370

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

862.

No.
200.
III.

GEWERBESCHULE
ZU
CHEMNITZ

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Die landwirthschaftlichen
Versuchs-Stationen.

Organ

für

wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete
der Landwirthschaft.

GEWERBSCHULE
ZU
CHEMNITZ

BIBLIOTHEK DER TECHNISCHEN STAATSLEHRANSTALTEN ZU CHEMNITZ

Dritter Band.

Dresden,
Verlag von G. Schönfeld's Buchhandlung (C. A. Werner).
1861.

Die sonnenähnlichen
Fixsterne.

nach ihren wahrscheinlichen physischen Vorkommen und dem Gesetze
der Zusammenhänge von
astrophysikalischen Forschungen
in

Dritter Band.

Verlag von G. Schwetschke & Sohn (C. M. Bertuch).
1891.

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

BIBLIOTHEK DER TECHNISCHEN STAATSLEHRANSTALTEN ZU CHEMNITZ

Inhalt.

Seite

Zur Keimungsgeschichte des Kürbissamens, von Dr. Eduard Peters in Tharandt 1

Ueber die Zusammensetzungen der Turnipspflanze (Brassica Rapa depressa D. C.) in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation von Dr. Gustav Wunder 19

Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchsstation in Tharandt von Dr. Julius Sachs (Fortsetzung) 30

Notiz über Thaubildung auf Pflanzen von Dr. Julius Sachs 45

Aus der physiologischen Literatur des Jahres 1860 51

a. Voit, Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes.

b. Lawes, Gilbert und Pugh, Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen.

c. Cohn, Ueber Proteinkrystalle in den Kartoffeln.

d. Göppert, Ueber die Einwirkung der Pflanzen auf felsige Grundlagen.

Kurzer Bericht über bemerkenswerthe Untersuchungen auf dem Gebiete der Agriculturchemie vom Jahre 1860 von Ed. Peters, Assistent am chemischen Laboratorium in Tharandt 82

Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde von Dr. W. Knop und W. Wolf. (Von Ersterem mitgetheilt.) 109

Nachtrag zu dem Aufsatze: „Ueber die Zusammensetzung der Turnipspflanze in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation" von Dr. Gustav Wunder 127

Seite

Ein Düngungsversuch. Als Beitrag zur Beantwortung der Frage: Welche Beziehungen finden zwischen den organischen und unorganischen Bestandtheilen der Pflanze statt? von Theodor Siegert, Assistenten an der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Chemnitz . . 128

Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipssamen von Dr. Gustav Wunder 158

Ueber eine Beigabe von Knochenerde zum Futter der Thiere, nebst einem physiologisch-chemischen Versuch über deren Verdaulichkeit von Dr. Theodor v. Gohren, Chemiker an der mährisch-schlesischen Versuchsstation zu Raitz-Blausko 161

Die Entwicklung der weißen schlesischen Zuckerrübe (Beta cicla L.) unter dem Einfluß einzelner relativ überschüssigen Mineralsalze von Dr. Friedrich Nobbe in Chemnitz 178

Ueber die Zusammensetzung der Milch einer perlsüchtigen Kuh von Dr. Julius Lehmann 193

Ueber die Erkennung einer Verfälschung der Leinkuchen mit Rapskuchen von Dr. Julius Lehmann 195

Die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe in die Pflanze von Dr. Wilh. Schumacher in Randerath (Aachen) 197

Ueber das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde von Dr. W. Knop und W. Wolf (Fortsetzung) 207

Beiträge zur Kenntniß der Futtermittel von C. M. Eisenstuck in Stockholm 237

Mittheilungen aus der Station Dahme (Preuß. Prov. Brandenburg). I. Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklees in den verschiedenen Perioden seines Wachsthums von R. Ulbricht, Assistenten 241

Untersuchung einer Anzahl in Chemnitz bräuchlicher Biersorten von Gustav Merz, Assistenten am chem. Laboratorium der Königl. Gewerbschule zu Chemnitz 280

Mittheilungen aus dem agriculturchemischen Laboratorium der k. k. patriot. ökonom. Gesellschaft in Böhmen von Dr. Robert Hoffmann in Prag 283

Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsproceß der Pflanzen von Dr. W. Knop (I.) 295

Zur Keimungsgeschichte des Kürbissamens,

von

Dr. Ed. Peters in Tharand.

Der Zweck der vorliegenden Untersuchung, welche auf Wunsch des Herrn Hofrath Dr. Stöckhardt von mir unternommen wurde, war der, die chemischen Veränderungen, welche die im Samenkorne enthaltenen vegetabilischen Stoffe bei der Keimung erleiden und die Derivate dieser Stoffe quantitativ zu verfolgen, so weit dies eben bei dem jetzigen Zustande unserer analytischen Methoden möglich ist.

Veranlassung zu dieser Arbeit gab die wichtige Entdeckung von Dr. Sachs*), daß die fetten Oele der ölhaltigen Samen bei der Keimung in Stärke, Zucker und endlich in Zellstoff übergehen. Diese Entdeckung ist von höchstem Interesse, da bis dahin die Entstehung von Stärke aus irgend einem Fette noch nie beobachtet worden war. Umgekehrte Beziehungen zwischen Fett und Stärke waren bekannt, so die Umwandlung der in den Futterstoffen enthaltenen Stärke in Fett im thierischen Organismus, ferner die Entstehung fetter Säuren aus der Stärke durch chemische Agentien. Früher war man gewohnt die Stärke als eins der letzten Producte des Vegetationsprocesses zu betrachten, welches am Ende der Vegetationszeit in bestimmten Geweben deponirt werde, um als aufgespeichertes Material beim Wiederbeginne der Lebensthätigkeit zu neuen Bildungen verwendet zu werden. Nach den Untersuchungen von Dr. Sachs tritt die Stärke auch transitorisch beim Keimen der ölhaltigen Samen auf; sie bildet sich also hier beim Beginne eines neuen Lebenslaufes, um sogleich nach ihrer Bildung wieder in

*) Botanische Zeitung 1859. Seite 177.

andere Pflanzenstoffe überzugehen. Das fette Oel der ölhaltigen Samen geht nach Dr. Sachs bei der Keimung meistens entweder ganz oder zum Theil in Stärke über. In anderen Fällen geht das Oel in Zucker über, und nur ein kleiner Theil des Oels verwandelt sich in Stärke, um für das letzte Keimungsstadium im Stärkeringe aufbewahrt zu werden. Die Stärke bildet sich direct aus dem Oele, sie geht im weiteren Verlaufe der Keimung in Zucker (und Dextrin) und endlich in Zellstoff über. Die Stärke ist nicht eine nothwendige Uebergangsmetamorphose des fetten Oels in Zucker, denn bei der Keimung mancher Samen geht ein großer Theil des Oels direct in Zucker über, und nur ein kleiner Theil wird vorher in Stärke umgewandelt. Auch die entgegengesetzte Annahme, daß das Oel zuerst in Zucker übergehe, um sich dann in Stärke umzuwandeln, ist nach Dr. Sachs nicht zulässig, da die Stärke häufig an Stellen erscheint, wo kein Zucker vorher oder gleichzeitig nachzuweisen ist. Der Uebergang des Fettes in Stärke tritt nach Dr. Sachs vor der Streckung der im Keime angelegten Theile ein. Die Ordnung, in welcher diese Umwandlung und die Streckung der betreffenden Theile eintritt, ist eine von der Wurzel aufsteigende, so daß sich zunächst die Wurzel, dann das hypocotyle Glied, dann die Cotyledonen und endlich die Terminalgebilde strecken. Mit der Streckung zusammenfallend tritt in derselben aufsteigenden Ordnung der Uebergang des Fettes oder der Stärke in Zucker ein. Ebenso das Verschwinden des Oels, der Stärke und des Zuckers bei beendeter Streckung der betreffenden Pflanzentheile. Oel, Stärke und ihre Derivate, der Zucker, das Dextrin finden sich in nachweisbarer Menge und über alle anderen Stoffe dominirend nur in den Zellen des Parenchyms; das Cambium der Keime führt weder Stärke noch Zucker, sondern nur Eiweißstoffe und ihre Derivate als dominirende Bestandtheile. Ein in Streckung begriffener Pflanzentheil enthält im Parenchym Zucker, im Cambium Eiweiß und in den Gefäßen der Stränge und in den Bastzellen die ersten Zellstoffablagerungen. Haben alle Keimtheile ihre definitive Ausdehnung erhalten, so findet man in der ganzen jungen Pflanze keine oder nur die letzten Reste von den Assimilationsproducten des Samens; von nun an lebt die Pflanze selbstständig. Dies sind nach Dr. Sachs die chemisch-physiologischen Vorgänge im ölführenden Samen bei der Keimung; sie genauer zu verfolgen, als dies bei der mikrochemischen Untersuchung möglich ist, das war der Zweck der vorliegenden Arbeit.

Leider ist die Erforschung der hierbei stattfindenden Vorgänge und namentlich die Feststellung der quantitativen Verhältnisse auch unter Beihülfe der makrochemischen Analyse noch sehr precär, da die analytischen Methoden zur Bestimmung selbst der gewöhnlichsten organischen Verbindungen in den Pflanzen noch viel zu wünschen übrig lassen. Selbst bei größester Accuratesse in der Ausführung der Analyse gelingt es nicht immer bei mehrmaliger Ausführung derselben Bestimmung genau übereinstimmende Resultate zu erlangen. Die Unsicherheit in der organischen Analyse hat ihren Grund theils in der großen Neigung vieler organischer Körper sich in andere Verbindungen umzuwandeln, theils darin, daß unsere Kenntnisse von dem Verhalten der einzelnen organischen Stoffe gegen die Reagentien noch sehr unvollständig sind. Hiernach werden alle Untersuchungen, welche die quantitative Bestimmung der sogenannten näheren Pflanzenbestandtheile zum Gegenstande haben, so lange mit Fehlern behaftet sein, bis uns genauere analytische Methoden bekannt werden. Einstweilen kann uns dies jedoch nicht abhalten, Untersuchungen, welche dem jetzigen Zustande der Wissenschaft angemessen sind, auszuführen, läßt doch auch die Bestimmung mancher organischen Stoffe noch viel zu wünschen übrig, und mögen doch auch noch bei vielen der von den Chemikern ohne alles Bedenken für ihre Genauigkeit ausgeführten Bestimmungen Fehler mit unterlaufen, deren Quellen bis jetzt noch ganz verborgen sind. Es genügt die Untersuchungsmethode anzugeben, damit sich jeder Leser selbst ein Urtheil über die Untersuchung bilden kann. Mögen dann die gefundenen Ergebnisse, wenn bessere Methoden entdeckt sind, genauer constatirt oder verbessert werden.

Ich habe geglaubt dies vorausschicken zu müssen, um nicht dem Vorwurfe ausgesetzt zu sein, als habe ich mich über die Tragweite der Ergebnisse dieser Untersuchung getäuscht. Ich hoffe jedoch, daß die vorliegende Arbeit, wenn auch die Resultate als nur annähernd richtige zu betrachten sind, dennoch Manchem willkommen sein wird, als ein kleiner Beitrag zur Erhellung des Dunkels, welches die beim Keimen im Samen vorgehenden chemischen Processe verhüllt. Ich werde zunächst das Verfahren angeben, dessen ich mich zur Bestimmung der einzelnen Bestandtheile bediente; der Kundige wird daraus entnehmen, wie weit die erhaltenen Resultate absoluten Werth beanspruchen können. Den relativen Werth derselben möchte ich deshalb um so höher anschlagen, als mein Bestreben dahin gerichtet gewesen ist, bei der Bestimmung eines und

desselben Stoffes in den verschiedenen Substanzen stets genau dieselbe Behandlung innezuhalten.

Das Untersuchungsmaterial wurde zunächst bei 100° C. so lange getrocknet, als noch ein Gewichtsverlust durch verdunstendes Wasser zu bemerken war; sodann wurde es in einem Porzellanmörser auf's feinste zerrieben und nochmals eine Zeit lang getrocknet. Bei den ungekeimten Samen und den Cotyledonen der ersten und zweiten Keimungsperiode setzte ich beim Zerreiben eine gewogene Menge Quarzsand hinzu, welcher vorher mit concentrirter Salzsäure ausgezogen war. Für sich zerrieben bildeten diese Substanzen einen schmierigen Brei, wobei sich an den Wandungen der Reibschale Fett ansetzte. Durch den Quarzsand wurde diesem Verluste vorgebeugt und außerdem das Zusammenkleben der zerriebenen Masse bei der späteren Behandlung mit Flüssigkeiten aufgehoben.

Ein Theil der Substanz wurde darauf mit Aether so lange ausgekocht, als dieser noch Spuren von Fett daraus auflöste; von den erhaltenen Auszügen wurde der Aether abdestillirt, das Fett bei 108° C. getrocknet und gewogen. Die extrahirten Substanzen zeigten sich bei der mikroskopischen Prüfung frei von Fett; sie wurden nun mit Alkohol von 90 Procent behandelt, der Alkohol verdunstet und der eingetrocknete Rückstand des Auszuges in Wasser gelöst und in zwei Theile getheilt. Ein Theil der Auflösung diente zur Untersuchung auf Krümelzucker, mittelst des von Fehling angegebenen Verfahrens; der andere wurde, nachdem er längere Zeit mit einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure gekocht worden war, auf dieselbe Weise auf Zucker untersucht. Ich will hierbei im Voraus bemerken, daß die bei diesen beiden Untersuchungen gefundenen Zuckermengen durch ihre Uebereinstimmung die Abwesenheit des Rohrzuckers in den Substanzen nachwiesen.

Die mit Alkohol erschöpften Substanzen wurden wiederum getrocknet, gut gemischt, und ein abgewogener Theil davon mit Wasser ausgekocht. Der wäßrige Auszug war schwer zu klären, erst durch wiederholtes Filtriren gelang es ein klares Filtrat zu bekommen. Dies Letztere wurde auf ein kleines Volumen eingedampft und dann mit der achtfachen Menge absoluten Alkohols übergossen. Das ausgeschiedene Gummi sammelte ich auf einem kleinen gewogenen Filter, wusch es mit Alkohol aus, trocknete und wog es. Nach dem Wägen wurde es wieder in Wasser gelöst, die Lösung in Kochfläschchen gebracht und im Sandbade unter Zugabe von einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure sechs Stunden

lang gekocht. Um die Einwirkung der Luft auf die erhitzte Flüssigkeit abzuhalten und zugleich die Verdunstung von Wasser zu vermindern, wurden die Kochfläschchen mittelst eines durchbohrten Korkes verschlossen, durch den eine enge Glasröhre gesteckt war, die oberhalb des Korkes in einem etwas spitzen Winkel gebogen und am Ende in eine Spitze ausgezogen war. Hierdurch fielen die in der Glasröhre sich condensirenden Wassertropfen neben das Glas und dem Zerspringen desselben war damit vorgebeugt. Nach beendetem Kochen wurde die Zuckerlösung mit basisch essigsaurem Bleioxyd behandelt, auf ein bestimmtes Volumen gebracht und mit der Kupferlösung titrirt. Bei der Berechnung wurde angenommen, daß 100 Theile Traubenzucker 90 Theilen Dextrin entsprechen. Die durch Ueberführung in Zucker gefundenen Mengen von Dextrin waren stets etwas geringer, als die bei der directen Präcipitation mit Alkohol erhaltenen; da die Differenzen jedoch nur unbedeutend waren, so habe ich in der folgenden Zusammenstellung der Resultate die Mittelzahlen aus den beiden Bestimmungen aufgeführt.

Zur Bestimmung der Stärke wurde der andere Theil der mit Alkohol ausgezogenen Substanzen verwendet. Die Stärke wurde ebenfalls durch achtstündiges Kochen mit einigen Tropfen Schwefelsäure in Zucker übergeführt, und die erhaltene Zuckerlösung wie die durch Umwandlung des Gummi's entstandene behandelt. Zur Bestimmung des Zuckers diente stets die Fehling'sche Kupferflüssigkeit, von der 10 CC. 0,050 Grm. Traubenzucker oder 0,045 Grm. Stärke entsprechen. Auf die Darstellung der Probeflüssigkeit war die größte Sorgfalt verwendet, namentlich war das schwefelsaure Kupferoxyd zuvor mit Salpetersäure behandelt und hernach durch Umkrystallisiren aus schwefelsäurehaltigem Wasser gereinigt worden. Eine Bestimmung des Gehaltes an Kupferoxyd ergab, daß die Flüssigkeit genau ihrem Titre entsprach.

Zur Bestimmung des Zellstoffs wurde die mit Aether extrahirte Substanz nicht vorher mit Alkohol behandelt, sondern sogleich zuerst zweimal je eine halbe Stunde lang mit verdünnter Schwefelsäure (2 % SO_3, HO) und darnach ebenfalls zweimal mit verdünnter Kalilauge (2 % KO, HO) ausgekocht. Zwischen jeder Behandlung mit neuer Flüssigkeit wurde gut ausgewaschen. Der auf diese Weise dargestellte Zellstoff enthält stets noch geringe Mengen von Stickstoff und von mineralischen Stoffen. Die Letzteren habe ich durch Einäscherung bestimmt und in Abzug gebracht, zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes

reichte die geringe Menge der Substanz nicht aus; auf diesen ist weiter keine Rücksicht genommen worden, sondern der Rest nach Abzug der Asche als Zellstoff in Rechnung gebracht.

Zur Aschenbestimmung wurden die Substanzen bei gelinder Glühhitze verkohlt, die zusammengebackene, kohlehaltige Masse zerrieben, mit Wasser ausgezogen und die Kohle verbrannt. Der Wasserauszug wurde im Wasserbade eingedampft und der erhaltene Rückstand der durch Verbrennung der Kohle erhaltenen Aschenmenge hinzuaddirt.

Die Stickstoffbestimmung geschah durch Verbrennung mit Natronkalk, wobei das gebildete Ammoniak in der Form von Ammoniumplatinchlorid gewogen wurde.

Der Kürbissamen, auf den sich die folgenden Untersuchungen bezogen, war eine ziemlich dickschalige Varietät des gewöhnlichen Gartenkürbis mit kugeligen Früchten und wulstig verdicktem Rande der Samenschale. Der Kürbissamen war gewählt worden, einmal, weil der ruhende Samen nur Fett enthält, welches bei der Keimung in Stärke übergeht, und dann der Größe seiner Samen halber. Die Testa wurden vor der Untersuchung von den Samen abgelöst und auch bei der späteren Untersuchung der Keimpflänzchen außer Acht gelassen. Dieses lederartige Gebilde ist für die Keimpflanze ohne Wichtigkeit; es dient nur dazu, die im Samenkorne bereits vorhandene Anlage der jungen Pflanze vor Beschädigung zu schützen. Zur Einleitung der Keimung wurden die Samen in gehöriger Entfernung in 8—10 Zoll hohe mit Sägespähnen von Nadelholz gefüllte Kästen gelegt, mit einer dünnen Schicht von Sägespähnen bedeckt und mit Wasser begossen. Die Kästen standen im Freien an der Nordwestseite des Academiegebäudes. Nachdem die Keimung soweit vorgeschritten war, als gewünscht wurde, so wurden die Pflänzchen von den Sägespähnen getrennt, vorerst an der Luft und sodann im Wasserbade ausgetrocknet. Es ist schwer, die Pflänzchen beim Herausnehmen aus den Sägespähnen vor Beschädigungen zu bewahren; die Wurzeln namentlich sind anfangs spröde wie Glas. Am geeignetsten erwies sich hierbei folgendes Verfahren: die Kästen wurden auseinander genommen und ihr ganzer Inhalt in ein Wasserbassin geworfen; durch vorsichtiges Bewegen und Untertauchen löste sich das Wurzelgeflecht auseinander, und die Keimpflanzen ließen sich verhältnißmäßig leicht und ohne große Beschädigungen

von den Sägespähnen trennen. Die letzten Antheile derselben wurden durch Abspühlen mit Wasser und Ablesen mit der Pincette entfernt. Da die Pflanzen nur sehr kurze Zeit in dem Wasser waren, so fürchte ich nicht, daß sie durch diese Behandlung einen Verlust an in Wasser löslichen Stoffen erfahren haben. Vor dem Austrocknen ließ ich die Pflanzen erst auf Horden von Rohrgeflecht lufttrocken werden, um Veränderungen im Stoffgehalt durch Schwitzen vorzubeugen.

Die geerndteten Pflänzchen wurden gezählt und in drei Theile zerlegt. Diese waren:

a) die Cotyledonen,
b) das hypocotyle Stengelglied, vom Cotyledonenansatz bis zum Anfang der Wurzelhaare an der Hauptwurzel,
c) die Wurzel.

Es war nicht möglich auf einmal so viel Kürbissamen zu legen, als zur Erzielung des ganzen Untersuchungsmaterials nöthig waren. Ich machte deshalb mehrere Aussaaten zu verschiedenen Zeiten und erndtete die Pflänzchen, wenn ihre Entwickelung die gewünschte Größe erreicht hatte. Es ist nicht leicht eine genügende Anzahl Keimpflanzen in gleichem Entwickelungsstadium zu erzielen, da geringe Unterschiede in der Dicke und Härte der Samenschale, in der Tiefe der Aussaat u. s. w. einen sehr bedeutenden Einfluß auf den Eintritt der Keimung haben. Man muß bei der Auswahl sehr sorgfältig zu Werke gehen. Die Bestimmung des Zeitraumes, welcher zur Entwickelung der Keimpflanzen bis zu einem gewissen Stadium nöthig ist, habe ich außer Acht gelassen, da bei der wechselnden Witterung des vergangenen Sommers die Keimung bald langsamer, bald rascher eintrat.

In drei Entwickelungsstadien wurden die Pflanzen untersucht; diese lassen sich folgendermaßen charakterisiren:

Erste Periode. Hauptwurzel 2 — 4 Centim. lang, keine Nebenwurzeln. Hypocotyles Glied ungestreckt, ungekrümmt. Knoten unentwickelt. Cotyledonen noch größtentheils von der geborstenen Testa bedeckt, ganz farblos und ungestreckt.

Zweite Periode. Die ersten 5 — 6 Nebenwurzeln bis auf 2 — 3 Centim. Länge gestreckt. Hypocotyles Glied stark gekrümmt mit beginnender Streckung am unteren Theile. Die Basis der Cotyledonen fängt an grün zu werden.

Dritte Periode. Cotyledonen ausgebreitet, sehr groß, blattartig und grün, fast fertig gestreckt. Streckung der Wurzeln und des hypocotylen Gliedes vollendet. Das erste eigentliche Blatt fängt an sich zu entwickeln. Die junge Pflanze beginnt jetzt ihr selbstständiges Leben, die Keimung ist daher als beendet anzusehen.

Nachdem ich so das Untersuchungsmaterial charakterisirt habe, gebe ich in Folgendem zunächst eine Zusammenstellung der procentischen Zusammensetzung der betreffenden Pflanzentheile, wobei noch vorzubemerken ist, daß die Differenz, welche sich bei der Subtraction der addirten Mengen von Zucker, Oel, Gummi, Stärke, Zellstoff, Asche und Proteinstoffen von 100 ergab, als Bitterstoff, Extractivstoff und Proteinstoffe aufgeführt ist.

Die völlig trockne Pflanzenmasse enthielt in 100 Theilen:

Bestandtheile.	Ungekeimter Samen.	Erste Keimungsperiode.			Zweite Keimungsperiode.			Dritte Keimungsperiode.		
		Cotyledonen.	Hypocotyles Glied.	Wurzel.	Cotyledonen.	Hypocotyles Glied	Wurzel.	Cotyledonen.	Hypocotyles Glied.	Wurzel.
Oel	49,51	40,48	6,36	4,83	26,40	3,93	3,10	7,20	2,68	2,83
Zucker	Spur.	0,84	6,64	8,86	3,42	5,84	6,96	6,40	6,84	2,74
Gummi	Spur.	0,82	2,23	2,16	1,22	2,10	3,28	2,94	2,88	2,29
Stärke	0	3,10	5,60	3,80	7,00	7,62	8,21	3,28	2,92	2,12
Zellstoff	3,02	2,79	8,77	12,05	3,50	10,13	16,42	7,80	12,40	17,92
Proteinstoffe . . .	39,88	39,88	39,50	40,26	40,26	39,88	38,87	43,93	43,17	43,87
Mineralstoffe . . .	5,10	4,80	9,99	8,08	5,36	10,75	8,20	7,75	11,06	9,20
Extractivstoff, Bitterstoff, Pectinstoffe ꝛc.	2,49	7,29	20,91	19,96	12,84	19,75	14,96	20,70	18,05	19,03
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoffgehalt . .	6,30	6,30	6,24	6,36	6,36	6,30	6,14	6,94	6,82	6,93

Wie bekannt erleidet der Samen bei der Keimung durch Oxydation eines Theils seines Kohlenstoffgehalts und durch den Austritt der Elemente des Wassers einen namhaften Stoffverlust. Ich fand, daß dieser Verlust beim Kürbissamen betrug, wenn die Keimpflanzen die oben angegebene Ausbildung erlangt hatten:

a) bis zur ersten Periode 0,43 %,
b) bis zur zweiten Periode 11,20 %,
c) bis zur dritten Periode 21,80 %

vom Gewichte des geschälten Samens.

Einige Male, wenn die niedrige Temperatur des vergangenen Sommers die Entwickelung verlangsamte, stellte sich der Verlust etwas höher, als die obigen Mittelzahlen angeben; bei wärmerer Witterung und daher rascherer Entwickelung der Pflänzchen hingegen etwas niedriger. Der Stoffverlust scheint sich hiernach um so höher zu stellen, je langsamer die Keimung vor sich geht. Boussingault hat bei sehr langsamer Keimung von Erbsen und Weizenkörnern in einem dunkeln Raume Verluste von 52 resp. 57 Procent vom Gewichte des Samens beobachtet; Schleiden gar bei siebentägiger Keimung von Gerstenkörnern einen Verlust von 68 Procent, was enorm groß erscheint; allerdings mag die hohe Temperatur im Augustmonat, in welchem dieser Versuch ausgeführt wurde, die mit der Keimung zusammenhängenden Zersetzungsprocesse beschleunigt haben. Schleiden fand außerdem, daß der keimende Samen in derselben Zeit einen größeren Gewichtsverlust erleidet, wenn er im Dunkeln, als wenn er unter dem Einflusse des Lichtes keimt.

Schon aus der obigen Zusammenstellung ist ersichtlich, daß der Verlust nicht alle Bestandtheile des Samens gleichmäßig betrifft; es folgt daraus, daß der Gehalt der in geringerem Maaße der Zersetzung unterliegenden oder gar nicht von derselben betroffenen Stoffe mit dem Verlauf der Keimung sich procentisch höher stellen wird, obgleich keine Neubildung oder Assimilation dieser Stoffe stattgefunden hat. Die eingetretenen Veränderungen lassen sich erst deutlich übersehen, wenn man den Gewichtsverlust in Rechnung zieht und eine bestimmte Anzahl Samen mit einer gleichen Anzahl Pflanzen vergleicht.

Um nicht gar zu sehr in die Decimalbrüche zu gerathen, habe ich in der folgenden Zusammenstellung die obigen Angaben auf 1000 Individuen umgerechnet.

In 1000 Exemplaren war enthalten:

Bestandtheile.	Ungekeimter Samen.	Keimpflanzen der ersten Periode.			Keimpflanzen der zweiten Periode.			Keimpflanzen der dritten Periode.		
		Cotyledonen.	Hypocotyles Glied.	Wurzel.	Cotyledonen.	Hypocotyles Glied.	Wurzel.	Cotyledonen.	Hypocotyles Glied.	Wurzel.
Oel	136,65	102,25	0,77	0,49	55,18	0,63	0,62	11,39	0,72	0,87
Zucker	Spur.	2,12	0,80	0,89	7,15	0,94	1,39	10,12	1,84	0,84
Gummi	Spur.	2,07	0,27	0,22	2,55	0,34	0,66	4,65	0,77	0,71
Stärke	0	7,83	0,68	0,38	14,63	1,23	1,64	5,19	0,79	0,65
Zellstoff	8,34	7,05	1,06	1,22	7,32	1,63	3,28	12,34	3,34	5,52
Proteinstoffe . . .	110,07	100,73	4,80	4,07	84,14	6,42	7,77	69,50	11,61	13,51
Mineralstoffe . . .	14,08	12,12	1,20	0,82	11,20	1,73	1,64	12,25	2,98	2,83
Extractivstoff, Bitterstoff, Pectinstoffe 2c. . .	6,86	18,43	2,52	2,01	26,83	3,18	3,00	32,76	4,85	5,87
Gesammtgewicht .	276,00	252,60	12,10	10,10	209,00	16,10	20,00	158,20	26,90	30,80
Stickstoffgehalt . .	17,39	15,91	0,76	0,64	13,29	1,01	1,23	10,98	1,83	2,13

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Zieht man die in den zusammengehörigen Pflanzentheilen enthaltenen Stoffe in eine Zahl zusammen, so ergiebt sich folgende Zusammensetzung.

1000 Exemplare enthielten:

Bestandtheile.	Ungekeimter Samen.	Keimpflanzen der ersten Periode	zweiten Periode.	dritten Periode.
Oel	136,65	103,51	56,43	12,98
Zucker	Spur.	3,81	9,48	12,80
Gummi	Spur.	2,56	3,55	6,13
Stärke	0	8,89	17,50	6,63
Zellstoff	8,34	9,33	12,23	21,20
Proteinstoffe . . .	110,07	109,60	98,33	94,62
Mineralstoffe . . .	14,08	14,14	14,57	18,06
Extractivstoff, Bitterstoff, Pectinstoffe ꝛc.	6,86	22,96	33,01	43,48
Gesammtgewicht . .	276,00	274,80	245,10	215,90
Stickstoffgehalt . .	17,39	17,31	15,53	14,94

Nach diesen Berechnungen ist es leicht die chemischen Veränderungen in der Keimpflanze zu verfolgen.

1. Das Oel.

Es ist wie wir sehen einer stetigen und rapiden Zersetzung unterworfen. Ein Theil des Oels geht in andere Verbindungen (Stärke, Gummi, Zucker, Zellstoff) über, ein anderer Theil wird aber wahrscheinlich direct durch den Sauerstoff der Luft oxydirt und liefert die Oxyde des Kohlenstoffs und außerdem Wasser. Durch diesen Oxydationsproceß wird die bei Entwickelung des Pflanzenkeimes freiwerdende Wärme hervorgebracht. Die Verminderung des Oels beträgt:

in der ersten Periode 24,3 %,
in der zweiten Periode 58,7 %,
in der dritten Periode 90,5 %

von der im ungekeimten Samen enthaltenen Menge.

Auch Dr. Hellriegel, welcher überhaupt die ersten genaueren quantitativen Untersuchungen über die im keimenden Samenkorne vorgehenden Umwandlungen der näheren Pflanzenbestandtheile ausführte, beobachtete die Abnahme des fetten Oels und den Uebergang desselben in Zucker bei der Keimung des Rapssamens. Da die Wurzeln und das Stengelglied nur geringe Mengen von Oel enthalten, so scheint die Umwandlung desselben größtentheils schon in den Cotyledonen vor sich zu gehen. Der procentische Gehalt an Oel ist in den Wurzeln und Stengeln im späteren Verlaufe der Keimung zwar etwas geringer, als in der ersten Periode; eine gleiche Anzahl Pflanzen enthält jedoch bei beendeter Keimung in der Wurzel und im Stengelgliede noch ebensoviel Oel wie bei der ersten Entwickelung dieser Organe. Ein geringer Oelgehalt scheint hiernach wie in den meisten Pflanzen auch in den Kürbispflanzen nach beendeter Keimung noch vorhanden zu sein. Das aus den Samenlappen extrahirte Oel war in dem zweiten Keimungsstadium von mitaufgelöstem Chlorophyll etwas grün gefärbt, noch mehr gefärbt zeigte es sich in der dritten Periode. Zugleich nahm das Oel eine dickere (salben- oder wachsartige) Consistenz an. Das Kürbisöl enthielt Phosphor; leider habe ich versäumt auf das Verhalten des Phosphorgehalts bei der Keimung Rücksicht zu nehmen.

2. Der Zucker.

Im ruhenden Samen ist kein Zucker enthalten, oder doch nur eine sehr unbedeutende Menge. Zieht man das Samenkorn mit Alkohol von 90 Procent aus, verdunstet den Alkohol und nimmt den Rückstand mit Wasser auf, so bekommt man auf Zusatz von Kupferflüssigkeit und Aetznatron in der Kälte selbst nach tagelangem Stehen keine Einwirkung; beim Kochen findet zwar eine geringe Reduction von Kupferoxyd statt, die jedoch so unbedeutend ist, daß ich mich nicht bemüht habe, sie quantitativ zu bestimmen. Durch vorheriges Kochen des alkoholischen Auszugs mit Schwefelsäure scheint die Einwirkung auf Kupferoxyd etwas verstärkt zu werden. Ist die Reduction wirklich durch eine geringe präexistirende Zuckermenge bedingt, so läßt sich doch dieser geringe Zuckergehalt im Samen für den vorliegenden Zweck füglich übersehen. In einer gleichen Anzahl Keimpflanzen findet sich um so mehr Zucker, je weiter die Keimung vorgeschritten ist; blos in den Wurzeln aus der letzten Periode hat wieder eine Abnahme des Zuckergehalts stattgefunden.

Die Wurzel streckt sich zuerst, wobei nach Dr. Sachs der Zucker aus den Organen der Pflanzen verschwindet. Die große Zuckermenge in den Cotyledonen zeigt, daß die Streckung dieses Pflanzentheils noch nicht beendet ist. Procentisch enthalten die Keimpflanzen in ihrer Cotyledonarsubstanz um so mehr Zucker, je weiter die Keimung vorgeschritten ist; in dem hypocotylen Gliede bleibt sich der Zuckergehalt ziemlich gleich; in der Wurzelsubstanz verringert sich umgekehrt der Zuckergehalt, je mehr sich die Wurzel streckt.

3. Die Stärke.

Im ungekeimten Samen ist keine Spur von Stärke enthalten; ein Schnitt von einem gekeimten Samen, unter dem Mikroskop mit Jodlösung behandelt, zeigt sich mit Stärkekörnern angefüllt. Die Stärke kann sich nur aus dem Oele bilden, da Dr. Sachs nachgewiesen hat, daß sie bei der Keimung ölführender Samen oftmals an Stellen auftritt, wo kein Zucker gleichzeitig oder vorher nachzuweisen ist. Dafür, daß die Stärke zuerst gebildet wird und erst später in Zucker übergeht, sprechen auch die von mir gefundenen relativen Verhältnisse der Stärke zu dem Zucker. Die in einer gleichen Anzahl von Keimpflanzen gefundene Stärkemenge verhält sich zum Zucker:

in der ersten Periode wie 2,33 : 1,
in der zweiten Periode wie 1,85 : 1,
in der dritten Periode wie 0,52 : 1.

Der Stärkegehalt nimmt bis zur zweiten Periode zu; in der dritten tritt eine rasche Abnahme desselben ein, während der Zuckergehalt der gesammten Pflanze auch in dieser Periode noch eine Steigerung erfahren hat. Ich möchte hierbei noch darauf hinweisen, daß sich dies Verhalten der Stärke wohl noch deutlicher ausgesprochen haben würde, wenn nicht die Aehnlichkeit im Verhalten der leichter löslichen Zellstoffmodificationen und der Stärke die Bestimmung beeinträchtigt hätte.

4. Das Gummi.

Auch dieser Stoff läßt sich in dem ruhenden Samen kaum nachweisen; bei der Keimung wird er in um so größerer Menge gebildet, je weiter die Keimpflanzen sich entwickeln. Es herrscht die größte Uebereinstimmung in dem Verhalten des Gummis und des Zuckers, wahrscheinlich bildet das Gummi auch im Pflanzenorganismus die Uebergangs-

metamorphose, durch welche die Stärke in Zucker übergeht. Allerdings könnte auch die langsamere Zunahme des Gummigehalts gegenüber dem Zucker dafür sprechen, daß es das Verbindungsglied zwischen dem Zucker und dem Zellstoff bildet.

