

### III. Analyse der Pflanzenaschen\*).

#### §. 255.

Seitdem durch die Ergebnisse der Agriculturchemie der Satz festgestellt wurde, dass zur Entwicklung jeder Pflanze gewisse unorganische Bestandtheile erfordert werden, ist ein Streben rege geworden, die für die einzelnen Gewächse — namentlich die Culturpflanzen, und ferner die Un-

\*) Da die Analyse der Aschen thierischer Substanzen nicht so häufig vorgenommen zu werden pflegt, als die der Pflanzenaschen, indem sie fast nur Zwecken der Wissenschaft, weniger solchen der Praxis dient, habe ich die ausführliche Beschreibung derselben im Texte weggelassen. Ich bemerke nur kurz, dass man zu ihrer Einäscherung und Analyse sich derselben Verfahrungsweisen bedienen kann, welche im Texte angegeben sind. — Die Substanzen, welche schmelzen, erhitzt man, nach H. Rose, erst in einer Platinschale unter Umrühren, bis sie ihren flüssigen Zustand verloren haben und die organische Materie der Hauptsache nach zerstört ist. Der grösstentheils verkohlte Rückstand wird dann in einen Platintiegel oder auch jetzt ohne Nachtheil in einen Thontiegel gebracht und mit gut aufgelegtem Deckel bis zur dunklen Rothgluth erhitzt. Die so erhaltene Kohle verbrennt man mit Hülfe von Platinschwamm. — Auch die im Text beschriebene Strecker'sche Methode der Einäscherung unter Zusatz von Baryt eignet sich sehr gut für thierische Substanzen. — Ganz besonders gut gelingt aber die Einäscherung nach Slater (Chem. Gaz. 1855. 53), wenn man die Substanz mit reinem trockenem und fein pulverisirtem Baryumhyperoxyd mischt und glüht. — Strecker macht in seiner Abhandlung (Annal. d. Chem. u. Pharm., 73. 370) darauf aufmerksam, dass die Asche thierischer Substanzen in manchen Fällen nicht unbedeutende Mengen von cyansauren Salzen enthält. Man zerstört dieselben am einfachsten, indem man die Aschen mit Wasser befeuchtet und hierauf allmählich zum Glühen erhitzt. In der Regel genügt ein einmaliges Befechten zur Verwandlung der cyansauren Salze in kohlen-saure. — Specielle Angaben über die Analyse der Asche thierischer Substanzen finden sich in der Abhandlung von F. Verdeil, über die Analyse der Asche des Blutes des Menschen und mehrerer Thiere (Annal. d. Chem. u. Pharm., 69. 89; — Pharmac. Centralbl. 1849, 198; — Liebig und Kopp, Jahresber. 1849, 598), — sowie in der von Fr. Keller „über die Asche der Fleischbrühe und des Fleisches“ (Annal. d. Chem. u. Pharm., 70. 91; — Pharmac. Centralbl. 1849, 581; — Liebig und Kopp, Jahresbericht 1849, 599).

kräuter, weil diese Rückschlüsse auf die im Boden enthaltenen Bestandtheile gestatten — nothwendigen unorganischen Bestandtheile kennen zu lernen. — Diesen Zweck suchte man durch die Analyse der Asche zu erreichen, welche durch Verbrennen der ganzen Pflanzen oder auch einzelner Theile derselben (z. B. der Samen) erhalten wurde. — Wenngleich es nun feststeht, dass auf diesem Wege völlig genaue Resultate nicht erhalten werden können, weil die Asche die Summe der in den Pflanzen enthaltenen unorganischen Bestandtheile nicht ganz richtig darstellt, so kennt man doch gegenwärtig, wenn man von einigen in dieser Hinsicht angestellten Versuchen absieht\*), noch kein besseres und keinesfalls ein für alle Pflanzenstoffe anwendbares und genügendes Mittel zur Erreichung des oben angeführten Zweckes. Es bleibt daher, wenigstens für die nächste Zukunft die Analyse der Pflanzenaschen immer noch eine sehr beachtenswerthe Aufgabe, und aller Wahrscheinlichkeit nach wird sie es immer bleiben, da ihre Ergebnisse, wenn auch nicht den Anforderungen der Physiologie, so doch denen der Landwirthschaft dauernd genügen werden.

Da nach den bisherigen Erfahrungen die Aschen der Gewächse nur eine beschränkte Anzahl von Säuren und Basen enthalten, so lassen sich zu ihrer Analyse allgemein anwendbare Verfahrungsweisen aufstellen, von denen ich, weil sie manche Besonderheiten darbieten und häufig angewandt werden, die mittheilen will, welche mir die einfachsten und besten scheinen. Dass ich mich dabei nicht auf eine ausführliche Kritik der sehr zahlreichen und wesentlich von einander abweichenden in Vorschlag gekommenen Methoden einlassen kann, ergibt sich aus dem Zwecke des Buches.

Die Stoffe, welche man allgemeiner verbreitet und in grösserer Menge in den Pflanzenaschen antrifft, sind folgende:

Basen:

Kali, Natron, Kalk, Eisenoxyd, Manganoxyduloxyd; —

Säuren oder sie vertretende Körper:

Kieselsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, Chlor.

\*) Caillat gibt an, es sei ihm gelungen, krautartigen Gewächsen (Klee, Lucerne, Esparsette) durch Behandlung mit verdünnter Salpetersäure die unorganischen Bestandtheile so vollständig zu entziehen, dass die leicht verbrennliche rückständige Masse auf 10 Grm. angewandten Vegetabils nur 18 bis 22 Milligr. aus Kieselsäure und Eisenoxyd bestehende Asche hinterlasse. Diese Behandlung liefere ausserdem eine grössere Menge von unorganischen Bestandtheilen, namentlich von Schwefelsäure, als man durch Einäscherung der Pflanze gewinnen könne. (Compt. rend. XXIX, 137; — Jahresber. von Liebig u. Kopp, 1849, 601.) — Rivot, Beudant u. Daguin (Compt. rend. 1853. 835; — Journ. f. prakt. Chem. 61. 135) schlagen Behandlung mit Kalilauge und Einleiten von Chlor vor, um die organischen Materien zu zerstören. Hier mögen auch die Versuche W. Knop's erwähnt werden, welcher die zur Pflanzenernährung erforderlichen Mineralsubstanzen dadurch zu ermitteln suchte, dass er Pflanzen in Lösungen von bekannten Gehalten vegetiren liess und den Gehalt der Lösungen nach beendigtem Versuche neuerdings feststellte.

