden Principien einer naturgemässen Düngerwirthschaft zu gefährden.

Wir brauchen uns nur ein wenig in der praktischen Landwirthschaft umzusehen, um zu erkennen, dass Düngung und Ersatz des Entnommenen durchaus nicht identisch sind, wenn sie auch häufig zusammenfallen, da natürlich die ihrer producirt Pflanzenmassen beraubten Felder der einfachen Wahrscheinlichkeit nach vorzugsweise oft einen Mangel an den in diesen Massen enthaltenen Stoffen empfinden werden. Wir brauchen uns nur daran zu erinnern, dass viele ganz unkultivirte Strecken (z. B. die nach dem Torfstiche zurückbleibenden Flächen der Hochmoore in den holländischen Moorkolonien), von denen bis dahin niemals eine Ernte entnommen wurde, in intensiv bewirthschafteten Ländern gar nicht selten durch eine der Ernte vorausgehende Düngung in Kultur gesetzt werden, dass wir eine Reihe von Düngemitteln verwenden, die wie Gyps und Mergel ihrer natürlichen Zusammensetzung nach den entnommenen Pflanzenproducten so unähnlich sind, dass sie entfernt nicht als ein Surrogat für dieselben angesehen werden dürfen; ich brauche nur noch hinzuzusetzen — was sich nicht unmittelbar durch Anschauung erkennen lässt —, dass die in der landwirthschaftlichen Praxis (z. B. beim Tabaksbau) üblichen Düngungen in ihrer Menge und Zusammensetzung in der Regel der entnommenen Ernte sehr unähnlich sind, und wir werden erkennen, dass die versuchte Begriffsbestimmung, trotz ihrer historischen Bedeutung für die Entwicklung unserer Erkenntnisse und so zweckmässig sie war, uns auf die Nothwendigkeit der Düngung im Allgemeinen hinzuweisen, im Einzelnen durchaus unrichtig ist.

Als *Düngung* wird vielmehr zu bezeichnen sein *eine jede Zufuhr von Stoffen**) *auf landwirthschaftlich benutzten Grundstücke in der Absicht, jetzt oder in*

*) Auf dies Wort ist hierbei ein besonderer Nachdruck zu legen, weil es nicht ankommt auf die mechanische Form; denn sonst könnte man ja auch ein Legen von Drainröhren als eine Düngung bezeichnen.

Zukunft den Ertrag derselben zu steigern; als Dünger jeder Stoff, welcher in dieser Absicht Verwendung findet.

Nachdem wir so (freilich mehr durch einen glücklichen Griff, als durch eine Herleitung) zu dem Begriffe einer Düngung gelangt sind, kehren wir, um eine richtige Vorstellung von der Möglichkeit einer rein empirischen Auffindung der in der Landwirtschaft gebräuchlichen Düngemittel zu erlangen, dennoch zu dem zuerst eingeschlagenen Wege zurück, die Nützlichkeit des Düngers zuerst von dem Standpunkt des Ersatzes aus zu betrachten, denn eben diese sogenannten natürlichen Dünger haben in der Praxis fast einzig deshalb eine Bedeutung erlangt, weil sie einen Ersatz für das durch die Ernte Entnommene zu bieten vermögen. Man darf eben trotz der gegebenen Begriffsbestimmung und, wenn es auch häufig wirtschaftlich geboten erscheint, mehr zu geben, als man genommen hat, oder weniger, vielleicht auch ganz andere Stoffe zu geben, als man genommen hat, nicht aus dem Auge verlieren, dass das fortdauernde Nehmen ohne einen äquivalenten Ersatz schliesslich unter allen Umständen zur Bodenverarmung, zur absoluten Unfruchtbarkeit führen muss, welche in allen Fällen unwirtschaftlich ist, und dass daher diejenigen Düngungsmethoden, welche einen Ersatz bieten, stets, aber namentlich im Anfang des Entstehens solcher Methoden, eine hervorragende Rolle spielen werden.

Wir werden, diesen Weg verfolgend, uns noch einmal eingehender die Frage zu beantworten suchen, was durch die regelmässige Vornahme von Ernten *an einzelnen einfachen Fruchtbarkeitsbedingungen* in dem Boden *gändert wird*, und dabei vorzugsweise den Gesichtspunkt im Auge zu behalten streben, welche jener Aenderungen für die gesammte Productionsfähigkeit eines Grundstücks von entscheidender Bedeutung ist. Zunächst werden wir dabei die einzelnen Nährstoffe, welche eine verwesende Pflanzenmasse einer neuen Generation zu bieten vermag, in dieser Hinsicht zu prüfen haben. Lassen wir also die einzelnen Stoffe, deren die Pflanze zu ihrem Gedeihen bedarf, wieder einmal und mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse vor uns Revue passiren.