5. Der Zellstoff.

Vom Erwachen der Lebensthätigkeit im Keime an wird Zellstoff gebildet; er ist in stetiger Zunahme im weiteren Verlaufe der Keimung begriffen. Die oben mitgetheilten Zahlenangaben für den procentischen Zellstoffgehalt erscheinen auffällig und der bedeutende Gehalt an Cellulose, namentlich in den Wurzeln, wie auch die rasche Zunahme des gesammten Zellstoffgehalts unwahrscheinlich. Leider reichte das gesammelte Untersuchungsmaterial nicht mehr hin, um die Untersuchung wiederholen zu können. Ich mache übrigens darauf aufmerksam, daß ich nur sehr schwache Schwefelsäure und Kalilauge zur Bestimmung der Cellulose verwendete. Wie schon oben erwähnt wurde, reichte die erhaltene Zellstoffmenge nur zur Aschenbestimmung aus; es ist jedoch in dem nach der Dumas'schen Methode durch successive Behandlung mit Aether, Schwefelsäure und Kalilauge dargestellten Zellstoff stets noch eine gewisse Menge von Stickstoff enthalten, den ich unberücksichtigt lassen mußte. Sollte ein Theil der Proteinstoffe bei der Keimung in einen schwerer löslichen Zustand übergegangen und in der Cellulose verblieben sein? Auch Dr. Hellriegel nimmt auf Grund seiner Untersuchungen über die Keimung des Winterrapssamens eine Umwandlung der löslichen Proteinstoffe in unlösliche bei der Keimung an. Professor Stein fand umgekehrt, daß die Menge der löslichen Proteinstoffe in der Gerste sich beim Keimen vermehrt; dies Resultat steht mit den Untersuchungen von Oudemans in Uebereinstimmung.

6. Die Proteinstoffe.

Die Proteinstoffe erleiden bei der Keimung eine geringe Zersetzung. Der Verlust an Stickstoff ist so gering, daß er in der procentischen Zusammensetzung nicht hervortritt, sondern daß im Gegentheile noch eine geringe Steigerung des Stickstoffgehalts eintritt. Manche Beobachter haben deshalb angenommen, daß eine Zersetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile bei der Keimung überhaupt nicht eintritt, was a priori der leichten Zersetzbarkeit der Proteinstoffe und des großen Antheils halber, den sie

an der Entwickelung der neuentwickelten Bildungen nehmen, unwahrscheinlich ist. Allerdings sprechen auch die Untersuchungen von Dr. Hellriegel, bei welchen der durch den Keimungsproceß verursachte Stoffverlust berücksichtigt wurde, für die Unveränderlichkeit des Stickstoffgehalts. Bei den bekannten Versuchen von Boussingault wurde in der ersten Periode der Keimung des Kleesamens und des Weizens, als die Würzelchen ½—1 Centim. lang, resp. erst eben herausgetreten waren, ein Verlust an Stickstoff nicht bemerkt. Bei einem anderen Versuch mit Erbsen, wobei die Keimung im dunklen Zimmer weiter vorgeschritten war, stellte sich allerdings ein Verlust an Stickstoff (22 Procent von der im Samen vorher enthaltenen Menge) heraus. Nach Schleiden betrug der Verlust an Stickstoff bei Wickensamen während einer 18tägigen Keimungszeit 6 Procent. Auch Stein hält eine theilweise Zersetzung der Proteinstoffe bei der Keimung für wahrscheinlich. Es ist zu bedauern, daß Herr von Planta bei seiner Untersuchung über die Keimung des Maiskornes den bei der Keimung eintretenden Stoffverlust nicht berücksichtigt hat, gewiß würde sich auch hierbei ein Verlust an Stickstoff herausgestellt haben, wenn auch die zurückbleibende Substanz, durch verhältnißmäßig größeren Austritt der anderen Elementarstoffe, procentisch reicher an Stickstoff wurde.

7. Die Mineralstoffe.

Bezüglich der Mineralstoffe habe ich mich auf die Bestimmung ihrer Gesammtmenge durch Einäscherung der Substanzen beschränkt, ohne die in der Asche enthaltene Kohlensäure zu berücksichtigen. Hiernach scheint die Menge dieser Stoffe mit der Entwickelung der Keimpflanzen sich vermehrt zu haben, obgleich sie in einem Medium vegetirten, welches nur sehr geringe Mengen von mineralischen Bestandtheilen enthielt. Andere Beobachter haben ebenfalls schon während der Keimungsperiode eine Assimilation von Mineralstoffen gefunden; so hatten nach Schleiden Keimpflanzen von Wicken bei 18tägiger Dauer der Keimung ihren Mineralstoffgehalt um 47 Procent der ursprünglichen Menge vermehrt.

8. Extractivstoff, Bitterstoff und Pectinstoffe.

Ueber die Zahlenangaben dieser Colonne läßt sich wenig sagen, sie sind nicht direct gefunden, sondern nur der Ausdruck für den nach Abzug

der oben einzeln aufgeführten Stoffe von dem Gesammtgewichte verbleibenden Rest. Mit fortschreitender Keimung vergrößert sich die Gesammtmenge dieser Stoffe.

Eine wichtige Rolle bei der Umwandlung des Oels scheint der Bitterstoff zu spielen, worauf schon Dr. Hellriegel hingewiesen hat. Nach ihm giebt das in den Samen enthaltene Oel bei der Keimung fortwährend einen Theil seines Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts als Kohlensäure und Wasser ab, während es auf der anderen Seite fortwährend Sauerstoff in seine Verbindung aufnimmt. Beide Thätigkeiten vereinigen sich, es in einen sauerstoffreicheren Körper, welcher wahrscheinlich der erwähnte Bitterstoff ist, überzuführen. Dieser läßt sich in Analogie mit anderen verwandten Stoffen als eine gepaarte Zuckerverbindung (Glucosid) ansehen, aus welcher durch Spaltung Zucker entsteht. Ich hoffe bei der Fortsetzung dieser Versuche Genaueres über das Verhalten dieses Stoffes mittheilen zu können.

Nach besonderer Aufforderung des Herrn Dr. Peters erlaube ich mir zu der vorstehenden sehr interessanten Arbeit desselben einige Bemerkungen.

Die rasche Vermehrung des Zellstoffes, welche der Herr Verf. trotz seiner sorgfältigen Bestimmung für unwahrscheinlich hält, kann nach der mikroskopischen Untersuchung nicht auffallen. Wenn man bedenkt, wie klein und dünnhäutig die Zellen im ruhenden Samen sind, und daß sie sich während der Keimung um ein sehr Vielfaches ihrer früheren Dimensionen vergrößern, da ja die Volumenzunahme des Keimes während der Keimung auf dieser Vergrößerung der Zellen beruht, so erscheint es ganz erklärlich, daß der Zellstoff in seiner Vermehrung gleichen Schritt hält mit der Entwickelung des Keimes; die aus dem Oel entstandenen Kohlenhydrate liefern offenbar das Material dazu. Der hohe Procentgehalt der Wurzel an Zellstoff erklärt sich mikroskopisch ebenfalls sehr leicht; nachdem Stärke und Zucker aus der gestreckten Wurzel verschwunden sind, findet man in ihren Zellen einen wasserhellen Saft, der äußerst wenig gelöste Stoffe enthält und wenige körnige Gebilde zeigt; wahrscheinlich hat sich der vorher gebildete Zucker ganz in Zellstoff verwandelt.

Auch die Umwandlung löslicher N.-haltiger Stoffe in unlösliche, welche die Analyse des Verf. und des Dr. Hellriegel ergiebt, stimmt mit

der mikroskopischen Untersuchung sehr gut überein. Während man im ruhenden Samen und in den noch in Entwickelung begriffenen Zellen des Keimes die Proteinstoffe in Gestalt eines weichen Plasmas findet, welches durch Reagentien leicht verändert wird, trifft man in den fertigen Zellen dagegen einzelne Körnchen und den Primordialschlauch, welcher letztere gegen alle Reagentien in hohem Grade resistent ist, selbst c. c. Schwefelsäure zerstört ihn nur langsam. Auch zeigen die mikrochemischen Reaktionen, daß sich die älteren Zellhäute mit einer stickstoffhaltigen Substanz imprägniren, die doch wohl von den früheren Proteinstoffen herrühren muß.

Gewiß zeigt die vorstehende Abhandlung, wie fruchtbar sich die mikrochemische Untersuchung mit der chemischen Analyse vereinigen läßt. So wie hier die mikroskopischen Beobachtungen über die Entwickelung von Stärke, Zucker, Gummi, Zellstoff aus dem Oel des Samens durch die quantitative Analyse ihre Bestätigung und Erweiterung gefunden, so ist dies auch für die Entstehung des Gerbstoffs bei der Keimung der öl- sowie stärkehaltigen Samen zu hoffen; daß der Gerbstoff zu den ersten Stoffmetamorphosen bei der Keimung gehört, habe ich bereits in meiner früheren Abhandlung „über einige neue mikroskopisch chemische Reaktionsmethoden von Dr. J. Sachs." Wien, Sitzungsber. d. kais. Akademie der Wissensch. 1859, ferner in „physiologischen Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne" (ebenda) und endlich in: botanische Zeitung von Mohl und Schlechtendal, 1859. Nr. 20 und 21, gezeigt. Besonders da, wo bei Oelsamen zugleich Stärke und Gerbstoff bei der Keimung entsteht (Helianthus, Prunus, Amygdalus, Pinus) dürfte die quantitative Analyse viel Lehrreiches bieten.

Dr. Julius Sachs.

Ueber die Zusammensetzung der Turnipspflanze (Brassica Rapa depressa D. C.) in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation

von

Dr. Gustav Wunder.

Als Beitrag zur Erörterung der Frage, welche Mineralsubstanzen von den Pflanzen in den verschiedenen Perioden ihrer Entwicklung aufgenommen werden, theile ich in Folgendem die Resultate einer Reihe von mir ausgeführter Analysen von Turnips mit.

Die betreffenden Turnipspflanzen wurden auf dem Versuchsfelde der landwirthschaftlichen Versuchsstation in Chemnitz in einem der Entwicklung des Turnips allerdings nicht eben sehr günstigen, ziemlich schweren Thonboden gezogen. — Hinsichtlich der Qualität des Bodens, der längere Zeit ungedüngt geblieben, verweise ich auf meine frühere Mittheilung in dieser Zeitschrift, 1860, Heft IV., Seite 104.

Es war beabsichtigt, nach Verlauf ganz gleicher Perioden dem Versuchsfelde Ernten zu entnehmen, allein einerseits die vielfach ungünstige Witterung, anderseits die mir obliegende Verpflichtung, in einem anderen Berufe thätig zu sein, gestatteten nicht, dies consequent durchzuführen, daher die zwischen den einzelnen Ernten liegenden Perioden etwas ungleich ausgefallen sind.

Ich habe die Pflanzen zunächst in fünf verschiedenen Altersperioden, nämlich in einem Alter von resp. 3, 7, 13, 18 und 21 Wochen, vom Tage der Saat an gerechnet, untersucht.

Die Aussaat erfolgte am 18. Mai. Die kleinen Pflänzchen entwickelten sich anfangs sehr langsam und erst ziemlich spät trat ein kräftigeres Wachsthum ein. Am 8. Juli, also am Ende der 7. Woche, erfolgte die Auspflanzung, da das Wetter und der Stand der Pflanzen dieselbe früher nicht gestattet hatte, und zwar in der Weise, daß auf die Quadratruthe 90 Pflanzen, also auf den sächsischen Acker circa 27000 Pflanzen kamen.

Ich bemerke hier sogleich, daß die zu Ende der 7. Woche eingebrachten, noch nicht umgesetzten Pflanzen in der letzten Zeit zu Folge

des dichten Standes in ihrem Wachsthum etwas gehemmt waren. Daher rührt es ohne Zweifel, daß die Zusammensetzung derselben von der der früher und später geernteten in einzelnen Punkten wesentlich abweicht.

Ueber die Schwankungen der Bestandtheile in Pflanzen, welche von gleichem Alter sind, sich aber verschieden kräftig entwickelt haben, beabsichtige ich in einer nächsten Mittheilung einige Beobachtungen anzuführen. —

Um ein möglichst gleichartiges Material zur Untersuchung zu verwenden, wurden die sichtlich verkümmerten Pflanzen aus den eingebrachten Ernten ausrangirt und nur die normal entwickelten in Untersuchung genommen.

Hinsichtlich der bei der Analyse angewendeten Methoden bemerke ich nur, daß behufs der Phosphorsäure-Bestimmung eine gewogene Quantität Trockensubstanz nach Zusatz überschüssigen Baryts verascht wurde; die weitere Bestimmung der Phosphorsäure wurde nach der von Siegert (in dieser Zeitschrift, 1859, Heft III., Seite 261) besprochenen Methode ausgeführt.

Zur Bestimmung der Schwefelsäure und des Chlors wurden gewogene Quantitäten Trockensubstanz mit verdünnter Salpetersäure ausgezogen. Die erhaltenen Lösungen dienten zur Bestimmung der genannten Bestandtheile. —

Der Gehalt an den verschiedenen Mineralstoffen wurde hiernach auf 100 Trockensubstanz berechnet. — Da die Tabelle, welche den Gehalt an den verschiedenen Mineralsubstanzen in 100 Trockensubstanz angiebt, gesetzmäßige Beziehungen nicht erkennen läßt, unterlasse ich es, dieselbe hier aufzuführen, und gebe sogleich in der folgenden Tabelle die Mengen der in 100 Mineralsubstanz enthaltenen Bestandtheile:

Erste Versuchsreihe.

Bestandtheile in 100 Mineralsubstanz:

Blätter:

	nicht verpflanzt.		verpflanzt.		
	I.	II.	III.	IV.	V.
Alter der Pflanzen:	3 Wochen.	7 Wochen.	13 Wochen.	18 Wochen.	21 Wochen.
Eisenoxyd	3,17	5,22	4,25	2,37	0,94
Kalk	37,72	43,25	32,04	31,52	34,50
Magnesia	7,40	8,08	4,62	4,87	4,79
Kali	20,56	12,02	19,55	22,29	23,82
Natron	3,11	2,07	4,56	—	1,89
Chlorkalium	—	—	—	6,85	—
Chlornatrium	3,17	5,81	9,81	11,98	13,87
Phosphorsäure	11,40	7,00	9,68	8,33	9,37
Schwefelsäure	9,40	5,52	9,74	9,80	9,01
Kieselsäure	4,05	11,03	5,75	1,99	1,82
	99,98	100,00	100,00	100,00	100,01
Trockensubstanz in 100 frischen Blättern	10,39	—*)	11,09	9,39	12,23
N. in 100 Trockensubstanz	—	—	5,37	5,04	4,30
Mineralsubstanz in 100 Trockensubstanz	17,02	10,15	16,01	15,61	13,77

Wurzeln:

	nicht verpflanzt.		verpflanzt.		
	I.	II.	III.	IV.	V.
Alter der Pflanzen:	3 Wochen.	7 Wochen.	13 Wochen.	18 Wochen.	21 Wochen.
Eisenoxyd	3,29	5,33	6,26	1,81	1,75
Kalk	31,00	21,32	8,47	8,25	9,28
Magnesia	6,86	7,99	4,50	4,07	3,82
Kali	25,52	21,95	32,36	41,81	43,12
Natron	9,60	7,10	11,82	4,18	5,46
Chlornatrium	?	3,93	5,11	9,72	7,21
Phosphorsäure	7,69	10,66	13,67	15,03	16,92
Schwefelsäure	10,15	14,47	12,26	12,54	11,14
Kieselsäure	5,89	7,23	5,56	2,60	1,31
	100,00	99,98	100,01	100,01	100,01
Gehalt an Trockensubstanz in 100 frischer Rübe	10,38	—*)	8,21	8,25	8,90
N. in 100 Trockensubstanz	—	2,92	4,55	4,71	4,21
Mineralsubstanz in 100 Trockensubstanz	17,73	7,88	11,34	8,85	9,16

*) Die Pflanzen kamen etwas welk in das Laboratorium.

Der Gehalt der trocknen Pflanze an Mineralsubstanz scheint, wie ein Blick auf die obige Tabelle erkennen läßt, in den Blättern wie in den Wurzeln mit dem Alter der Pflanzen abzunehmen. Der Ausfall an Mineralsubstanz in den nach Verlauf der siebenten Woche geernteten Pflanzen dürfte, wie schon oben angedeutet wurde, dadurch bedingt sein, daß die noch nicht umgesetzten Pflanzen in Folge des dichten Standes zuletzt nicht mehr die nöthige Nahrung im Boden fanden.

Der Stickstoffgehalt der jüngsten Wurzeln ist beträchtlich geringer als der der älteren.

Unter den mineralischen Bestandtheilen der Wurzeln nimmt der Kaligehalt in den späteren Perioden beträchtlich zu. Bei den Blättern dagegen erhält sich derselbe in den ersten und letzten Perioden ziemlich constant. —

Der Gehalt an Phosphorsäure nimmt gegenüber den übrigen Mineralsubstanzen in den Wurzeln stetig zu; er beträgt in den Wurzelaschen der jüngsten Pflanzen nur halb so viel als in denen der ältesten. In den Blättern schwankt derselbe unregelmäßig. —

Der Schwefelsäuregehalt in den Blätteraschen erhält sich (wenn man von den sieben Wochen alten Pflanzen absieht) fast ganz constant, in den Wurzeln schwankt er ebenfalls nur unbedeutend, aber unregelmäßig.

Der Kieselsäuregehalt wurde in der Asche der sieben Wochen alten Pflanzen, und zwar in der der Wurzeln wie in der der Blätter, abnorm hoch gefunden; ich zweifle nicht, daß diese Erscheinung mit dem minder günstigen Stande der Pflanzen in dieser Periode im Zusammenhang steht, doch will ich auf diese vereinzelt dastehende Beobachtung nicht weitere Schlüsse bauen, um so weniger, da die zur Bestimmung der Kieselsäure in den Pflanzenaschen übliche Methode ohne Zweifel zu denen gehört, die an Genauigkeit zu wünschen übrig lassen. Daß im Allgemeinen die Aschen der jungen Turnipspflanzen an Kieselsäure reicher sind, als die der älteren, geht ohne Zweifel aus den bereits mitgetheilten, wie auch aus anderen von mir ausgeführten Analysen, auf die ich später zurückkomme, hervor, und ist auch durch Anderson bestätigt, welcher in 100 Theilen kohlensäurefreier Asche von Turnipspflanzen fand*):

*) Knop, Centralblatt, 1860, Seite 787.

		Alter der Pflanzen:		
		32 Tage.	67 Tage.	87 Tage.
Kieselsäure	in Blättern	11,5	3,4	3,1
	in Rüben	10,7	2,8	3,1

Die größten Differenzen zeigt der Kalkgehalt der Wurzelaschen, welcher in der ersten Periode beinahe viermal so groß gefunden wurde als in den letzten Perioden. Er fällt von 31 Procent auf 8 und 9. Der Kalkgehalt der Blätteraschen zeigt dagegen nur unbedeutende Schwankungen. —

Der Magnesiagehalt nimmt in den Aschen der Blätter, wie in denen der Wurzeln in den spätern Perioden ab.

Um beurtheilen zu können, welche von den beobachteten Schwankungen als zufällige, und welche hingegen als durch die Natur der Pflanze bedingte, wesentliche zu betrachten sind, hielt ich es für nöthig, wenigstens einen Theil der Versuche durch neue zu controliren.

Ich habe daher im folgenden Jahre wieder auf dem Versuchsfelde der Versuchsstation in Chemnitz, jedoch auf anderen Parzellen, Turnips gebaut und Pflanzen in einem sehr frühen Stadium ihrer Entwicklung, nämlich in einem Alter von 14 Tagen, und in einigen späten Altersperioden, nämlich in einem Alter von resp. 14, 17, 20 und 23 Wochen untersucht. —

Da ich den minder günstigen Stand, welchen die im ersten Jahre erbauten Pflanzen, namentlich während der ersten Periode, erkennen ließen, zum großen Theil der Schwere des Bodens zuschrieb, so trug ich auf die im zweiten Jahre mit Turnips zu bestellenden Parzellen eine etwa 1½ Zoll hohe Schicht eines an sich ertragslosen Sandes auf, und ließ denselben untergraben. Der Sand, der aus der Röderauer Gegend bezogen war, enthielt über 92 Procent Kieselsäure, wenig Kali und Phosphorsäure; seine Wirkung als Düngemittel konnte also und sollte auch nur im Wesentlichen eine physikalische sein. Die Saat lief in dem mit Sand gemengten Boden beträchtlich schneller auf, und auch in späterer Zeit standen die Pflanzen etwas besser als im Jahr vorher. Im Herbst gingen die Blätter, während die Rüben noch im starken Wachsthum begriffen waren, zum großen Theil durch Absterben verloren, was im Jahr vorher in solcher Weise nicht eingetreten war.

Die Untersuchung der bei dieser zweiten Versuchsreihe gewonnenen Pflanzen ergab folgendes Resultat:

Zweite Versuchsreihe.

Bestandtheile in 100 Mineralsubstanz

Blätter:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Alter der Pflanzen:	2 Wochen.	14 Wochen.	17 Wochen.	20 Wochen.	23 Wochen.
Eisenoxyd	2,05	2,29	1,56	2,56	3,04
Kalk	35,25	33,51	31,09	33,43	34,93
Magnesia	8,41	5,74	5,18	5,41	5,80
Kali	22,51	23,56	28,29	22,89	20,83
Natron	3,41	4,82	1,07	2,94	3,96
Phosphorsäure	9,92	9,87	13,81	13,58	14,28
Schwefelsäure	11,10	13,85	11,92	11,49	8,39
Chlor*)	5,00	3,67	4,85	4,84	5,90
Kieselsäure	2,35	2,68	2,22	2,85	2,86
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Trockensubstanz in 100 frischen Blättern	8,24	14,18	14,26	15,51	13,72
N. in 100 Trockensubstanz	—	4,87	4,72	4,96	5,38
Mineralsubstanz in 100 Trockensubstanz	16,47	12,96	12,02	10,41	10,70

Wurzeln:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Alter der Pflanzen:	2 Wochen.	14 Wochen.	17 Wochen.	20 Wochen.	23 Wochen.
Eisenoxyd	8,17	1,51	1,20	1,28	0,91
Kalk	29,70	8,79	9,23	9,78	9,56
Magnesia	7,42	5,05	4,41	3,95	4,10
Kali	17,07	43,03	41,62	41,11	44,63
Natron	7,42	7,68	8,63	8,40	7,47
Phosphorsäure	9,44	15,55	13,94	16,60	16,30
Schwefelsäure	11,13	13,84	16,85	14,03	12,48
Chlor*)	?	1,82	1,71	1,98	2,18
Kieselsäure	9,65	2,73	2,41	2,87	2,37
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Trockensubstanz in 100 frischer Rübe	—	8,50	7,92	9,24	8,41
N. in 100 Trockensubstanz	3,5	4,11	4,20	4,49	4,09
Mineralsubstanz in 100 Trockensubstanz	17,77	9,86	9,93	10,07	10,92

*) Es ist hier absichtlich die dem Chlor äquivalente Menge Sauerstoff nicht abgezogen, da dieselbe meist nur ½ Procent der Mineralsubstanz beträgt, also ohne beträchtlichen Fehler vernachlässigt werden kann, während durch die Einführung des Chlorkalium und Chlornatrium die Uebersicht über den Kali- und Natrongehalt verloren geht.

Diese zweite Versuchsreihe hat, wie sich aus vorstehender Tabelle ergiebt, bestätigt, daß die trocknen Blätter und Wurzeln der jungen Pflanzen an Mineralsubstanz reicher sind, als die der älteren.

Der Stickstoffgehalt der jungen trockenen Wurzeln stellte sich auch diesmal beträchtlich geringer heraus, als der der älteren.

Wie sich unter den Mineralsubstanzen der Wurzeln der Kaligehalt in der ersten Versuchsreihe während des Wachsthums der Pflanzen verdoppelt hatte, so ist es auch in der zweiten Versuchsreihe geschehen. Während der letzten Perioden erhielt sich der Kaligehalt der Rübenasche constant. In den Blättern ward auch diesmal nur ein geringes Schwanken des Kaligehalts beobachtet.

Der Natrongehalt stellte sich im zweiten Jahre durchgängig geringer heraus, als im ersten. Die Schwankungen desselben sind unregelmäßig.

Die Zunahme der Phosphorsäure unter den Mineralsubstanzen der Wurzeln erfolgte in der zweiten Versuchsreihe zwar nicht so stetig als in der ersten; doch enthielten 100 Mineralsubstanz der jüngsten Wurzeln entsprechend den früheren Resultaten nur $\frac{2}{3}$ soviel Phosphorsäure als 100 Mineralsubstanz der ausgewachsenen. Unter den Mineralsubstanzen der Blätter zeigte sich indessen diesmal eine Steigerung des Phosphorsäuregehalts, welche im Jahre zuvor nicht beobachtet wurde.

Die Schwefelsäure läßt diesmal in den Blättern während der letzten Periode eine regelmäßige doch nicht sehr beträchtliche Abnahme erkennen; in den Wurzeln schwankt der Gehalt dieser Säure wie beim ersten Versuch zwar nur unbedeutend, aber unregelmäßig.

In Betreff des Kieselsäuregehalts bestätigt sich, daß derselbe in den Aschen der älteren Pflanzen beträchtlich geringer ist, als in denen der jungen. —

Die auffallende Verminderung des Kalkgehalts in den Wurzelaschen im Verhältniß von 3 : 1 kehrt auch in dieser Versuchsreihe wieder, während der Kalkgehalt in den Blätteraschen, ebenfalls in Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen, nur zwischen 31 und 35 Procent schwankt.

Ich will es nicht unerwähnt lassen, daß diesem sich hier wiederholt so entschieden herausstellenden Resultate durch die Ergebnisse der von Anderson ausgeführten Analysen widersprochen wird. Derselbe sah (l. c.) umgekehrt den Kalkgehalt der Blätteraschen sich im Verhältniß

von 3 : 1 vermindern, während ihm die Aschen von 32 tägigen und 192 tägigen Turnipswurzeln fast gleichen Kalkgehalt ergaben.

Wie bei dem Versuche des vorhergehenden Jahres ist der Magnesiagehalt in den Aschen der Blätter und Wurzeln während der späteren Perioden geringer als während der ersten.

Was sich hiernach in den beiden von mir ausgeführten Versuchsreihen übereinstimmend herausgestellt hat, ist Folgendes:

1) Die jungen Turnipspflanzen enthalten in Blättern und Rüben auf eine und dieselbe Menge trockner organischer Substanz mehr Mineralstoff als die älteren;

2) die trocknen sehr jungen Rüben sind stickstoffärmer als die älteren. Während der späteren Perioden bleibt der Stickstoffgehalt fast constant.

3) Das Verhältniß, in welchem die verschiedenen Mineralsubstanzen zu einander stehen, wechselt in den verschiedenen Vegetationsperioden beträchtlich, während es in den späteren Perioden nur wenig schwankt.

4) Unter den Mineralsubstanzen in den Rüben steigt während des Wachsthums der Kaligehalt beträchtlich (bei dem ersten Versuch um 20, bei dem zweiten Versuch um 27 Procent). Der Phosphorsäuregehalt steigt ebenfalls, doch minder beträchtlich (bei dem ersten Versuch um 9, bei dem zweiten um 7 Procent); dagegen vermindern sich der Kieselsäuregehalt, der Magnesiagehalt und in sehr bedeutendem Maße der Kalkgehalt (letzterer bei dem ersten Versuch um 22, bei dem zweiten um 20 Procent).

5) Unter den Mineralsubstanzen in den Blättern ist das Verhältniß ein viel constanteres.

Eine nicht uninteressante Uebersicht gewährt noch die folgende Tabelle, die die in Pfunden ausgedrückten Mengen der verschiedenen Erntebestandtheile angiebt, welche zufolge der ersten Versuchsreihe ein sächsischer Acker nach Verlauf der verschiedenen Perioden geliefert haben würde.

Die Erträge pro Acker wurden berechnet, indem die Pflanzen auf einer gemessenen Fläche gezählt wurden (siehe oben) und das durchschnittliche Gewicht ausgewählter Pflanzen von mittlerer Größe bestimmt wurde. Selbstverständlich können hier nur die nach der Auspflanzung eingebrachten Erträge einem Vergleiche unterworfen werden.

Da das Gesammtgewicht der Pflanzen, welche beim Versetzen derselben auf die Fläche eines Ackers gebracht wurden, verschwindend klein war gegen das Gesammtgewicht der nächsten vom Acker gewonnenen Ernte, so konnten die Bestandtheile der letzteren, wie in der Tabelle geschehen ist, als lediglich während der letzten Periode geliefert angesehen werden.

Der sächsische Acker lieferte in Zollpfund:

Vegetationsperiode seit dem Tag der Auspflanzung.	Blätter.			Wurzeln.			Blätter u. Wurzeln zusammen.		
	3. Ernte. 6 Wochen.	4. Ernte. 11 Wochen.	5. Ernte. 14 Wochen.	3. Ernte. 6 Wochen.	4 Ernte. 11 Wochen.	5. Ernte. 14 Wochen.	3. Ernte. 6 Wochen.	4. Ernte. 11 Wochen.	5. Ernte. 14 Wochen.
Gesammtertrag	5400	13200	25400	650	7000	27000	6050	20200	52400
Trockensubstanz	600	1240	3106	53	578	2403	653	1818	5509
N.-haltige Substanz . . .	201	391	835	15	170	632	216	561	1467
N.-freie Substanz	303	655	1843	32	357	1551	335	1012	3394
Mineralsubstanz	96	194	428	6	51	220	102	245	648
Eisenoxyd	4,08	4,59	4,04	0,38	0,92	3,84	4,46	5,51	7,88
Kalk	30,78	61,01	147,54	0,51	4,22	20,43	31,29	65,23	167,97
Magnesia	4,44	9,42	20,50	0,27	2,08	8,41	4,71	11,50	28,91
Kali	18,78	43,15	101,88	1,95	21,39	94,92	20,73	64,54	196,80
Natron	4,38	—	8,08	0,71	2,14	12,02	5,09	2,14	20,10
Chlorkalium	—	13,27	—	—	—	—	—	13,27	—
Chlornatrium	9,42	23,19	59,32	0,31	4,97	15,86	9,73	28,16	75,18
Phosphorsäure	9,30	16,12	40,07	0,82	7,69	37,25	10,12	23,81	77,32
Schwefelsäure	9,36	18,97	38,51	0,74	6,42	24,51	10,10	25,39	63,02
Kieselsäure	5,52	3,84	7,77	0,33	1,33	2,88	5,85	5,17	10,65

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Subtrahirt man in vorstehender Tabelle die Zahlen der drittletzten Reihe von denen der vorletzten, und ebenso die Zahlen der vorletzten Reihe von den entsprechenden der letzten, so ergiebt sich, was während jeder einzelnen Periode vom Acker geliefert wurde, resp. welche Anforderungen von den wachsenden Pflanzen während der einzelnen Perioden an den Boden gestellt wurden. (Um den Raum dieser Zeitschrift nicht allzusehr in Anspruch zu nehmen, ist hier die Ausführung der Rechnung unterblieben.) Es ergiebt sich so, daß in der ersten Zeit nur geringe Mengen, in der letzten Zeit der Vegetation aber sehr beträchtliche Mengen von Mineralsubstanzen dem Boden entzogen werden. Beispielsweise stellt sich heraus, daß bei dem in Rede stehenden Versuche dem Boden entzogen wurde in je einer Woche:

	der I. Periode n. d. Verpflanzg.	der II. Periode n. d. Verpflanzg.	der III. Periode n. d. Verpflanzg.
an Kali	3 Pfd.	10 Pfd.	41 Pfd.
= Kalk	5 =	7 =	34 =
= Phosphorsäure . . .	1½ =	3 =	18 =
= gesammter Mineralsubstanz	17 =	29 =	134 =

Unter Bezugnahme auf die in letzter Zeit mehrfach erörterte Frage, ob die Mineralstoffe, die von den Pflanzen aufgenommen werden, sich im Boden bereits im aufgelösten Zustande befinden können, bemerke ich, daß das Wasser, welches im Laufe einer Woche mit dem Boden in Berührung kommt, wohl kaum im Stande sein dürfte, den Boden der Chemnitzer Versuchsfelder auf der Fläche eines sächsischen Ackers die hier bezeichneten Quantitäten Mineralsubstanz zu entziehen, welche in je einer Woche der letzten Periode von den auf einem sächsischen Acker stehenden Turnipspflanzen aufgenommen wurden.

Noch einige Folgerungen von praktischer Bedeutung dürften sich aus vorstehenden Thatsachen ableiten lassen.

Wenn das Bedürfniß der Pflanzen an Mineralsubstanzen während der verschiedenen Perioden des Wachsthums ein so verschiedenes ist, so dürfte für jede Periode der Pflanze ein anderer Boden der günstigste sein.

Nun würde es freilich nicht zweckmäßig und nicht ausführbar sein, die Pflanzen, so oft sie in ein neues Stadium der Entwicklung getreten sind, thatsächlich in einen andern Boden zu bringen; allein es könnte wohl in einzelnen Fällen, z. B. in der Rübencultur, diesem Umstande bei dem Aufbringen des Düngers Rechnung getragen werden.

Da das Bedürfniß der Turnipspflanze an Mineralsubstanzen in den späteren Perioden sich so wesentlich steigert, so wäre z. B. wohl zu erwarten, daß ein Aufbringen von Mineraldünger (Asche und Superphosphat) im späteren Sommer nicht ohne wesentlich günstige Folgen bleiben kann. Noch bei einer anderen Gelegenheit bin ich zu dieser Schlußfolgerung geführt worden.

Bei einem Versuche, Turnipspflanzen in an sich ertragslosem Sande durch Zusatz von Mineralsalzen zur Entwicklung zu bringen (ich werde in einer späteren Mittheilung auf diesen Versuch zurückkommen), suchte ich zu ermitteln, in welchem Verhältniß ein bestimmtes Salzgemenge dem Sande am zweckmäßigsten zugesetzt werde. Es ergab sich wiederholt und unzweifelhaft, daß die Pflanzen in dem Sande mit größerem Salzgehalt anfangs zurückblieben, nach mehreren Wochen aber die Pflanzen in dem Sande mit geringerem Salzgehalt überflügelten.

Es sprach sich hier aus, daß ein Ueberschuß an assimilirbaren Mineralstoffen im Boden, der anfangs das Wachsthum der Pflanze hemmte, in einer späteren Periode der Entwicklung derselben günstig ward, und umgekehrt, daß die Pflanzen, die sich während des ersten Stadiums der Vegetation in der für ihre Entwicklung geeignetsten Bodenmischung befanden, in späterer Zeit aus Mangel an Nahrungsmitteln kümmerten. —

Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchsstation in Tharand

von

Dr. Julius Sachs.

V.

Vegetationsversuche mit Ausschluß des Bodens u. s. w.

(Fortsetzung zu IV.)