Ausserdem findet man häufig Lithion, Rubidion, Strontian, Baryt, Kupferoxyd, Fluor, zuweilen Thonerde (z. B. in der Asche der Lycopodien in relativ grosser Menge), Jod, Brom, Cyanmetalle und cyansaure Salze (nur in der Asche sehr stickstoffhaltiger Körper), Borsäure, Schwefelmetalle, sowie Spuren von Zinkoxyd und auch wohl von anderen Oxyden schwerer Metalle. Von den hier genannten Stoffen sind die meisten unzweifelhaft bereits Bestandtheile der unzerstörten Vegetabilien gewesen, manche dagegen können als solche vorhanden gewesen, aber auch erst durch die Einäscherung entstanden sein, und gewisse endlich verdanken nur dem genannten Zerstörungsprocess ihre Entstehung. So können die schwefelsauren und ausnahmsweise selbst die kohlen-sauren Salze der Asche schon Bestandtheile der Pflanze gewesen sein, sie können aber auch erst durch Zerstörung von Salzen mit organischen Säuren und durch Verbrennen des in jeder Pflanze enthaltenen unoxydirten Schwefels entstanden sein, — so entstehen die Schwefelmetalle durch Einwirkung der Kohle auf schwefelsaure Salze bei mangelndem Luftzutritt, die Cyanmetalle durch Erhitzung stickstoffhaltiger Kohle mit kohlen-sauren Alkalien, die cyansauren Salze durch Oxydation der Cyanmetalle etc.

Die Mannigfaltigkeit dieser Bestandtheile und der Umstand, dass einige derselben in der Regel nur in sehr kleiner Menge zugegen sind, machen die Aufstellung allgemein passender Methoden zu einer nicht ganz leichten Aufgabe, zumal man Grund hat, danach zu streben, dass die Methoden mit der nothwendigen Genauigkeit den Vortheil verbinden, einigermaassen schnell zum Ziele zu führen. —

Ich spreche im Folgenden erstens von der Bereitung der zur Analyse zu verwendenden Asche, zweitens von der Analyse der Pflanzenaschen, drittens von der Darstellung der Resultate und viertens von der Berechnung der gefundenen Aschenbestandtheile auf die Pflanzen oder Pflanzentheile, denen sie angehört haben.

## I. Bereitung der Asche.

### §. 256.

Bei der Bereitung einer Asche sind folgende Bedingungen zu erfüllen:

- 1) die zu verbrennenden Pflanzen oder der zu verbrennende Pflanzentheil muss frei sein von allen anhängenden Verunreinigungen;
- 2) die Asche muss möglichst wenig unverbrannte Theile enthalten;
- 3) durch den Process des Einäscherns dürfen keine wesentlichen Bestandtheile verloren gehen.

Um die erste Bedingung zu erfüllen, hat man demnach die betreffenden Pflanzen oder Pflanzentheile sorgfältig auszusuchen und zu reinigen. Nicht immer gelingt es, anhängenden Sand oder Thon durch blosses Reiben und Bürsten zu entfernen; es ist dies namentlich bei kleinen

Samenkörnern der Fall. — H. Rose gibt zu deren Reinigung folgende Vorschrift. Man übergiesst sie in einem Becherglase mit einer nicht zu grossen Menge destillirten Wassers, rührt einige Augenblicke mit einem Glasstabe gut um, bringt sie dann auf ein weitlöcheriges Sieb, das den feinen Sand durchlaufen lässt, die Samenkörner aber zurückhält. Diese Operation wiederholt man einige Male, lässt aber dabei die Körner nie lange mit dem Wasser in Berührung, weil aus ihnen sonst auflösliche Salze könnten ausgezogen werden. Man bringt dann den Samen auf ein leinenes Tuch und reibt ihn zwischen demselben, wodurch auch der feine an den Körnern haftende Sand fortgenommen wird. Der so gereinigte Samen ist fast völlig frei von fremden Beimengungen. Man trocknet ihn, um ihn später einäschern zu können.

Zur Erfüllung der zweiten und dritten Bedingung hat man vornehmlich ins Auge zu fassen, dass die Einäscherung bei möglichst niedriger Temperatur (dunkler Rothglühhitze) und bei einem weder zu starken noch zu schwachen Luftzutritt vor sich gehe; denn ist der letztere zu stark, so werden leicht Theile der Asche fortgerissen, ist er zu gering, so dauert die Einäscherung zu lange, auch finden leicht Reductionsprocesses statt, — glüht man zu stark, so schmelzen nicht allein die Chlormetalle und Phosphate der Alkalien und erschweren, indem sie die Kohle umhüllen, deren Verbrennung ausserordentlich, sondern es verflüchtigen sich auch leicht Chlormetalle, und selbst Phosphorsäure kann verloren gehen, indem, wie Erdmann zuerst gezeigt hat, saure Phosphate der Alkalien, mit Kohle geglüht, unter Reduction und Verflüchtigung eines Theiles des Phosphors in neutrale Salze übergehen. — Während man nun durch die Methode der Einäscherung und nöthigenfalls durch Vermischung der einzuäschernden Substanz mit Baryt oder Kalk jedem Verlust an Chlormetallen und Phosphorsäure vorbeugen kann, gelingt dies nicht in Betreff der Kohlensäure. Niemals wird man daher durch die Bestimmung der letzteren irgend einen sicheren Rückschluss auf Bestandtheile des Vegetabils machen können, indem sich nicht einmal der Satz als richtig erwies, dass kohlen-saure Salze in der Asche einer (kohlen-saure Salze nicht enthaltenden) Pflanze auf das Vorhandensein organisch-saurer Salze in dieser schliessen lassen; denn wie leicht können kohlen-saure Alkalien durch Einwirkung von salpetersauren auf Kohle entstehen; auch bilden sich, wie Strecker gezeigt hat, kohlen-saure Alkalien, wenn dreibasisch phosphorsaure mit einem grossen Ueberschuss von Zucker, beziehungsweise dessen Kohle, geglüht werden, während gleichzeitig pyrophosphorsaure Alkalien entstehen. Erwägt man dieses Factum und berücksichtigt man, dass umgekehrt pyrophosphorsaure Alkalien, mit kohlen-sauren stark geglüht, in dreibasisch phosphorsaure übergehen, so ergibt sich, dass das Auffinden dreibasischer oder zweibasischer phosphorsaurer Salze in einer Asche ebenfalls abhängig sein kann von der Art, nach welcher dieselbe bereitet worden ist. —

Am ungenauesten sind die Schlüsse, welche aus dem Schwefelsäure-

geha.  
äsch.  
entha  
zweit  
Eiwe  
lich  
gewis  
cesse  
Schw  
Schw  
Darst

später  
meist  
Subst  
verdr

Tiege  
ziehen  
in Oe  
rohr  
versch  
nen d

bei 10  
det n  
Subst  
zellan  
Platin  
Sobal  
Hitze  
Tage  
weder  
Kohle  
eine z  
— Su

\*)  
\*\*)  
\*\*\*)  
Fre

gehalt einer Asche gezogen werden können, selbst dann, wenn die Einäscherung unter Zusatz einer alkalischen Erde geschah. Die Pflanzen enthalten nämlich erstens Schwefelsäure in Form schwefelsaurer Salze, zweitens Schwefel in organischen Verbindungen, namentlich in den Eiweisskörpern. Aeschert man richtig ein, so wird man die ursprünglich vorhandenen schwefelsauren Salze zwar vollständig erhalten, aber gewiss in vielen Fällen vermehrt durch solche, welche erst bei dem Prozesse der Einäscherung entstanden sind. Niemals aber lässt sich aus dem Schwefelsäuregehalt der Asche auch nur ein annähernder Schluss auf den Schwefelgehalt der Pflanze ziehen\*).