Unter diesen Stoffen können *Sauerstoff* und *Wasser* ganz ausser Acht gelassen werden; der erstere wird unter keinerlei Umständen von einer verwesenden Pflanzenmasse erzeugt, das andere wird in so grossen Mengen von der Pflanze verbraucht, dass die durch Verwesung gelieferten Mengen nicht in Betracht kommen können. Ein indirecter Einfluss der Pflanzenreste im Boden auf den Wasserreichthum desselben und auf dessen Fähigkeit, die kommende Vegetation mit Wasser zu versorgen, besteht allerdings in hohem Masse, ein Einfluss indessen, der selbstverständlich bei den physikalischen Eigenschaften eines an vegetabilischen Resten reichen Bodens Erledigung finden muss.

Die *Kohlensäure* ist ein Pflanzennährstoff, der zwar ganz und gar aus der Atmosphäre genommen werden kann, dessen Vorhandensein im Boden das Pflanzenwachsthum aber unter Umständen erheblich unterstützt *). Es kommen hierbei zwar neben direct nährenden Wirkungen vorzüglich indirect nützliche Wirkungen dieser Kohlensäure

*) Vergl. die neunzehnte Vorlesung.

auf die Ackererde, bestehend in der Beschleunigung des Verwitterungsprocesses, Ueberführung von Nährstoffen in die Bodenlösung*) u. s. w. in Betracht; allein es ist für unsern Zweck nicht nöthig, diese Wirkungen streng auseinanderzuhalten. — Bei Verringerung der Pflanzenreste im Boden durch regelmässige Vornahme von Ernten wird also offenbar eine wichtige Fruchtbarkeitsbedingung auf ein Minimum reducirt, und hierin liegt ohne alle Widerrede häufig einer der Gründe, der die Abnahme der Erträge auf einem so behandelten Grundstück veranlasst. Daraus folgt, dass bei der natürlichen Auffindung von Düngemitteln vorzugsweise auch solche in's Auge fallen mussten, die in Bezug auf Kohlensäureentwicklung etwas Aehnliches zu leisten vermochten, wie die weggenommenen Pflanzensubstanzen.

Salpetersäure (respective Ammoniak) ist ein Pflanzennährstoff, der in einem von Pflanzenresten entblösten Boden in so geringer Menge vorhanden ist und von der Atmosphäre während der Dauer einer Vegetationsperiode in so geringen Mengen geliefert wird, dass eine Vegetation in ihrem Bedarf an diesem Stoffe wesentlich auf diejenigen Mengen angewiesen ist, die durch Verwesung von stickstoffhaltigen organischen Substanzen im Boden in Freiheit gesetzt werden. Eine regelmässige Beraubung eines Grundstücks an den auf ihm producirten Pflanzenmassen ist desshalb in Bezug auf die Stickstoffernährung der nun gepflanzten Gewächse beinahe gleichbedeutend mit einem Anbau derselben auf einem bis dahin vegetationsleeren Boden. Wir können desshalb mit voller Entschiedenheit aussprechen, dass die Erträge auf einem Boden, dem seine Producte continuirlich ohne entsprechenden Widersatz genommen werden, auch desshalb zurückgehen müssen, weil den auf ihm wachsenden Pflanzen eine allzu kärgliche Stickstoffnahrung zu Gebote steht, ohne hierbei freilich zu verkennen, dass verschiedene Gewächse wegen ihres ausserordentlich verschiedenen Vermögens, den Stickstoff tieferer oder seichter Bodenschichten auszunützen, sich jener Verminderung der Stickstoffnahrung im Boden gegenüber sehr verschieden empfindlich erweisen werden (Leguminosen auf der einen, Grumineen auf der anderen Seite), und dass auch hier klimatische Eigenthümlichkeiten u. s. w. in Betracht kommen.

Diejenigen *Aschenbestandtheile* der weggeführten Ernten, welche zugleich Nährstoffe sind, können in vielfacher Hinsicht gemeinschaftlich abgehandelt werden. Sie Alle erleiden durch die Wegnahme der geernteten Pflanzensubstanz eine absolute Verminderung. Allein hier sind schon jetzt wesentliche Unterschiede in Betracht zu ziehen, da die einzelnen Aschenbestandtheile in sehr verschiedenen Mengen in der Ackererde vorhanden zu sein pflegen und ausserdem wiederum in sehr verschiedenen und von jenen unabhängigen Mengen in die Zusammensetzung der geernteten Bestandtheile eingehen. So kommt es, dass vorzüglich nur für einige Aschenbestandtheile jener Ausfall fühlbar wird, und dass diese einseitige Verminderung schon eine Abnahme der Bodenerträge veranlasst, auch wenn viele andere mineralische Nährstoffe noch in übergrossen Mengen vorhanden sind**).

*) Vergl. die siebenundzwanzigste Vorlesung p. 59.

**) Man muss, um tiefer in dieses Problem einzudringen, im Auge behalten, dass sich zwar das Bedürfniss aller Gewächse auf dem Wege der natürlichen Züchtung an die gewöhn-