Im Anschluß an meinen letzten Bericht lasse ich zunächst noch einige Versuche mit Bohnen und Runkelrüben folgen, um zu zeigen, daß auch bei diesen Pflanzen eine normale Vegetation stattfindet, wenn sie

ihre Nährstoffe aus wässrigen Lösungen aufnehmen. Eine so große Zunahme der Trockensubstanz gegen das Samengewicht, wie bei dem Mais, habe ich bei Bohnen bisher nicht erhalten, theils weil ich meine Aufmerksamkeit den Versuchen mit Mais vorzugsweise zuwendete, theils weil das Locale, in welchem die Versuche gemacht werden, den Bohnen nicht soviel Licht gewährt, wie sie es zu einer kräftigen Vegetation nöthig haben; auch habe ich bei dem Mangel an intensivem Licht, den Maispflanzen immer die besten Stellen an den Fenstern eingeräumt; indessen reichen die an Bohnen erhaltenen Resultate jedenfalls hin, um zu zeigen, daß auch bei ihnen die Ernährungs- und Gestaltungsprozesse bei Ausschließung des Bodens in normaler Art verlaufen, und die drei folgenden Versuchsreihen haben nur diesen Zweck.

Vierte Versuchsreihe.

Zwergbohnen (Phaseolus nanus).

Nachdem ich im Frühjahr und Sommer 1860 eine große Anzahl Versuche mit Zwergbohnen gemacht hatte, aber die aus rein mineralischen Stoffen zusammengesetzten Lösungen sich als untauglich für eine kräftige Vegetation derselben erwiesen hatten, versuchte ich es schließlich mit Humusextrakt, welcher in dieser einen, bis jetzt gemachten Versuchsreihe recht günstige Resultate geliefert hat. Eine schwarze Buchenwalderde wurde mit kaltem Wasser ausgezogen und gab eine nach dem Filtriren klare, sehr dunkel bierbraune Flüssigkeit, deren Zusammensetzung nicht weiter untersucht wurde. Von diesem Extrakt wurden in vier weithalsige Flaschen je 400 Cub.-Ctm. gebracht; eine derselben blieb ohne weitere Zusätze, die drei anderen erhielten noch verschiedene Salze. Die Flüssigkeiten in den Flaschen waren folgende:

I. 400 Cub.-Ctm. Humusauszug allein.

II. 400 Cub.-Ctm. Humusauszug mit 20 Cub.-Ctm. salpetersaurem Holzaschenauszug.

III. 400 Cub.-Ctm. Humusauszug mit 20 Cub.-Ctm. salpetersaurem Holzaschenauszug und einem Zusatz von überschüssigem phosphorsaurem Kalk.

IV. 400 Cub.-Ctm. Humusauszug mit 20 Cub.-Ctm. salpetersaurem Holzaschenauszug mit phosphorsaurem Kalk und 0,2 Gramme schwefelsaurem Kali.

Der Holzaschenauszug war hergestellt worden, indem man Asche von Buchen- und Birkenholz so lange mit c. c. Salpetersäure übergoß und umrührte, bis das Aufbrausen vollständig aufgehört hatte; es wurde dann mit Wasser verdünnt und abfiltrirt. Die von Herrn Dr. Handke analysirte Lösung, bis auf 100 Cub.-Ctm. verdünnt, enthielt:

KO	. . .	0,739 Grm.
NaO	. . .	0,045 „
CaO	. . .	2,220 „
MgO	. . .	0,022 „
SO_3	. . .	0,233 „
PO_5	. . .	0,037 „
SiO_2	. . .	0,133 „
Fe_2O_3	. .	Spur.
NO_5	. . .	4,80 „
100 C.-C.	=	8,229, 20 C.-C. = 1,646.

Die Concentration der Flüssigkeit in II. war also mehr als 0,4 % und in den Flaschen III. und IV. noch etwas höher.

Die in Sägespänen gekeimten Bohnen wurden gleich nach dem Austreten der Wurzel in destillirtes Wasser gestellt, bis die Wurzel 2 bis 3 Zoll lang war; die Plumule war dabei noch innerhalb der Samenschale; dann wurden die Keimpflanzen durch den seitlichen Spalt in die centralen Löcher der Korke eingeführt und dort so mit Baumwolle befestigt, daß die Cotyledonen über dem Kork blieben. Da das hypocotyle Glied sich nachträglich streckt, so muß in den nächsten Tagen die Stellung so regulirt werden, daß die Wurzel allein in die Flüssigkeit eintaucht. Durch Umwickelung mit schwarzem Papier wurden die Flaschen verdunkelt, dann an ein Südostfenster dicht an die Scheiben gestellt.

Am 14. Juli 1860 kamen die Pflanzen in die Flüssigkeiten; während der ersten Tage hatten sie 5—7 Stunden Sonne, später war trübes, kaltes Wetter.

Am 3. August wurden die Blattflächen mit einer in Quadrat-Centimeter getheilten Glasscheibe gemessen:

I. beinahe so dürftig, wie in destillirtem Wasser, hellgrün.

2 Primordialblätter	=	82 □-Ctm.
1 gedreites Blatt	=	39 „
Summe der Blattflächen	=	121 □-Ctm.

II. eine sehr dunkelgrüne, schöne Pflanze.

2 Primordialblätter	=	75	□=Ctm.
1. gedreites Blatt	=	75	„
2. gedreites Blatt	=	65	„
Summe der Blattflächen	=	215	□=Ctm.

III. dunkelgrün, viel kräftiger als II.

2 Primordialblätter	=	94	□=Ctm.
1. gedreites Blatt	=	102	„
2. gedreites Blatt	=	95	„
3. gedreites Blatt	=	10	„
Summe der Blattflächen	=	301	□=Ctm.

IV.

2 Primordialblätter	=	82	□=Ctm.
1. gedreites Blatt	=	105	„
2. gedreites Blatt	=	66	„
3. gedreites Blatt	=	8	„
Summe der Blattflächen	=	261	□=Ctm.

Am 10. August, also eine Woche später, wurde wieder gemessen:

	Blattflächen in □=Ctm.			
	I.	II.	III.	IV.
2 Primordialblätter	abgefallen	75	94	82
1. gedreites Blatt	41	75	102	105
2. gedreites Blatt	15	81	141	110
3. gedreites Blatt		53	94	88
4. gedreites Blatt		5	34	27
5. gedreites Blatt		0	3	2
Blatt am Zweig		10	33	9
Summe der Flächen	56	299	501	423

Am 21. August. Alle vier Pflanzen sehen gesund aus; bei III. und IV. sind aber die letzten (obersten) zwei Blätter hellgrün; II. ist völlig dunkelgrün, aber die Primordialblätter sind trocken (nicht gelb), bei III. und IV. theilweis trocken; alle Knospen sind in gutem Zustande; die Wurzeln sind zahlreicher und dicker als bei allen früheren Versuchen mit diesen Bohnen. Bei den Messungen sind die Primordialblätter weggelassen.

Blattflächen in □=Ctm. (lebendige Blätter).

Nummer der gedreiten Blätter.	I.	II.	III.	IV.
1	abgefallen	75	102	105
2	21	81	141	110
3	12	53	94	122
4		30	66	99
5			26	42
6			3	5
Zweigblätter.				
1		21	46	51
2			6	12
3				5
Summa =	33	260	484	551

Bei III. war der Stamm 40 Ctm. hoch, bei IV. 39 Ctm. hoch.

Die Pflanzen hatten in der letzten Zeit von dem trüben Wetter viel gelitten; auch war keine Hoffnung, durch neue Lösungen eine Fruchtbildung anzubahnen, da die Jahreszeit hierzu schon zuweit vorgeschritten war.

Es ist noch zu erwähnen, daß bei I. die Wurzeln viel länger als bei II. waren; bei I. waren sie völlig farblos, wie in destillirtem Wasser, bei II., III. und IV. braun, wie gewöhnlich bei Bohnenwurzeln, welche längere Zeit in Nährstofflösungen mit wenig Kalk stehen.

Möglicherweise konnte die Vegetation dadurch gefördert worden sein, daß neben den vier Pflanzen zwei Gläser mit einer verdünnten kohlensauren Ammoniaklösung standen, deren Ausdünstung riechbar und für Pflanzen einer anderen Versuchsreihe bestimmt war.

Am 21. August, also nach einer Versuchsdauer von 38 Tagen, wurden die Pflanzen geerntet; zerschnitten, im Trockenofen einige Tage lang bei 50—60° R., dann im Trockenapparate bei 100° C. so lange getrocknet, bis kein Gewichtsverlust mehr nach einigen Stunden Zwischenzeit eintrat.

Trockengewicht von	I.	=	0,37 Grm.
„ „	II.	=	1,47 „
„ „	III.	=	2,14 „
„ „	IV.	=	2,19 „

Eine bei 100° C. getrocknete Bohne sammt Schale wiegt im Mittel 0,178 Grm.; da aber bei diesen außerordentlich kleinen Bohnen (welche ich Herrn Rittergutsbesitzer Echtermaier verdanke) die Samenschale und

die ausgesogenen Cotyledonen, welche am Ende der Keimung abfallen, einen erheblichen Bruchtheil des Samengewichtes ausmachen, welcher für die Erzeugung organischer Masse nichts beiträgt, so nehme ich zum Maaße der Vegetationsthätigkeit eine in destillirtem Wasser bei starker Beleuchtung bis zum Abfallen der Cotyledonen gewachsene Bohne.

Eine in destillirtem Wasser völlig ausgekeimte Bohne derart wiegt trocken im Mittel 0,143 Grm.

Der Zuwachs an Trockengewicht betrug also

bei I. 0,37—0,143 = 0,227 Grm.
bei II. 1,47—0,143 = 1,327 „
bei III. 2,14—0,143 = 1,997 „
bei IV. 2,19—0,143 = 2,047 „

Setzt man die in destillirtem Wasser gekeimte Pflanze = 100,

so ist I. = 258
II. = 1028
III. = 1496
IV. = 1531.

Demnach hat der dunkelbraune Humusauszug (I.) für sich allein keine namhafte Gewichtszunahme erzeugt; dagegen steigt das Gewicht der Pflanzen, welche nebenbei noch Asche in Salpetersäure gelöst erhalten hatten, auf das 10—15 fache; die Wirkung des zugesetzten phosphorsauren Kalkes bei III. und IV. ist nicht zu verkennen, die Wirkung des schwefelsauren Kalis bei IV. tritt dagegen nicht hinreichend hervor. Wenn auch diese Versuche noch nicht hinreichen, dem Humusextrakt eine überwiegende Rolle bei der Ernährung der Bohne zuzuschreiben, so berechtigen sie doch in anderer Hinsicht zu zwei Folgerungen, nämlich: 1) daß die Bohnen in kurzer Zeit eine bedeutende Gewichtszunahme zeigen, wenn sie ihre Wurzelnahrung aus einer Lösung schöpfen, und 2) daß die angegebenen Lösungen sehr geeignet sind, den Anfang der Vegetation bei Bohnen zu unterstützen; jedoch habe ich Ursache zu der Annahme, daß der Aschenauszug in geringerer Menge zugesetzt, wahrscheinlich noch günstiger gewirkt hätte. Wenn man die Gewichtszunahmen durch die Anzahl der Tage dividirt, so findet man als tägliche Zunahme

für I. 6 Milligramme,
für II. 35 „
für III. 52,6 „
für IV. 54 „

Bedenkt man nun, daß beinahe die Hälfte dieser täglichen Gewichtszunahme in Kohlenstoff besteht, und daß während der Versuchsdauer nur wenige heitere Tage eintraten, daß die Pflanzen höchstens 50 Stunden lang directes Sonnenlicht genossen, während der übrigen Zeit aber durch Zimmerdunkelheit und niedere Temperatur litten, so erscheint das Resultat als ein glänzendes für die Vegetation im Wasser.

Fünfte Versuchsreihe.

Schminkbohnen (Phaseolus multiflorus).

Diese Versuchsreihe wurde mit fünf Pflanzen bei verschiedener Concentration der Lösungen gemacht. Da aber ein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Lösungsconcentration und Vegetation nur Anfangs zu erkennen war und später mehr und mehr unkenntlich wurde, so verspare ich die Mittheilung der Einzelnheiten dieser Reihe für später, wo ich ihr andere an die Seite zu stellen hoffe, und führe hier nur zwei Pflanzen der Reihe an, deren eine während der ganzen Zeit in destillirtem Wasser stehen blieb, während die andere das entgegengesetzte Extrem des Versuches bildete, indem sie die Nährstoffzusätze in größter Menge (etwa 4 pro Mille im Mittel) erhielt. Ich theile von der Versuchsreihe nur soviel mit, als hinreicht zu zeigen, daß Schminkbohnen in wässrigen Lösungen namhafte Zunahmen an Trockensubstanz zeigen, daß diese Gewichtszunahmen den zugesetzten Nährstoffen zuzuschreiben sind, insofern die in destillirtem Wasser erzogene Pflanze als Gegenstück eine wesentlich andere Vegetation zeigt.

Die Samen hatten in Sägespänen die Wurzel ausgetrieben, in destillirtes Wasser wurden die Wurzeln zur nöthigen Entwickelung für den Versuch gebracht, der am **27. März** 1860 begann. Die Gefäße (Zuckergläser) hatten ungefähr 950 Cub.-Ctm. Raum; die Korke, welche zur Befestigung der Pflanzen dienten, waren wie gewöhnlich mit centralem Loch und seitlichem Spalt, außerdem enthielten sie noch ein kleines zweites Loch, um in ihm einen 2—3 Fuß hohen Glasstab senkrecht aufzustecken, um welchen sich die windenden Stengel schlingen konnten. Die Gläser wurden durch ein Blatt schwarzes Papier verdunkelt, welches mit einem Kautschukring um das Glas befestigt ist (es ist dieß völlig genügend und giebt die einfachste und handlichste Form der Apparate).

Jedes Gefäß enthielt von Anfang bis Ende des Versuchs 800 Cub.-Ctm. Flüssigkeit; das mit I. bezeichnete erhielt immer nur destillirtes

Wasser. Die Angaben der Nährstoffzusätze beziehen sich also nur auf II.

Vom 27. März bis 16. Mai entwickelten sich die Wurzeln von II. in einer Lösung

	von	800 Cub.-Ctm. Wasser,
0,232	Grm.	Kali,
0,020	„	Natron,
0,083	„	Magnesia,
0,148	„	Phosphorsäure,
0,383	„	Schwefelsäure,
0,266	„	Salpetersäure,
0,086	„	Oxalsäure,
0,203	„	Ammoniak,
1,421	Grm.	= 1,78 pro Mille.

Am 10. Mai, nachdem die Pflanzen 44 Tage lang bei niederer Temperatur im spärlichen Sonnenschein gewachsen waren, hatte I. seine Keimperiode noch nicht beendigt, II. dagegen hatte die Keimung längst hinter sich und schon die Vegetation begonnen; es hatten, wie gewöhnlich, die Nährstoffe beschleunigend auf den Entwickelungsgang eingewirkt. Die obige Lösung ist insofern fehlerhaft, als der Kalk ausgeschlossen, dagegen Ammoniak darin enthalten ist; es wurden im Laufe der Zeit einige Tropfen einer vollständig oxydirten schwefelsauren Eisenlösung zugesetzt, wenn die Blätter Neigung zur Chlorose zeigten.

Am 16. Mai wurde bei II. die Lösung entfernt und durch 800 Cub.-Ctm. destillirtes Wasser ersetzt.

Am 18. Mai wurde für II. eine neue Lösung bereitet, bestehend aus

	800	Cub.-Ctm. Wasser,
0,8	Grm.	Gyps,
0,8	„	schwefelsaure Magnesia,
0,4	„	salpetersaures Kali,
0,4	„	Kochsalz,
0,8	„	schwefelsaures Ammoniak,
3,2	Grm.	= 4 Grm. pro Mille.

Auch in dieser Lösung kommt fehlerhafter Weise wieder ein Ammoniaksalz vor, da ich erst später den ungünstigen Einfluß der Ammoniaksalze auf die Bohnen kennen lernte; dagegen machte sich der ansehnliche

Gypsgehalt, wie gewöhnlich bei Bohnen, durch Entwickelung zahlreicher neuer Wurzeln geltend.

Da in dieser Lösung die Phosphorsäure ausgelassen worden war, so wurde **am 28. Mai,** also 10 Tage später, eine neue Lösung für II. bereitet, während I. immer in destillirtem Wasser stehen blieb. Die Lösung für II. war

800 Cub.=Ctm. Wasser,
1,0 Grm. salpetersaures Kali,
2,0 „ phosphorsaures Natron (krystallisirt),
überschüssiger phosphorsaurer Kalk (Pulver),
überschüssige frischgefällte Kieselsäuregallert.

Die Concentration war also ungefähr 4 pro Mille.

Am 8. Juni: Die Pflanze I. in destillirtem Wasser hatte ihre Keimtheile entfaltet, nämlich die beiden Primordialblätter, und drei gedreite, kleine, zierliche Blättchen, die Cotyledonen waren schon vorher abgefallen; jetzt sind auch jene der Keimperiode angehörigen Blätter gelb geworden und abgefallen, aber zwei neue Axeltriebe mit sehr kleinen, sehr gesunden Blättchen erschienen; die Wurzeln I. und II. Odg. sind sehr lang und frisch.

Die Pflanze II. hat einen sehr dichten Wurzelbusch, der aber nicht weiter wächst: bedingt durch den Mangel an Gyps —. Von den Blättern ist noch keines abgefallen. Da gegen Ende der Keimung die Knospe des Wickeltriebes ausgezwickt wurde, um die Pflanze niedrig zu halten, so haben sich zwei Axeltriebe gebildet, deren einer zwei, der andere drei entfaltete große Blätter trägt, dieser hat einen Seitentrieb II. Odg. mit zwei entfalteten großen Blättern; diese beiden Triebe stehen in den Axeln der Primordialblätter; auch eines der gedreiten (noch zur Keimperiode gehörigen) Blätter trägt einen Trieb mit zwei halbentfalteten Blättern; im Ganzen dreizehn Blätter. Der Unterschied zwischen I. und II. ist sehr groß und auffallend.

Am 14. Juni hatte II. sechzehn Blätter, eines der Primordialblätter ist gelb geworden.

Am 19. Juni: Die Pflanze II. wächst stark; die Blätter sind hellgrün, die Wurzeln gesund; I. hat sich nicht weiter verändert, ist aber in gutem Zustand, ohne zu wachsen. II. erhält heute eine neue Lösung, bestehend aus:

800 Cub.=Ctm. Wasser,
0,8 Grm. Gyps,
0,8 „ schwefelsaure Magnesia,
0,8 „ salpetersaures Kali,
0,8 „ schwefelsaures Ammoniak,
überschüssiger phosphorsaurer Kalk (Pulver),
überschüssige Kieselsäuregallerte.

4 pro Mille.

Am 21. Juli: I. ist immer lebendig, die Wurzeln immer noch frisch, die Blätter grün, ohne zu wachsen. II. ist stark gewachsen, hat viele Blätter, diese sind dunkelgrün; die Flüssigkeit erhält heut einen Zusatz von aufgelöstem schwefelsaurem Eisenoxyd mit Manganoxyduloxyd.

Am 24. Juli: II. in destillirtes Wasser gesetzt.

Am 1. August: II. erhält eine neue Lösung, bestehend aus:

800 Cub.=Ctm. Wasser,
1,92 Grm. salpetersaures Kali,
0,77 „ schwefelsaures Natron,
0,19 „ Gyps,
0,19 „ schwefelsaure Magnesia,
0,28 „ schwefelsaures Ammoniak,

3,35 Grm. = 4 pro Mille.

Außerdem wurde überschüssiger phosphorsaurer Kalk als Pulver zugesetzt.

Am 23. August: Die Pflanze II. hat während des August immerfort zahlreiche, rothe große Blüthen entfaltet, die aber immer nach 1—2 Tagen abfielen; die Staubfadenröhre mit den eingeschlossenen Germen war spiralig gedreht, die Staubbeutel schienen keinen Pollen zu haben; das Abfallen der Blüthen geschah offenbar, weil keine Befruchtung stattfand; die Blüthenstiele lösten sich am unteren Gelenk ab; beim Abfallen waren die Blüthen noch ganz frisch; die Pflanze hatte in den letzten beiden Monaten zwei Fuß vom Fenster entfernt gestanden und genossen daher zu wenig Licht. Die Pflanze hatte jetzt 52 frische, meist dunkelgrüne Blätter mit vielen Zweigen. Sie hat nach dem am 1. August erfolgten Zusatz viele neue Wurzeln entwickelt; die seit dem 1. August gebildeten Blätter zeichnen sich durch ihr dunkles Grün aus. Die Pflanzen wurden heut geerntet und dann in früher angegebener Art sorgfältig getrocknet.

Trockengewicht eines Muttersamens = 1,12 Grm.
Trockengewicht der Pflanze I. = 0,725 „
Trockengewicht der Pflanze II. = 11,15 „

Nimmt man die in destillirtem Wasser erwachsene Keimpflanze als Einheit, so erhält man

11,150 (II.)
— 0,725 (I.)

Gewinn: 10,425 Grm. Trockengewicht

als Wirkung der Nährstoffe, welche bei jener fehlten; diese 10,425 Grm. sind als reiner Gewinn zu betrachten, den ich, obgleich immerhin genügend zu dem Beweise, daß Bohnen in wässrigen Lösungen ihr Samengewicht vervielfachen, dennoch für einen sehr mäßigen halte, denn die Vegetationszeit betrug 150 Tage und daraus berechnet sich die tägliche Gewichtszunahme auf 69,5 Milligramme, was allerdings höher ist, als im vorigen Versuch, aber da die ursprüngliche Samenmasse, die gewissermaßen das Anlagecapital repräsentirt, hier viel höher ist, so hätte man auch eine größere Gewichtszunahme täglich erzielen können; daß dieß nicht geschah, schiebe ich 1) auf den Misgriff, daß ich dieser Pflanze meist Ammoniaksalze als Stickstoffquelle bot, 2) daß sie zu wenig Licht genoß, 3) unrichtige Mischung der Nährstofflösungen.

Jedenfalls stellt diese Pflanze mit 52 Blättern, sehr vielen Blüthen und einer Gewichtszunahme von ungefähr 10 Grm. Trockensubstanz den Beweis her, daß die Assimilation der Bohnen in wässrigen Lösungen stattfindet, daß sie die Organe bis zur Blüthenbildung dabei normal entfalten; wenn meine Bohnen impotente Blüthen erzeugten, so zeigt dieß nur, daß die zugesetzten Nährstofflösungen sämmtlich unrichtig gemischt waren; denn die Möglichkeit normaler Blüthen und die Erzeugung von Samen ist durch die alten Versuche von Du Hamel mit „großen Bohnen," die er in Seine-Wasser vom Samen an erzog, hinreichend constatirt; ich zweifle daher nicht, daß es mir bei besser gewählten Lösungen gelingen wird, beides: Gewichtsvermehrung und Samen zugleich zu produziren.

Sechster Versuch.

Runkelrüben.

Ich habe im Juli 1860 einen ersten Versuch mit Runkelrüben gemacht, der allerdings insofern etwas zu wünschen übrig läßt, als die

Pflanzen, welche ich in wässrige Lösungen setzte, bereits einige Zeit im Boden vegetirt hatten. Sollte Jemand Anstoß daran nehmen, diesem Versuch eine Beweiskraft für die Möglichkeit der Vegetation der Rüben in Lösungen zuzuschreiben, so will ich dieß formell einräumen, obwohl jeder, der einige Einsicht in die Vegetationserscheinungen besitzt und weiß, worum es sich hier handelt, in dem Versuche selbst den Beweis finden wird, daß auch hier die als Lösung aufgenommenen Nährstoffe eine erhebliche Wirkung bei der Erzeugung der Pflanzensubstanz geäußert haben; ich lege gerade auf den Umstand einigen Werth, daß dieser erste, auf's Gerathewohl unternommene Versuch in kurzer Zeit eine sehr entschiedene Gewichtsvermehrung der Trockensubstanz ergab.

Am 14. Juli wurden eine große Anzahl kleiner Rübenpflanzen aus einem unfruchtbaren Boden genommen; sie hatten 7—8 kleine Blätter von 1—3 Zoll Länge; unter ihnen wurden vier möglichst gleichartige ausgesucht und zum Versuch verwendet; die Wurzeln waren am oberen Theil von der Dicke eines gewöhnlichen Bindfadens und mit zahlreichen Seitenwurzeln besetzt; sie wurden sorgfältig abgewaschen und vorläufig in destillirtes Wasser gestellt; bei allen wurden die drei unteren Blätter weggenommen, wodurch eine größere Gleichartigkeit in der Belaubung erzielt wurde. Die Befestigungsweise wie gewöhnlich. **Am 16. Juli** begann der Versuch; die einzelnen Pflanzen erhielten folgende Flüssigkeiten.

I. 600 Cub.-Ctm. destillirtes Wasser.

II.

600 Cub.-Ctm. destillirtes Wasser,
0,5 Grm. schwefelsaures Kali,
0,1 „ Kochsalz,
0,4 „ schwefelsaure Magnesia,
0,2 „ schwefelsaures Ammoniak,
überschüssigen phosphorsauren Kalk (Pulver),
überschüssige Kieselsäuregallert.

	III.	IV.
Wasser	600 C.-C.	600 C.-C.
Kalisalpeter	0,6 Grm.	0,9 Grm.
Kochsalz	0,1 „	0,15 „
schwefelsaure Magnesia	0,5 „	0,75 „
überschüssigen phosphorsauren Kalk (Pulver),		
überschüssige Kieselsäuregallert.		

Bei II. diente also das Ammoniak als Stickstoffquelle, bei III. und IV. wurde das Ammoniak vermieden und durch Salpetersäure ersetzt. III. und IV. unterscheiden sich nur in der Concentration, jenes hat 2 pro Mille, dieses (IV.) 3 pro Mille.

Am 3. August wurde folgendes notirt:

I. (in destillirtem Wasser) hat bis jetzt keine einzige neue Wurzel gebildet, die ursprünglichen feinen Wurzeln sind sämmtlich im Wasser verdorben; die Blätter sind schlaff; die Pflanze wird zum Vergleich getrocknet und aufgehoben.

II. hat wenig neue Wurzeln, ein Paar neue kleine Blätter.

III. hat sehr viele neue Nebenwurzeln der ersten und zweiten Ordnung gebildet; die früheren feinen Wurzeln sind eingegangen; es sind vier neue, sehr schöne, dunkelgrüne Blätter entstanden.

IV. ist unter allen am besten gewachsen, hat sehr viele Nebenwurzeln erster und zweiter Ordnung; fünf neue große Blätter; die alten Nebenwurzeln sind sämmtlich verdorben.

Am 9. August wurde bei III. und IV. noch je 0,5 Grm. salpetersaures Kali zugesetzt.

Am 31. August: II. hat kleine, aber sehr dunkelgrüne Blätter (5), die früheren sind vertrocknet; es ist kein Ansatz zu einer Rübe vorhanden.

III hat 9 dunkelgrüne Blätter, deren Blattfläche ohne Stiel 6 bis 7 Zoll lang ist; es hat sich der obere Theil der früher fadenförmigen Wurzel zu einer Rübe von 50 Millimeter Länge und 31 Millimeter Querdurchmesser umgestaltet.

IV. hat 8 Blätter; verhielt sich erst wie III., ist aber plötzlich eingegangen; die Rübe ist dünner und länger als bei III.

Die Pflanzen geerntet und getrocknet:

Trockensubstanz von	I. (destillirtem Wasser)	= 1,655	Grm.
„ „	II. (mit Ammoniak)	= 1,28	„
„ „	III. (mit NO_5)	= 5,45	„
„ „	IV. (mit NO_5)	= 5,17	„

Die schlechte Vegetation von II. schreibe ich einstweilen dem Ammoniak zu; die Gewichtszunahme von III. und IV. zeigt, daß die höhere Concentration von IV. eher schädlich als nützlich gewirkt hat; daß also 2 pro Mille (bei III.) dem Maximum der günstigen Concentration für die genannte Lösung nahe kommt.

Es ist nachträglich zu bemerken, daß im Laufe der Zeit einige Male kleine Mengen von schwefelsaurem Eisen und Mangan zugesetzt wurden und daß die Pflanzen meist außerhalb vor einem Ostfenster standen.

Die Gewichtszunahme von III. ist

= 5,450
— 1,655

3,795 Grm. Trockensubstanz.

Die Vegetation dauerte 44 Tage, demnach wurde täglich ein Quantum von 86¼ Milligramm Trockensubstanz assimilirt. In einem ungedüngten, frisch umgebrochenen, gut bearbeiteten und an sich ziemlich fruchtbaren Boden in Tharand gab eine mittlere Rübe binnen 170 Vegetationstagen eine mittlere tägliche Zunahme an Trockengewicht von 523 Milligramme, demnach ungefähr das 6 fache der im Wasser erzogenen; hierbei ist aber die Störung der Letzteren und die mangelhafte Beleuchtung und die geringere Erwärmung in Anschlag zu bringen.

Wenn jemand aus dem Umstand, daß die Gewichtszunahme im Wasser um das 6fache von der im Boden übertroffen wurde, folgern wollte, daß deshalb die Vegetation im Wasser eine abnorme sei, so ist darauf zu erwidern, daß auch die im Boden erwachsene Rübe eine abnorme gewesen sein muß, denn auf anderen und gut gedüngten Aeckern erhält man Rüben, die das 6—10fache dieser im Boden erwachsenen ergeben. Das erreichte absolute Gewicht kann nicht zur Norm der Vegetationsthätigkeit gemacht werden, sondern nur die Gewichtszunahme überhaupt und die Entwickelung der normalen Formen und Früchte.

Da ich die Besprechung meiner übrigen Versuche des Raumes wegen auf das nächste Heft versparen muß, so benütze ich die noch übrigen Zeilen dazu, gegenüber den Misdeutungen und Entstellungen, welche meine früheren Mittheilungen über die Erziehung von Landpflanzen in Wasser erfahren haben, hier nochmals meine Ansicht über den Werth der Wasserkultur als Versuchungsmethode kurz zusammenzufassen.

Wünschenswerth ist die Möglichkeit einer normalen Vegetation der Landpflanzen im Wasser, 1) weil man alsdann den Wurzeln ein wirklich reines Medium, d. h. destillirtes Wasser darbieten kann; 2) weil man bei Nährstoffzusätzen zum Wasser alsdann sicher weiß, daß die Pflanzen eben nur das aufnehmen können, was man ihnen dargeboten hat; 3) weil die im Wasser befindlichen Wurzeln sich unter viel ein-

facheren, gleichförmigeren Verhältnissen entwickeln als die im Boden; 4) weil man die Entwickelung der Wurzeln verfolgen kann; 5) weil man die Wurzeln nach und nach in ganz verschiedene Flüssigkeiten bringen kann, ohne sie mechanisch zu verletzen.

Für **erwiesen** betrachte ich die Möglichkeit einer normalen Vegetation der Landpflanzen im Wasser durch meine bisher mitgetheilten Versuche.

Als **allgemeinstes Ergebniß** aus dem Stattfinden einer normalen Vegetation im Wasser, welches Nährstoffe enthält, betrachte ich es, daß der feste Boden für die Vegetation der Landpflanzen keine **absolut** nothwendige Bedingung ist.

Unentschieden bleibt es dagegen noch, ob die Adhäsionskräfte des festen Bodens nicht wesentlich begünstigend bei der Ernährung mitwirken; möglich ist es, daß die aufsaugende Thätigkeit der Wurzelhaare wesentlich beeinflußt werde von den Anziehungskräften der festen Bodentheilchen, welche auf verschiedene Stoffe mit verschiedener Intensität wirken, möglich wäre es auch, daß die Ungleichförmigkeit des Bodens selbst eine **begünstigende** Bedingung wäre; es ist denkbar, daß die Wurzeln derselben Pflanze gleichzeitig verschiedene Lösungen aufnehmen, da sie mit verschiedenen Bodentheilen zusammenkommen, daß eben so dieselbe Wurzel, indem sie vorschreitend weiter wächst, nach und nach verschiedene Stoffe aufnimmt, je nach dem Bodentheil, den sie berührt. Es ist z. B. denkbar, daß während einige Wurzelfasern Eisensalze aufnehmen, andere aus den sie umgebenden Bodenschichten vorzüglich phosphorsaure Verbindungen saugen u. s. w. Die von den verschiedenen Wurzeln an verschiedenen Bodentheilen aufgenommenen Stoffe kommen dann innerhalb der assimilirenden Organe zusammen. Ich sage nichts über die Wirklichkeit dieses Herganges, ich finde aber keinen Grund, ihn als undenkbar zurückzuweisen, und bei dem Experimentiren kommt es eben darauf an, das Mögliche und Denkbare im Voraus zu bestimmen, um die Experimente darnach einzurichten.

Endlich als **die wichtigste Aufgabe**, welche durch die Vegetation im Wasser gelöst werden soll, betrachte ich die Förderung unserer Einsicht in die Wirkungen der einzelnen Nährstoffe, bestimmter Combinationen derselben, bestimmter Mengen u. s. w. in Bezug auf bestimmte Pflanzenarten und noch mehr in Bezug auf die einzelnen Vegetationsphasen derselben.

Tharand, den 6. Januar 1861. (Fortsetzung folgt.)

Notiz über Thaubildung auf Pflanzen

von

Dr. Julius Sachs.

Seit man weiß, daß der Thau kleine Mengen von Ammoniak und Salpetersäure enthält, hat auch die Bestimmung der Thaumenge, welche auf einer bestimmten Landfläche in einer Nacht niedergeschlagen wird, eine größere Bedeutung erhalten. Boussingault hat neben seinen Untersuchungen über den Ammoniak- und Salpetersäuregehalt des Thaues auch die Bestimmung der Wassermenge versucht, welche als Thau in einer Nacht auf eine bestimmte mit Vegetation bedeckte Fläche niedergeschlagen wird. Zu diesem Zweck ließ er die Thautropfen mit Schwämmen von den Pflanzen einer Wiese aufsammeln und diese in Flaschen ausdrücken. Es ist klar, daß dieses Verfahren mit großen Verlusten an Thauwasser verbunden ist und dem Sammler gestattet, seine Willkür allzusehr auf das Resultat einfließen zu lassen. Bei einer, mehr nach anderen Richtungen hin unternommenen Untersuchung über Thaubildung auf Pflanzen, welche im Sommer 1860 begann, glaubte ich die quantitative Bestimmung des Thauwassers auf einem mehr directen Wege genauer ausführen zu können.

In ein zu Vegetationsversuchen bestimmtes, kleines offenes Gewächshaus auf dem Versuchsgarten in Tharandt am Ostabhange des Kienberges unterhalb des Forstgartens brachte ich eine Wage; wenn in heiteren Nächten Thau gefallen war, so schnitt ich früh Morgens, bevor die Sonne auf die Pflanzen kam, mit einem möglichst scharfen Messer einzelne Blätter von verschiedenen Pflanzen ab, wobei sie vorsichtig mit der Pincette gehalten wurden, und brachte sie sogleich auf die Wage, welche nur wenige Schritte davon entfernt stand. Nachdem die Blätter sammt dem anhängenden Thau gewogen worden, legte ich sie zwischen trockenes Filtrirpapier, drückte dieses leicht und allseitig an, wiederholte dieses zwischen frischem Papier so oft, bis es keine nassen Stellen mehr bekam und die Blätter sich trocken anfühlten. Die von der ersten

Wägung naßgewordene Wagschale wurde dann ebenfalls mit Filtrirpapier abgetrocknet, wenn nöthig tarirt und dann die abgetrockneten Blätter sogleich wieder gewogen. Will man die Wagschale nicht naß werden lassen, so genügt es ein Stück Filtrirpapier darauf zu legen, dieses sogleich zu tariren und dann die Blätter mit dem Thau darauf zu legen. Die Differenz zwischen der ersten und zweiten Wägung giebt die Thaumenge, die zweite Wägung giebt das Gewicht der im Maximum der Turgescenz befindlichen frischen Blätter, welche diese Thaumenge halten. Wenn man das Geschäft im Schatten vornimmt und die beiden Wägungen schnell hintereinander macht, so hat man keinen erheblichen Gewichtsverlust der Blätter durch Verdunstung zu fürchten. Die Schwierigkeit liegt allein in dem Abschneiden der Blätter, ohne daß einzelne Tropfen abfallen; auch muß man vorher wissen, welche Tropfen von den Blättern selbst ausgeschieden sind und welche als Thauniederschlag zu betrachten sind; die Tropfen an der Spitze der jungen noch wachsenden Grasblätter sind kein Thau, sondern ausgeschiedenes Wasser, ebenso an den Zähnen der Kohlblätter, der Gänsedisteln u. s. w.; diese müssen, bevor man die Blätter abschneidet, mit Filtrirpapier sorgfältig abgenommen werden.