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Methoden über, welche man zur Darstellung der Asche wählen kann.

### 1. Einäscherung in der Muffel.

Diese Art der Einäscherung, welche zuerst von Erdmann\*\*), später von Strecker\*\*\*) empfohlen worden und gegenwärtig in den meisten Laboratorien eingeführt ist, hat die früher übliche, wonach die Substanz in schief liegenden hessischen Tiegeln verkohlt wurde, fast ganz verdrängt.

Die Muffeln, welche ich anwende, sind von der Masse der hessischen Tiegel, 25 Cm. tief, 17 Cm. breit, 12 Cm. hoch. Die Maassangaben beziehen sich auf die Dimensionen im Lichten. Die Muffeln befinden sich in Oefen, in welchen sie von oben eingesetzt werden, haben kein Abzugsrohr und werden vorn durch einen mit Löchern versehenen Deckel lose verschlossen. Die so entstehende Luftcirculation genügt zu dem Verbrennen der verkohlten Substanz vollständig.

a. Man trocknet zunächst die einzuäschernde Substanz (etwa 100 Grm.) bei 100° oder 110° C. Saftige Wurzeln oder fleischige Früchte zerschneidet man zu dem Behufe und legt sie auf Glasplatten. Die getrocknete Substanz wägt man, bringt sie dann in einer flachen Platin- oder Porzellanschale (besser noch in einer flachen, gerade in die Muffel passenden Platin- oder Porzellankapsel) in die Muffel und erhitzt diese allmählich. Sobald keine brenzlichen Producte mehr entweichen, steigert man die Hitze ein wenig, aber nicht weiter als bis zu einer ganz gelinden, bei Tage nicht sichtbaren Rothglühhitze. Bei dieser Temperatur, bei welcher weder Kochsalz noch pyrophosphorsaures Natron schmilzt, verbrennt die Kohle unter schwacher Glüherscheinung, und es genügen 12 Stunden, um eine zur Analyse hinreichende Menge von kohlenfreier Asche zu erhalten. — Substanzen, welche sich zu dieser Art der Einäscherung nicht eignen,

\*) Vergl. Mayer, Annal. d. Chem. u. Pharm. 101. 136. u. 154.

\*\*) Annal. d. Chem. u. Pharm. 54. 353.

\*\*\*) Annal. d. Chem. u. Pharm. 74. 366.

Fresenius, quantitative Analyse.

verkohlt man zuerst in einem grossen bedeckten Platin- oder auch hessischen Tiegel bei gelinder Rothgluth und verbrennt dann die verkohlte Masse in der Muffel. Umrühren der in der Einäscherung begriffenen Substanz ist in der Regel unzweckmässig, weil sie dadurch an Lockerheit verliert. Bei dieser Methode der Einäscherung verflüchtigt sich, nach Strecker, kein Kochsalz.

Nach beendigter Verbrennung wägt man die erhaltene Asche, zerreibt und mischt sie und bringt sie zunächst in ein gut schliessendes Pulverglas.

b. Hat man mit Vegetabilien zu thun, deren Asche reich an Alkalisalzen, namentlich Chlormetallen, und daher leicht schmelzbar ist, so ist es in der Regel vorzuziehen, die Substanz in einem Tiegel bei möglichst niedriger Temperatur zu verkohlen, sie dann mit Wasser zu behandeln, bis die löslichen Salze der Hauptsache nach ausgezogen sind, den Rückstand zu trocknen und dann in der Muffel einzuäschern. Nachdem man die Asche des unlöslichen Theiles gewogen, verdünnt man die Lösung in der Art, dass man ebenso viele zehntel, halbe oder ganze Cubikcentimeter hat, als Milligramme Asche des unlöslichen Theiles, und nimmt später bei der Analyse zu den abgewogenen Mengen der letzteren die entsprechende Anzahl Cubikcentimeter der Lösung hinzu. Ich habe diesen Weg häufig mit entschiedenem Vorthail, zuerst bei Analyse der Asche der Wucherblume, einschlagen lassen\*). Die Gesammtmenge der Asche erfährt man, indem ein gemessener Theil der Lösung zur Trockne verdampft, gewogen, der Theil aufs Ganze berechnet und der Rückstand der Lösung dem Gewicht der Asche des unlöslichen Theiles zugezählt wird.

## 2. Einäscherung in der Schale, mit Hülfe künstlichen Luftzuges, nach F. Schulze\*\*).

Man verkohlt die bei 100° C. getrocknete, gewogene organische Substanz im Tiegel bei gelinder Rothglühhitze, bringt die Kohle in eine flache Platinschale, legt über dieselbe ein Dreieck von Platindraht und stellt auf dieses einen gewöhnlichen Lampencylinder (oder auch einen hinlänglich weiten Retortenhals; den Cylinder kann man auch in einen Retortenhalter einspannen und ihn so über der Schale befestigen). Unter die Schale braucht man nur eine einfache Weingeistlampe oder eine kleine Gaslampe zu stellen. Durch den verstärkten Luftzug, welchen der Cylinder veranlasst und welchen man dadurch reguliren kann, dass man einen längeren oder kürzeren anwendet und ihn niedriger oder höher stellt, gelingt die Einäscherung bei der angegebenen niederen Temperatur selbst

\*) Journ. f. prakt. Chem. 70. 85.

\*\*) Briefliche Mittheilung.

bei Getreidekörnern auf überraschende Weise\*). Nach vollendeter Einäscherung wägt man die Asche und verfährt wie in 1.