Ohne das angegebene Verfahren als vorwurfsfrei betrachten zu wollen, halte ich es doch für genauer, als die Auffammlung mit Schwämmen; auch gehen bei der Letzteren die Ausscheidungstropfen, welche auf einer Wiese sehr in's Gewicht fallen, mit in den Thau über.

Ich hatte bei den angegebenen Bestimmungen zunächst den Zweck im Sinne, die specifische Bethaubarkeit der verschiedenen neben einander stehenden Pflanzen zu bestimmen. Schon das Aussehen zeigt, daß die Blätter verschiedener Pflanzen in sehr verschiedenem Grade die Fähigkeit haben, Thau niederzuschlagen. Da nun der Thau nicht bloß durch seine Stickstoffverbindungen den Pflanzen nützlich wird, sondern auch andere, vielleicht noch wichtigere Dienste leistet, so gewinnt die Bestimmung der specifischen Bethaubarkeit für den Physiologen ein besonderes Interesse um so mehr, da diese Eigenschaft von der Organisation der Blätter nachweislich abhängt. Aber auch wenn es sich um die Bestimmung der Thaumengen handelt, welche auf einer großen gegebenen Länderfläche sich bilden, muß der specifischen Bethaubarkeit der sie bedeckenden Pflanzen zunächst Rechnung getragen werden; in derselben Nacht, bei gleicher Exposition wird die Thaumenge, welche sich auf einem

Acker Klee ablagert, eine wesentlich andere sein, als die auf einem Acker Weizen, Buchweizen u. s. w. und je nach dem Alter der Pflanzen wird dieß verschieden sein. Die Wägungen, wie ich sie oben angegeben habe, erlauben einem einzelnen Beobachter binnen ½—1 Stunde an einem Morgen eine Reihe vergleichbarer Beobachtungen zu machen und so die specifische Bethaubarkeit zu bestimmen. Beispielsweise führe ich folgende Wägungen an.

Am 17. Juli 1860 um 6 Uhr Morgens:

2 mittelgroße Kartoffelblätter	mit Thau	=	13,10	Grm.
	ohne =	=	10,55	=
	Thau	=	2,55	Grm.
3 kleine Runkelrübenblätter	mit Thau	=	9,45	Grm.
	ohne =	=	8,05	=
	Thau	=	1,40	Grm.

Am 18. Juli 1860 um 6 Uhr früh:

5 mittelgroße Kirschenblätter	mit Thau	=	7,8	Grm.
	ohne =	=	4,9	=
	Thau	=	2,9	Grm.
5 Blätter von rother Lupine	mit Thau	=	11,90	Grm.
	ohne =	=	8,35	=
	Thau	=	3,45	Grm.
10 Blätter von weißem Klee	mit Thau	=	2,45	Grm.
	ohne =	=	1,73	=
	Thau	=	0,72	Grm.
5 Erbsenblätter (mit Stengeltheil)	mit Thau	=	19,25	Grm.
	ohne =	=	16,60	=
	Thau	=	2,65	Grm.

Um die verschiedenen Fähigkeiten der verschiedenen Pflanzen, Thau auf sich niederzuschlagen, vergleichen zu können, ist es nöthig, die Thaumenge auf eine Einheit zu beziehen; es fragt sich nun, ob man sie auf die Flächeneinheit oder auf eine andere Einheit der Blätter reduziren solle. Die Frage kann nur durch genauere Untersuchungen entschieden werden und ich füge hier nur vorläufig die Zahlen bei, welche nach obigen Angaben das Verhältniß der Thaumenge zur Gewichtseinheit der Blätter bezeichnen, was natürlich nur für die Beobachtungstage selbst gilt.

Am 17. Juli. Auf 100 Gewichtstheile frisches Blatt
von Kartoffel (rauh) kam 24,1 Thau
von Runkelrübe (glatt) = 17,3 =
Am 18. Juli. Auf 100 Gewichtstheile frisches Blatt
von Kirsche (glatt) kam 59,2 Thau
von rother Lupine (haarig) = 42,5 =
von Weißklee (haarig) = 41,6 =
von Erbsen (glatt) = 16 =

Aus der Theorie des Thaues, wie sie seit Wells besteht, leuchtet es ein, daß haarige Blätter mehr Thau auffammeln müssen, als glatte; dieses tritt auch bei den obigen Zahlen hervor; doch macht die Kirsche eine Ausnahme, warum? läßt sich noch nicht entscheiden; vielleicht bewirkt das außerordentlich dunkle Grün der Kirschenblätter eine starke Ausstrahlung, vielleicht daß die freie Exposition in einer höheren Luftschicht die Thaumenge vergrößert.

Die specifische Bethaubarkeit verschiedener Blätter tritt unter besonderen Umständen sehr auffallend und in ziemlich räthselhafter Art hervor. Ich führe folgende Beobachtung an:

Am 8. Juni 1860 war ein schöner, sonniger Tag gewesen, die Lufttemperatur war auf 20° R., die des Bodens (3 Zoll tief) auf 19° gestiegen; am Abend war es noch heiter und warm; Nachts fing der Himmel an sich mit Wolken zu überziehen; Morgens am 9. Juni war der Himmel mit einem weißen trockenen Nebel überzogen und die Lufttemperatur auf 13°, die Bodentemperatur auf 11° R. gesunken. Diese Bedingungen waren der Thaubildung nicht günstig. Um 6 Uhr früh fand ich die Blätter von Kirschen, Weißdorn und andern Holzpflanzen ganz trocken; eben so waren auf dem Felde die Blätter von Bohnen, Erbsen, Saubohnen, Lupinen, Kartoffeln, Klee völlig trocken; auf einem Beete von 27 Quadratfuß stand ein dichter Busch Buchweizen, dessen glatte Blätter über und über naß waren, große zerflossene Tropfen bedeckten die Blätter; junger Roggen ½ Fuß hoch war mäßig bethaut, der daneben stehende ältere gar nicht; die Gräser auf den Rasenplätzen hatten starke Wassertropfen ausgeschieden an den Spitzen und Rändern der Blätter, ebenso der Erdrauch (Fumaria), Gänsedistel (Sonchus), der Frauenmantel (Alchemilla), dessen Blätter mit einem aus Wasser bestehenden Saum umgeben waren; Thau hatten diese Blätter nicht; dagegen waren die von Chaerophyllum, Plantago media (Wegerich)

und Ranunculus acris stark bethaut; die Blätter des Schöllkrautes zeigten weder ihre zierlichen Wasserausscheidungen an den Rändern, noch waren sie bethaut. Die Erde auf den Beeten war feucht, am vorigen Abend sehr trocken.

Dieses Verhalten ist einstweilen völlig unerklärlich.

Der Thau auf Pflanzen ist vielleicht das schönste und zierlichste unter den meteorischen Phänomenen. Wenn man die bethauten Blätter, bevor sie von der Sonne getroffen werden, morgens untersucht, so ist man überrascht von der außerordentlichen Regelmäßigkeit in Bezug auf Größe, Gestalt und Lage der Thautropfen auf den Blättern; wenn man dieselbe Anordnung der Tropfen auf allen Pflanzen derselben Art wiederkehren sieht, sie auf verschiedenen Pflanzen verschieden findet, so kann man nicht zweifeln, daß die Art, wie sich der Thau ablagert, von der Organisation der Pflanzen abhängt, insofern diese durch Gestalt der Oberflächen die Abkühlung und den Niederschlag bestimmt. Im Allgemeinen hängt die Vertheilung der Tropfen von dem Verlauf der Blattnerven ab; sie ist daher bei den Monocotylen vorwiegend gradlinigt, bei den Dicotylen netzartig. Auf den Nerven setzen sich die Tropfen in regelmäßigen Abständen an und gewähren das Ansehen von Perlenschnüren. Je dicker der Nerv, desto größer die Tropfen; daher sieht man auf einem Blatte alle Größen der Tropfen, je nach der Dicke der Nerven. Auf den Blättern mit glatter Epidermis lagern sich zwischen den Nerven mehr unregelmäßige Tropfen ab, ohne mit jenen zusammenzufließen; die Ränder sind meist an den Zähnen mit großen Ausscheidungstropfen regelmäßig besetzt und bei den Gräsern hängt ein größter Tropfen dieser Art an der Spitze. Die Haare auf den Blättern tragen gewöhnlich eine ganze Reihe von kleinen Tröpfchen, die man oft erst mit der Lupe erkennt; die Tropfen sitzen übereinander an dem Haar wie Perlen auf einem Draht. Auf der Oberseite fließen die Tropfen bei starkem Thau morgens in den tieferen Stellen zusammen; es sind dieß die kleinen Thäler, welche von den Blattnerven gebildet werden. An diesen Stellen adhärirt das Wasser, während es von der Epidermis der Blattgarenchyms wegrollt. Es ist daher wahrscheinlich, daß die kleine Menge des Thauwassers, welches die Blätter auffangen, durch die Haare und durch die Epidermis der Nerven eintritt. Diese Auffaugung kann indessen nur bei sehr trockenem Boden, nach heißen Tagen, wo die Pflanzen Abends noch schlaff bleiben, einigermaßen bedeutend sein; wenn

die Blätter straff, turgescirend sind und die Wurzeln noch Wasser im Boden vorfinden, ist es kaum möglich, daß der Thau in größerer Menge eindringen könnte, da alle Zellen ohnehin völlig erfüllt sind. Da sich mit dem Thau zugleich die Ausscheidungstropfen an den Spitzen und Rändern der Blätter einstellen, was man Abends im Freien leicht beobachten kann, so folgt daraus, daß die Wurzeln um diese Zeit noch viel Wasser aufnehmen und in die Blätter hinauftreiben, und zwar mehr als diese halten können; deshalb tritt es in Gestalt von Tropfen aus und darin liegt auch der Beweis, daß der Thau nicht in größerer Menge eindringen kann; denn die Ausscheidungstropfen zeigen, daß die Zellen sich im Maximum der Spannung befinden, daß sie also von außen nichts mehr aufnehmen können. Wenn dagegen die Blätter Abends, was indessen sehr selten geschieht, noch welk sind, so können sie auch den Thau aufsaugen und so ihre Straffheit wieder erlangen. Indessen darf man dem Thau in unserem Klima in dieser Hinsicht keine zu große Bedeutung beilegen, denn es thaut nur dann stark, wenn seit dem letzten Regen keine allzulange Zeit verstrichen ist, wenn also die Pflanzen auch im Boden noch hinreichendes Wasser finden; nach langer Trockenheit, wo dann meist auch die Nächte warm werden, kommt kein oder nur geringer Thau zu Stande und die Pflanzen leiden selbst in der Nacht an Trockenheit. In der Nähe des Meeres und in tropischen Ländern mag es anders sein.

Die wichtigste Rolle scheint der Thau am Morgen bei Sonnenaufgang zu spielen. Wenn die in Nachtruhe versunkenen Pflanzen plötzlich von der Sonne getroffen werden, so würden sie welken, da die Wurzeln in dem noch kalten Boden wenig thätig sind; der Thau schützt die Blätter vor plötzlich eintretender starker Transpiration nach Sonnenaufgang und so gewinnt die Pflanze Zeit in den Erregungszustand einzutreten, der dem Tage entspricht; sobald die Sonne den Thau abgetrocknet hat, ist die ganze Pflanze durch das Licht schon in den Erregungszustand versetzt, der die Wurzeln zur erhöhten Wasseraufnahme disponirt und den aufsteigenden Saftstrom beschleunigt, um die erhöhte Transpiration der Blätter zu decken.

Wenn ich auch nicht zugeben kann, daß der Thau in größerer Menge von den Blättern aufgesogen wird, so möchte ich damit nicht gesagt haben, daß die im Thau enthaltenen Stickstoffverbindungen den Pflanzen nicht zu gut kämen. Da ein Theil des Ammoniaks im Thau

als kohlensaures Salz enthalten sein soll, so ist es möglich, daß zwischen diesem und dem sauren Zellsaft Diffusionsströme stattfinden, welche einen Theil des Ammoniaks in die Zellen befördern, ohne deswegen namhafte Wassermengen mit hineinzunehmen. Wenn auch die kleine Menge von Salpetersäure, welche Boussingault im Thau fand, an Ammoniak gebunden ist, so bleibt doch immer noch die Möglichkeit offen, daß die kalihaltigen Zellwände der Oberhaut einen Zug auf die Salpetersäure ausüben, sie in das Blatt befördern.

Wenn in tropischen Ländern der Thau nach Boussingault so massenhaft auftritt, daß er in hellen Nächten wie Regen hinabrieselt, so gewinnt er dann freilich eine ganz andere Bedeutung; er führt dann nicht nur dem Boden und somit den Wurzeln namhafte Wassermengen zu, sondern auch seine Stickstoffverbindungen kommen dabei zu einer vollständigeren Wirksamkeit; das Ammoniak und die Salpetersäure des hinabtropfenden Thaues bereichert den Boden und kann unter Mitwirkung der Wurzeln eine weit vollständigere Ausnutzung finden, als durch Aufsaugung vermittelst der Blätter.

Tharand, den 13. Januar 1861.

Aus der physiologischen Literatur des Jahres 1860.

Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffee's und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. Ein Beitrag zur Feststellung des Prinzips der Erhaltung der Kraft in den Organismen von Dr. **Carl Voit**, außerord. Prof. München 1860. J. G. Cotta.

Bücher, wie dieses vorliegende, können nur von solchen Männern eine richtige Beurtheilung ihres ganzen Werthes erfahren, welche sich selbstthätig mit denselben Gegenständen beschäftigen. Wenn ich es daher versuche, einen kurzen, gedrängten Auszug der wesentlichsten Ergebnisse dieses sehr inhaltsreichen Buches zu geben, so geschieht es nur darum,

weil die daselbst behandelten Fragen über den thierischen Stoffwechsel auch für die Landwirthschaft von Bedeutung sind. Denn wenn gleich die von Herrn Prof. Voit gemachten Untersuchungen sich nur mit dem Hunde und seinem Stoffwechsel beschäftigen, so sind doch die von ihm gefundenen Thatsachen der Art, daß sie allgemeine Naturgesetze des thierischen Stoffwechsels aufweisen oder andeuten und somit müssen sie mutatis mutandis auch für die eigentlich landwirthschaftlichen Thiere eher oder später ihre Anwendung finden.

In der Einleitung giebt der Herr Verf. eine gedrängte Zusammenstellung der Ergebnisse seiner früher in Verbindung mit Prof. Bischoff gemachten Untersuchungen, welche als die Basis aller künftigen Stoffwechselversuche zu betrachten sind.

„Man will die Größe des Stoffumsatzes wissen und mißt ihn an seinen, den Körper im Harn und der Respiration verlassenden Endprodukten.“ Der Umsatz der eiweißartigen Stoffe wird an dem austretenden Harnstoff gemessen. Wenn aber der im Harn beobachtete Harnstoff einen Schluß auf den Umsatz des Eiweißes im Körper gestatten soll, so muß vorerst bewiesen sein, daß aller im Körper umgesetzte Stickstoff im Harn ausgeschieden wird. Im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen zeigte Voit, daß sich nicht immer ein Deficit im Stickstoff des Harns findet; (gemeinsam mit Bischoff wurde dann festgestellt, daß es auch Hunde giebt, bei denen der Harnstoff sich sehr schnell zersetzt; es findet nach Voit im Körper eine Zersetzung des Harnstoffs in Ammoniak statt, welches durch Haut und Lunge entweicht, und so im Harn einen Verlust von Stickstoff hervorbringt). Auch hatte man früher die Ab- und Zunahme des Körpergewichtes der Versuchsthiere nicht richtig gedeutet, indem man die Zunahme als Fleischansatz, die Abnahme als Fleischverlust betrachtete, während durch Aus- und Eintritt von Wasser und Fett in und aus dem Organismus Gewichtsänderungen eintreten können, welche mit dem Stickstoffumsatz nichts zu thun haben, ihn unkenntlich machen oder geradezu da eine Zunahme an Körpermasse zeigen, wo in der That eine Abnahme an Fleisch (stickstoffhaltiger Masse) stattfindet und vice versa. „Nachdem wir uns, fährt der Verf. fort, bei unserem Hunde auf's Sicherste überzeugt hatten, daß er allen Stickstoff im Harn und Koth entleere, waren wir erst im Stande, eine solche Zu- und Abnahme des Körpergewichtes richtig zu

schätzen." Entleert der Hund im Harn genau soviel Stickstoff als er im Futter aufgenommen, so wurde ebenso viel umgesetzt als aufgenommen worden, entleert er weniger, so ist das Uebrige von der Nahrung als Körperfleisch angesetzt worden, entleert er mehr, so ist dem entsprechend der Umsatz größer gewesen als die Aufnahme und das Körperfleisch hat einen Theil seiner Masse im Umsatz verloren. Auf diese Art wird der Stickstoffumsatz erkannt; aus den gleichzeitig beobachteten Körpergewichten und dem verbrauchten Sauerstoff kann man auf den Umsatz an Fett und Wasser in den Organen schließen. Der ganze Schwerpunkt der Untersuchung liegt also darin, ob man allen ausgeschiedenen Stickstoff im Harn und Koth wiederfindet und nichts durch Zersetzung verloren geht; wo nicht aller Stickstoff in den Excrementen nachweisbar ist, wird jede Untersuchung über den Stoffwechsel vergeblich. Es giebt Thiere, die nicht allen Stickstoff im Harn und Koth ausscheiden, es giebt solche, die es thun, und nur an letzteren darf man beobachten; für den Menschen ist es noch nicht nachgewiesen, folglich die Zuverlässigkeit der Stoffwechselbeobachtungen am Menschen noch problematisch.

Außerdem muß man auch die Gesetze des Stoffwechsels kennen, wenn man die Wirkung einer bestimmten Substanz auf den Stoffwechsel eruiren will. Die hier in Betracht kommenden allgemeinsten Gesetze des Stoffumsatzes haben Bischoff und Voit festgestellt; die Größe des Umsatzes hängt von drei Ursachen ab, die immer vorhanden sind: 1) der Masse des Körpers an Fleisch und Fett; 2) der Masse des genossenen Fleisches (Eiweißgebilde) und Fettes (oder Kohlehydrat) und 3) der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs.

Die Zerstörung von Eiweiß im Körper scheint unumgänglich nöthig; denn beim Hungern wird immer Eiweiß und Fett des Körpers zugleich verbrannt; selbst die größten Mengen gefressenen Fettes oder von Kohlehydraten vermögen nicht, die Zerstörung des Körperfleisches (Eiweiß) zu verhindern. Frißt der Hund bloß Fleisch, so setzt er immerfort noch von seinem eigenen um, bis das aufgenommene eine bestimmte Größe erreicht; der benützte Hund brauchte, um den nothwendigen Eiweißumsatz zu decken, täglich mehr als 1500 Gramm Fleisch. Außerhalb des Körpers ist das Eiweiß viel schwerer verbrennlich als das Fett, im Körper dagegen wird das Eiweiß der Nahrung früher als das Fett angegriffen, dieses wird erst in Angriff genommen, wenn kein Eiweiß mehr disponibel ist. Trotz dieser leichten Zerstörbarkeit des in der Nahrung

aufgenommenen Eiweißes und obgleich der Körper das Bedürfniß hat, große Mengen Eiweiß zu zersetzen, wird dennoch bei hungernden Thieren nur sehr wenig Eiweiß zerstört, obgleich der Körper die Fähigkeit hat, große Mengen umzusetzen. Dr. Voit folgert hieraus, daß das im Körper bereits angesetzte Eiweiß sich anders verhält, als das eben in der Nahrung aufgenommene. Das Eiweiß der Nahrung werde aufgenommen und durch die Organe circulirend, werde es leichter zerstört als das schon organisirte, welches am Orte bleibt. Sobald eine Eiweißlösung die Zellmembranen durchwandert und Sauerstoff da ist, findet die Verbrennung statt, und sie hält so lange an, bis kein Eiweiß oder kein Sauerstoff mehr vorhanden ist.

Bei einem hungernden Thiere ist die Saftströmung des geringen Materials wegen sehr vermindert, der Sauerstoff begegnet daher wenig kreisendem Eiweiß und kann wenig zerstören, der Rest des Sauerstoffs wirft sich auf das Fett. Bei fortgesetztem Hungern nimmt die Quantität des Eiweißes immerfort ab und somit auch seine Zersetzung. „Das Leben hört auf, wenn aus Mangel an Eiweiß kein Durchströmen durch die Organe mehr stattfindet, denn die Wechselwirkung von Gewebe, strömender Parenchymflüssigkeit und Sauerstoff ist das Leben.“ Bei Eiweißnahrung (reines Fleisch) allein, richtet sich nun die Zerstörung des aufgenommenen Eiweißes nach seiner Masse, der Masse des Organes (Körpergewicht) und dem Sauerstoff. Ist mehr Eiweiß in den Körper eingeführt, als der aufgenommene Sauerstoff zerstören kann, so wird der übrige Theil von jenem in den Organen angesetzt; ist dagegen mehr Sauerstoff vorhanden, so wirft er sich auf's Fett. Aus den angegebenen Gründen leuchtet ein, daß zur Erhaltung des Körpergewichtes weit mehr Fleisch aufgenommen werden muß, als im Hunger zerstört wird. Der Umsatz des hungernden Thieres kann nicht zum Maße des Umsatzes eines ernährten Thieres gemacht werden. Auch ist die zur Verhinderung des Gewichtsverlustes des Körpers nöthige Fleischmenge bei demselben Thiere verschieden, je nachdem dasselbe ausgehungert ist, oder sich in gutem Körperzustande befindet; denn ein ausgehungerter Körper hat weniger Masse, zersetzt dem entsprechend weniger von dem gefütterten Eiweiß, das Thier nimmt einen Theil der reichlichen Nahrung in seine Organe auf, setzt an, dadurch wird es nun fähig, größere Massen umzusetzen; die vorige Futtermenge genügt jetzt nicht mehr, sie muß erhöht werden, wenn kein neuer Verlust stattfinden soll. Dr. Voit hebt hervor,

daß das dem herabgekommenen Körper so nöthige Eiweiß zunächst nicht zum Ansatz verwendet wird, es wird zerstört; die Verbrennung und der Ansatz richtet sich keinesweges nach dem Bedürfniß des Körpers, sondern allein darnach, ob der vorhandene Sauerstoff noch disponibles Eiweiß vorfindet oder nicht; nur das, was der Sauerstoff übrig läßt, wird angesetzt. Reicht dagegen das Eiweiß nicht aus, so wird das Fett durch den Sauerstoff in Angriff genommen.

Fett oder Kohlehydrate allein, ohne Eiweiß, sind niemals im Stande, auch in größter Menge gefüttert, den Körper vor seiner eigenen Zerstörung zu schützen: es erscheint fortwährend Harnstoff im Harn, wenn auch etwas weniger als bei völliger Nahrungsentziehung. Das Fett oder die Kohlehydrate nehmen nur einen Theil des Sauerstoffs im Körper in Beschlag, können aber nicht verhindern, daß der übrige den Körper selbst angreift. Die Kohlehydrate wirken in diesem Sinne günstiger als das Fett, weil sie sogleich im Blute verbrannt werden. Das im Körper angesetzte Fett verhindert die Fleischzerstörung kräftiger als das erst aufgenommene Fett. Durch Fütterung mit Fett oder Kohlehydraten kann zwar der Fleischumsatz nicht verhindert werden, aber wohl die Zerstörung des Körperfettes, es kann hierdurch sogar Fettansatz herbeigeführt werden. Die Kohlehydrate sind vermöge ihrer Verbrennung im Blute ein kräftigeres Mittel gegen die Zerstörung des Fleisches, wenn es dagegen auf Fettbildung im Körper ankommt, so müssen die Kohlehydrate in größerer Menge als die Fette angewendet werden, weil jene in gleicher Masse viel mehr Sauerstoff enthalten.

Auch der Leim kann den Eiweißumsatz mäßigen und wirkt hierbei kräftiger als Fette und Kohlehydrat, ganz kann er aber das Eiweiß nicht ersetzen.

Wenn es auf Erhaltung des Körpergewichtes ankommt, so stellt sich ein bestimmtes Verhältniß von Fleisch und Fett oder Kohlehydraten in der Nahrung als das günstigste heraus. Das Fett nimmt immer einen Theil des Sauerstoffs in Beschlag und verhütet so eine zu massenhafte Verbrennung des Eiweißes.

Da der Umsatz, wie oben gezeigt wurde, von der Geschwindigkeit der Circulation abhängt, so wird auch durch Wasseraufnahme der Stoffwechsel beschleunigt, die Harnstoffausscheidung vergrößert.

In diesen, der Einleitung des Voit'schen Werkes entlehnten Sätzen, sind die Prinzipien enthalten, wonach seine neuen Untersuchungen beurtheilt sein wollen.

In der Untersuchung „Ueber den Einfluß des Kochsalzes in der Nahrung auf die Stoffwechselvorgänge" behandelt er die Fragen „auf welchem Wege wird das eingeführte Kochsalz aus dem Organismus entfernt?" und „hat das Kochsalz auf die Harnstoffmenge einen Einfluß oder nicht?"

Auf welchem Wege das aufgenommene Kochsalz den Körper verläßt, war bisher nicht erklärt, denn die früheren Beobachter konnten im Harn nicht alles genossene Salz auffinden.

Daß das Kochsalz den Stoffwechsel erhöht, ist eine jetzt allgemeine Annahme; Voit bearbeitet die Frage gerade deswegen nochmals, um die den Umsatz im Körper bedingenden Umstände allseitig kennen zu lernen.

Diese Untersuchungen wurden wieder am Hunde gemacht; er wurde mit reinem, von Fett, Sehnen u. s. w. befreitem Fleisch gefüttert; mit der größten Sorgfalt wurde darauf gesehen, dem Hunde täglich dieselbe Nahrung zu geben; er erhält sein Fleisch für 24 Stunden auf ein Mal zu festgesetzter Stunde am Morgen. Die Fleischmenge muß hinreichen, den Eiweiß- und Fettverbrauch des Hundes gerade zu decken; die Fütterung wird so eingerichtet, daß man allen gefreffenen Stickstoff wieder erhält, also weder Ansatz noch Abnahme stattfindet. Füttert man dann den Hund in diesem Gleichgewichtszustande zwischen Nahrung und Umsatz mit Kochsalz, und erhält man dadurch mehr Harnstoff als vorher, so zeigt dieß eine Vermehrung des Umsatzes. Der Hund war derselbe, der zu den früheren Arbeiten von Bischoff und Voit benützt wurde, und von dem man wußte, daß er allen Stickstoff im Harn wiedergab.

Um den Gleichgewichtszustand dieses Thieres zu erhalten, waren täglich 1500 Grm. Fleisch nöthig. Vor 12 Uhr Mittags durfte das Thier nach Belieben trinken. Der Harn wurde sorgfältig gesammelt. (Die Bestimmung des Kochsalzes im Harn ist in dem Werke nachzusehen.) Nachdem der Verf. die Arbeiten von Brunner und Valentin, Barral, Hegar, Kaupp besprochen hat, geht er auf seine eigenen Ergebnisse über. Kaupp hatte gezeigt, daß bei Fütterung mit verschiedenen Quantitäten von Salz, der Körper kleine Mengen aufspeichern könne, welche er, bei zu geringer Salzzufuhr, alsdann umsetzt und aus-

scheidet. Die ausgeschiedene Salzmenge richtet sich also danach, wie viel Salz das Thier früher genossen, wie viel es im Körper gesammelt hatte. „Wird Kochsalz in's Blut aufgenommen, fährt Voit fort, und braucht der Körper keines davon, oder hat das Blut schon ein Maximum an demselben erreicht, so muß, dieß ist klar, alles wieder ausgeschieden werden. Ich kenne keinen anderen Weg als den durch den Harn, den Koth oder die Haut. Der Koth enthält, wenn durch das Salz keine Diarrhöen entstehen, so gut wie kein Kochsalz; die Haut führt nur dann, wenn sie schwitzt, Salz in erheblicher Menge weg; es müßte also bei nichtschwitzenden Menschen und vor Allem bei Hunden, die nur selten schwitzen, alles Kochsalz im Harn sich finden. Es hat aber das Blut oder die Organflüssigkeit eine gewisse Breite der Aufnahmsfähigkeit für Kochsalz, so daß sich darin zu verschiedenen Zeiten verschiedene Mengen davon befinden können; in diesem Falle wird man im 24 stündigen Harn nicht alles eingeführte Kochsalz antreffen." Man muß daher die Salzmenge kennen, welche täglich entleert wird, wenn die Nahrung eine eben ausreichende Kochsalzmenge enthält; alsdann wird einige Tage lang mehr Kochsalz gegeben, zuletzt geht man wieder auf die frühere Dosis zurück und fährt damit fort, bis ebenso viel Salz wie früher im Harn erscheint, um zu sehen, wie viel Salz im Körper sich angehäuft hat. Auf diese Art erhält man alles gefütterte Salz beim Hunde im Harn wieder.

Die Einzelnheiten der Versuche müssen wir hier und im Folgenden übergehen; die Resultate, zu denen Dr. Voit gelangt, sind folgende:

1) „Die Kochsalzausscheidung ist im Ganzen proportional der Zufuhr, jedoch bleibt bei reichlicher Zufuhr im Körper mehr Kochsalz zurück, als bei geringer.

2) Deshalb muß bei Steigerung der Zufuhr im Anfang weniger entleert werden, als die Zufuhr beträgt und bei geringerer Zufuhr in der ersten Zeit ein Plus auftreten, so lange, bis sich der Körper mit der eingeführten Menge Salz in's Gleichgewicht gesetzt hat.

3) Beachtet man dies, so findet man sämmtliches Kochsalz der Nahrung im Harn wieder auf."

Die zweite vom Verf. behandelte Frage, ob das Kochsalz in größerer Menge zugeführt, Aenderungen in den Ernährungsverhältnissen und Zersetzungen hervorrufe? hat gerade gegenwärtig in der Landwirthschaft eine große Bedeutung erlangt und ich folge daher den Angaben des Herrn Verf.'s mehr in's Einzelne.

Zunächst hebt er hervor, daß das Kochsalz den Appetit der Thiere zu verstärken scheine. Nach Boussingault konnten Stiere bei Salzgenuß mehr Heu verzehren und mehr Fleisch produziren als ohne Salz. Das Gleiche geben Daurier und Dailly von Hammeln an.

Es folgen nun genauere Angaben über den steigenden Wasserconsum des Hundes bei steigender Salzaufnahme. Vom 14. September bis 16. October durfte der Hund nach Belieben trinken; im Durchschnitt betrug die Menge des getrunkenen Wassers

bei	0	Grm. Salz	107	CC.	Wasser
=	5	=	232	=	=
=	10	=	352	=	=
=	20	=	665	=	=

Die Stiere, mit denen Boussingault experimentirte, tranken (im Mittel aus 117 Tagen) binnen 24 Stunden bei Salzgenuß 54 Liter Wasser, ohne Salz nur 31 Liter; Daurier, Dailly und Barral fanden ähnliche Zahlen bei Hammeln.

Die Wasserausscheidung im Harn des Hundes gab folgende Mittelwerthe

bei	0	Grm. Salz	935	CC.	Harnwasser
=	5	=	948	=	=
=	10	=	1042	=	=
=	20	=	1284	=	=

Durch den Salzgenuß wird also die Wasserausscheidung vermehrt, aber nicht proportional dem Salz; bei 5 Grm. Salz findet kaum eine Vermehrung des Harnwassers statt, bei 10 und 20 Grm. Salz steigt aber die Wasserausfuhr um namhafte Mengen.

Sehr merkwürdig ist es nun, daß diese Vermehrung des Harnwassers keineswegs nur auf Rechnung des vermehrten Trinkens bei Salzgenuß kommt, sondern unabhängig von der Wasseraufnahme dasteht, daß also die Aufnahme von Salz an und für sich harntreibend wirkt. Ueber diesen wichtigen Punkt drückt sich der Herr Verf. folgendermaßen aus:

„Es wird nun Jedermann sagen, daß diese vermehrte Wasserausfuhr im Harn einfach bedingt gewesen sei durch die größere Einnahme am Wasser; man wird meinen, der Hund habe eben in Folge des Kochsalzes Durst bekommen, das eingeführte Wasser sei aber an und für sich überflüssig gewesen, und würde deshalb aus dem Körper wieder entfernt. Ich glaubte dies im Anfang auch; um mich aber zu

vergewissern, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, in denen der Hund nichts zu saufen bekam. Nach obiger Annahme hätte das Resultat sein müssen, daß er bei Kochsalzeinfuhr nicht mehr Wasser im Harn entleerte als sonst, daß er aber von Durst geplagt worden wäre, dem war aber nicht so." Die Versuche vom 17. October bis 2. November zeigen, daß, wenn der Hund nicht trinken durfte, folgende Mengen ausgeschieden wurden:

bei	0	Grm. Salz	828	CC.	Harnwasser
=	5	=	898	=	=
=	10	=	987	=	=
=	20	=	1124	=	=

Obgleich also der Hund gar kein Wasser trank, vermehrte sich dennoch die Wasserausscheidung bei Salzgenuß, ja sie blieb nicht einmal namhaft hinter der zurück, welche bei ungehindertem Trinken stattfand. Die 1500 Grm. Fleisch, welche der Hund täglich fraß, enthielten 1138,5 Grm. Wasser; bei 20 Grm. Salz schied er 1124 Grm. Wasser im Harn aus; das durch die Respiration entweichende mußte also aus dem Wasser des Körpers entnommen, dieser also wasserärmer werden. Aus diesem Umstande folgert Dr. Voit, daß das aufgenommene Salz zu seiner Abscheidung nothwendig ein gewisses Wasserquantum mitnehmen muß, daß es nur in bestimmter Verdünnung ausgeschieden werden kann. Unsere Ansicht über den Zusammenhang zwischen Salzgenuß, Durst und Wasseraufnahme und Abgabe muß also geradezu umgekehrt werden; das Salz bewirkt eine größere Ausscheidung von Wasser, der Körper wird wasserärmer, dieß wird als Durst empfunden, darauf Wasser zur Abhülfe aufgenommen. Der Zucker hat zu seinem Austritt in den Harn ebenfalls viel Wasser nöthig, daher entleeren die Harnruhrkranken soviel und darum trinken sie so viel.

Dr. Voit erklärt dem Obigen zu folge das Kochsalz für ein Diureticum im strengen Sinne des Wortes, d. h. als ein Mittel, den Körper wasserärmer zu machen, welcher Zweck jedoch nur dann erreicht wird, wenn das Salz das zu seiner Ausscheidung nöthige Wasser aus dem Körper selbst nehmen muß; bei vielem Trinken bleibt natürlich diese eigenthümliche Wirkung aus, da das Salz dann mit Hülfe des getrunkenen Wassers austritt.

Endlich wird die Frage behandelt, wie sich die Zersetzungen der stickstoffhaltigen Theile bei Kochsalzgenuß verhalten.

Der Verf. führt die Versuche von Boussingault mit Rindern an. Drei Rinder erhielten dabei binnen 13 Monaten täglich 34 Grm. Kochsalz zu ihrem Futter; drei andere keines. Die ersteren nahmen um 516 Kilogrm. zu, die letzteren um 452; aus 100 Kilogrm. Futter produzirten jene 7,19 Kilogrm., diese 6,83 Kilogrm. Körpermasse. Gegenüber diesen geringen Aenderungen im Gewicht traten namhafte Differenzen im Aussehen der Thiere zu Gunsten des Kochsalzes auf.

Die Behauptung Barral's, daß das Salz zugleich mästend wirke und doch eine Vermehrung der organischen Ausscheidungen im Harn bedinge, weist Dr. Voit als in sich widersprechend (?) zurück.

Die Gültigkeit der Kaupp'schen Angaben über die Vermehrung des Harnstoffs bei Salzgenuß (am Menschen) bezweifelt Dr. Voit, weil für den Menschen noch nicht nachgewiesen sei, daß er allen Stickstoff im Harn entleert und weil die Stickstoffgehalte der menschlichen Nahrung nicht so genau, wie hier nöthig, zu ermitteln seien. Indessen stimmen doch Kaupp's Resultate mit denen von Voit im Allgemeinen, insofern sie eine Vermehrung des Umsatzes durch Salzgenuß andeuten.

Aus seinen eigenen Versuchen am Hunde leitet der Verf. folgende Mittelzahlen ab.

Aufgenommenes	Ausgeschiedener Harnstoff:		
Kochsalz.	bei Wasseraufnahme.	ohne Wasseraufnahme.	Mittel.
0	108,2	106,6	107,4
5	109,1	110,0	109,5
10	109,6	112,2	110,9
20	112,6	113,0	112,8

Demnach steigt die Harnstoffausscheidung bei steigendem Salzgenuß. Die 1500 Grm. Fleisch, welche ohne Salzzusatz für den Hund eben den Gleichgewichtszustand erhielten, genügten nicht mehr bei Salzzusatz, er gab dann von seinem Körper her.

Dr. Voit erörtert nun die Frage, ob die vermehrte Harnstoffausscheidung bei Kochsalzgenuß auf die größere Wasserein- und Ausfuhr, welche die Circulation beschleunigt, zu schieben sei. Er erklärt sich gegen diese Annahme, weil die Vermehrung des Harnstoffs auch dann bei Salzgenuß eintritt, wenn keine vermehrte Wassereinnahme statt hat. Dagegen nimmt er an, daß durch das Salz an und für sich, auch wenn keine vermehrte Wasserzufuhr stattfindet, die Circulation im Organismus

beschleunigt werde und daß diese Beschleunigung als Ursache des erhöhten Umsatzes zu betrachten sei.

Als Endresultat dieser Untersuchungen über das Kochsalz finden wir folgende Sätze:

1) „Das Kochsalz macht vermöge seiner physikalischen Eigenschaften die Saftströmung im Organismus stärker, vermehrt so die Oxydation des Eiweißes und dadurch die Harnstoffmenge.

2) Um das Salz aus dem Körper in den Harn abzuscheiden, ist Wasser nöthig; dies Wasser geht in den Harn über und wird von dem sonst durch die Lungen ausgeschiedenen und, wenn dies nicht reicht, von den Organen genommen; somit ist das Kochsalz ein harntreibendes Mittel."

In der zweiten Abhandlung des vorliegenden Werkes „Untersuchung über die Wirkung des Kaffee's auf den thierischen Organismus" gelangt der Herr Verf. zu Resultaten, welche von den bisher geltenden Ansichten über diesen Gegenstand weit abweichen. Ich folge auch hier seinem Gedankengange so genau als möglich und hebe nur hervor, daß, wenn Voit's Resultate von den bisher geltenden Ansichten soweit verschieden sind, dies wesentlich auf dem Umstande beruht, daß er vermöge seiner mit Bischoff gemachten Entdeckungen über die allgemeinsten Gesetze des Stoffwechsels und zumal vermöge seiner Beobachtungen über die Harnstoffausscheidung des Hundes auf einem wesentlich anderen Fundamente steht bei Beurtheilung der Beobachtungsdaten, als seine Vorgänger, welche jener sicheren Grundlage entbehrten. Es ist der Vortheil, den lange fortgesetzte, monographische Studien über ein bestimmtes Thema gewähren, daß man dadurch nicht nur die Genauigkeit der Beobachtungen und die Sicherheit der Beurtheilung steigert, sondern neue Standpunkte gewinnt, von denen aus ein ganzer Kreis von Erscheinungen plötzlich ein anderes Ansehen bekommt. Sobald aber ein neuer Standpunkt gewonnen ist, kann man die früheren Beobachtungen im Einzelnen nicht verdammen, sondern nur den früheren Standpunkt selbst der Kritik unterziehen.

Man hat bisher an der Ueberzeugung festgehalten, daß die narkotischen Genußmittel, der Kaffee, Thee, Tabak u. s. w. eine Verlangsamung des Stoffwechsels, oder concreter gesprochen, eine Verminderung der Harnstoffabscheidung bewirken, und daß sie gerade diesem Umstande ihre Bedeutung unter den Lebensmitteln der Menschen verdanken. Prof. Voit zieht die Beweiskraft der früheren Versuche in Zweifel, weil die

früheren Beobachter sich nicht überzeugt haben, ob die zu den Versuchen benützten Organismen auch einer genauen Beobachtung des Stickstoffumsatzes zugänglich seien, d. h. ob sie allen umgesetzten Stickstoff im Harn entleeren. Aus diesem Grunde machte er seine Versuche über den Kaffee wieder mit einem Hunde; er richtete einen gesunden ausgewachsenen Hofhund von 27—30 Kilogrm. Gewicht so ab, daß er zu bestimmten Tageszeiten an einem bestimmten Orte allen Harn in ein untergehaltenes Glas ließ; das Thier befand sich in einem möglichst gleich erwärmten Zimmer in einem geräumigen Käfig. Um 8 Uhr früh wurde der Hund nach der Entleerung der Blase gewogen, im Lauf des Vormittags verzehrte er seine Nahrung; nur um 11 Uhr Vormittags und gegen Abend verließ er den Käfig, um den Harn zu lassen. Die Harnstoffbestimmung geschah nach Liebig's Titrirmethode, bei Fleischnahrung mit 5 CC. Harn, bei Brodnahrung mit 10 CC.

Der erste Abschnitt der Untersuchung beschäftigt sich mit vier Beobachtungsreihen. In der ersten Reihe bekam der Hund 29 Tage lang beliebig Brod, eine bestimmte Menge Milch, in der eine bestimmte Menge Rohrzucker gelöst war und beliebig Wasser, um den Stoffwechsel ohne Kaffee zu beobachten; in der zweiten Reihe von 28 Tagen erhielt er zu dem obigen Futter noch Absud einer bestimmten Menge Kaffees zur Milch; in einer sogleich darauf folgenden dritten Reihe erhielt er das Futter binnen 21 Tagen so wie in der ersten ohne Kaffee; in der vierten Reihe von 21 Tagen wie in der zweiten mit Kaffee.

Während der ersten Reihe erhielt der Hund im Durchschnitt täglich:

675,1	Grm.	Brod,
303,7	=	Milch,
36,0	=	Zucker,
633	=	Wasser,

worin 10,6 Grm. Stickstoff und 1210,2 Grm. Wasser enthalten sind.

Dafür betrug die tägliche Ausgabe:

Harn	814	Grm.	Wasser,
850 Grm.	23,84	=	Harnstoff (11,1 Grm. Stickstoff).
Koth	178,69	=	Wasser,
221,1 Grm.	42,39	=	Festes (1,4 Grm. Stickstoff).
			Zusammen = 12,5 Grm. Stickstoff.

Haut und Lunge:	434,4	Grm.	Wasser,
1106,5	230,9	=	vom Wasserstoff,
	672,1	=	Kohlensäure = 183,3 Grm. Kohlenstoff,
	531	=	Sauerstoff von Außen.

Resultat am Körper täglich: Verlust von 57 Grm. Fleisch (1,9 Grm. Stickstoff),
Ansatz von 57 = Wasser.

Körpergewicht = 29,2 Kilogrm.; Wärmeeinheiten 1,663 Millionen.

Der Hund konnte also seinen Stoffwechsel durch die genannte Nahrung nicht unterhalten, sondern gab noch von seinem eigenen Fleische täglich 57 Grm. her (entsprechend den 1,9 Grm. N., welche mehr ausgeschieden als aufgenommen wurden); demnach hatte er am Ende der Reihe um 1657 Grm. Fleisch weniger; es ging im Koth unzersetztes Brod ab, obgleich der Körper Mangel litt, demnach mußte das Thier nicht im Stande sein, so viel Brod aufzunehmen, um seinen Umsatz zu decken. Der Verlust an Fleisch wurde gerade durch Wasser ersetzt; es ist aber nicht gewiß, ob nicht auch Fett verloren ging und durch Wasser ersetzt wurde.

In der zweiten Reihe bekam der Hund neben dem früheren Futter noch einen Kaffeeabsud, der 0,24 Grm. Stickstoff enthielt, welcher ganz als Kaffein berechnet 0,83 Grm. Kaffein entspricht; der tägliche Kaffeeaufguß wurde aus 35 Grm. = 2 Loth Bohnen bereitet.

Die Ergebnisse dieser zweiten Reihe auf 24 Stunden berechnet ergaben:

Einnahmen:	732,6	Grm.	Brod,
	296,2	=	Milch,
	35,1	=	Zucker,
	442	=	Kaffeeabsud,
	435	=	Wasser.

Darin sind enthalten 11,5 Grm. Stickstoff und 1466,8 Grm. Wasser.

Ausgaben: Harn	961	Grm.	Wasser,	
994 Grm.	21,54	=	Harnstoff	(10,4 Grm. Stickstoff).
Koth	229,73	=	Wasser,	
279,2 Grm.	49,47	=	Festes	(1,6 = Stickstoff).
			Summa	12,0 Grm. Stickstoff.

Haut und Lungen:	496,5 Grm.	Wasser,
1197,5	(242,1 =	vom Wasserstoff),
	701,0 =	Kohlensäure (=191,2 Grm. Kohlenstoff).
	552 =	Sauerstoff von Außen.

Resultat am Körper: Verlust von 13,5 Grm. Fleisch (0,4 Grm. Stickstoff),
Ansatz von 32,3 = Wasser.

Körpergewicht: 29,8 Kilogrm.; Wärmeeinheiten 1,730 Mill.

Der Hund konnte also auch hier nicht seinen Umsatz an stickstoffhaltiger Masse durch das Brod decken; er gab täglich 13,5 Grm. seines eigenen Fleisches in den Umsatz, also 379 Grm. während der ganzen Reihe.

Da in dieser Reihe mehr Brod verzehrt und mehr Wasser getrunken wurde, so könnte es scheinen, als ob der Kaffee dem Körper zu größerer Aufnahme von Brod disponirt hätte, welche Ansicht Prof. Voit zurückweiset. In dieser Reihe wurden 154 Grm. Harn mehr entleert als in der ersten. Dieser Ueberschuß besteht aus Wasser, welches in größerer Menge getrunken wurde; der Harnstoff ist täglich um 2,3 Grm. vermindert und dem entsprechend der Verlust an Körperfleisch von 57,7 Grm. auf 13,5 Grm. gesunken. „Es würden die früheren Beobachter daraus geschlossen haben, der Kaffeegenuß vermindere die Harnstoffausscheidung und den Stickstoffumsatz und zwar um die nicht unbeträchtliche Größe von 2,3 Grm. Harnstoff oder 40 Grm. Fleisch im Tag, da ja Nahrung und andere äußere Einflüsse möglichst gleichmäßig gehalten wurden." Allein Prof. Voit setzt den verminderten Umsatz auf Rechnung des verminderten Körperfleisches, da ja das Thier in der zweiten Reihe Anfangs um 1657 Grm. an Fleisch ärmer war und weil nach den oben gegebenen Grundsätzen der Stickstoffumsatz von der Masse des Körperfleisches abhängt. Wenn also in dieser zweiten Reihe bei Kaffeegenuß ein geringerer Stoffwechsel stattgefunden hat, als in der ersten ohne Kaffee, so ist das nicht die Folge des Kaffees, sondern die Wirkung des Fleischverlustes in der ersten Reihe. Auch weist der Verfasser nochmals darauf hin, daß das Körpergewicht nicht zur Beurtheilung der Stoffwechselvorgänge dienen kann, da in dieser Reihe bei 13,5 Grm. täglichem Fleischverlust 32,3 Grm. Wasser in die Zusammensetzung des Körpers eintrat.

Ich habe einige Zahlen aus den ersten beiden Reihen mitgetheilt, um eine genauere Vorstellung von dem Gedankengange des Herrn Verf.'s zu geben. Im Folgenden führe ich nur die weiteren Resultate kurz an,

und verweise auf den Text der interessanten Abhandlung selbst. In der dritten Reihe, wo kein Kaffee gereicht wurde, hätte nach der früheren Ansicht der Harnstoff sich vermehren müssen. Aber er fiel abermals um 2,8 Grm. täglich, weil der Körper abermals an Fleisch verloren hatte. In der vierten Reihe, wo wieder Kaffee gereicht wurde, fraß der Hund weniger Brod täglich als in der dritten Reihe, woraus der Verf. schließt, daß das Mehrfressen in der zweiten Reihe nicht Wirkung des Kaffees gewesen, weil sonst der Hund auch in der vierten Reihe hätte mehr fressen müssen. Der Körper war in der vierten Reihe schon so herabgekommen, daß bei der unzureichenden Ernährung dennoch kein Körperfleisch mehr zersetzt wurde. Der Verf. leugnet auf's Bestimmteste jede Wirkung des Kaffees auf den Stoffwechsel. So wie in der zweiten Reihe, wurde auch in der vierten bei Kaffeegenuß mehr Wasser getrunken und ausgeschieden.

Den Stickstoffkreislauf in den vier Reihen zeigt folgende Tabelle:

	Einnahme an N täglich	Im Harn N täglich	Im Koth N täglich	Fleisch am Körper
I. ohne Kaffee	10,57	11,13	1,40	— 57,0
II. mit Kaffee	11,50	10,38	1,57	— 13,5
III. ohne Kaffee	9,99	8,75	1,36	— 3,6
IV. mit Kaffee	9,80	8,31	1,39	+ 3,0

„Die Stickstoffeinnahme wird nach und nach kleiner, weil das Thier bei Brodnahrung fortwährend an Fleisch abnimmt und dadurch die Möglichkeit der Aufnahme von Brod geringer wird; wegen dieser Abnahme an Fleisch vom Körper und wegen der geringeren Menge Nahrung fällt der im Harn ausgeschiedene Stickstoff beständig. Die Verminderung von Stickstoff im Harn und der Abgabe im Fleisch nähert sich allmählig einer Grenze, welche erreicht ist, wenn durch die Abnahme des Körpers an Fleisch die Brodnahrung hinreicht, den Stickstoffumsatz zu decken. Hätte der Kaffee irgend eine Wirkung gehabt, so müßte keine Annäherung an diese Grenze, sondern ein abwechselndes Fallen und Steigen der Harnstoffmenge eingetreten sein."

Prof. Voit macht noch folgende Betrachtungen: Angenommen, die Abnahme des Harnstoffs sei eine Wirkung des Kaffees, so könne doch eine Verminderung von 0,7 und 0,4 Stickstoff unmöglich hinreichen, um daraus das viele Kaffeetrinken zu erklären. Für 3 Kreuzer wurden 35 Grm. Kaffee gekauft, für dasselbe Geld erhielt man 153 Grm.

Fleisch. Der Kaffee war nicht im Stande die Zerstörung des Körperfleisches zu hindern. Für 3 Kreuzer Fleisch hätte der Hund 153 Grm. Fleisch bekommen, um seinen Verlust von 57 Grm. Körperfleisch damit zu ersetzen.

Obgleich der Hund von 29457 auf 30395 Grm. zugenommen hatte während der ganzen vier Versuchsreihen, hatte er doch 2060 Grm. Fleisch vom Körper verloren, während 2998 Grm. Wasser in die Zusammensetzung des Körpers eintraten. Der Organismus war also wässerig und zu größeren Kraftäußerungen untauglich, wie es bei Kaffeetrinkern unter Menschen der Fall ist. Aehnlich soll die Ernährung mit Kartoffeln oder ungenügender Kost wirken. Der Körper nimmt an Fleisch ab und wird wässeriger bis endlich die Fleischmasse so gering wird, daß die unzulängliche Nahrung endlich doch hinreicht, den Stoffumsatz des herabgekommenen Körpers zu decken. Nach der früheren Ansicht sollte gerade in diesem Falle der Kaffee von besonderem Nutzen sein, während die Voit'sche Untersuchung zeigt, daß, wenn der Körper mit der schlechten Kost sich erst ins Gleichgewicht gesetzt hat, keine Aenderung der Stickstoffausscheidung eintritt.

In vier anderen Versuchsreihen mußte der Hund hungern, er erhielt 4 Tage lang täglich blos 303,7 Grm. Milch mit 36 Grm. Zucker und 450 CC. Wasser. In einer zweiten Reihe von 4 Tagen dasselbe, aber statt des Wassers 450 CC. Kaffeeabsud von 35 Grm. gerösteten Bohnen. In der dritten Reihe wie in der ersten in der vierten wie in der zweiten. Diese Versuche ergaben dasselbe Resultat wie die ungenügende Brodfütterung; der Körper verliert allmählig an Fleisch und somit vermindert sich die Harnstoffmenge. Zuletzt wird die Harnstoffabnahme beinahe constant.

Die Stickstoffausgabe während dieser vier Reihen stellt sich folgendermaßen:

	Stickstoff im Harn.	Fleisch vom Körper.
I. ohne Kaffee	7,29	161
II. mit Kaffee	5,72	107
III. ohne Kaffee	4,85	89
IV. mit Kaffee	4,83	79

Es folgen endlich vier Versuchsreihen, wobei der Hund täglich 1000 Grm. Kuhfleisch erhielt, welches sorgfältig vom Fett und Bindegewebe gereinigt war; dazu wurde in der ersten und dritten Reihe Milch

mit 450 CC. Wasser gegeben, in der zweiten und vierten eben soviel Milch mit 450 CC. Kaffeeabsud. Jede Reihe dauerte 12 Tage. Die erste Reihe begann nachdem sich der Hund 10 Tage lang bis zum 27. Februar von der Hungerreihe erholt hatte, wo er im Freien viel Harn ließ und so erst sich zeigte, wie sehr er abgemagert war. Er gab bei besserer Kost das angesetzte Wasser ab und setzte dafür Fleisch an. In der ersten neuen Reihe wurden von den 1000 Grm. gefressenen Fleisches nur 987 Grm. umgesetzt. Für die 13 Grm. Fleisch, welche er täglich hierbei ansetzte, gab er 10 Grm. Wasser vom Körper ab.

Während der zweiten Reihe mit Kaffee wurden im Tag 1016 Grm. Fleisch umgesetzt. Es wurden also 16 Grm. Körperfleisch zerstört. Da der Hund in der ersten Reihe um 156 Grm. Fleisch reicher geworden war, so fällt ein kleiner Theil des erhöhten Umsatzes auf diese Ursache. Im Harn wurde um 1 Grm. Stickstoff mehr abgesondert als in der vorigen Reihe, während der Kaffee nur 0,24 Grm. Stickstoff enthielt.

Der Kaffee in dieser Reihe hatte also eher eine Vermehrung, als eine Verminderung des Stoffwechsels bewirkt. Auch hier wurde das verlorne Körperfleisch durch Wasser ersetzt. In der dritten Reihe wurde kein Kaffee gegeben. Da das Thier in der vorigen Reihe fleischärmer geworden war, so nahm hier die Zerstörung des Körperfleisches ab. Der Hund gab nur noch 9 Grm. vom eigenen Körperfleische her. Der Umsatz an Stickstoff ist größer als in der ersten Reihe ohne Kaffee.

In der vierten Reihe mit Kaffee sollte nun eine Verminderung des Umsatzes abermals eintreten, weil das Thier in der vorigen Reihe fleischärmer geworden war. Es zeigte sich aber eine Steigerung des Umsatzes, „wodurch es sicher erwiesen ist, daß der Kaffee die Harnstoffquantität nicht verringert, sondern eher vermehrt.“

Hier sowie in früheren Versuchen wurde durch den Kaffee die Wasserausscheidung von Haut und Lunge gesteigert bei vermehrtem Trinken.

In diesen Versuchsreihen stellte sich der Stickstoffumsatz folgendermaßen:

	Stickstoff-einnahme.	Ausgabe von Stickstoff im Harn.	im Koth.	Fleisch am Körper.
I. ohne Kaffee	35,9	35,0	0,5	+ 13
II. mit Kaffee	36,1	36,0	0,7	— 16
III. ohne Kaffee	35,9	35,6	0,6	— 9
IV. mit Kaffee	36,1	36,0	0,8	— 21

Es findet also eher eine Vermehrung als eine Verminderung des Stickstoffumsatzes durch Kaffee statt.

Da nun also diese Versuche zeigen, daß der Kaffee keine Ersparung im Haushalte des Körpers bewirkt, da, wie Voit bemerkt, der Kaffee nicht zugleich als Luxusartikel bei Reichen und als Sparmittel bei Armen aufgefaßt werden kann, so stellt sich nun die Frage: worin eigentlich die Ursache des Verlangens nach Kaffee liegt?

Nach Frerich's wirkt der Kaffee erregend auf das Nervensystem durch sein Kaffein.

Nach C. G. Lehmann brachten 10 Gran Theein bei 5 Personen eine sehr starke Aufregung des Gefäß- und Nervensystems hervor: Herzklopfen, raschen unregelmäßigen Puls, Brustbeklemmung, Kopfschmerz, Ohrensausen, Schlaflosigkeit, Deliriren.

Julius Lehmann beobachtete bei Kaffeeabsud von 6 Loth Bohnen (1,6 Grm. Kaffein) vermehrte Herzthätigkeit, Aufregung, Schweiß, Angst, Schwindel u. s. w.

F. Hoppe sah bei 0,4 Grm. Kaffein am Hund Unruhe und Zittern.

J. F. H. Alber's brachte bei Fröschen citronensaures Theein und Kaffein unter die Schenkelhaut, worauf Starrkrampf eintrat. Diese Stoffe brachten einen vollständigeren und andauernderen Tetanus hervor, als selbst Strychnin, wirkten aber anders auf das Herz.

Cogswell brachte einem Frosch 1 Gran Kaffein in den Mund, worauf nach 12 Minuten Convulsionen, nach 1 Stunde der Tod eintrat.

J. Hoppe ließ Kaffein auf abgetrennte Theile von Fröschen oder Kaninchen einwirken. Es verstärkte Anfangs die Herzthätigkeit und schwächte sie dann; es erweiterte die Pupille, dilatirt die Gefäße beim Kaninchen u. s. w. Nach Hoppe ist der Kaffee ein Anregungsmittel der Gefäßthätigkeit und befördert deswegen die Ernährung und belebt die Muskeln.

Nach den zahlreichen Versuchen von Stuhlmann und Falck wirkt das Kaffein als Nervengift.

Voit selbst machte Vergiftungsversuche an Fröschen mit Kaffein und fand seine Wirkung auf das Nervensystem am ähnlichsten der des Strychnins. Der Verfasser kommt nun zu dem Endresultat, daß der Kaffee vermöge seines Kaffeins in kleinen Gaben als Erregungsmittel des Nervensystems wirkt, und daß sich aus dieser Wirkung die große Verbreitung des Kaffees als Genußmittel hinreichend erkläre.

Sowie in der vorigen Abhandlung kommt Prof. Voit auch in der dritten „die thierischen Kraftäußerungen in ihrem Zusammenhange mit dem Stoffwechsel" zu einem unerwarteten Resultate.

Nach dem Princip der Erhaltung der Kraft muß jede mechanische Arbeit des thierischen Körpers, so gut wie die jeder Maschine, aus einem schon vorhandenen Kraftvorrath abgeleitet werden. Wenn der Wille des Thieres vermittelst der Nerven die Muskeln zur Contraction bringt und diese ihrerseits äußere Widerstände überwinden, Lasten heben u. s. w., so muß sich innerhalb des Körpers selbst ein Kraftvorrath befinden, aus welchem die, durch den Nerven angeregten Muskeln die Kraft zu ihrer Arbeit schöpfen. Es lag die Annahme nahe, daß die zur Arbeit nöthigen Kräfte durch bestimmte Zersetzungen frei und disponibel werden, daß folglich den Arbeitsleistungen des Thierkörpers eine entsprechende Steigerung des Stoffumsatzes parallel gehen müsse und daß also der arbeitende Thierkörper dem entsprechend auch mehr Harnstoff liefern müsse als der ruhende. Auf Grund des obigen Principes hatten Bischoff und Voit in ihrem gemeinsamen Werke angenommen, daß das Nervensystem, indem es Muskelbewegungen auslöst, auch gleichzeitig im Stande sein müsse, die Zersetzung chemischer Verbindungen des Körpers zu steigern und so die Kraft zu den Muskelbewegungen frei zu machen; sie betrachteten daher den Nerven als einen vierten Faktor (siehe Einleitung) bei der Umsetzung. Es schien, als ob es sich nur darum handeln könne, die so gefaßte Ansicht im Einzelnen durch Beobachtungen zu befestigen; es schien, als ob jede weitere Untersuchung nur noch die quantitative Bestimmung darüber zu geben hätte, um wie viel sich der Umsatz steigert, wenn die Kraftleitung um eine bestimmte Größe zunimmt. Helmholtz hatte nach dauernder und erschöpfender Contraction der Muskeln eine größere Wärmeentwickelung und veränderte Zusammensetzung des Muskels wahrgenommen, indem dabei die Masse der in Alkohol löslichen Stoffe sich mehrte, die der im Wasser löslichen sich minderte; Valentin wies nach Tetanisirung der Muskeln eine stärkere Kohlensäure-Entwickelung nach; Du Bois zeigte, daß in Folge der Thätigkeit die Muskelsubstanz sauer reagire. Alle diese Thatsachen schienen den Beweis zu liefern, daß die Muskelarbeit durch eine entsprechende Erhöhung des Umsatzes bewirkt werde, indem die Zersetzung des Fleisches in einfachere chemische Verbindungen aus Spannkräften — freie Kraft entwickelt. Der Verf. führt nun eine Reihe Arbeiten von C. G. Leh-

mann, J. Fr. Simon, Moßler, Beigel, W. Hammond, Genth an, welche bei dem Menschen nach vermehrter Körperbewegung auch eine vermehrte Harnstoffausscheidung beobachteten, nur Draper und H. Ranke nahmen keine solche Aenderung wahr; Draper und Lehmann nahmen an, daß die stickstoffhaltigen Produkte bei der Bewegung weiter zerfallen und daher nicht als Harnstoff nachzuweisen sind. Prof. Voit macht auch hier den Einwurf, daß alle diese Beobachtungen am Menschen gemacht seien, daß ihnen die Basis einer strengeren Deutung fehlt, nämlich die Darlegung des Stickstoffkreislaufes im Körper. Aus diesem Grunde unternahm er neue Untersuchungen wieder mit dem Hunde, der zu den früheren mit Bischoff gemachten Arbeiten gedient hatte.

Daß dagegen eine Erhöhung der respiratorischen Thätigkeit, namentlich vermehrte Kohlensäureausscheidung bei körperlicher Anstrengung eintritt, nimmt der Verf. nach den vorliegenden Arbeiten von Seguin, Vierort, Scharling, Gerlach u. s. w. als feststehend an.

Seine neuen Untersuchungen machte Prof. Voit nach folgendem Plane: Der Stoffwechsel wurde mit und ohne Arbeit unter zwei verschiedenen Bedingungen studirt; 1) bei gänzlicher Nahrungsentziehung; hierbei mußte, wenn durch Arbeit eine erhöhte Umsetzung eintritt, eine um so größere Abnahme des Körperfleisches nachzuweisen sein; 2) bei einer Nahrung, welche im Ruhezustand eben genügt, den Umsatz zu decken; hier muß bei jeder Aenderung im Stoffwechsel entweder eine Zunahme oder eine Abnahme des Körperfleisches eintreten.

Um die zu verrichtende Arbeit meßbar zu machen, wurde der Hund dazu abgerichtet, zu bestimmten Zeiten in einem Tretrade zu laufen. Durch einen ziemlich weitläufigen Calcül wurde die geleistete Arbeit in Kilogrammetern ausgedrückt. Da der Hund sich durch zu rasches Laufen übermäßig anstrengte, so hielt er es jedesmal höchstens 10 Minuten aus und mußte dann nach erfolgter Erholung von Neuem an die Arbeit; er leistete so während der Versuchsreihen mit Arbeit in einer Stunde in runder Zahl 150,000 Kilogrammeter Arbeit, eine Anstrengung, die er ohne zwischenliegende Erholung nicht hätte aufbringen können. Ich verweise bei dieser Gelegenheit auf die interessante Zusammenstellung der Arbeitsleistungen von Menschen und Thieren, welche der Verf. nach F. Redtenbacher mittheilt.

In der einen Hungerreihe wurde ohne Arbeit täglich im Mittel 14,3 Grm. Harnstoff ausgeschieden, während eines Tages mit 1 Stunde

Arbeit zu 150,000 Kilogrammeter wurden dagegen 16,6 Grm. Harnstoff entleert. Durch diese sehr bedeutende Arbeit wurde also die Harnstoffmenge nur um 2,2 Grm. erhöht. In der zweiten Reihe mit Hungern betrug im Mittel die tägliche Harnstoffmenge 10,88 Grm., während sie bei den Arbeitstagen auf 12,33 Grm. stieg, also nur um 1,45 Grm. zunahm. In der dritten und vierten Versuchsreihe, wo täglich 1500 Grm. Fleisch gefüttert wurden, betrug die mittlere Harnstoffausscheidung 110,11 Grm. und erfuhr während der Arbeitstage eine Vermehrung von 7,05 Grm., wenn die Arbeit bei vollem Magen verrichtet wurde und die Vermehrung betrug blos 4,01 Grm., wenn bei leerem Magen gearbeitet wurde.

Demnach sind sowohl während des Hungerns als auch bei genügender Fütterung die Steigerungen des Stoffumsatzes durch die Arbeit sehr unbedeutend. Zu diesem überraschenden Resultat kommt nun noch ferner, daß Prof. Voit die kleine Vermehrung des Harnstoffs bei der Arbeit auf eine andere Ursache zurückführt. Zunächst wurde während der Arbeitstage viel mehr Wasser getrunken. Demgemäß wurde während dieser Tage die Saftcirculation gesteigert, wodurch, wie im ersten Abschnitte bewiesen wurde, auch der Stoffwechsel beschleunigt wird. Wenigstens ein Theil des mehr ausgeschiedenen Harnstoffs während der Arbeit, kommt auf Rechnung dieses Umstandes. Ferner wird bei der Arbeit die Herz- und Athembewegung, und durch diese wieder die Circulation beschleunigt, die ihrerseits wieder den Stoffwechsel erhöht.

Auch macht der Verf. darauf aufmerksam, daß während der Arbeit eine größere Menge von Wasser ausgehaucht wurde, welches dem Körper sehr bedeutende Mengen von Wärme entzog, während doch der Körper heißer wurde. Da die kleine Quantität des mehr umgesetzten Fleisches nicht hinreicht, um diesen bedeutenden Wärmeaufwand zu erklären, so nimmt der Verf. an, daß der durch die verstärkte Athmung zugeführte Sauerstoff sich zum Theil auf das Fett geworfen und durch dessen Oxydation die Wärme entwickelt habe.

Die körperliche Anstrengung führt nach Voit einen geringen Verlust an Eiweiß, einen größeren an Fett herbei. Besonders hervorzuheben ist der Umstand, daß bei hinreichender Ernährung die Vermehrung des Harnstoffs durch Arbeit viel größer war, als während des Hungerns, obgleich in beiden Fällen dieselbe Arbeitsgröße geleistet wurde; wenn nun aber die Vermehrung des Harnstoffs das Zeichen eines vermehrten Um-

satzes zum Zwecke der Kraftäußerung sein sollte, so müßte offenbar für ein bestimmtes Maaß geleisteter Arbeit jederzeit dieselbe Menge Harnstoff entleert werden, gleichgültig, ob der Körper hungert oder Ueberfluß besitzt. Demnach kann die vermehrte Harnstoffausscheidung überhaupt nicht so gedeutet werden, als ob die zur Arbeit nöthigen Kräfte aus einem gesteigerten Fleischumsatze herzuleiten wären. Die Vermehrung des eingeathmeten Sauerstoffes ist es, die ein wenig mehr Fett und Eiweiß verbrennt.

Der Verfasser selbst findet das Resultat seiner Untersuchung: daß bei starker Arbeit in 24 Stunden nicht mehr Eiweiß zersetzt wird, als während der Ruhe, sehr auffallend.

Von der Theorie, welche er über die vorliegende Thatsache entwickelt, kann ich nur einige wenige Andeutungen geben. Er weist zunächst den Gedanken zurück, als ob der kleine Mehrverbrauch von Eiweiß die Kraft liefern könnte, welche den Körper befähigt 150000 Kilogrammeter, zu leisten; denn während der Ruhe und bei Fleischnahrung wird 22mal mehr Fleisch zersetzt, als das Plus beim Laufen beträgt. Diese Zersetzung würde alsdann eine Kraftentwicklung von wenigstens 3,300,000 Kilogrammeter im Innern des Körpers hervorbringen, während äußerlich gar keine Kraft verwendet würde. Da nun aber die Bewegung des Herzens, des Brustkastens und des Darmes während der äußeren Ruhe eine bei Weitem geringere Kraft beanspruchen, so wäre nicht einzusehen, was aus jener ungeheueren Kraftsumme wird, und somit fällt auch die Voraussetzung weg, daß die Zerstörung von 20 Grm. Fleisch und die Bildung von 1,45 Grm. Harnstoff die Kraft zur Arbeit von 150000 Kilogrammeter geliefert habe. Er weist ferner eine Reihe anderer Annahmen zurück. Zumal sucht er zu zeigen, daß die im Körper entwickelte Wärme sich nicht in Bewegung, d. h. in Muskelcontraction umsetzen könne. Daraus folgt dann von selbst, daß die durch Fettverbrennung entstandene Wärme nicht als Kraftquelle für die Bewegung auftreten kann. Mechanische Arbeit und Electricität können nach Voit nicht durch die Zersetzung des Fettes, sondern nur durch die Zersetzung der Fleischmasse erzeugt werden. Die Zersetzung des Eiweißes liefere Wärme, mechanische Arbeit und Electricität, die Verbrennung des Fettes blos Wärme. Aber die einmal entstandene Wärme bei der Zersetzung des Eiweißes könne eben so wenig in mechanische Arbeit übergehen, wie die durch Fettverbindungen entstandene. Nach Voits Ansicht wird bei der Zersetzung des Eiweißes im Körper sogleich eine gewisse Quantität Wärme, Bewegung und Electricität entwickelt. Wenn nun

eine äußere Arbeit geleistet werden soll, so könne demnach die dazu nöthige Kraft nur dadurch disponibel werden, daß ein Theil der Electricität in mechanische Arbeit (Zusammenziehung der Muskeln) übergehe. Bekanntlich kreisen in den Nerven und Muskeln fortwährend electrische Ströme. (Du Bois.) Der Verfasser weist darauf hin, daß nach Du Bois jede Erregung des Muskels und der Nerven von einer Verminderung der ruhenden Ströme begleitet sei (negative Schwankung), und kommt so zu dem Endresultat, daß die mechanische Arbeit des Thierkörpers dadurch zu Stande komme, daß ein Theil der Electricität der Nerven und Muskeln in eine andere Kraft umgewandelt werde, deren Wirkung die äußere Arbeit ist. Ob diese Ansicht des Verfassers sich in der Wissenschaft erhalten kann, wird davon abhängen, ob die Verminderung der electrischen Ströme der Muskeln und Nerven während der Arbeit hinreicht, um die geleistete Arbeit selbst zu erklären, d. h. ob das mechanische Aequivalent der im Körper strömenden Electricität in seinem numerischen Ausdruck sich mit den Folgerungen Voits verträgt.