### 3. Einäscherung mit künstlichem Luftzug nach Hlasiwetz\*\*).

Diese Methode erfordert ein einer Tabackspfeife nachgebildetes Gefäss von Silber, Platin oder Porzellan. Es ist für schwer verbrennliche Kohle cylindrisch, 7 Zoll lang,  $1\frac{1}{2}$  Zoll weit, nach unten in eine Spitze ausgehend. Ein Siebboden von Platin mit 6 bis 8 kleinen Löchern verhindert, dass Kohle oder Asche herausfällt. Für leicht verbrennliche Kohlen gibt man dem Gefäss eine konische oder tiegelförmige Gestalt. Die Pfeife wird in den einen Tubus einer zweihalsigen Flasche luftdicht eingesetzt. Diese erste Woulff'sche Flasche ist nach üblicher Art mit einer zweiten und dritten und diese mit einem sehr grossen Aspirator (einem geräumigen Fasse) verbunden. Lässt man aus dem Hahn des letzteren Wasser ausfliessen, so dringt die Luft durch die Pfeife ein und streicht durch das Wasser, mit dem die zweite und dritte Flasche nicht ganz bis zur Hälfte gefüllt sind. Man verkohlt die gehörig zerkleinerte organische Substanz in einem Porzellantiegel mit aufgesetztem Deckel. Sobald die Gase aufhören zu brennen, wirft man die schwach glühende Kohle durch einen Trichteraufsatz in die Pfeife und lässt sofort Wasser in schwachem Strahl ausfliessen. Die Stellung des Hahnes ist so zu reguliren, dass das Verglühen regelmässig, aber bei nicht zu hoher Temperatur erfolgt. Von Zeit zu Zeit schürt man die Masse mit einem Platindraht zusammen. Man erhitzt die Asche schliesslich noch kurze Zeit in einer Platinschale, um die letzten Kohletheilchen zu verbrennen. In dem Wasser der Woulff'schen Flaschen finden sich Spuren feuerbeständiger Salze, namentlich Chlormetalle, ferner Kohlensäure und Ammoniak. Sind jene wägbar, so bestimmt man sie.

### 4. Einäscherung in der Muffel unter Zusatz von Baryt, nach Strecker (a. a. O.).

Die organische Substanz wird bei  $100^{\circ}\text{C}$ . getrocknet und in einer Porzellan- oder Platinschale über der Lampe schwach verkohlt. Die Kohle feuchtet man mit einer concentrirten Lösung von reinem Barythydrat an, und verwendet hierzu soviel, dass die nach dem Verbrennen bleibende Asche etwa die Hälfte ihres Gewichtes an Baryt enthält. Die angefeuchtete Kohle wird wieder getrocknet und bei möglichst niedriger Temperatur in der Muffel verbrannt. Die Asche schmilzt hierbei nicht

\*) F. Schulze bedient sich dieses Mittels auch bei der gewöhnlichen Filtereinäscherung, indem er den Tiegel mit dem Filter in die Schale stellt.

\*\*) Annal. d. Chem. u. Pharm. 97. 244.

sie bleibt voluminös und locker, so dass eine vollständige Verbrennung der Kohle sich erreichen lässt. Der Rückstand muss noch einen ansehnlichen Ueberschuss von kohlen-saurem Baryt enthalten. Ist dies nicht der Fall, so muss man einen Verlust von Schwefel oder Phosphor befürchten, und thut daher besser, eine neue Portion mit einem grösseren Zusatz von Baryt einzuäschern. Der eingeäscherte Rückstand wird nun fein gepulvert und innig gemischt.

#### 5. Einäscherung mit Hülfe von Platinschwamm, nach H. Rose.

Man verkohlt zunächst etwa 100 Grm. der bei 100°C. getrockneten Substanz im Platin- oder Thontiegel bei dunkler Rothglühhitze, reibt die verkohlte Masse im Porzellanmörser fein, mischt sie mit 20 bis 30 Grm. Platinschwamm aufs Innigste, bringt das Gemenge portionenweise in eine flache dünne Platinschale und erhitzt über der Lampe mit doppeltem Luftzuge. Nach kurzer Zeit, noch ehe der Inhalt ins Glühen gekommen ist, fängt jedes Kohletheilchen an zu verglimmen, und die Oberfläche des schwarzen Gemenges überzieht sich mit einer grauen Schicht. Durch fleissiges, vorsichtiges Umrühren mit einem kleinen Platinspatel erneuert man die Oberfläche und befördert die Verbrennung. So lange noch unverbrannte Kohle in der Masse enthalten ist, findet ein Verglimmen statt; sobald sie aber vollständig verbrannt ist, hört jedes sichtbare Erglühen der Masse auf, auch wenn man dieselbe stärker erhitzt. Sind sämtliche Portionen eingeäschert, so mischt man gleichförmig, trocknet scharf und wägt. Zieht man das Gewicht des zugesetzten Platins ab, so erhält man das der Asche\*).

## II. Analyse der Asche.

### §. 257.

Nachdem ich im Vorhergehenden die vorzüglichsten Methoden zur Darstellung von Pflanzenaschen mitgetheilt habe, mache ich hier zunächst darauf aufmerksam, dass in bei Weitem den meisten Fällen die Methoden 1 und 2, wenn dieselben richtig ausgeführt werden, namentlich wenn man in geeigneten Fällen die Methode 1. b. einschlägt, vollkommen genügen.

Ich habe diesen Satz vorausgeschickt, um es zu rechtfertigen, dass ich im Folgenden nur von der Analyse reiner (baryt- und platinfreier) Asche rede. Kommt man in den Fall, die Einäscherungsmethode 4 oder 5 anzuwenden, so bedarf es nur geringer, leicht sich ergebender Modificationen der sogleich zu beschreibenden Methoden.

\*) Ueber das Einäschern unter Zusatz von Eisenoxyd vergl. Gräger (Jahresber. von Kopp und Will 1859, 693) und Al. Müller (Journ. f. prakt. Chem. 80. 118).



Nach ihren hauptsächlichsten Bestandtheilen kann man die Aschen in folgende Abtheilungen bringen:

a. Aschen mit vorwaltenden kohlen-sauren Alkalien und kohlen-sauren alkalischen Erden. — Eine solche Asche liefern z. B. die Hölzer, die kräuterartigen Gewächse etc.

b. Aschen mit vorwaltenden phosphorsauren Alkalien und phosphorsauren alkalischen Erden. — Hierher gehören fast alle Samenaschen.

c. Aschen mit vorwaltender Kieselsäure. — Eine solche geben die Halme der Gramineen, der Equisetaceen u. s. w.

Wenngleich es einleuchtend ist, dass diese Eintheilung nicht streng sein kann, und dass sich zahlreiche Uebergänge von einer Gruppe zur anderen finden werden, so muss sie doch beibehalten werden, wenn in die jetzt mitzutheilenden analytischen Methoden Klarheit kommen soll, denn der allgemeine Gang erleidet gewisse Modificationen, je nachdem eine Asche zur ersten, zweiten oder dritten Abtheilung gehört.

#### a. Qualitative Analyse.

Da man die Bestandtheile, welche die Aschen zu enthalten pflegen, bereits im Allgemeinen kennt, so wäre es überflüssig, von jeder Asche eine vollständige qualitative Analyse vorzunehmen. — Es sind nur einige wenige vorläufige Versuche, welche man zu machen hat, sowohl um über die Gegenwart oder Abwesenheit seltener vorkommender Bestandtheile, als auch namentlich um darüber ins Klare zu kommen, zu welcher der oben angeführten Abtheilungen man die Asche zu rechnen hat. — Diese Versuche sind folgende:

1. Man prüfe, ob die Asche durch Erwärmen mit concentrirter Salzsäure vollkommen aufschliessbar sei. — Braust eine Asche beim Uebergiessen mit der Säure stark, so kann man von der Aufschliessbarkeit im Voraus überzeugt sein. — In der Regel sind es nur die an Kieselsäure reichen Aschen der Halme der Gräser etc., welche nicht vollständig aufgeschlossen werden.

2. Versetzt man die salzsaure Lösung irgend einer Asche, nach Abscheidung der Kieselerde und nach Entfernung des grössten Theiles der freien Säure, mit essigsaurem Alkali, oder neutralisirt man sie mit Ammon und setzt alsdann freie Essigsäure hinzu, so scheidet sich fast bei allen Aschen ein gelblichweisser, gallertartiger Niederschlag — phosphorsaures Eisenoxyd — ab. Es ist nun nothwendig zu wissen, ob ausser der in diesem Niederschlage befindlichen Phosphorsäure noch eine weitere Menge in der Asche enthalten ist. Um diese Frage zu entscheiden, filtrirt man den nach angegebener Art erhaltenen Niederschlag ab, und setzt zum Filtrat Ammon im Ueberschuss. —

Entsteht hierdurch kein Niederschlag, oder ist ein sich abscheidender roth, besteht er also aus Eisenoxydhydrat, so enthält die Asche keine weitere Phosphorsäure, — entsteht aber ein weisser Niederschlag (phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Ammon-Magnesia), so ist es gewiss, dass die Asche mehr Phosphorsäure enthält, als das darin enthaltene Eisenoxyd zu binden vermag, und dass die Asche somit zur zweiten Abtheilung zu rechnen ist.

3. Man prüft auf Mangan, indem man ein Theilchen der Asche mit Soda mengt und auf Platinblech der äusseren Löthrohrflamme aussetzt (vergl. meine Anleit. zur qualit. Anal., 11. Aufl. S. 117).

4. Man prüft auf Lithion, Rubidion, Strontian, Baryt, Kupferoxyd, Thonerde, Jod, Brom, Fluor und die übrigen der zuweilen in sehr geringer Menge vorkommenden, oben genannten Substanzen, sofern man ein Interesse hat, Spuren derselben nachzuweisen (vergl. meine Anleit. zur qualit. Anal., 11. Aufl. S. 345).

#### b. Quantitative Analyse.

α. Aschen mit vorwaltenden kohlensauren Alkalien oder alkalischen Erden, in welchen alle Phosphorsäure an Eisenoxyd gebunden gedacht werden kann.

#### §. 258.

Sämmtliche Bestandtheile bestimmt man in zwei verschiedenen Portionen der Asche, welche wir A und B nennen wollen.

In B bestimmt man die Kohlensäure\*) und das Chlor,  
 „ A „ „ alle übrigen Bestandtheile.

#### A.

##### 1. Bestimmung der Kieselerde, der Kohle und des Sandes.

Man übergiesst 4 bis 5 Grm. der Asche in einer Porzellanschale mit etwas Wasser und setzt nach und nach Salzsäure zu. Ist die Asche reich an kohlensauren Salzen, so bedeckt man die Schale mit einem umgekehrten Trichter, in dessen Rohr man einen kleinen Trichter einhängt. Durch letzteren setzt man die Säure zu. Auf diese Art kann jedem Verlust durch Verspritzen vorgebeugt werden. Sobald die Kohlensäure entwichen ist,

\*) Die Bestimmung derselben, wenn auch an und für sich ohne grosse Bedeutung (s. S. 848), ist nothwendig, um die Analyse zu vervollständigen und so eine gewisse Controle für deren Richtigkeit zu erlangen.

spritzt man die Trichter in die Schale ab. — Man erhitzt jetzt gelinde, bis man ausser den leicht zu erkennenden kohligen und sandigen Theilen (welche fast niemals ganz fehlen) keine unaufgeschlossene Asche mehr bemerkt, und verdampft im Wasserbade, zuletzt unter Umrühren und Zertheilung aller Klümpchen, zur Trockne.

Nach dem Erkalten befeuchtet man die trockne Masse mit concentrirter Salzsäure, erhitzt nach halbstündiger Einwirkung mit einer gehörigen Menge Wasser zum anfangenden Kochen und filtrirt die saure Flüssigkeit durch ein bei 100° C. getrocknetes und gewogenes Filter aus starkem Papier.

Auf dem Filter bleibt die Kieselerde, gemengt mit Kohle und Sand, wenn diese zugegen sind. — Man trocknet es nach vollkommenem Auswaschen sorgfältig und bringt die darin enthaltenen Substanzen in eine Platinschale, ohne das Filter dabei zu beschädigen. (Wenn das Pulver vollkommen trocken war, so gelingt dies sehr gut, und an dem Papier bleibt meistens nur so viel hängen, dass dasselbe von der Kohle gefärbt erscheint.) Das Pulver erhält man eine halbe Stunde lang mit reiner (kieselsäurefreier) verdünnter Natronlauge (oder auch mit einer concentrirten Lösung von kohlenurem Natron) im Sieden, wobei sich nach und nach alle Kieselsäure auflöst, ohne dass etwa zugegener Sand oder Kohle angegriffen werden. Man filtrirt nun durch das nämliche Filter, wäscht das Ungelöste gut aus und trocknet es mit dem Filter bei 100° C., bis kein Gewichtsverlust mehr stattfindet. Es wird, nach Abzug des Gewichts des Filters, als Kohle und Sand in Rechnung gebracht.

Das mit Salzsäure übersättigte Filtrat gibt, nach §. 140. II. a. behandelt, die Quantität der Kieselsäure.

## 2. Bestimmung aller übrigen Bestandtheile, ausgenommen Chlor und Kohlensäure.

Die von der Kieselerde, der Kohle und dem Sand abfiltrirte salzsaure Lösung sammt dem Waschwasser theilt man nach vorhergegangener inniger Mischung dem Volum oder Gewichte nach in drei, oder zweckmässiger in vier Theile, damit man, wenn eine Bestimmung misslingt, den letzten Theil zur Wiederholung derselben benutzen kann. — Am einfachsten geschieht die Theilung, indem man die Flüssigkeit in einen 200 CC. fassenden Messkolben filtrirt, denselben mit Hülfe des Waschwassers und zuletzt mit reinem Wasser bis an den Theilstrich anfüllt, schüttelt und nun mittelst einer Pipette dreimal je 50 CC. abmisst. Wir wollen die drei Portionen a., b. und c. nennen. In a. bestimmt man das phosphorsaure Eisenoxyd, etwa vorhandenes freies Eisenoxyd und die alkalischen Erden, ferner das Mangan, sofern welches zugegen, — in b. die Schwefelsäure, in c. die Alkalien.

a. *Bestimmung des phosphorsauren Eisenoxyds etc. und der alkalischen Erden.*

Man versetzt die Flüssigkeit mit Ammon, bis der entstehende Niederschlag nicht mehr verschwindet, fügt nun essigsaures Ammon und soviel freie Essigsäure hinzu, dass die Flüssigkeit deutlich sauer reagirt. — Der bleibende gelblichweisse Niederschlag, der sich bei gelindem Erwärmen am besten abscheidet, ist phosphorsaures Eisenoxyd. Er wird abfiltrirt, heiss ausgewaschen, geglüht, gewogen und als  $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{PO}_5$  (vergl. S. 171) in Rechnung gebracht\*).