Indem ich nochmals auf den interessanten Text des vorliegenden Werkes selbst verweise, erwähne ich nur, daß es noch eine vierte Abhandlung enthält, nämlich „Anhang mit Bemerkungen über Cautelen bei Ausführung von Stoffwechselversuchen."

„Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen; mit besonderer Rücksicht auf die Frage, ob die Pflanzen freien, d. h. nicht verbundenen Stickstoff assimiliren; von **J. B. Lawes, J. H. Gilbert** und **E. Pugh.**" (On the sources of the nitrogen of vegetation; with special reference to the question whether plants assimilate free or uncombined nitrogen; from the proceedings of the royal society of London for june 21. 1860.)

In dieser nur 16 Seiten langen Abhandlung wird die so oft besprochene Stickstofffrage zwar nicht gelöst, aber in eine andere Fassung gebracht. So weit es mir möglich ist, den Zweck der kleinen Schrift klar aufzufassen, besteht er darin, zu zeigen, daß man einerseits von einem Acker Landes jederzeit mehr Stickstoff erntet, als im Dünger sammt den meteorischen Niederschlägen enthalten ist; daß auch die im Boden enthaltenen Stickstoffverbindungen nicht die alleinige Quelle des in den Pflanzen geernteten Stickstoffs sein können, weil nach einer Klee-

ernte, welche so enorme Mengen von stickstoffhaltiger Materie liefert, in diesem Falle ein Ausfall in Bezug auf den Stickstoff bei der folgenden Halmfrucht eintreten müßte, während doch die Erfahrung lehrt, daß gerade nach dem Klee die Stickstofferträge der folgenden Halmfrucht sehr günstig ausfallen; da nun weder die in den meteorischen Niederschlägen enthaltenen Stickstoffverbindungen, noch die im Boden vorhandenen hinreichen, um die während einer mehrjährigen Rotation geernteten Stickstoffmengen zu erklären, so drängt sich die Frage auf, ob nicht die Pflanzen die Fähigkeit besitzen sollten, den freien, unverbundenen Stickstoff der Atmosphäre aufzunehmen und daraus organische Verbindungen zu bilden. Das scheint mir der Gedankengang zu sein, welcher die Verfasser zur erneuten Aufnahme und zu einer sehr sorgfältigen Bearbeitung des schon von Boussingault, Georges, Ville, Méne, Roy, Cloëz, De Luca, Harting, Petzoldt u. s. w. bearbeiteten Thema's, ob die Pflanzen atmosphärischen, elementaren Stickstoff assimiliren, hinleitete. Die Experimente zeigen nun, daß die Frage verneint werden muß, daß die Pflanzen keinen elementaren Stickstoff assimiliren; und so schließen die Autoren ihre Abhandlung mit dem Satze: „Wenn es feststeht, daß die Pflanzen freien oder unverbundenen Stickstoff nicht assimiliren, so wartet die Quelle, aus welcher die große Menge verbundenen Stickstoffs herrührt, welche, wie wir wissen, auf der Oberfläche des Globus und in der Atmosphäre existiren muß, noch auf ihre Erklärung."

Dem angegebenen Gedankengange werden folgende Erfahrungen zu Grunde gelegt:

„Wenn man Jahr auf Jahr auf demselben Lande ohne irgend eine Zugabe von stickstoffhaltigem Dünger dieselbe Pflanzenart wachsen ließ, so fand man, daß Weizen, in einer Periode von 14 Jahren, mehr als 30 Pfund, Gerste, in einer Periode von 6 Jahren, etwas weniger, Wiesenheu, in einer Periode von 3 Jahren, nahezu 40 Pfund, und Bohnen, in 11 Jahren, mehr als 50 Pfund Stickstoff jährlich per acre lieferten. Der Klee, eine andere Leguminose, in 3—4 aufeinander folgenden Jahren gewachsen, hat einen Durchschnittsertrag von 120 Pfund gegeben. Turnips, in 8 consecutiven Jahren, lieferte ungefähr 45 Pfund."

Die grasartigen Pflanzen haben während dieser Zeiten keine Zeichen einer verminderten Production gegeben. Der Ertrag der Hülsenfrüchte fiel dagegen ansehnlich. Der Turnips schien den unmittelbar wirksamen Stickstoff des Bodens in hohem Grade erschöpft zu haben. Der Ertrag

des durch Hülsenfrüchte und Wurzelgewächse gelieferten Stickstoffs wurde ansehnlich durch die Zugabe von „Mineraldünger" vermehrt, während dieß bei dem Getreide nur in sehr geringem Grade der Fall war.

Für den Stickstoffertrag des Weizens war es gleichgültig, ob die Vegetation desselben durch eingeschobene Brachjahre oder durch zwischenliegende Bohnenjahre unterbrochen wurde.

Boussingault erhielt im Mittel aus 6 verschiedenen Rotationen ungefähr um $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ mehr Stickstoff in den Ernten, als in dem Dünger geboten worden war. Seine höchsten Stickstofferträge fand er bei Hülsenfrüchten; und die Cercalien lieferten größere Mengen davon, wenn sie auf die höchst stickstoffreichen Leguminosen folgten. Die Autoren selbst erhielten bei Fruchtwechsel ohne Dünger binnen 8 Jahren jährlich 57,7 Pfund Stickstoff per acre, d. h. doppelt so viel als Weizen oder Gerste, immerfort auf sich selbst folgend, würde geliefert haben.

Ferner: Die Hülsenfrüchte wurden durch stickstoffhaltigen Dünger wenig gefördert, häufig sogar gestört; die Cercalien dagegen, deren Stickstoffertrag vergleichsweise gering ist, wurden dadurch wesentlich gefördert, und ebenso wenn sie auf Hülsenfrüchte oder Brache folgten. Wenn stickstoffhaltige Dünger zu Steigerung der Getreideernten verwendet wurden, so betrug der dadurch bewirkte Zuwachs an Stickstoff kaum mehr als 40 Procent dessen im Dünger, und der Zuwachs im zweiten Jahr nach Düngung wenig mehr als $\frac{1}{10}$ des Uebrigen. Bei Wiesengras ergab die gleiche Abschätzung kaum eine günstigere Zahl. Bei den Hülsenfrüchten fiel die Proportion noch ungünstiger aus; während sie sich bei den Wurzelgewächsen etwas größer stellte.

Die Verfasser werfen nun die Frage auf: welches sind die Quellen von all dem Stickstoff unserer Ernten, welcher nicht vorher im Dünger enthalten war? Folgende Umstände können nach ihnen hier zusammenwirken: „Der Stickstoff in gewissen constituirenden Mineralien des Bodens; der verbundene Stickstoff, welcher jährlich aus der Atmosphäre in den Wasserniederschlägen direct herabkommt; die Anhäufung von Stickstoffverbindungen aus der Atmosphäre im Boden durch andere Mittel; die Bildung von Ammoniak im Boden aus freiem Stickstoff und Wasserstoff im status nascens; die Bildung von Salpetersäure aus freiem Stickstoff; die directe Absorption von Stickstoffverbindungen aus der Atmosphäre durch die Pflanzen selbst; die Assimilation von freiem Stickstoff durch die Pflanzen."

Diejenigen unter den oben genannten Stickstoffquellen, welche bisher einer quantitativen Bestimmung unterzogen wurden, haben sich als unzureichend für die Erklärung ergeben; die anderen lassen sich wegen der Schwierigkeiten ihrer quantitativen Bestimmung nicht zu den hier nöthigen Schätzungen verwenden. „Daher schien es wichtig, den Versuch zur Beantwortung der Frage zu machen, ob das ungeheuere Stickstoffmagazin, die Atmosphäre, dem Pflanzenwachsthum eine meßbare Menge seines freien Stickstoffs liefere oder nicht."

Nachdem es sich in den Versuchen der früheren Experimentatoren gezeigt hatte, welchen fast unüberwindlichen Schwierigkeiten man bei der Bearbeitung dieser Frage begegnet, haben die Verfasser vor Allem die Fehlerquellen, denen sie hier begegnen mußten, zu bestimmen gesucht. Zunächst vergewisserten sie sich, daß in der Luft innerhalb und außerhalb der Pflanzen (im Apparate) kein Ozon vorhanden sei, da dieses zur Bildung von Stickstoffverbindungen Anlaß geben könne. Ferner halten sie fest, daß bei der Zersetzung organischer stickstoffhaltiger Verbindungen meist namhafte Mengen freien Stickstoffs entweichen; die Untersuchung wurde mit specieller Rücksicht auf die Vorgänge innerhalb der Vegetationsapparate gemacht. Directe Versuche zeigten, daß bei der Keimung der Samen und der weiteren Vegetation keine erhebliche Menge von Stickstoff verloren geht, wie es schon Boussingault bestimmt hatte. Endlich weisen die Verfasser die Annahme zurück, als ob bei ihren Versuchen durch freiwerdendes Wasserstoffgas sich hätte Ammoniak bilden können.

Die Vegetationsapparate bestanden aus einer großen Glasglocke (?shade), welche in einer mit Quecksilber gefüllten Rinne (groove) ruhte; in einem glasirten Ständer, auf welchem eine Pfanne stand, die den Blumentopf mit dem Boden enthielt. In die Glocke führten Röhren zur Ein- und Ausführung der Luft, für den Zusatz von Wasser und für die Hinwegnahme des durch Condensation enstandenen Wassers. Da die durchzuleitende gewaschene Luft nicht durchgesogen, sondern durchgepreßt wurde, so war keine Gelegenheit gegeben zum unbemerkten Eintritt von ungewaschener Luft.

Die Möglichkeit der Vegetation unter den Versuchsbedingungen wurde in zwiefacher Art geprüft, indem man innerhalb des Apparates Pflanzen in Gartenerde wachsen ließ, und außerhalb des Apparates eben solche Pflanzen in dem künstlichen Boden, welcher zu den Versuchen diente, erzog, nur mit dem Unterschied, daß ihnen assimilirbare Stickstoff-

verbindungen beigegeben wurden; also weder der Verschluß noch der Boden an sich können als Ursachen des Mislingens der Vegetation angesehen werden.

Bei den meisten Versuchen wurde ein thoniger Boden, geglüht, gewaschen, wieder geglüht, benützt; in wenigen gewaschener und geglühter Bimstein statt des Bodens verwendet. Die Mineralbestandtheile wurden in Gestalt von Aschen den betreffenden Pflanzen zugesetzt. Das zu verwendende destillirte Wasser war sorgfältig zweimal destillirt. Die meisten der Töpfe waren besonders aus porösem Gut gemacht, mit vielen Löchern am Boden und den Wänden. Diese Töpfe standen in glasirten Steingut-Pfannen mit einwärts gekehrten Riefen, um die Ausdünstung der Töpfe zu mäßigen. Vor dem Versuch wurde die rothglühende Matrix und die frisch geglühte Asche in dem rothglühenden Topfe gemischt, und das Ganze über Schwefelsäure abgekühlt. Der Boden wurde dann mit destillirtem Wasser befeuchtet und die Samen nach 1—2 Tagen eingelegt. Die in die Apparate geleitete Luft wurde vor dem Eintritt in Schwefelsäure gewaschen (ammoniakfrei gemacht) und dann durch eine Sodalösung geleitet; sie trat aus dem Apparate wieder durch Schwefelsäure aus. Die mit einzuleitende Kohlensäure wurde durch gemessene Salzsäuremengen aus Marmor entwickelt.

Die Abänderungen der Experimente bestanden nun darin, daß man untersuchte, ob die Assimilation von elementarem Stickstoff stattfände, wenn die Pflanzen gar keine Verbindung desselben aufnehmen können, als was sie davon im Samen enthalten, oder wenn sie außerdem noch eine beschränkte Menge Stickstoffverbindungen vorfinden, oder wenn sie einen Ueberschuß dieser letzteren erhalten; ferner wurde darauf geachtet, ob eine Assimilation von freiem Stickstoff eher in den frühesten Perioden der Vegetation, oder während der kräftigsten Vegetation oder in der Nähe der Reife stattfinde.

Auf die angegebene Art wurden nun 13 Experimente gemacht, 4 im Jahre 1857 und 9 im Jahre 1858, wobei die Pflanzen keinen combinirten Stickstoff erhielten außer dem im Samen enthaltenen. Neun unter diesen Versuchen wurden mit Gräsern (Weizen und Gerste) gemacht. Obwohl die Vegetation mehrere Monate dauerte, und der Kohlenstoff sich um das Dreifache vermehrt hatte, fand dennoch keine unzweifelhafte Zunahme an Stickstoff statt, und die Pflanzen hörten eben aus Mangel an solchen auf zu wachsen. Mehrere dieser Pflanzen bildeten Bälge und Spelzen. Die Leguminosen wuchsen unter den künstlichen Verhält-

nissen nicht so freudig. In den drei Fällen, wo keine Stickstoffverbindung verabreicht wurde, war der Kohlenstoff bedeutend vermehrt, in einem Falle auf das Dreifache. In keinem Falle fand sich eine Assimilation von freiem Stickstoff. Eben so wenig geschah dieß in einem Versuch mit Buchweizen.

Zehn Versuche mit Cercalien (1857 und 1858) und 3 mit Leguminosen (1858) wurden unter Beigabe von mehr oder weniger Stickstoffverbindung ausgeführt. Bei den Cercalien erreichte auf diese Art das Trockengewicht das 8-, 12- bis 30 fache dessen ohne solche Beigabe; auch war hierbei der Gewinn von assimilirtem Stickstoff entsprechend, in einem Falle erreichte er das 30 fache des früheren. Dieß zeigt um so mehr, daß im ersten Falle das Aufhören der Vegetation ohne Stickstoffzunahme nur daher rührte, daß die Pflanzen keinen combinirten Stickstoff vorfanden. Die Leguminosen wuchsen auch bei diesen Versuchen viel schlechter als die Getreidegräser; sie zeigten keine Aufnahme von freiem Stickstoff. Ebenso war es bei einigen anderen Pflanzenarten. In keinem Falle trat eine deutliche Assimilation von elementarem Stickstoff ein.

In ihren Schlußbetrachtungen heben die Verfasser hervor, daß die Vegetationsbedingungen bei ihren Versuchen den Legumosen nicht so günstig waren, wie den Gräsern. Daher legen sie den negativen Resultaten, welche die letzteren lieferten, besonderen Werth bei.

Ueber Proteinkrystalle in den Kartoffeln von Prof. Dr. **Cohn.** (Sieben und dreißigster Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. 1859. Breslau.)

Krystallisirte Körper aus der Gruppe der eiweißartigen Stoffe sind in neuerer Zeit im Thier- und Pflanzenreich als sehr verbreitet erkannt worden. Reichert entdeckte zuerst einen krystallisirbaren Eiweißkörper im Blute des Meerschweinchens (1849); Kölliker, Remak, Leidig, Funke und Lehmann bestätigten und erweiterten diese Beobachtungen. Hartig zeigte 1855, daß in den Fettkörnern, welche die Zellen der meisten Samen erfüllen, in der Regel krystallisirte Eiweißkörper enthalten sind, um deren willen er diese Körner mit dem Namen Klebermehl oder Aleuron belegte. Nauwenhoff und v. Holle (Neues Jahrb. f. Pharm. von Walz und Winkler 1858) bestätigten und erweiterten diese Entdeckung. Radelkofer (Ueber Krystalle proteinartiger Körper pflanz-

lichen und thierischen Ursprunges, Leipzig 1859) untersuchte das Verhalten der Aleuron-Krystalle gegen chemische Reagentien und gegen polarisirtes Licht, verglich dieselben mit dem Haematokrystallin, Ichthyn, Ichthidin, Emydin und zeigte zugleich, daß in den Zellkernen von Lathraea (in dem Samenintegument, den Karpellen, dem Kelch, den Blüthenstielchen, den Brakteen, und den unterirdischen Blättern der blühenden Sprossen) ein krystallisirter Körper auftritt, der mit jenen in naher Verwandtschaft steht. O. Maschke (Botanische Zeitung von Mohl und Schlechtendal, 1859. Dec.) studirte die chemische Natur der Aleuron-Krystalle genauer. Er stellte dieselben aus der Paranuß (Bertholletia) in großer Menge dar und es gelang ihm sogar die Krystalle aus ihrer Lösung wieder zu gewinnen. Er kam zu dem Schluß, daß die Kleberkrystalle aus einer Verbindung von Casein mit einer unbekannten Säure bestehen. Prof. Cohn hat nun einen krystallisirten Eiweiß-Körper ganz frei in der Flüssigkeit der Zellen entdeckt, und zwar in den Kartoffelknollen. In den äußeren Zellschichten unterhalb der Schale, welche wenig oder gar keine Stärke enthalten, sind diese Krystalle eines Eiweißkörpers am leichtesten zu erkennen. Gewöhnlich liegt nur einer in einer Zelle, zuweilen zwei; mitunter findet man in einer Zelle zwei Krystalle zwillingsartig durcheinander gewachsen. Der Krystall ist in der Regel von dem flüssigen Protoplasma der Zelle mehr oder weniger eingehüllt, der Innenfläche des Primordialschlauches anhängend, „oft von jenen farblosen Kügelchen umgeben, die bei Einwirkung des Lichtes sich grün färben.“ „Häufig liegt der Krystall neben dem Zellkern und jenen farblosen Chlorophyllkügelchen in einer Plasmaanhäufung eingeschlossen, von welcher sich verzweigte Fäden, Saftströmchen nach den Zellwänden hinziehen.“ „Bei guter Ausbildung erscheinen die Krystalle als die schönsten regelmäßigen Würfel mit den schärfsten Kanten und Ecken und spiegelglatten Flächen.“ Maschke machte darauf aufmerksam, daß manche Sorten Kartoffeln gar keine oder fast keine Krystalle enthalten. Das Verhalten der Krystalle zeigt auf's Entschiedenste, daß sie aus einem eiweißartigen Stoff bestehen. Jod in Jodkalium färbt sie goldgelb bis goldbraun; aus einer Karminlösung sammeln sie den Farbstoff auf und färben sich intensiv roth; Ammoniak löst sie von außen nach innen; Essigsäure löst sie von Innen nach außen vorschreitend. Concentrirte Kalklauge verändert sie in kugliche Tropfen, verdünnte löst sie rasch auf. Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure

bewirken ein plötzliches Aufquellen, Zerreißen der Hülle, Ausfließen des Inhaltes und bald gänzliche Auflösung. Andere verwandeln sich so in stark lichtbrechende Tropfen. In verdünnter Schwefelsäure nehmen sie, oft unter sehr starkem Aufquellen, Kugelgestalt an, innerhalb bilden sich Vacuolen. Mit Zucker und Schwefelsäure färben sie sich hyazinthroth. Das Millonsche Reagenz färbt sie ziegelroth. Rohe Salzsäure verwandelt die Krystalle in Tropfen und bei Erwärmung bis 40° färben sich diese schön violett. Glycerin bewirkt Aufquellen und Lösung. Beim Kochen der Kartoffel behalten die Krystalle ihre Gestalt, sie zeigen sich dann eigenthümlich geschichtet. Sie sind jetzt in Ammoniak unlöslich, ebenso in Essigsäure, in Glycerin, concentrirter Kalilauge; in verdünnter Kalilauge sind sie noch löslich. Salpetersäure färbt die gekochten Krystalle gelb ohne sie zu lösen; wird dann Kali zugesetzt, so quellen sie auf und behalten ihre gelbe Farbe. Rohe Salzsäure färbt die gekochten Krystalle violett, Zucker und Schwefelsäure roth, ohne sie zu lösen. Durch das Kochen nehmen also die Krystalle einen neuen Zustand an, sie gerinnen, coaguliren. Auf einem Glimmerblättchen, welches das Roth erster Ordnung zeigt, bewirken die Krystalle farbige Polarisation.

Cohn kommt durch Vergleichung seiner Beobachtungen mit denen Radelkofer's zu dem Satze: „Die Krystalle der Protein-Verbindungen sind ganz ebenso für Flüssigkeiten permeabel und der Diffusion unterworfen, sie sind, wenn man sich so ausdrücken will, ebenso porös wie die Zellmembran und die Stärkekörner."

Was den genetischen Zusammenhang der fraglichen Krystalle mit anderen Pflanzenstoffen anbetrifft, so hatte Hartig die Vermuthung ausgesprochen, daß das Asparagin mit der Entstehung der Proteinkrystalle zusammenhänge. Prof. Cohn erinnert seinerseits daran, daß schon Vauquelin neben Eiweiß und Kleber auch Asparagin in den Kartoffeln angegeben habe (Journal de phys. 85. 113), und daß Michaelis dasselbe bestätige (Archiv für Psarmazie 13. 233).

Von den gewöhnlichen Krystallen unterscheiden sich die „Proteinkrystalle" dadurch, daß ihre äußeren Schichten dichter sind, als die inneren, was bei jenen nicht der Fall zu sein scheint, ferner durch ihre Quellungsfähigkeit und Gerinnbarkeit.

Notiz zur Bodenkunde.

In dem 37. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur (1859, Breslau) findet sich eine Mittheilung des Herrn Geh. Rathes Dr. Göppert über die Einwirkung der Pflanzen auf felsige Grundlagen, wie er sie am Glätzer Schneeberge, im Riesengebirge und in Norwegen zu studiren Gelegenheit hatte.

Die Flechten, welche z. B. auf dem Riesengebirge so massenhaft auf den Felsen wachsen, daß kaum ein Quadratfuß flechtenleeres Gestein zu finden ist, helfen bei der Verwitterung des unterliegenden Gesteins; dieses wird dabei in einen lockeren, weichen Grant verwandelt. Die Flechten wirken dadurch, daß sie die Feuchtigkeit zurückhalten, und wohl auch durch Bildung von Kohlensäure. (?) Das harte Gestein des Zobtens ist überall erweicht, wo es von Acarospora smaragdula, Imbricaria olivacea ꝛc. überzogen wird, während dicht daneben befindliche Partien des Gesteins dem Messer widerstehen. Der Granit, Glimmerschiefer und Gneiß wird durch Zersetzung und theilweise Auflösung des Feldspathes unterhalb der Flechten in weichen Koalin verwandelt, zum Theil der Feldspath gänzlich entfernt; zwischen den Haftorganen der Flechten bleiben dann nur die Glimmerblättchen und Quarzkörner zurück; in dieser Art wirken eine Reihe von Flechten (Imbricaria stygia, encausta, Sphaerophoron fragilis, Biatora polytropa etc.) auf das nackte Gestein der Schwalbensteine auf dem Glätzer Schneeberge (4560′). Das von den Flechten vorbereitete Terrain nehmen dann Moose und rasenbildende phanerogame Alpenpflanzen ein, die dann das Zerstörungswerk an den Felsen fortführen und ihn mit Dammerde bekleiden; diese wird endlich durch den Regen den Ebenen zugeführt. Besonders die Torfmoose (Sphagnum), die sich oft in Felsenkesseln ansiedeln, wirken energisch auf das Gestein; auf welche Weise sich in den Ebenen auf nacktem Sandboden der erste Humus bildet, ist noch nicht bekannt; wahrscheinlich sind es auch hier Flechten (Cladonien), Moose (Trichostomum canescens, Hypnum velutinum Schreberi) und die Sandgräser.

(Fortsetzung der Berichte folgt.)

Sachs.

Kurzer Bericht über bemerkenswerthe Untersuchungen auf dem Gebiete der Agriculturchemie vom Jahre 1860

von

Dr. Ed. Peters,

Assistent am chemischen Laboratorium in Tharand.

Ueber das Chlorophyll.

Unsere bisher noch sehr mangelhaften Kenntnisse von dem chemischen Verhalten des Farbstoffes der grünen Pflanzentheile sind in neuerer Zeit durch die Untersuchungen von Pfaundler*) und Fremy**) bereichert worden.

Der erstgenannte Chemiker ist bei seinen Untersuchungen von der Ansicht Hlasiwetz's ausgegangen, daß die Pflanzen ihre Färbung einem Gehalte von Quercitrin, Aesculin und ähnlichen Stoffen verdanken, welche unter dem Einflusse von Luft, Alkalien, Eisensalzen und dergl. eine Reihe von Farben erzeugen, die eben so schön als intensiv sind, so daß zu ihrem Zustandekommen die kleinsten Mengen von diesen Körpern zureichend wären. Da der directe chemische Beweis für diese Ansicht, der außerordentlich geringen Mengen der Farbstoffe halber, welche zu der Färbung genügen, sich nicht führen läßt, so wurde versucht, den Pflanzen bei der Vegetation die Mittel zur Hervorbringung der Farben zu entziehen. Namentlich wurde versucht, die Ausbildung des grünen Farbstoffes durch Vorenthalten des Eisens zu verhindern. Pflanzen, welche zur Entscheidung dieser Frage in eisenfreien Nährstofflösungen gezogen wurden, zeigten ein bleichsüchtiges, kümmerliches Wachsthum, und je mehr neue Blätter sich entwickelten, um so bleicher wurden dieselben. Andere Pflanzen, deren Nährstofflösungen Eisen zugesetzt war, erzeugten ein normales Grün. Es ergiebt sich hieraus also in Uebereinstimmung mit den bekannten Versuchen vom Fürsten Salm-Horstmar, daß die Ausbildung des Chlorophylls an das Vorhandensein von Eisen geknüpft ist. Bekanntlich hat Verdeil vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß das Chlorophyll, ähnlich wie der rothe Farbstoff des Blutes — das Hämatin — eisenhaltig ist. Auch Pfaundler fand Eisen in

*) Annalen der Chem. und Parmac. von Liebig 2c., Band CXII., Seite 37.
**) Annales des sciences naturelles, Tome XIII. pag. 45.

der Asche von Chlorophyll, welches nach der Methode von Berzelius aus Gras dargestellt war. Die Elementarzusammensetzung dieses Chlorophylls fand Pfaundler:

	I.	II.
Kohlenstoff	60,85	60,82
Wasserstoff	6,35	6,41
Sauerstoff	32,80	32,77.

Allerdings wurde auch ein geringer Gehalt an Stickstoff gefunden, die geringe Menge dieses Körpers (0,037 %) spricht jedoch offenbar dafür, daß er kein wesentlicher Bestandtheil ist. Andere Chemiker haben den Stickstoffgehalt des Blattgrüns bedeutender gefunden und nehmen in Folge dessen eine quaternäre Zusammensetzung desselben an. Es bleibt noch zu entscheiden, ob die grünen Farbstoffe verschiedener Pflanzen alle dieselbe Zusammensetzung haben, wofür allerdings ihr optisches Verhalten zu sprechen scheint.

Eine vergleichende Untersuchung des Chlorophylls mit den nach Hlasiwetz's Angaben durch Eisen grün gefärbten Verbindungen des Aesculetins und Quercetins zeigte, daß sich diese Körper in einigen Stücken allerdings ähnlich verhielten, in anderen war ihr Verhalten jedoch ganz verschieden.

Fremy's Untersuchungen schließen sich eng an die vor einiger Zeit veröffentlichten Arbeiten von Dr. Sachs an, weshalb ich eine kurze Uebersicht über diese vorausschicke.

Nach Dr. Sachs*) enthält das Plasma derjenigen Pflanzentheile, welche fähig sind, grün zu werden, vor dieser Färbung ein farbloses Chlorophyllchromogen, welches er Leucophyll nennt. Dieser Körper besitzt nach Dr. Sachs schon die chemische Constitution des Chlorophylls, er wartet nur noch auf den letzten chemischen Impuls, um grün zu werden. Dieser Impuls geht, wie Sachs gezeigt hat, nicht immer vom Lichte aus, da die Cotyledonen von Pinus Pinea schon unter der Erde und noch fest umschlossen von den völlig undurchsichtigen Endosperm grün werden. Sanio fand Chlorophyll in dem Holze der Bäume, wo keine Einwirkung des Lichtes statthaben konnte.

Für die Umwandlung des farblosen Chlorophyllchromogens in grünes Chlorophyll nimmt Sachs an, daß sie in analoger Weise vor sich ginge,

*) Lotos-Zeitschrift, 1859, Seite 6.

wie die Bildung der Farbstoffe im Allgemeinen aus ihren farblosen Chromogenen, durch Oxydation. Mulder nimmt bekanntlich gerade umgekehrt an, daß ein Desoxydationsprozeß bei der Chlorophyllbildung stattfinde. Wenn nach Dr. Sachs das im Plasma vertheilte noch farblose Chromogen mit activem Sauerstoff, Ozon, in Berührung kommt, so geht es in grünen Farbstoff über. Durch Behandlung mit Schwefelsäure wird es ebenfalls grün.

Dr. Sachs*) fand ferner, daß die grüne Farbe der Blätter vieler (vielleicht aller) Pflanzen, in Folge einer partiellen Zerstörung des Farbstoffes, durch Insolation gebleicht wird. Verschiedene Pflanzen besitzen diese Eigenschaft in sehr verschiedenem Grade, am stärksten wurde sie beim Tabak und Mais beobachtet. Nur die blauen (und wahrscheinlich alle chemischen) Strahlen des directen Sonnenlichts bringen die Bleichung der Blätter hervor. Die gelben, rothen und grünen Strahlen wirken auf das entfärbte Chlorophyll restituirend. Ebenso wird im Dunkeln der zerstörte Farbstoff wieder hergestellt. Sachs unterscheidet zwei Bestandtheile des Chlorophylls, von denen der Eine im Schatten (nachdem die Pflanze beleuchtet war) oder im gelben und rothen Lichte entsteht, während der Andere durch die blauen Strahlen erzeugt wird; wobei der Erstere noch die Eigenschaft hat, durch die blauen Strahlen zerstört zu werden.

Fremy fand, daß das Chlorophyll sich in einen blauen und einen gelben Farbstoff zerlegen läßt. Unreines Chlorophyll, mittelst Alkohol aus grünen Pflanzentheilen extrahirt, und mit einer Mischung von zwei Theilen Aether und einem Theile mit etwas Wasser verdünnter Salzsäure geschüttelt, spaltet sich in einen blauen Farbstoff, Phyllocyanin, welchen die Salzsäure aufnimmt, und einen gelben in dem Aether gelösten, Phylloxanthin. Setzt man, nachdem die Trennung eingetreten ist, zu der Mischung Alkohol, so vereinigen sich die beiden Flüssigkeitsschichten und hierdurch restituirt sich auch die grüne Farbe.

Gegen Thonerdehydrat zeigten die beiden Farbstoffe verschiedene Affinitäten, es gelang jedoch nicht, den Einen aus einer Lösung vollständig niederzuschlagen und den Anderen in Lösung zu behalten, oder aus der Verbindung beider mit der Thonerde den einen Farbstoff gesondert von dem andern durch indifferente Lösungsmittel zu lösen.

*) Berichte der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, 1859, Seite 227.

Der blaue Farbstoff des Chlorophylls wird leicht zersetzt, unter verschiedenen Einflüssen verliert er seine blaue Farbe und erhält sie wiederum zurück. Reducirende Körper wirken nicht merklich auf ihn ein, durch Einfluß anderer Agentien und namentlich durch die Basen verwandelt er sich in eine schöne gelbe Farbe, welche der Alkohol mit Leichtigkeit auflöst, Phylloxanthein. Durch Säuren, und namentlich durch die Salzsäure, wird der blaue Stoff daraus reproducirt. Vergeilte Pflanzen, welche keinen grünen Farbstoff enthalten, werden durch saure Dämpfe grün gefärbt; Alkohol zieht aus ihnen denselben gelben Farbstoff aus, der durch die Entfärbung des Chlorophylls entsteht. Durch Behandlung mit der obigen Mischung von Aether und Salzsäure läßt sich dieser theilweise in einen blauen überführen. Das Phylloxanthein findet sich also in den vergeilten Pflanzen wie auch in den jungen Trieben vor, es geht der Bildung der grünen Substanzen voraus (Sachs Leucophyll). Das Phyllocyanin läßt sich daraus bei Abschluß der Luft mittelst verschiedener Säuren darstellen, und die Körper, aus denen es entsteht, sind in Alkohol und Aether löslich. Hierin liegt der Beweis, daß es sich von den blauen Stoffen unterscheidet, welche sich durch die Einwirkung der Salzsäure auf die Eiweißstoffe bei Zutritt von Sauerstoff bilden.

Die gelben Blätter des Herbstes enthalten weder Phyllocyanin, noch Phylloxanthein, sondern nur noch Phylloxanthin.

Ueber das Vorkommen des Phosphors in den fetten Oelen.

Hierüber machte Dr. Töpler*) weitere Mittheilungen. — Bekanntlich hat schon früher Dr. Knop die Anwesenheit von Phosphor in dem fetten Oele der Zuckererbse nachgewiesen, und Professor Stein hat ebenfalls durch Extraction mit Aether aus Gerste und Malz ein phosphorhaltiges Oel dargestellt. Dr. Töplers Untersuchungen zeigen, daß der Phosphor in den fetten Oelen reifer Samen viel allgemeiner auftritt, als sich bisher vermuthen ließ. Namentlich scheint das Oel der Leguminosensamen stets phosphorhaltig zu sein, wenigstens wurde in sechs Oelen, die aus beliebig ausgewählten Samen dieser Familie durch Extraction mit Aether dargestellt waren, stets ein ziemlich bedeutender Phosphorgehalt

*) Landw. Mitth. aus Poppelsdorf, 3. Heft, Seite 115.

gefunden. Von den untersuchten fetten Oelen der Samen von Gramineen erwiesen sich vier ebenfalls phosphorhaltig, während ein fünftes — das der Hirse — keinen Phosphor enthielt. Das Vorhandensein der phosphorhaltigen Fette scheint hiernach nicht streng an gewisse Pflanzenfamilien gebunden zu sein. —

In der folgenden Tabelle sind die Resultate der Töpler'schen Untersuchungen zusammengestellt.

Ursprung des Fettes:	Phosphorgehalt in Procenten:	Eigenschaften des Fettes:
Gelbe Lupine	0,29	dickflüssig, z. Thl. krystallisirt.
Knotenfrüchtige Erve	0,47	z. Thl. krystallisirt.
Mai-Erbse	1,17	"
Schottische Pferdebohne	0,72	z. größten Thl. krystallisirt.
Behaarte Saatwicke	0,50	dickflüssig.
Rothe Winterlinse	0,39	"
Roßkastanie	0,30	dünnflüssig.
Cacaobohne	0	fest.
Wallnuß	Spur	dünnflüssig.
Olive	0	"
Englischer Weizen	0,25	z. Thl. krystallisirt.
St. Helena Weizen	0,28	"
Hafer	0,44	"
Sechszeilige nackte Gerste	0,28	"
Roggen	0,31	teigartig-krystallinisch.
Hirse	0	dünnflüssig.
Blauer Mohn	0	"
Lein	0	"
Raps	0	"
Hanf	0	"
Weißer Senf	0	"

Nach Dr. Töpler sind die phosphorhaltigen Oele nicht durch besondere physikalische Eigenschaften von den phosphorfreien ausgezeichnet; aus der obigen Zusammenstellung ist jedoch ersichtlich, daß die dickflüssigen, namentlich die bei längerem Stehen theilweise krystallinisch werdenden Oele sich stets phosphorhaltig erwiesen, während von den dünnflüssigeren Oelen nur dasjenige der Roßkastanie eine größere und das Nußöl eine

sehr geringe Menge von Phosphor enthielt. Auch das feste Oel der Cacaosamen erwies sich frei von Phosphor.

Da in der Natur meistens zwei oder mehrere neutrale Fette mit einander gemengt vorkommen, so erscheint die Ansicht Töplers wahrscheinlich, daß die phosphorhaltigen Oele sämmtlich eine und dieselbe phosphorhaltige (leicht krystallisirende?) Verbindung enthalten, welche in verschiedener Menge den anderen phosphorfreien Fetten beigemengt ist, wodurch sich auch der verschiedene Phosphorgehalt verschiedener Oele erklärt. Erst weitere Untersuchungen werden Aufschluß über diese phosphorhaltige Verbindung geben können. Eben so wenig lassen sich bis jetzt begründete Vermuthungen über die Rolle aufstellen, welche die phosphorhaltigen Oele in dem Lebensprocesse der Pflanzen spielen mögen. Einstweilen ist durch diese Entdeckung der phosphorhaltigen Oele jedoch eine weitere Beziehung des Phosphors zu den näheren Pflanzenbestandtheilen nachgewiesen worden, welche von Neuem auf die Wichtigkeit desselben für den Vegetationsproceß der Pflanzen hinweist.