Das Filtrat sättigt man mit Ammon und bestimmt darin Kalk und Magnesia nach §. 154. 6. a. (32).

Entsteht jedoch durch Zusatz des Ammons ein Niederschlag von Eisenoxydhydrat, so muss dieses erst abfiltrirt und bestimmt werden, — und ist eine bestimmbare Menge Mangan allein oder neben Eisen zugegen, so hat man die mit Ammon gesättigte Flüssigkeit erst mit Schwefelammonium zu fällen, ehe man zur Bestimmung der alkalischen Erden schreitet. — Ist der Niederschlag des Schwefelmangans rein, so verfährt man damit nach §. 109. 2., — ist er eisenhaltig, nach §. 160.

b. *Bestimmung der Schwefelsäure.*

Man fällt die Flüssigkeit b. mit Chlorbaryum, und bestimmt den Niederschlag nach §. 132. 1.

c. *Bestimmung der Alkalien.*

Man versetzt die Flüssigkeit c. mit soviel Chlorbaryum, als zur Ausfällung der aus b. bekannten Schwefelsäure eben ausreicht, verdampft im Wasserbade den grössten Theil der freien Säure, fügt reine Kalkmilch in geringem Ueberschuss zu, erwärmt längere Zeit im Wasserbade und filtrirt. Man entfernt auf diese Weise alle Schwefelsäure, alle Phosphorsäure, alles Eisenoxyd und die Bittererde. Den Niederschlag wäscht man so lange aus, bis das zuletzt ablaufende Waschwasser Silbersolution nicht mehr trübt, fällt aus dem Filtrat den Kalküberschuss durch mit Ammon versetztes kohlen-saures Ammon, lässt absitzen, filtrirt, verdampft in einer Platinschale zur Trockne, glüht, fällt nochmals und wenn nöthig auch noch ein drittes Mal mit Ammon und kohlen-saurem Ammon (bis die Lösung des gelinde geglühten Rückstandes durch die genannten Reagentien

\*) Sollte der Niederschlag phosphorsaure Thonerde enthalten, oder seine Zusammensetzung irgend zweifelhaft sein, so ist er nach dem Wägen nach §. 135 näher zu untersuchen.

nicht mehr getrübt wird), verdampft, glüht gelinde, wägt die als Chlor-  
metalle zurückbleibenden Alkalien und trennt, wenn Natron neben Kali  
zugegen ist, beide nach §. 152.

NB. Ist die Menge der Asche gering, so kann man die von der  
Kieselsäure abfiltrirte Flüssigkeit auch nur in zwei Portionen theilen und  
Schwefelsäure und Alkalien in einer bestimmen. Man fällt alsdann zu-  
nächst die Schwefelsäure mit Chlorbaryum unter Vermeidung irgend be-  
deutenden Ueberschusses, dann verfährt man nach c.

#### B. Bestimmung der Kohlensäure und des Chlors.

Man behandelt eine zweite Portion der Asche zur Bestimmung der  
Kohlensäure nach Seite 364. bb. oder nach Seite 367. e. Den Inhalt des  
kleinen Kolbens, indem die Auflösung mit Hülfe verdünnter Salpetersäure  
bewerkstelligt worden ist, filtrirt man und fällt das Chlor mit Silberlösung  
nach §. 141. I. a.

NB. Sollte man sehr wenig Asche haben, so lassen sich alle Bestand-  
theile auch in einer Portion bestimmen. Man ermittelt dann erst die  
Kohlensäure, wie in B., filtrirt durch ein gewogenes Filter, bestimmt im  
Filtrat das Chlor, fällt den Silberüberschuss mit Salzsäure, vereinigt das  
Filtrat mit dem Inhalt des ersten Filters, indem man das Filter auf einer  
Glasplatte ausbreitet und den Inhalt abspritzt, und verfährt im Uebrigen  
wie in A. Kohle, Sand und Kieselsäure werden später wieder auf dem  
abgespritzten und mittlerweile getrockneten Filter gesammelt.

#### β. Durch Salzsäure aufschliessbare Aschen, in welchen ausser der an Eisenoxyd gebundenen Phosphorsäure noch weitere vorhanden ist.

#### §. 259.

Man nimmt zwei Portionen der Asche: eine grössere *A* und eine  
kleinere *B*. In *B* bestimmt man Kohlensäure und Chlor wie in §. 258,  
— in *A* alle übrigen Bestandtheile. Sollte man sehr wenig Asche haben,  
so bestimmt man alle Bestandtheile in einer Portion (s. §. 258 am Ende).

*A* behandelt man mit Salzsäure und scheidet Kieselsäure, Kohle und  
Sand ab wie in §. 258. Die salzsaure Lösung bringt man auf 300 CC.  
und theilt sie in zwei Theile *a* zu 100 CC. und *b* zu 200 CC.

In *a* bestimmt man zunächst die Schwefelsäure, indem man Chlor-  
baryum in möglichst geringem Ueberschusse zusetzt, sodann fügt man  
Eisenchloridlösung zu, bis die Flüssigkeit gelb erscheint, entfernt durch  
Abdampfen im Wasserbade den grössten Theil der freien Säure, verdünnt

und versetzt die erkaltete Flüssigkeit vorsichtig mit kohlensaurem Baryt in richtigem Ueberschusse (der Niederschlag muss hell röthlichbraun sein). Nach einer halben Stunde filtrirt man ab, entfernt aus dem Filtrate Kalk und Baryt durch kohlensaures und etwas oxalsaures Ammon, scheidet die Magnesia (sammt den letzten Spuren von Baryt) mit Oxalsäure nach §. 153. 4.  $\delta$ . (18) ab, bestimmt die Alkalien als Chlormetalle und trennt sie erforderlichen Falles nach §. 152. — Enthält die Lösung eine bestimm- bare Menge Mangan, so fällt man dies — nach Abscheidung der Phosphorsäure — zunächst durch Schwefelammonium.