Ueber das Vorkommen von Arsenik und Fluor in den Pflanzen.

E. W. Davy*) untersuchte, veranlaßt durch den bekannten Reichthum mancher aus Kiesen bereiteten Schwefelsäure, solche Pflanzen, die in Düngungen mit Superphosphat gewachsen waren, auf Arsenik. Er fand in zwei Turnipsproben unzweideutige Spuren desselben, ebenso enthielt eine stark mit Superphosphat gedüngte Kohlpflanze diesen Körper.

In der Asche von Lycopodium clavatum fand Fürst Salm-Horstmar**) einen nicht unbedeutenden Gehalt an Fluor. Eine annähernde Bestimmung ergab einen Fluorgehalt von 0,4 Procent von der Asche.

Es ist zu vermuthen, daß auch in anderen Pflanzenaschen Fluor sich auffinden lassen wird, da es nach den neueren Untersuchungen von Nicklès und Ch. Méne ein häufig vorkommender Bestandtheil der Wässer ist.

---

*) Erdmann's Journ. f. pract. Chemie, Band 79, Seite 122.

**) Poggendorf's Annalen, Band CXI., Seite 339.

Ueber den Verlust des Bodens an Mineralstoffen durch den Anbau von Zuckerrüben.

Um Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Erschöpfung des Bodens durch den Rübenbau zu gewinnen, hat Dr. Karmrodt*) die Zuckerrübe und die Preßlinge, wie sie in den Zucker- und Krautfabriken gewonnen werden, einer vergleichenden Untersuchung unterworfen.

Die untersuchte birnförmige Zuckerrübe enthielt im Durchschnitt in 100 Theilen:

Mineralbestandtheile	0,6363,
Stickstoffhaltige organische Stoffe	0,7972,
Stickstofffreie organische Stoffe	20,7331,
Wasser	77,8334.

Der Zuckergehalt des Saftes betrug 13,6 Procent.

100 Theile Rüben liefern bei der Zuckerfabrikation 20 Theile kalt gepreßte Rückstände, bei der Krautfabrikation 13,1 Theile nach dem Kochen abgepreßte Preßlinge.

Diese enthielten in 100 Theilen:

	Bei der Zuckerfabrikation:	Bei der Krautfabrikation:
Mineralbestandtheile	0,9436,	0,8520,
Stickstoffhaltige organische Stoffe	1,3404,	2,5430,
Stickstofffreie organische Stoffe	28,6480,	26,6050,
Wasser	69,0680,	70,0000.

Bezüglich der weiteren chemischen Untersuchungen verweise ich auf die Originalabhandlung und gebe hier nur die auf diese Untersuchungen basirte Berechnung der Mengen von Pflanzennährstoffen, welche der Ackerfläche eines preußischen Morgen in einer Rübenerndte von 150 Ctr. entnommen werden. Hierbei ist angenommen, daß die Rübenblätter auf dem Felde verbleiben oder verfüttert werden und im Dünger wieder auf den Acker zurückkehren, und daß auch die Bestandtheile der Preßlinge durch Verfüttern der letzteren dem Felde zurückgegeben werden.

---

*) Zeitschrift des landw. Vereins für Rheinpreußen, 1860, Seite 352.

	Bei d. Zuckerfabrikation:	Bei d. Krautfabrikation:
Kali	34,212 Pfd.	43,317 Pfd.
Natron	5,674 „	5,980 „
Kalk	3,159 „	1,836 „
Magnesia	4,914 „	5,722 „
Manganoxydul	0,220 „	0,187 „
Eisenoxyd	1,280 „	1,578 „
Phosphorsäure	9,539 „	10,476 „
Schwefelsäure	2,102 „	2,316 „
Chlor	4,811 „	5,159 „
Kieselsäure	1,225 „	2,127 „
Mineralbestandtheile	67,136 Pfd.	78,698 Pfd.
Stickstoff	12,70 „	11,14 „

Hauptsächlich sind es also Kali, Phosphorsäure und Stickstoff, welche durch die Rübenerndten dem Ackerboden entführt werden; auf ihre Ersetzung wird der Landwirth um so mehr sein Augenmerk zu richten haben, als die Menge dieser Stoffe, welche in den Pflanzen zugänglicher Form im Ackerboden enthalten ist, meistens gegen die der übrigen Stoffe sehr zurücktritt.

Die obigen Zahlen geben den Verlust des Ackerbodens, wenn die darauf erbauten Rüben unter der Bedingung an Zucker- oder Krautfabriken verkauft werden, daß die auf das gelieferte Rübenquantum entfallenden Preßlinge zurückgegeben werden. Günstiger für den Acker gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Rüben in einer eigenen Zuckerfabrik verarbeitet und die eiweiß-, kalk-, magnesia- und phosphorsäurehaltigen Schaumpressenrückstände dem Düngerhaufen einverleibt werden. Noch günstiger, wenn die bei der Zuckerfabrikation abfallende Melasse direct oder als Melassenschlempe in das Vieh verfüttert wird, oder das aus den Rüben fabricirte Kraut als menschliches Nahrungsmittel in eigener Wirthschaft consumirt wird.

Ueber die Bestandtheile der blauen Traube von der Ahr vor und nach der Gährung.

Dr. Karmrodt*) hat Untersuchungen über die Veränderungen angestellt, welche die Bestandtheile der Traube bei der Gährung erleiden.

*) Zeitschrift des landw. Vereins f. Rheinpreußen, 1860, Seite 335.

Aus diesen geht Folgendes hervor: Die Umsetzung des Traubenzuckers in Alkohol und Kohlensäure geht bei einer Temperatur von 15—19° C. ohne Zusatz von Hefe nicht vollständig vor sich, einerlei, ob der Most für sich der Gährung unterworfen wird, oder die zerquetschten Beeren mit den Trestern gähren. In letzterem Falle blieb jedoch etwas mehr Zucker unzersetzt, wahrscheinlich, weil die in den Trestern enthaltene Gerbsäure mit den Eiweißstoffen unlösliche Verbindungen einging und dadurch die Bildung von Hefenzellen aus diesen Stoffen beeinträchtigte. Ausgepreßte Trestern mit Zuckerwasser versetzt vergährten ohne Hefenzusatz nur sehr unvollständig. Der Grund hierfür ist nach Karmrodt in der Abwesenheit der Eiweißstoffe, der Weinsäure und der anderen in den Most übergegangenen Bestandtheile der Trauben zu suchen, während auf der anderen Seite wiederum die große Menge von Gerbsäure, welche in den Trestern enthalten ist, die Gährung gestört hat. Nach Anthon befördert die freie Weinsäure wie auch der Weinstein die Gährung nicht, sondern beide wirken im Gegentheil nachtheilig auf dieselbe ein. Mulder, Rose und andere Chemiker theilen dagegen die Ansicht Karmrodts, daß ein reichlicher Gehalt an Weinsäure die Gährung des Traubenmostes fördere.

Die fertigen Weine, erhalten durch die Gährung der ganzen Traubenmasse und des Saftes für sich, enthielten noch unzersetzten Zucker. Auch von anderen Chemikern ist in allen Weinen Zucker nachgewiesen worden. Nach den Untersuchungen von Fresenius beträgt der Zuckergehalt im Rheinweine $\frac{6}{7}$ von der Extractmenge, während die Salze und die übrigen nicht flüchtigen Bestandtheile nur $\frac{1}{7}$ ausmachen. In vier Rheinweinsorten wurden 3,6 Procent (Hattenheimer) bis 8,6 Procent (Steinberger Auslese) Zucker gefunden. Süßer Wein, namentlich solcher, welcher aus getrockneten Trauben bereitet ist, vin sec, vin de paille und vin cotti genannt, je nachdem man die Trauben am Stocke oder auf Stroh hat austrocknen lassen, oder den Traubensaft durch Eindampfen von einem Theile seines Wassergehalts befreit hat, enthalten noch bedeutend mehr Zucker. So hat man im Muscat Rivesaltes 24½ Procent Extract gefunden, wovon ungefähr 22 Proc. aus Zucker bestanden. Der Zuckergehalt ist für den Geschmack des Weines von hohem Werthe, da er die freie Säure abstumpft und verdeckt. Nach Mulder ist der im Weine enthaltene Zucker zum Theil Schleimzucker, zum Theil Traubenzucker.

Das Verhalten der Gerbsäure bei der Gährung verdient eine genauere Beachtung. In dem Moste, selbst von blauen Trauben, ist keine oder nur eine Spur von Gerbsäure vorhanden. Die Gerbsäure im Weine stammt aus den Schalen und Kernen, welche bedeutende Mengen davon enthalten, und ist erst bei der Gährung in den Wein übergegangen. Mit den Proteinstoffen geht der Gerbstoff Verbindungen ein, welche im Wasser und weingeisthaltigen Flüssigkeiten unlöslich sind. Hierdurch beeinträchtigt die Gerbsäure die Hefebildung und damit den Gährungsproceß. Ein anderer Bestandtheil des Traubensaftes, die Weinsäure, wirkt jedoch lösend auf die Verbindung von Gerbstoff mit den Eiweißstoffen, und dieß bewirkt, daß geringe Mengen der letzteren, selbst neben Gerbstoff, in den Wein übergehen. Diese gelöste Verbindung von Gerbstoff mit Eiweiß ist es, welche beim Lagern des Weines den Bodensatz bildet, der sich im Innern an dem nach unten gekehrten Theile der Flaschen und Fässer anlegt. Es geht hierbei eine Zersetzung des Gerbstoffes vor sich, welcher sich unter dem Einflusse der in dem Weine und dem ungefüllten Theile der Gefäße enthaltenen atmosphärischen Luft in eine andere, schwer lösliche Substanz verwandelt. Das damit verbundene Eiweiß tritt entweder ganz oder zum Theil wieder als Ferment auf, wodurch eine Gährung eingeleitet werden kann, die dem Weine schadet. Bei der Abscheidung der Gerbsäure wird zugleich ein Theil des rothen Weinfarbstoffes mit niedergeschlagen, dadurch wird der Wein lichter von Farbe. In ausgeprägter Weise zeigt der Portwein diese Erscheinung, doch beobachtet man sie auch bei anderen rothen Weinen. Junger Portwein besitzt unter allen Weinen den größten Gehalt an Gerbstoff und die dunkelste Farbe. Hat er längere Jahre gelegen, so wird er zuletzt fast so hell wie alter Madeira, wobei er eine bedeutende Menge von Sediment absetzt. Denselben Reactionen verdanken die weißen Weine das Nachdunkeln ihrer Farbe beim Lagern. Auch bei diesen, die ursprünglich keinen besonderen Farbstoff enthalten, bildet sich aus der Gerbsäure, in Verbindung mit den übrigen gelösten Stoffen, das erwähnte Zersetzungsproduct — nach Mulder ein humusartiger Stoff in Verbindung mit Gerbsäure. Da dieser Körper in geringer Menge im Weine gelöst bleibt, so verleiht er demselben eine dunklere Färbung.

Der Farbstoff der blauen Beeren ist nur in den Schalen enthalten. Es ist bekannt, daß aus blauen Beeren ein weißer Wein dargestellt werden kann, wenn man den ausgepreßten Most für sich vergähren läßt.

Freie Säuren verwandeln den blauen Farbstoff in einen rothen; der Gehalt des Weines an freier Weinsäure und Weinstein bedingt seine Farbennüance.

Die Kerne der Weinbeeren geben an Aether eine bedeutende Menge fettes Oel ab; Karmrodt erhielt 8,24 Procent. Das Oel ist durch einen geringen Chlorophyllgehalt grün gefärbt, es besitzt einen starken Baumölgeruch und einen süßlich kratzenden Geschmack; es ist dickflüssig, erstarrt jedoch noch nicht bei — 6° C. Gegohrene Traubenkerne zeigten einen geringeren Fettgehalt, von dem also ein Theil bei der Gährung zersetzt oder in den Wein übergegangen ist und so vielleicht zum Geruch und Geschmack des Weines beigetragen hat. Es sei hierbei die neuerdings von Fischer gemachte Entdeckung erwähnt, daß die Oenanthsäure, derem Aether der Wein seinen eigenthümlichen Weingeruch und Geschmack verdankt, ein Gemenge zweier fetter Säuren, der Caprinsäure und der Caprylsäure, ist. Kleine Mengen von unzersetztem Fett gehen übrigens in den Wein über; Oudemans fand 6 Theile Fett in 100,000 Theilen Bordeauxwein.

Aus der Vergleichung der Mineralbestandtheile des Mostes und des gegohrenen Weines ergiebt sich, daß bei der Gährung, wie auch nach derselben aus dem fertigen Weine noch, hauptsächlich Kalisalze (Weinstein) abgeschieden werden. Die Abscheidung von Weinstein war beträchtlicher, wenn die Trestern mitgohren, als wenn der Most allein der Gährung unterworfen wurde, obgleich der nach letzterer Methode erhaltene Wein alkoholreicher war und also ein geringeres Lösungsvermögen für Weinstein besaß. Auch von der im Moste enthaltenen Magnesia wurde etwa die Hälfte, wahrscheinlich in Verbindung mit Phosphorsäure und dem bei der Gährung entstehenden Ammoniak, abgeschieden. Die übrigen Mineralstoffe des Mostes: Kalk, Eisen, Schwefelsäure, Chlor und Kieselsäure wurden in ziemlich unverminderter Menge im Moste wieder vorgefunden. Andere Chemiker haben außer diesen Mineralstoffen noch Natron und Thonerde im Weine vorgefunden; die letztere rührte wahrscheinlich von dem den Trauben anhängenden Staube her.

Am Schlusse seiner Abhandlung bespricht Dr. Karmrodt noch die Benutzung der Trestern. In den Weinländern werden diese, nachdem die Gährung beendet ist, ausgepreßt, fest in Fässer eingestampft und diese mit Lehm gut verschmiert. Zu gelegener Zeit unterwirft man sie der Destillation, wobei der sogenannte Tresternbranntwein gewonnen wird.

Die ausgepreßten Trestern enthalten noch ungefähr 40 Procent Feuchtigkeit (Wein). 1000 Pfund Trauben geben ungefähr 150 Pfund Trestern und 850 Pfund Wein. Von diesen Trestern geben nach Bresgen 248 Pfund 8 Quart rectificirten Weingeist von 50 Proc. Tr.

Die abgebrannten Trestern verwendet man als Viehfutter, wozu ihr bedeutender Gehalt an stickstofffreien und stickstoffhaltigen Nährstoffen sie sehr geeignet erscheinen läßt.

Ueber die Zusammensetzung des Malzes, verglichen mit der der Gerste und der Trebern.

Untersuchungen über die beim Malzproceß eintretenden chemischen Vorgänge hat Professor Stein*) angestellt. — Um die Veränderungen, welche nach diesen Untersuchungen die Bestandtheile der Gerste beim Malzen erleiden, leicht ersichtlich zu machen, habe ich die von dem Verfasser am Schlusse seiner Abhandlung mitgetheilte Tabelle über die procentische Zusammensetzung von Gerste, Malz und Keimen auf die beim Malzen aus 100 Gewichtstheilen Gerste entstehenden Producte berechnet. Es ist hierbei in Uebereinstimmung mit dem Verfasser angenommen worden, daß 100 Theile Gerste 92 Theile keimfreies Malz und 3,5 Theile Keime geben.

Hiernach ist die Zusammensetzung:

	Gerste.	Luftmalz.	Darrmalz.	Keimen.
Lösliche Proteinstoffe	1,258	1,961	1,826	0,556
Unlösliche Proteinstoffe	10,938	9,017	8,989	0,516
Zellsubstanz	19,864	18,101	17,311	1,249
Dextrin	6,500	6,951	7,573	—
Fett	3,556	2,688	3,108	—
Asche	2,421	2,108	2,108	0,324
Extractivstoffe	0,896	3,680	4,282	—
Stärke	54,282	47,429	46,806	—
	99,715	91,935	92,003	—

Aus diesen Zahlen ergiebt sich zunächst, daß durch den Malzproceß ein Theil der unlöslichen Proteinstoffe der Gerste in den löslichen Zustand übergeführt worden ist. Hierauf basirt sich die Hauptwirkung des Malzprocesses, indem diese löslichen Proteinstoffe (das sogenannte

*) Polytechn. Centralblatt, 1860, Seite 481.

Diastas) in hohem Grade die Fähigkeit besitzen, bei Anwesenheit einer genügenden Wassermenge und einer Temperatur von 48—60° R. das Stärkemehl in Dextrin und Zucker umzuwandeln, eine Eigenschaft, welche der unveränderte Proteinstoff der Gerste entweder gar nicht, oder doch nur in sehr geringem Maße besitzt. Die lösende Einwirkung des Malzprocesses auf die Proteinstoffe scheint, den obigen Angaben nach, nur eine sehr geringfügige zu sein; eine größere Bedeutsamkeit erlangt dieselbe jedoch, wenn man sich erinnert, daß nach den Untersuchungen von Persoz und Payen ein Theil Diastas 2000 Theile Stärke in Gummi und Zucker umzuwandeln vermag.

Die Gesammtmenge der Proteinstoffe zeigt, wenn man die in die Keime übergegangene Menge berücksichtigt, keine erhebliche Verminderung durch den Keimproceß. Der Verfasser legt jedoch selbst diesen Zahlen keinen großen Werth bei, da durch die Berechnung der Proteinstoffe aus dem gefundenen Stickstoffgehalt nach dem Verhältnisse 15,66 : 100 die bei der Bestimmung unvermeidlichen Fehler sich mit multiplicirten. Er hält vielmehr die Voraussetzung für richtig, daß eine Verminderung der Proteinstoffe durch den Keimproceß eintrete. Ein bedeutender Theil der Proteinstoffe der Gerste geht bei der Keimung in die neuentwickelten Gebilde über. Für den Brauproceß ist dieser Verlust unwichtig, da für diesen von den Proteinstoffen nur das aus dem Kleber sich bildende Diastas, welches im Malzkerne um den Keim herum sich findet, seiner angeführten Eigenschaft halber, von Wichtigkeit ist. Die durch Digestion mit Wasser, resp. Malzauszug, bei 60—70° C. aus 100 Theilen trockner Substanz erhaltenen Trebermengen enthielten:

bei der Gerste	9,181	Theile Proteinstoffe,
bei dem Luftmalze	7,094	„ „
bei dem Darrmalze	6,982	„ „

Die hierbei gelösten Proteinstoffmengen gehen jedoch nicht in das Bier ein, welches nur außerordentlich geringe Mengen davon enthält; sie scheiden sich durch Gerinnung unter Mitwirkung der in dem Hopfen enthaltenen Gerbsäure beim Kochen der Würze ab und bilden nachher das sogenannte Kühlgeläger.

In der Rubrik „lösliche Proteinstoffe" ist die Summe der in das Wasser- und Alkoholextract übergegangenen Menge dieser Stoffe aufgeführt. Zu bemerken ist hierbei, daß beide Arten von Extracten beim Zusammenbringen mit Stärke die zuckerbildende Kraft zeigten, und

zwar besaß das Alkoholextract von Luftmalz diese Eigenschaft in weit höherem Grade, als das, nach der Erschöpfung mit Alkohol bei 60 bis 70 Grad, aus demselben Malze bei niedrigerer Temperatur dargestellte Wasserextract. Es geht hieraus hervor, daß das sogenannte Diastas auch von starkem Weingeist in merklicher Menge gelöst wird. Das aus ungekeimter Gerste, ohne vorgängige Extraction mit Alkohol, bereitete Wasserextract zeigte die zuckerbildende Kraft in kaum bemerkbarem Grade; hierin war also der die Umwandlung bedingende Stoff nur in sehr geringer Menge enthalten.

Die Rubrik „Zellsubstanz" enthält diejenigen stickstofffreien Stoffe, welche beim Maischen nicht in Lösung übergehen können und weder durch Alkohol noch durch Aether sich extrahiren lassen. Zur Bestimmung dieser Stoffe wurden die Substanzen mit Wasser oder einem filtrirten Malzinfusum bei 60—70° C. so lange (gewöhnlich 24 Stunden) digerirt, bis sich durch Jod keine Stärke mehr nachweisen ließ. Die erhaltenen Trebermengen betrugen bei beiden Malzsorten 28,4 Procent von dem trocknen Malze. Im Großen erhält man zwischen 33—38 Procent, weil hierbei die Stärke nicht vollständig in lösliche Verbindungen übergeführt wird. Knapp fand noch 4—8 Procent unveränderte Stärke in den Trebern. In den erhaltenen Trebern wurde der Stickstoffgehalt bestimmt, daraus der Gehalt an Proteinstoffen berechnet und nebst Fett und Alkoholextract, sowie Aschenbestandtheilen in Abzug gebracht, der Rest aber als Zellsubstanz bezeichnet. Die obigen Angaben für den Zellstoffgehalt ergeben, wenn man die in den Keimen enthaltene Menge hinzuaddirt, eine geringe Abnahme bei der Keimung. Diesem Verhalten entsprechend wurde aus ungekeimter Gerste eine constant größere Menge von Trebern erhalten, die nicht blos von einem größeren Gehalt an Proteinstoffen herrührte. Der Verfasser ist der Ansicht, daß in der Natur zahlreiche Modificationen des Zellstoffes vorkommen, deren Löslichkeitsverhältnisse sehr verschieden sind. Obgleich man nun wohl denken könnte, daß die leichter löslichen Modificationen von Zellstoff beim Keimproceß verflüssigt und an ihrer Stelle nicht ein gleiches Gewicht an Zellsubstanz im Blattfederchen und Würzelchen producirt werde, so hält der Verfasser doch den Proteinstoffgehalt nicht für scharf genug festgestellt, daß auf Grund der hierauf basirten Berechnungen eine wirkliche Abnahme der Zellsubstanz behauptet werden dürfe. Genau läßt sich allerdings das Verhalten des Zellstoffes zur Zeit nicht nachweisen, da wir keine correcte Bestimmungsmethode für denselben besitzen.

In der Rubrik „Dextrin" sind diejenigen Bestandtheile aufgeführt, welche nach der Behandlung mit Alkohol im Wasser sich auflösen ließen, wobei die mitgelösten Proteinstoffe in Abzug gebracht wurden. Die Zahlen dieser Colonne weisen eine Vergrößerung des Dextringehalts durch das Keimen und Darren nach.

Als „Extractivstoffe" wurde der eingetrocknete Rückstand des Wasserauszuges bezeichnet, nachdem die dem darin gefundenen Stickstoffgehalt entsprechende Menge von Proteinstoffen subtrahirt worden war.

Von Interesse ist die Bestimmung der gesammten in Alkohol und Wasser gelösten Stoffe, weshalb ich hier die Zusammenstellung der Extractmengen mittheile.

Es wurde erhalten aus 100 Theilen:

	Gerste.	Grünmalz.	Luftmalz.	Darrmalz.	Keime.	Trebern:	
						v. Luftmalz	v. Darrm.
Fettfreies Alkoholextract	1,236	4,080	4,662	5,078	18,912	0,417	0,365
Wasserextract	8,410	10,170	9,028	9,780	15,970	—	—
Summe beider	9,646	14,250	13,690	14,858	34,882	—	—

Wie man sieht, sind die im Wasser allein löslichen Bestandtheile der Gerste, wenn auch der Qualitat nach verschieden, durch das Darren und Malzen in quantitativer Hinsicht nur wenig verändert. Dagegen ist in dem Malze eine bedeutend größere Menge von in Alkohol löslichen Stoffen enthalten. Professor Stein hält diese Veränderung für die wesentlichste, welche die Gerste beim Malzen erleidet. Er empfiehlt die Ausbeute an Alkoholextract als Kriterium für die Güte des Malzes zu benutzen und verlangt von einem guten Malze mindestens einen Gehalt von 4 Procent an trocknem Alkoholextract. Hierbei ist zu beachten, daß nach den Untersuchungen von Anthon das Dextrin in Alkohol von 0,910 spec. Gew. schon etwas löslich ist; man wird wenigstens Alkohol von 0,880 spec. Gew. zu dieser Bestimmung verwenden müssen, wenn kein Dextrin in das Alkoholextract übergehen soll. Jedenfalls wird man bei vergleichenden Untersuchungen stets Alkohol von derselben Stärke zu verwenden haben.

Zur Bestimmung des „Fettes" wurden die Substanzen zuerst mit Aether, dann mit Alkohol und endlich nochmals mit Aether extrahirt, da vorhergehende Untersuchungen gezeigt hatten, daß selbst mehrmaliges Auskochen mit Aether nicht alles Fett zu lösen vermochte. Sowohl das Fett der Gerste, wie das des Malzes, sind bei gewöhnlicher Temperatur schmierig und krystallisiren zum Theil bei längerem Stehen. Beide Fette sind zum größten Theile in Alkohol von 98 Procent löslich, beide enthalten sowohl flüssige als feste unverbundene Fettsäuren, auch wurde in beiden Phosphor und Stickstoff gefunden. Es wurde versucht, diese Körper von dem Fett zu trennen, was jedoch nicht gelang, wenn sie also dem Fette nicht eigenthümlich sind (was für den Phosphor jedoch bereits nachgewiesen ist), so haftet der Proteinstoff, dem sie angehören, dem Fette sehr hartnäckig an. Vergleicht man die in ungekeimter Gerste und im Malz gefundenen Fettmengen, so ist eine Abnahme des Fettgehaltes beim Keimen daraus ersichtlich. Auffällig ist die im Darrmalze gefundene größere Fettmenge gegenüber dem Luftmalze, welche auch von Oudemans beobachtet worden ist. Der Grund hierfür ist nach Stein in einer Oxydation der Oelsäure zu suchen. Der Zersetzung der Oelsäure in Verbindung mit den vorhandenen Proteinsubstanzen ist nach ihm auch der eigenthümliche Geruch zuzuschreiben, der sich beim Darren des Malzes entwickelt. Fettfreies Alkohol- oder Wasserextract entwickelt den Geruch des Darrmalzes erst dann, wenn ihm noch der ätherische Auszug — das Fett — hinzugesetzt wird.

Die aus 100 Theilen trocknem Malze entstehende Trebermenge enthielt:

von Luftmalz 1,757 Theile Fett,
von Darrmalz 1,548 „ „

Bei sehr vollständiger Extraction geht also ungefähr die Hälfte des im Malze enthaltenen Fettes in die Würze über.

In bairischem Bier fand Vogel im Litre 0,12 Grm. Fett.

Auf den „Aschengehalt" hat der Malzproceß, wie vorauszusehen, nur einen geringen Einfluß. Durch das Quellen der Gerste sind ihr 0,248 Procent ihrer Aschenbestandtheile entzogen worden. Beim Keimen geht ein verhältnißmäßig sehr großer Theil der Mineralbestandtheile in die Keimorgane über. Durch Vergleichung mit dem Aschengehalte der Trebern ergiebt sich, daß ungefähr 60 Procent des gesammten Aschengehalts durch den Maischproceß gelöst werden.

Die Zahlenangabe für die „Stärke" sind nicht durch directe Bestimmung gewonnen; der Verfasser hat hiervon abgesehen, weil bei der Behandlung der Substanzen mit Schwefelsäure ein Theil des Zellstoffs in Zucker übergeht. Es wurden daher die in der wasserfreien Substanz gefundenen Mengen von Zellstoff, Proteinstoffen, Dextrin, Fett, Asche und Extractivstoffen addirt und das an 100 noch Fehlende als Stärke in Rechnung gebracht. Wie aus den oben angegebenen Zahlen ersichtlich ist, wird ein Theil der Stärke durch das Keimen und Darren in andere lösliche Verbindungen übergeführt.

Zucker ließ sich weder in der Gerste, noch im Luft- und Darrmalze nachweisen. Professor Stein glaubt sicher zu sein, daß alle diese Stoffe für gewöhnlich keinen Zucker enthalten und daß derselbe, wo er gefunden wurde, erst bei den zu seiner Auffindung ausgeführten Manipulationen sich bildete. Wenn im Malze kein Zucker vorhanden ist, so bildet sich beim Keimen entweder gar keiner, oder der gebildete Zucker wird durch den Keimproceß sofort wieder zersetzt. Stein ist zu der Annahme geneigt, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Malzes nicht groß genug ist zur Zuckerbildung. Den süßen Geschmack des Malzes erklärt er daher, analog dem bittern Geschmack der bitteren Mandeln, durch das Aufeinanderwirken der im Malzkerne enthaltenen Stoffe in dem Momente, wo sie mit mehr Flüssigkeit zusammen kommen.

Außer den angegebenen Stoffen enthalten die Gerste und das Malz noch geringe Mengen eines Farbstoffes und eines Riechstoffes. In Ersterem glaubt der Verfasser Rutinsäure erkannt zu haben, er ist jedoch mit der genaueren Untersuchung noch beschäftigt. Der Riechstoff wurde aus Grünmalz durch Destillation mit Wasser unter Zusatz von gebranntem Kalk, Schütteln des Destillats mit Aether und Verdunsten des Aethers in sehr geringer Menge, in Form von weißlichen, unkrystallinischen Flocken erhalten. Er besaß einen betäubenden Geruch, der an den des Furfurols erinnerte, jedoch ebensowohl auch von Salicylwasserstoff oder Cumarin herrühren könnte.

Ueber die Verbrennlichkeit des Tabaks.

Eine Eigenschaft des Tabaks, welche seinen Werth hauptsächlich mit bedingt, ist die Verbrennlichkeit desselben. Schlösing*) hat Unter-

*) Erdmann's Journal, Band 71, Seite 143.

suchungen über diesen Gegenstand angestellt, welche hier ein kurzes Referat verdienen, weil sich daraus Fingerzeige für den Tabakbauer ergeben, wie dem Producte diese werthvolle Eigenschaft zu ertheilen und schädliche Einflüsse abzuhalten sind.

Mit dem Ausdruck „Verbrennlichkeit" bezeichnet man die Eigenschaft des Tabaks, nach jedesmaligem Anziehen durch den Raucher eine kürzere oder längere Zeit in Gluth zu bleiben. Früher nahm man an, daß der Tabak um so verbrennlicher sei, je mehr salpetersaure Salze er enthalte. Schlösing hat jedoch durch seine Untersuchungen über den Gehalt des Tabaks an salpetersauren Salzen gezeigt, daß diese allerdings mitwirkend sind, daß die Verbrennlichkeit jedoch nicht zu ihnen in directer Beziehung steht, indem schlecht brennende Tabake viel, und umgekehrt leicht verbrennliche wenig salpetersaure Salze enthielten.

Der Verfasser beobachtete, daß die Alkalisalze der in den Pflanzen häufiger vorkommenden organischen Säuren — der Aepfel-, Citronen-, Oxal-, Pectin- und Weinsäure — sich beim Erhitzen in einem verschlossenen Gefäße stark aufblähen und eine sehr voluminöse Kohle hinterlassen, während die Kalksalze derselben Säuren, unter gleichen Umständen, ihr Volumen nicht verändern und eine sehr compacte Kohle liefern. Poröse Kohle verbrennt leichter und bleibt länger in Gluth als dichte. Die Kohle ist es, welche die Verbrennung des Tabaks hauptsächlich unterhält. Enthält nun eine Cigarre genug von solchen organischen Kalisalzen (Natronsalze werden im Tabak meistens nur in sehr geringer Menge gefunden, oder fehlen ganz), die sich beim Glühen unter Aufblähen zersetzen, so wird sie eine poröse Kohle geben und folglich das Feuer lange halten. Im umgekehrten Falle, wenn das Kali als Sulfat oder Chlorür in dem Tabak enthalten ist, welche Verbindungen bei der Verbrennung keine Rolle mitspielen, und die organischen Säuren an Kalk gebunden, giebt sie eine compactere Kohle, welche nicht lange im Glühen bleibt — die Cigarre kohlt. Da die organischen Kalisalze bei der Verbrennung in kohlensaures Kali übergehen, so ist die Anwesenheit dieses Salzes in der Asche ein Kriterium für die Verbrennlichkeit des Tabaks. Ein Tabak ist um so leichter verbrennlich, je alkalischer seine Asche ist. Die Asche eines unverbrennlichen Tabaks enthält nur schwefelsaures Kali und Chlorkalium und außerdem meistens ein im Wasser lösliches Kalksalz. In verbrennlichem Tabak ist also die Menge des Kali's (in Aequiv.) dem der Schwefelsäure und Salzsäure überwiegend; bei schwer verbrennlichem

ist das Umgekehrte der Fall. Ein schwer verbrennlicher Tabak wird verbrennlicher, wenn man ihm das Kalisalz einer organischen Säure in solcher Menge zusetzt, daß das Kali in der Asche über die Schwefelsäure und Salzsäure überwiegend ist. Umgekehrt wird ein verbrennlicher Tabak unverbrennlich durch Zusatz der Sulfate oder Chlorüre von Kalk, Magnesia und Ammoniak, wenn hierdurch die Menge des Kali's in der Asche von der Menge der Säuren überwogen wird.

Da hiernach der Kaligehalt die Verbrennlichkeit des Tabaks bedingt, so untersuchte der Verfasser, ob ein kaliarmer Boden durch Düngungen mit verschiedenartigen Kalisalzen in den Stand gesetzt wird, einen guten Tabak zu liefern. Die hierzu ausgeführten Düngungsversuche zeigten, daß alle Kalisalze mehr oder weniger die Güte des geernteten Tabaks erhöht hatten. Der in ungedüngtem Boden und in Düngungen mit Chlorcalcium und Chlormagnesium erbaute Tabak erwies sich fast unverbrennlich. Da auch das Chlorkalium von allen Kalisalzen am wenigsten günstig gewirkt hatte und die unverbrennlichen Tabake ungefähr dreimal mehr Chlor enthielten, als die verbrennlichen, so empfiehlt der Verfasser die Anwendung eines an Chlorüren zu reichen Düngers beim Tabakbau zu vermeiden. Bei dem schwefelsauren Kali war nur das Alkali aufgenommen worden und die Schwefelsäure eliminirt, und gerade dieser Tabak enthielt die größte Kalimenge, dann folgte der mit dem Carbonat, mit Nitrat und zuletzt der mit Chlorür gedüngte.

Diese Beobachtungen verdienen wohl noch eine Bestätigung für andere Bodenarten, da es bekannt ist, daß die Pflanzen bei Düngungen mit gewissen Salzen nicht allemal die Bestandtheile dieser letzteren in erhöhter Menge aufnehmen, sondern andere, durch die Umsetzung der als Düngung zugeführten Salze mit den Bodenbestandtheilen löslich gewordene Stoffe.

Zur Kenntniß des Verwesungsprocesses.

Im Widerspruch mit den Angaben Berzelius's, Liebig's, Boussingault's und anderer ausgezeichneter Chemiker, daß die stickstofffreien Verbindungen in vollkommen reinem Zustande und bei Abschluß der Feuchtigkeit unveränderlich sind, hat Karsten*) gefunden, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft dennoch oxydirend auf die Kohle-

*) Monatsber. d. kgl. preuß. Acad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1860. Januarheft.

hydrate und andere stickstofffreie organische Körper einwirkt. Die Bildung von Kohlensäure wurde beobachtet bei Zucker, Terpentinöl, Leinöl, Kork, Holz, Amylum, Gummi arabicum, Wachs und Colophonium. Ein von Kohlensäure befreiter Luftstrom, bei einer Temperatur über 12° R. über diese Substanzen hinweggeleitet, brachte im Kalkwasser schneller oder langsamer einen Niederschlag von wasserfreiem kohlensaurem Kalke in der Glasröhre, an der Eintrittsstelle der Luft in das Kalkwasser, hervor. Nach längerem Hindurchleiten der Luft bildeten sich auch Krystalle von kohlensaurem Kalk mit Krystallwasser. Bei einer Temperatur unter 10° R. trat keine Trübung des Kalkwassers ein, es schied sich kein wasserfreier kohlensaurer Kalk ab, statt dessen bildeten sich nach einiger Zeit kleine prismatische Krystalle von wasserhaltigem kohlensaurem Kalk, welche in der Flüssigkeit erhitzt, in kleine Rhomboëder von wasserfreiem kohlensaurem Kalk zerfielen.