*b* versetzt man mit Ammon im geringen Ueberschuss, dann mit Essigsäure, bis sich die erst niedergefallenen phosphorsauren alkalischen Erden wieder gelöst haben. Das phosphorsaure Eisenoxyd, welches ungelöst bleibt, wird abfiltrirt und wie in §. 258. 2. a. behandelt. Das Filtrat theilt man in zwei gleiche Theile  $\alpha$  und  $\beta$ , und bestimmt im einen ( $\alpha$ ) die Phosphorsäure und zwar am bequemsten als phosphorsaures Uranoxyd nach §. 134. c., im anderen ( $\beta$ ) Kalk und Magnesia nach §. 154. 6. b. (33). — Enthält die Asche eine bestimmbare Menge Mangan, so muss dies aus der Portion  $\beta$  entfernt werden, in welcher man Kalk und Magnesia bestimmen will, weil es sonst theils mit jenem, theils mit dieser niederfallen würde. Man behandelt daher die durch Essigsäure saure Flüssigkeit  $\beta$  (welche noch essigsäures Alkali enthält) zunächst mit Chlor, während man sie auf  $50^{\circ}$  bis  $60^{\circ}$  C. erhitzt, S. 462 (64).

Von der grossen Mannigfaltigkeit der Methoden, welche hier sonst noch eingeschlagen werden können, sei für die Behandlung der Flüssigkeit *b* nur noch folgende erwähnt. Nach Abscheidung des phosphorsauren Eisenoxyds fällt man aus der essigsäuren Lösung zunächst den Kalk durch oxalsaures Ammon (§. 103. 2. b.  $\beta$ ). Das Filtrat theilt man in zwei gleiche Theile und bestimmt in einem die Magnesia durch Zusatz von Ammon und phosphorsaurem Natron, im anderen die Phosphorsäure durch Zusatz von Ammon und mit Salmiak versetzter schwefelsaurer Magnesialösung.

Bei Anwesenheit einer bestimmbaren Menge Mangans ist diese Methode weniger zu empfehlen. Ist die Phosphorsäure in Form zweibasischer Salze zugegen gewesen, so geht man am sichersten, wenn man die zu ihrer Ermittlung bestimmte Flüssigkeit, sei es, dass man mit Uran- oder mit Magnesialösung fällen will, zuletzt im Platintiegel, verdampft und den Rückstand mit kohlensaurem Natron schmelzt, ehe man die Bestimmung vornimmt.

Gilt es nur die Bestimmung der Phosphorsäure auszuführen, so kann dies auch nach der von W. Mayer\*) angewandten Methode geschehen. Die nach §. 256. 4. bereitete Asche wird zunächst mit rauchender Salpeter-

\*) Annal. d. Chem. und Pharm. 101. 129; Jahresber. von Kopp u. Will, 1857, 582.

säure oder Königswasser zur Trockne verdampft (um vorhandene Schwefelmetalle zu oxydiren). Den Rückstand behandelt man mit verdünnter Salzsäure, filtrirt, versetzt mit Ammon, bis eine schwache Fällung entsteht, löst diese durch einige Tropfen Salzsäure wieder auf, fügt eine Mischung von Weinsteinssäure, schwefelsaurer Magnesia und Salmiak (in 1000 CC. Flüssigkeit 15 Grm. Weinsteinssäure, 6 Grm. wasserfreie schwefelsaure Magnesia und 16,5 Grm. Salmiak enthaltend) zu, fällt nach Zusatz von essigsaurem Natron mit oxalsaurem Ammon, entfernt einen etwaigen Barytgehalt durch schwefelsaures Ammon und fällt aus der baryt- und kalkfreien Flüssigkeit die Phosphorsäure durch Ammon als phosphorsaure Ammon-Magnesia. Das Eisenoxyd wird durch die Weinsteinssäure in Lösung erhalten, vergl. Seite 342. e. a.

γ. Durch Salzsäure nicht aufschliessbare Aschen.

§. 260.

Kohlensäure findet man in solchen Aschen selten, sollte sich welche finden, so wird sie nach §. 258 bestimmt. Letzteres gilt auch von Chlor. Was die Bestimmung der übrigen Bestandtheile betrifft, so muss derselben eine Aufschliessung vorhergehen. Es kann solche auf verschiedene Weise ausgeführt werden.

1. Man kann nämlich entweder, wie Will und ich es zuerst vorschlugen, die Asche mit reiner Natronlauge in einer Platin- oder Silber- schale zur Trockne verdampfen. (Hierdurch werden erfahrungsmässig die kieselsauren Verbindungen der Asche vollständig aufgeschlossen, nicht aber, oder nur höchst wenig, etwa beigemengter Sand. — Die Hitze darf zuletzt nicht so weit gesteigert werden, dass die Masse schmilzt.) — Man übergiesst den Rückstand alsdann mit verdünnter Salzsäure, dampft ein, behandelt wieder mit Salzsäure und verfährt mit dem unlöslichen Rückstande (Kieselerde, Kohle und Sand) wie oben in §. 258. A. 1., mit der Lösung wie oben in §. 258. A. 2., beziehungsweise §. 259. A. Dass in letzterer die Alkalien nicht bestimmt werden können, sondern dass dieselben in einer besonderen Portion der Asche, nachdem man solche durch Schmelzen mit Barythydrat oder durch Aufschliessen mit Fluorwasserstoff zersetzt hat, geschehen muss, ergibt sich von selbst.

2. Way und Ogston\*) mischen die Asche mit dem gleichen Gewichte salpetersauren Baryts und tragen sie portionenweise in einen grossen Platintiegel ein. Hierdurch wird die Asche durch Salzsäure leicht zersetzbar und, wenn sie kohlehaltig war, völlig weiss. Die Kieselsäure wird wie in §. 258. A. 1. abgeschieden, und der dabei etwa vorhandene

\*) Journ. of the Royal Agricult. Soc. of England, VIII, part 1; Jahresber. von Liebig und Kopp, 1849, 600.

und erforderlichenfalls zu bestimmende schwefelsaure Baryt in Rechnung gebracht. Von der salzsauren Lösung verwenden sie eine Portion zur Bestimmung der Alkalien (Verfahren wie in §. 258 A. 2. c.), den Rest fällen sie mit wenig überschüssiger Schwefelsäure aus (aus dem Gewichte des erhaltenen schwefelsauren Baryts berechnen sie, da die Quantität des angewandten salpetersauren Baryts bekannt war, die Menge des ihm etwa anhängenden schwefelsauren Kalkes), theilen das Filtrat in zwei Theile und bestimmen im einen phosphorsaures Eisenoxyd, Kalk und Magnesia (§. 259), im anderen die Phosphorsäure nach §. 134. d.  $\beta$ .

### III. Darstellung der Resultate.

#### §. 261.

Das Streben, die Aschen der Pflanzen im Interesse der Pflanzenphysiologie und Agricultur zu analysiren, gehört, wenn man von vereinzelt früheren Arbeiten absieht, der neueren und neuesten Zeit an. Die Fragen, welche durch die Analysen beantwortet werden sollen, sind der Hauptsache nach folgende:

1. Haben die Pflanzen gewisse Bestandtheile in gewisser Menge absolut nöthig? — und wenn dem so ist, welche?

2. Können manche dieser Bestandtheile durch andere vertreten werden?

Man sieht leicht ein, dass diese Fragen nur durch eine ausserordentlich grosse Anzahl von Analysen mit völliger Sicherheit beantwortet werden können, und dass daher viele berufen sind, zu ihrer Lösung beizutragen.

Unter diesen Umständen ist es von der grössten Wichtigkeit, dass die sämmtlichen Resultate auf übereinstimmende Weise dargestellt werden, so dass sie mit Leichtigkeit und ohne Umrechnung vergleichbar sind.

Da wir die Art, wie die Basen und Säuren in den Pflanzen verbunden gewesen sind, aus der Asche doch nicht mit Sicherheit ersehen können, und da die Aschen, wie bereits erwähnt, in Bezug auf die Basicität der Phosphate etc. je nach der Stärke des Glühens verschieden ausfallen, so ist es ohne allen Zweifel am rätlichsten, die gefundenen Gewichtsprocente der Basen und Säuren isolirt anzuführen. Nur in Bezug auf das Chlor ist zu erinnern, dass man es als Chlornatrium (und, wenn nicht genug Natron vorhanden, Chlorkalium) aufführen, die darin enthaltene Menge Natrium auf Natron berechnen und von der Gesamtsumme des Natrons abziehen muss. — Denn würde man dies nicht thun, so erhielte man jedesmal einen Ueberschuss bei der Analyse, indem man ja das in der Asche enthalten gewesene Chlornatrium nicht als Chlor und Natrium, sondern als Chlor und Natron aufführte. — Etwa vorhandenes Mangan ist als Oxyduloxyd anzuführen, da es als solches in der Asche enthalten ist. —

Gibt man die Resultate nur so, wie sie direct erhalten wurden, so ist das Resultat mit anderen Resultaten nicht vergleichbar, indem unter den

Bestan  
lich si  
sulta  
unwes  
wegst  
C  
an Ko  
aber d  
Pflanz  
Bestan  
V  
sultat  
sentlic  
Zusan  
letzter  
Grund  
dafür  
geföh

IV.

neten  
gener  
dann  
nen T  
gewin  
leicht  
körne  
enthi

aber  
Fälle  
Asche  
const  
gewin  
nicht  
Asche  
genat  
so ist



Bestandtheilen solche aufgeführt sind oder sein können, welche unwesentlich sind, namentlich Kohle und Sand. Will man also vergleichbare Resultate haben, so muss man dieselben frei machen von dem Einflusse dieser unwesentlichen Bestandtheile. Dies geschieht, indem man Kohle und Sand wegstreicht und die wesentlichen Bestandtheile auf 100 Theile berechnet.

Gilt es, eine Asche als solche zu charakterisiren, so muss ihr Gehalt an Kohlensäure als wesentlicher Bestandtheil betrachtet werden, — soll aber die Asche als Ausdruck der unorganischen Salze dienen, welche eine Pflanze dem Boden entzieht, so muss die Kohlensäure als unwesentlicher Bestandtheil in derselben Art wie Kohle und Sand wegfallen.

Will man daher allen Anforderungen genügen, so führt man die Resultate einer Aschenanalyse in zweierlei Weise auf, einmal mit den unwesentlichen Bestandtheilen, das andere Mal ohne die letzteren. Die erste Zusammenstellung lässt alsdann eine Beurtheilung der Genauigkeit, die letztere eine genaue Vergleichung zu. Bleibt aus dem oben angeführten Grunde die Kohlensäure aus der zweiten Darstellung weg, so gibt man dafür an, wie viel Kohlensäure zu 100 Theilen der kohlenstofffrei aufgeführten Asche gehörte.

#### IV. Berechnung der gefundenen Aschenbestandtheile auf die Pflanzen oder Pflanzentheile, denen sie angehört haben.

##### §. 262.

Man pflegte früher gewöhnlich in einer Portion der sorgfältig getrockneten vegetabilischen Substanz durch vorsichtiges Einäschern eines gewogenen kleineren Theiles die Gesammtmenge der Asche zu bestimmen und dann einen grösseren, weniger sorgfältig getrockneten und nicht gewogenen Theil zu verbrennen, um die zur Analyse nöthige Aschenmenge zu gewinnen. War diese analysirt, so ergab sich die Beziehung zur Pflanze leicht durch eine höchst einfache Rechnung. Es lieferten z. B. die Weizenkörner 3 Proc. Asche und diese enthielt 50 Proc. Phosphorsäure, also enthielten 100 Theile Weizenkörner 1,5 Phosphorsäure etc.

Man sieht auf den ersten Blick, dass diese Methode sehr bequem ist, aber es muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass sie nicht in allen Fällen hinlänglich genaue Resultate liefert, da das Gesamtquantum der Asche, wie sich aus den in §. 256 angeführten Gründen ergibt, keine constante, sondern eine je nach Dauer, Stärke und Art des Glühens in gewissen Grenzen veränderliche Grösse ist. Weil man daher meistens nicht darauf rechnen kann, dass die bei der Gewichtsbestimmung der Asche erhaltene kleine Portion in ihrer Menge und Zusammensetzung genau übereinstimmt mit der zur Analyse dienenden grösseren Portion, so ist es jedenfalls vorzuziehen, die Gesammtmenge der zur Einäscherung

bestimmten Substanz einerseits und die Gesammtmenge der erhaltenen und zur Analyse bestimmten Asche andererseits zu wägen, wie ich dies schon oben angerathen habe.

Will man dies nicht, so lässt sich der vorliegende Zweck auch dadurch mit Genauigkeit erreichen, dass man zuerst eine grössere ungewogene Menge des Vegetabils einäschert, die Asche analysirt und so das relative Verhältniss ihrer Bestandtheile feststellt. Aeschert man dann auch eine kleinere, bei 100° C. getrocknete und gewogene Portion ein und bestimmt in der Asche einen von den Bestandtheilen, deren Menge durch die Art der Einäscherung gar keine Veränderung erleiden kann, z. B. den Kalk, so lässt sich alsdann, da man die Beziehung seiner Quantität zur Pflanze, wie zu den übrigen Aschenbestandtheilen kennt, auch das Verhältniss leicht berechnen, in dem die übrigen Aschenbestandtheile zur eingeäscherten Substanz stehen.

---

Verl  
nisch  
ist r  
Best  
dun,

Bod  
in I  
rator  
lasse  
phy  
sch  
sich  
er a  
hall  
glei  
ver  
den  
Wie  
übe  
abn

die  
fors

siol