Durch Hinwegleiten von Luft über Zucker entstand nicht blos Kohlensäure, sondern auch der Wasserstoff unterlag einer Oxydation, doch konnte ein bestimmtes Verhältniß zwischen der gebildeten Kohlensäure und dem Wasser nicht nachgewiesen werden. Anscheinend ist die relative Oxydationsfähigkeit der untersuchten organischen Körper verschieden, genauere quantitative Bestimmungen sind jedoch nicht ausgeführt worden.

Bedient man sich statt der gewöhnlichen Luft der durch Phosphor ozonisirten Luft, so ist die Wirkung ersichtlich vergrößert; die gebildete Kohlensäure beträgt etwa das Vierfache von der durch ein gleiches Volumen nicht azonisirter Luft gebildeten Menge.

Der während eines Jahres zu vielen wiederholten Versuchen benutzte Zucker zeigte keine Veränderung seiner Eigenschaften.

Auch reiner Kohlenstoff (ausgeglühter Kienruß) verbindet sich schon bei gewöhnlicher Temperatur in nicht unbedeutender Menge mit dem Sauerstoff der Luft. Aus diesem Verhalten läßt sich folgern, daß auch bei den Kohlehydraten und Kohlenwasserstoffverbindungen der Kohlenstoff sich mit dem atmosphärischen Sauerstoff zu Kohlensäure vereinigt, während der Wasserstoff der Substanzen mit dem Sauerstoff derselben zusammen als Wasser ausgeschieden wird. Eine Vermehrung des Kohlenstoffgehalts, wie Mulder und Liebig annahmen, findet hiernach nicht statt.

Gelöste und in Wasser vertheilte Kohlehydrate verhielten sich wie die trocknen Substanzen, nur war die Einwirkung der Luft auf die nassen und gelösten Stoffe stärker.

Ueber die Erzeugung von Ammoniak aus dem Stickstoffe der Luft.

Dem französischen Chemiker Margueritte*) ist es gelungen, ein einfaches Verfahren zu entdecken, um den atmosphärischen Stickstoff in Ammoniak umzuwandeln.

Die Principien dieses Verfahrens sind folgende:

1) Aetzbaryt, bei Gegenwart von Kohle in atmosphärischer Luft geglüht, eignet sich den Stickstoff derselben an und bildet Cyanbaryum.
2) Cyanbaryum auf 300° C. in einem Strome von Wasserdämpfen erhitzt, giebt seinen ganzen Stickstoffgehalt in der Form von Ammoniak ab.

Der Erfinder hat sich mit einem reichen Grundbesitzer de Sourdeval vereinigt, um die Erfindung im Großen auszubeuten. Folgendes Verfahren wird hierbei angewendet: Ein Gemenge von kohlensaurem Baryt, Eisenfeile, Kohlentheerpech und Sägespähnen wird in einer thönernen Retorte anhaltend stark geglüht, wobei der kohlensaure Baryt größtentheils in Aetzbaryt übergeht. Dann wird über die poröse Masse ein Luftstrom geleitet, dessen Sauerstoff mittelst vorgängigen Hindurchleitens durch eine Schicht glühender Kohlen in Kohlenoxyd verwandelt ist. Hierbei tritt der Stickstoff der Luft mit dem Kohlenstoff zu Cyan zusammen, welches sich mit dem Baryt zu Cyanbaryum vereinigt. Ist diese Umwandlung eingetreten, so bringt man die geglühte Masse zur Abkühlung in eiserne Cylinder, in welchen sie zugleich bei einer Temperatur von ungefähr 300° C. mit Wasserdampf behandelt wird, um die Umwandlung des Cyans in Ammoniak zu bewirken. Der zurückbleibende Baryt läßt sich natürlich von Neuem verwenden.

Ueber die Absorption des gasförmigen Ammoniaks durch feste Körper.

Professor Eichhorn**) hat eine Anzahl fester Körper, in möglichst fein gepulvertem Zustande, in ihrem Verhalten gegen Ammoniakgas geprüft. Der Apparat, dessen er sich bei seinen Untersuchungen bediente, bestand in einem kalibrirten Glasrohre, welches am oberen Ende mit einem seitlichen Röhrenansatze zur Aufnahme des mit der zu prüfenden

*) Erdmann's Journal, Band 81, Seite 192.
**) Landw. Mittheilungen aus Poppelsdorf, 3. Heft, Seite 17.

Substanz angefüllten Gefäßes versehen war. Am unteren offenen Ende wurde das Glasrohr durch Quecksilber abgesperrt und sodann mit trocknem Ammoniakgas gefüllt. Gewöhnlich wurde schon nach 3—6stündiger Einwirkung keine Volumenverminderung des Ammoniakgases mehr beobachtet, die Versuche wurden jedoch immer erst nach 12—24 Stunden beendet.

Die Resultate der zahlreichen Versuche lassen sich nicht unter einen allgemeinen Gesichtspunkt vereinigen, da sie die Absorption im weitesten Sinne des Wortes betreffen. Bei mehreren der in den Kreis der Untersuchungen gezogenen Körper wurde das Ammoniak in Folge von chemischen Processen gebunden, bei anderen war der Gehalt an Wasser mitwirkend, noch andere endlich nahmen das Ammoniak ganz oder zum größten Theil in Folge der von den Molecülen des festen Körpers ausgeübten mechanischen Anziehung auf. Diese Letzteren besaßen das Absorptionsvermögen in um so höherem Grade, je poröser und lockerer sie waren — je größer also die Ausdehnung ihrer Oberfläche. Sie verhielten sich also im trocknen Zustande gegen Ammoniak gerade so, wie die Erde bei meinen Versuchen über Kaliabsorption sich gegen gelöstes Kali verhielt. Künstlich dargestelltes lockeres Eisenoxyd absorbirte fast doppelt so viel Ammoniakgas, als das weniger lockere durch Glühen von Brauneisenstein dargestellte; der ganz dichte Eisenglanz endlich nahm nur ungefähr $\frac{1}{10}$ der von dem letzteren absorbirten Menge auf. Die feiner zertheilte Kreide zeigte sich stärker absorbirend, als der dichtere Marmor. Kaolin, welcher beim Glühen bekanntlich zusammenschwindet und dichter wird, nahm um so mehr Ammoniak auf, je weniger stark er vorher geglüht worden war. Von den verschiedenen Kohlenarten, welche geprüft wurden, nahm Holzkohle am meisten Ammoniak auf, dann folgte der Ruß, dann die Knochenkohle und endlich die fossilen Kohlenarten, von denen die Braun- und Steinkohle am wenigsten und beträchtlich weniger, als der Anthracit und die Pechkohle aufnahmen. Die Porosität eines Körpers ist es jedoch nicht allein, welche die Absorption bedingt, da der so außerordentlich poröse Platinschwamm fast gar kein Ammoniak condensirte. Auch schwefelsaures und phosphorsaures Natron erwiesen sich im entwässerten Zustande indifferent gegen das Ammoniak.

Ueberall wo eine chemische Anziehung zwischen dem festen Körper und dem Ammoniak stattfindet, wird natürlich eine bedeutende Menge von Ammoniak gebunden. Wasserfreie Chloride, welche mit einem Gehalte an Wasser krystallisiren können, wie Chlorcalcium, Chlormagnesium

und Eisenchlorid, nehmen bedeutende Mengen von Ammoniak auf, während die Chlorverbindungen des Kaliums, Natriums und Ammoniums kein Ammoniak an sich ziehen. Gips und Kochsalz absorbirten jedes für sich nur äußerst geringe Mengen von Ammoniak, mit einander gemengt, angefeuchtet und wiederum getrocknet zeigte sich das Gemenge in bedeutendem Grade absorbirend. Es war also vorher eine theilweise Umsetzung der beiden Verbindungen eingetreten, und das gebildete Chlorcalcium bewirkte, da es in hohem Grade absorptionsfähig ist, die Fixirung des Ammoniaks. Die übrigen salzartigen Verbindungen, sowohl Sauerstoff- als Haloidsalze zeigten im wasserfreien Zustande nur wenig Anziehung für das Ammoniak. Nur die Magnesiasalze nahmen größere Mengen auf. Prof. Eichhorn weist hierbei auf die Eigenschaft der Magnesia hin, leicht Hydrate zu bilden, dem analog man annehmen könnte, daß das Ammoniak bei der Absorption eine ähnliche Rolle spiele, wie das Wasser bei der Bildung von Hydraten.

Die Anwesenheit von hygroscopischem Wasser, von Hydrat- und Krystallisationswasser erhöht das Absorptionsvermögen der Körper sehr bedeutend. Parallelversuche mit getrockneten und wasserhaltigen Körpern zeigten, daß die Steigerung des Absorptionsvermögens durch eine bestimmte Wassermenge bei verschiedenen Stoffen nicht gleichbleibend ist. Dieselbe Wassermenge, mechanisch oder chemisch mit verschiedenen Körpern verbunden, absorbirte bald größere, bald geringere Mengen von Ammoniak. Vergrößert haben sich diese Differenzen allerdings wohl dadurch, daß die zum Austreiben des Wassers angewendete Hitze die Dichtigkeit mancher Körper nicht unwesentlich verändert haben mag.

Ueber die Absorption der Kohlensäure durch die Ackererde.

Dr. van den Broek*) hat gefunden, daß auch die Kohlensäure von der Ackererde mechanisch gebunden wird. Kohlensäurehaltiges Wasser durch die Ackererde filtrirt verliert bis zu einer gewissen Grenze hin seine Kohlensäure. Durch Wasserstoffgas, welches man durch Ackererde strömen läßt, kann man eine beträchtliche Menge von Kohlensäure daraus austreiben. Die Kohlensäure schließt sich also in ihrem Verhalten gegenüber der Erde an die Phosphorsäure und Kieselsäure und die Basen an.

*) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 65, Seite 87.

Ueber das Vorkommen der Phosphorsäure in Gesteinen und Felsarten.

Herr Hofrath Dr. Stöckhardt*) machte Mittheilungen über das weitverbreitete Vorkommen von Phosphorsäure in den Mineralien. Zahlreiche Analysen wiesen in den in der Umgebung von Tharand vorkommenden Gesteinen ohne Ausnahme Phosphorsäure und zwar in folgenden Mengen nach:

Basalt des Landberges.	Melaphyr des Plauenschen Grundes.	Syenit des Plauenschen Grundes.	Gneiß aus Tharand.	Felsit aus Tharand.	Thonschiefer aus Tharand.	Thonsteinporphyr aus Tharand.	Kalkstein a. Schweinsdorf.
1,11	0,30	0,18	0,25	0,21	0,76	0,43	0,51.

Ebenso wurden auch im Feldspath, Gneiß, Granulit und Granit aus der Gegend von Penig bedeutende Mengen von Phosphorsäure gefunden (Landw. Versuchsstationen, 1. Bd. S. 176). Auch von anderen Analytikern ist sowohl in sedimentairen, wie in den krystallinischen und vulkanischen Gesteinsarten die Phosphorsäure zuweilen in bedeutender Menge aufgefunden worden; oft ist sie jedoch auch ihrer geringen Menge halber bei der Analyse übersehen worden. In den krystallinischen Gesteinen ist es nach dem Verfasser meistens Apatit, welchem sie ihren Phosphorsäuregehalt verdanken, während die meisten phosphorsäurehaltigen Fossilien der sedimentären Gesteine ihren Kreislauf durch den Pflanzen- und Thierkörper genommen haben, obgleich auch hier in manchen Gesteinen Apatit als Absatz aus Gewässern erscheint.

Zwei neue phosphorhaltige Mineralien hat Herr Hofrath Stöckhardt analysiren lassen, ich theile ihre Analyse hier mit, weil die Lagerstätten dieser Mineralien in der Folge für landwirthschaftliche Zwecke ausgebeutet werden sollen.

1) Phosphorit von Logrosan in Spanien.

Zu Logrosan in der Provinz Estremadura findet sich in dem silurischen Thonschiefer dies Mineral als Ausfüllung eines Ganges, welcher

*) Chemisch. Ackersmann. 1860. S. 146.

eine Länge von 4000 Metern und eine Mächtigkeit von 4 Metern besitzt. Die Tiefe, bis zu welcher es niedergeht, ist noch nicht ermittelt. An einigen Punkten tritt es zu Tage, an anderen ist es von Dammerde bedeckt. Der Phosphorit ist theilweise von reinweißer Farbe, an anderen Stellen ist er durch Eisenoxyd dunkelbraun gefärbt.

Weißer, derber anscheinend gleichartiger Phosphorit, der hie und da einzelne eingesprengte, rostfarbene Partickelchen zeigte, hatte nach einer von mir ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung:

Phosphorsäure	34,83
Kalkerde	42,92
Talkerde	0,11
Thonerde	1,35
Eisenoxyd	0,74
Kali	0,67
Natron	0,20
Chlor	0,27
Kieselerde, Fluor	18,91
	100,00

2) Phosphorsäurehaltiger Schiefer aus der Steinkohlenformation bei Hörde in Westphalen.

Dieses Mineral tritt als das Hangende eines Kohleneisenstein-Flötzes in der Regel 2—4 Zoll mächtig auf. Es wird als Nebenproduct bei dem Abbau der Eisenerze gewonnen und begleitet dieselbe constant in einer Erstreckung von ungefähr 1½ preußischen Meilen, so weit das Flötz durch Grubenbau und Schurfarbeiten aufgeschlossen ist.

Die 2—4 Zoll dicken, sehr harten, dichten und schweren Platten von stahlgrauer bis kohlschwarzer Farbe, trennten sich beim Zerschlagen in schalige Stücken mit pechglänzender Oberfläche und zeigten hie und da Schnüren von Schwefelkies, von Spatheisenstein und Steinkohle. Ihre Zusammensetzung ist nach der Analyse von Dr. Handtke:

Phosphorsäure	19,69
Kohlensäure	12,30
Kalkerde	24,07
Eisenoxydul	18,77
Unlösliche Silikate	21,70
Bituminöse Stoffe	3,47
	100,00

Die spätere Untersuchung einer größeren Sendung dieses Gesteines lehrte, daß der Phosphorsäuregehalt desselben wechselt. Fünf ausgewählte Probestücke ergaben folgende Mengen an Phosphorsäure, an Kalk und Glühverlust:

	Phosphorsäure.	Kalk.	Glühverlust.
Nr. 1 steinkohlenähnlich	0	6,5	41,1
= 2 härter, schwerer und dichter	2,5	1,5	28,6
= 3 desgl.	11,6	12,6	16,3
= 4 desgl.	11,5	10,8	13,2
= 5 desgl.	21,7	10,2	10,6

Hiernach scheint der Phosphorsäuregehalt in dem Maaße zuzunehmen, als die in der Hitze flüchtigen Bestandtheile abnehmen, während zwischen der Phosphorsäure und dem Kalk ein Rapport nicht wahrzunehmen ist, die geringe Menge des letzteren vielmehr für die Mehrzahl der Probestücken darthut, daß die Phosphorsäure partiell, vielleicht größtentheils, mit dem Eisenoxydul verbunden ist.

Ueber den Nilschlamm.

Herr Hofrath Stöckhardt*) hat eine chemische Analyse von Nilschlamm und ägyptischem Feldboden ausführen lassen, wobei von mir folgende Zusammensetzung gefunden wurde.

Bestandtheile in 100,000 Gewichtstheilen.	Nr. 1. Frisch abgelagerter Schlamm von 1858.	Nr. 2. Ackererde von einem Mohnfelde bei Cairo.
Gesammtgehalt an Kali	1638	1368
= = Natron	561	562
= = Kalkerde	6464	5040
In Salzsäure löslich: Kali	166	216
Natron	22	26
Kalkerde	1725	1602
Talkerde	46	40
Phosphorsäure	143	231
Schwefelsäure	66	103

*) Chemisch. Ackersmann 1860. S. 84.

Bestandtheile in 100,000 Gewichtstheilen.		Nr. 1. Frisch abgelagerter Schlamm von 1858.	Nr. 2. Ackererde von einem Mohnfelde bei Cairo.
In Salzsäure löslich:	Chlor	260	185
	Kieselerde	413	680
	Thonerde, Eisenoxyd und Manganoxyd	8804	11460
In kaltem Wasser löslich, unorganisch		64	64
= = = = organisch		82	65
Kohlenstoff, durch Elementaranalyse bestimmt		680	1328
Stickstoff, = = = =		62	109
davon als Ammoniak zugegen		18	31
Stickstoff in der Form von Salpetersäure		11	14
Wasserhaltende Kraft		52 %	63 %

Die beiden Bodenarten zeigten also eine große Uebereinstimmung in ihrem chemischen Bestande. Diese Uebereinstimmung sprach sich auch in ihrem äußeren Ansehen aus, beide stellten einen feinen, gleichförmigen, thonigen Schliech (mit eingemengten Glimmerblättchen) dar. Eine Vergleichung mit der Zusammensetzung der Absätze deutscher Flüsse zeigt die große Aehnlichkeit des Nilschlammes mit diesen. Alle bis jetzt bekannt gewordenen Untersuchungen der Absätze von Flüssen haben gezeigt, daß dieselben sehr reich an Pflanzennährstoffen sind. Es liegt hierin die Mahnung für die Landwirthe, diese Absätze sorgfältigst zu benutzen, namentlich um sandige leichte Bodenarten bündiger und reicher zu machen.

Unter Verantwortlichkeit von Dr. Reuning.
Dresden, Druck von E. Blochmann und Sohn.

Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde.

Von

Dr. W. Knop und W. Wolf.

(Von Ersterem mitgetheilt.)

I.

Ammoniak, Kohlensäure und Wasser sind die drei binären chemischen Verbindungen, in welche die organisirte Materie des Pflanzen- und Thierkörpers bei ihrer natürlichen Auflösung durch Verwesung und Fäulniß zerfällt.

Die neu aufstehende Thierwelt wird vom Pflanzenreich ernährt; die Pflanze aber ist bezüglich ihres Nahrungsbedarfs auf das Mineralreich und die Atmosphäre angewiesen, und sie vermag die drei genannten Auflösungsglieder aller organisirten Gebilde, sei es nun unmittelbar oder unter Mitwirkung der im Boden thätigen Kräfte, von Neuem in den Kreislauf des sie ernährenden Stoffwechsels zu ziehen.

Was die Bildung der stickstofflosen näheren Bestandtheile anbetrifft, so hat man gegenwärtig wohl die Ansicht, daß diese in der neu aufstehenden Pflanzengeneration lediglich aus vollkommen verbrannten Stoffen, nämlich aus Kohlensäure und Wasser, erzeugt werden, allgemein angenommen. Denn wenn dieser Satz auch in speciellen Fällen Ausnahmen erleiden sollte, insofern es sich nicht leugnen läßt, daß gewisse Schmarotzerpflanzen den von anderen Pflanzen zubereiteten Nahrungssaft aufnehmen, oder insofern man zuläßt, der Hefepilz verarbeite die Lösung des Zuckers, und eine und die andere Pflanzengattung vermöge auch eine Humuslösung

als wirkliche Nahrung aufzunehmen, so erschüttert dieses jedenfalls jenen auf die Pflanzenregeneration als Ganzes anwendbaren Grundsatz nicht, und die Möglichkeit, daß eine erste Pflanzenwelt auf dem Aschenringe, den die verbrannten Stoffe der Erdoberfläche darstellen, entstehen und fortdauern konnte, scheint uns vollkommen gegeben zu sein, wenn sich in unserer jetzigen Pflanzenwelt auch ganze Gattungen oder Familien finden sollten, die des Humus direct bedürften, und deren Entstehung also das allmälige Zugrundgehen anderer Pflanzen voraussetzt.

Was die Erzeugung der stickstoffhaltigen Materie der Pflanzen anbelangt, so betrachtet man bis jetzt wohl am meisten das Ammoniak als diejenige Form, welche der Pflanze assimilirbaren Stickstoff zuführt.

Diese Ansicht ist bis jetzt aber auf weiter nichts gestützt, als auf die Thatsache, daß eben bei der Verwesung und Fäulniß das Ammoniak als letztes Glied unter den stickstoffhaltigen Zersetzungsproducten erscheint, in welche die complexen Materien des Pflanzen- und Thierreichs zerfallen, und auf eine Reihe von älteren Bestimmungen des Ammoniaks in der Ackererde, denen zufolge diese eine verhältnißmäßig nicht unbedeutende Menge Ammoniak enthalten soll.

Ich hatte zufolge einiger schon vor einigen Jahren gemachten Erfahrungen Grund anzunehmen, daß alle diese Bestimmungen, welche den Ammoniakgehalt der Ackererde zum Betrage von mehr als 1 bis 2 Centigramm pro 100 Gramm Erde, also zu einigen Zehntausendsteln vom Gewichte des Bodens, angeben, viel zu hoch, und daß dieselben aus der Anwendung von Bestimmungsmethoden hervorgegangen seien, deren Fehler viel zu groß sind, als daß sie hier hätten gebraucht werden sollen.

Da gegenwärtig ferner eine hinreichende Anzahl von Thatsachen bekannt ist, aus denen hervorgeht, daß das Ammoniak verhältnißmäßig leicht zu Salpetersäure oder salpetriger Säure verbrannt werden kann, so schien es mir, daß das Ammoniak in seiner Bedeutung als Pflanzennahrungsmittel vielleicht überschätzt und anderen Functionen, die es im Boden ausüben kann, zu wenig Rechnung getragen sei, um es bestimmt auszusprechen, daß der Salpetersäurebildung und deren Wirkung auf die Mineralbestandtheile des Bodens eine höhere Bedeutung beizumessen sei, als der Wirkung des Ammoniaks.

Es ist bekannt, daß Ammoniak in porösem Kalkstein in salpetersauern Kalk umgewandelt wird, die Salpeterplantage beweist seine Verbrennbarkeit unter dem Einfluß der Erde allein schon zur Genüge, und

der Schönbein'sche Versuch gestattet es im Kleinen, sich davon zu überzeugen, daß das Ammoniak äußerst leicht zu Stickstoffoxyden und Wasser verbrannt werden kann. Man braucht nach Schönbein's Angabe nur einen erhitzten Platindraht oder ein Platinblech in eine Flasche voll Luft zu tauchen, in welche man einige Tropfen Ammoniakflüssigkeit gebracht hat, nach wenig Secunden ist dieselbe von weißen Dämpfen erfüllt, die in salpetrigsaurem Ammoniak bestehen.

Bedenkt man nun ferner, daß die Versuche Way's und die v. Liebig's erwiesen haben, daß das Ammoniak vom festen Boden zurückgehalten wird, daß es also nicht in die wässerigen Flüssigkeiten desselben übergehen kann, so muß dieses zu der Vermuthung führen, daß vielleicht der größere Theil des Ammoniaks eine ganz andere Rolle bei der Pflanzenernährung spielt, als man bisher allgemein annahm.

Ein großer Theil des Ammoniaks muß offenbar im Boden zu Salpetersäure verbrennen, und es entsteht folglich die Frage: hat die Salpetersäure nicht eine wesentliche Wirkung auf den Boden, indem sie das vom Boden absorbirte Kali, den Kalk und die phosphorsauren Salze auflöst, und sind salpetersaure Salze nicht ebenso nothwendige Bestandtheile eines fruchtbaren Bodens, wie das Ammoniak?

Stellt man die Salpetersäure in eine Reihe zusammen mit den übrigen einfachsten Pflanzennahrungsmitteln, zunächst also zu folgenden dreien:

Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure,

so sind diese alle, ebenso wie die Mineralbestandtheile des Bodens, vollkommen verbrannte Körper, und es ist denkbar, daß eben diese Körper vorzugsweise Nahrungsmittel der Pflanze sind.

Ganz augenscheinlich aber erscheint es vom Standpunkte chemischer Speculation, daß diese Körper zusammen, nämlich Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure ($NH_3 + NO_5$; $NH_3 + NO_5$) Verbindungen sind, die, indem sie aufeinander wirken, den Stickstoff, den sie beide einschließen, verbindungsfähig ausscheiden können, insofern das salpetersaure Ammoniak = Stickstoffoxydul + Wasser, das salpetrigsaure aber Stickstoff + Wasser seiner Formel nach ist. Das Ammoniak braucht also als solches nicht als der einzige stickstoffzuführende Körper bei der Pflanzenernährung angesehen zu werden, und in der That hat man in neuester Zeit bereits mehrfach Ammoniak und Salpetersäure beide als solche Körper betrachtet.

Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes ging ich bereits seit einigen Jahren damit um, vor allem einmal eine ausgedehntere Untersuchung über die Quantitäten Ammoniak, welche im Boden wirklich vorhanden sind, anzustellen, allein das Unternehmen scheiterte wiederholt bei der Ausführung durch die Unzuverlässigkeit der Bestimmungsmethode für Ammoniak, bis es mir im vorigen Winter gelang, ein geeignetes Verfahren hierzu ausfindig zu machen.

Zuerst hat man das Ammoniak im Boden durch Glühen desselben mit Natronkalk ermittelt. Hierbei aber bekommt man den ganzen Stickstoffgehalt, sowohl den, der als Ammoniak darin enthalten ist, als den, der in Wurzeln, Düngerstoffen in anderen Formen, und weil der Boden immer organische Materie enthält, auch gewiß einen Theil von dem Stickstoff, der als Salpeter darin vorhanden war, als Ammoniakgehalt des geprüften Bodens.

Später hat man den Boden behufs Ammoniakbestimmungen mit Kali- oder Natronlauge gekocht oder damit getränkt und bei gewöhnlicher Temperatur lange stehen lassen und das entwickelte Ammoniak aufgefangen. Gerade diese Bestimmungsmethoden nun haben diejenigen Resultate geliefert, denen zufolge der fruchtbare Boden mehrere Zehntausendstel Ammoniak enthalten soll.

Eine bessere Bestimmung ist nun im vorigen Jahre von Brustlein angewandt worden.

Zur Bestimmung des Ammoniaks im Boden bediente sich Brustlein eines von Boussingault herrührenden Verfahrens. Der Boden wird dabei mit Wasser und gebrannter Magnesia erhitzt und das Ammoniak durch Abdestilliren gewonnen. Ich glaube, daß dieses Verfahren gut ist, aber es ist viel zu zeitraubend, als daß man darnach eine hinreichend große Anzahl von Einzelbestimmungen ausführen könnte.

Zu den folgenden Ammoniakbestimmungen hat ein Verfahren gedient, das ich im Winter 1859 ausgearbeitet und gemeinschaftlich mit Herrn W. Wolf vielfach geprüft habe. Die Prüfungen machten den ersten Theil dieser Arbeit aus. Ich habe dasselbe bereits a. e. a. O., nämlich „Chemisches Centralblatt", 1860, in Nr. 16, 17 u. 34, ausführlich beschrieben, so daß ich hier ein näheres Eingehen darauf umgehen kann, nur so viel mag zum Verständniß der folgenden Versuche hier darüber bemerkt werden, daß diese Ammoniakbestimmungsmethode auf der Auffindung der Thatsache beruht, daß freies Ammoniak und das

Ammoniak der Ammoniaksalze durch bromirte alkalische Lösung von unterchlorigsaurem Natron so vollständig zersetzt wird, daß der ganze Stickstoffgehalt des Ammoniaks als freies Stickgas entweicht. Zum Zweck, dieses Stickgas auffangen und genau messen zu können, habe ich ein besonderes Instrument construirt und unter der Benennung Azotometer in Nr. 16 für 1860 der oben citirten Zeitschrift ausführlich beschrieben. Bei diesem Verfahren erhält man, wie schon bemerkt, den Stickstoffgehalt des Ammoniaks und der Ammoniaksalze als freies Stickgas in Cubikcentimetern, aus dessen Menge man die Menge des Ammoniaks, von dem es stammt, berechnen kann. Das bei jeder beliebigen Temperatur aufgefangene und in dem Azotometer gemessene Volum Stickgas wird zunächst auf das Volum berechnet, das es bei 0° Temperatur einnehmen würde. Ein Cubikcentimeter Stickgas von 0° aber wiegt $1\frac{1}{4}$ Milligrm. (genauer 1,256 Milligrm.) und 1 Milligrm. Stickstoff entspricht 1,21428 Milligrm. Ammoniak.

Unser Verfahren der Untersuchung giebt nun die Stickstoffmenge, welche dem Ammoniak entspricht, mag dieses im Boden oder in Wässern enthalten sein, sehr genau.

Die Ackererde ist ein Gemenge sehr verschiedener Substanzen. Außer den Mineralbestandtheilen finden sich darin mancherlei organische Stoffe: die Wurzeln der früher darin gewachsenen Pflanzen, Insecten, Infusorien, als Dünger hineingebrachte Materien, Haare, Häute, Fleisch und dergl. Es bedurfte daher außer der Ausarbeitung und Prüfung der Methode noch einer zweiten Prüfung des Verhaltens der verschiedensten stickstoffhaltigen Substanzen, bevor die Methode zur Ammonniakbestimmung im Boden dienen konnte.

Denn daß Wurzeln, Insecten und Düngerstoffe stickstoffhaltig sind, und daß der Boden, in welchem von diesen Dingen immer mehr oder weniger vorkommen, Stickstoff enthält, das versteht sich nun von selbst; allein zur Beantwortung der Frage, wie viel davon als Ammoniak im Boden enthalten ist, wie der Ammoniakgehalt des Bodens sich durch Abbauen vermindert und durch das Verwesen der Düngerstoffe und das aus der Atmosphäre Absorbirte sich wieder vermehrt, war es nothwendig, daß jene Körper bei der Bestimmung des Ammoniaks in einem Boden nicht auch Stickstoff ausgäben, und ob dieses der Fall war oder nicht, mußte also durch besondere, zu diesem Zwecke angestellte Versuche bewiesen werden.

Diese Prüfungen bildeten den zweiten Theil unserer Arbeit, deren Resultate hier kurz angegeben werden sollen. Es hat sich nämlich ergeben, daß bei der Behandlung mit alkalischer bromirter Lösung von unterchlorigsaurem Natron folgende Körper:

A. Bestandtheile der Pflanzen:

1) die Alkaloide: Coniin, Veratrin, Morphin, Strychnin, Aconitin, Chinin, Cinchonin und Atropin;
2) Legumin, Kleber, Eiweiß, Pflanzenwurzeln;

B. Thierische Materien:

Eiweiß (getrocknetes), Hausenblase, Leim, Knorpel, zerriebene Regenwürmer, Haare, Nägel, Federn, Lederhaut, Insecten,

in der Kälte in der Zeit von einer Stunde keine ablesbare Menge Stickgas ausgeben. Das specielle Verhalten der Alkaloide, des Leims und der Eiweißkörper, von denen einige in der Hitze etwas Stickgas liefern, soll a. e. a. Orte beschrieben und hier nur bemerkt werden, daß diese Prüfungen ergeben haben, daß man bei unsrem Verfahren in der That nur den Stickstoffgehalt des freien und in der Form von Ammoniaksalzen im Boden enthaltenen Ammoniaks auch in den Fällen erhält, wo der zur Untersuchung gezogenen Probe Erde Pflanzenüberreste oder beliebige Materien thierischen Ursprungs, selbst Insecten und Würmer, beigemengt wären. Sobald das Ammoniak in amidartige Körper, wie es die Alkaloide und andere Körper sein mögen, bereits übergeführt worden ist, wird der Stickstoff durch die bromirte Lauge in der Kälte nicht daraus entwickelt, und man behandelt bei unsrem Verfahren den Boden nur mit kalter Flüssigkeit.

Somit zeigte sich die Methode, wenn sie mit allen den Vorsichtsmaßregeln, die in Nr. 16, 17 und 34 des Chem. Centralblattes von 1860 angegeben sind, ausgeführt wird, als vollkommen geeignet, gerade das Ammoniak im Boden zu bestimmen.

Bei solchen Bestimmungen wird der Boden mit einer gesättigten Boraxlösung zu einem wässerigen Brei angerührt und dann mit der bromirten Lösung von unterchlorigsaurem Natron 5—6 Minuten lang geschüttelt. In dieser kurzen Zeit ist alles Ammoniak darin zersetzt und der darin enthaltene Stickstoff als Gas frei entwickelt, dessen Volumen die Methode mit großer Genauigkeit zu messen gestattet.

Dieses über die Methode. Es wird nach dem Vorstehenden allgemein verständlich sein, welche Bedeutung die in dieser Abhandlung enthaltenen Zahlen haben. Das unmittelbare Untersuchungsresultat ist im Folgenden also ein für alle mal eine Zahl, welche ein bei der Temperatur, bei der man gerade die Bestimmung vornahm, gemessenes und in Cubikcentimetern ausgedrücktes Volum Stickstoffgas ausdrückt, aus dem man, wie oben S. 113 gezeigt worden ist, das Quantum Ammoniak, von dem es stammt, berechnet.

Da unsere Untersuchungen sich indessen nicht auf die in einem Zeitpunkte im Boden enthaltenen Ammoniakmengen beschränken sollten, da es vielmehr Plan der Untersuchung war, die Veränderungen, welche die Ammoniakmengen im Boden durch Zufuhr aus der Atmosphäre und Verlust durch den Abbau erleiden, zu ermitteln, so mußten auch die atmosphärischen Niederschläge auf ihre Ammoniakgehalte untersucht werden. Wir haben deshalb den Regen und Thau im Laufe dieses Sommers wiederholt auf seinen Gehalt an Ammoniak untersucht, und um zu erfahren, welche Mengen Ammoniak in Flußwässern, Brunnenwässern und stehenden Wässern enthalten sind, auch das Wasser der Elster unmittelbar bei unserer Wohnung und in einer Entfernung von etwa ½ Stunde flußabwärts von Leipzig, und das Wasser eines kleinen Teiches im Garten des Societätsgutes zu Möckern untersucht.

Da das in den atmosphärischen Niederschlägen enthaltene Ammoniak vorher in der Luft gasförmig enthalten war, so wäre es von großem Interesse gewesen, auch die Luft in den verschiedenen Zeiten, wo die in derselben erfolgenden Niederschläge erfolgten, auf ihren Gehalt an Ammoniak zu untersuchen. Diese Bestimmungen aber haben wir aus Mangel an einer geeigneten Vorrichtung, um große Mengen Luft bearbeiten zu können, unterlassen müssen. Versuche, die wir mit kleineren Aspiratorvorrichtungen anstellten, lehrten uns bald, daß auf solchem Wege keine zuverlässigen Zahlen erhalten werden können. Will man daher die in Folgendem enthaltenen Ammoniakgehalte der Regenwässer, des Thaues, Schnees, Hagels mit dem Ammoniakgehalte der Luft vergleichen, so muß man die früher von anderen Chemikern ermittelten hier wieder zu Grunde legen. Es sind folgende.

Ammoniakbestimmungen in der Luft.

1) Nach Fresenius (Wiesbaden) enthalten 1 Million Gewichtstheile Luft tags 0,098, nachts 0,169 Theile Ammoniak, im Mittel 0,133.
2) Nach Gräger enthalten 1 Mill. Gew.-Th. Luft 0,333 Ammoniak.
3) Nach Kemp sind in 1 Mill. Gew.-Th. 3,888 Th. Ammoniak.
4) Nach Horsford (1849) schwankte der Ammoniakgehalt der Luft vom Juli bis December von 46 bis 1 Milliontel.
5) Pierre fand zu Caen 3,5, später 0,5 Milliontel Ammoniak vom Gewichte der Luft.

Diese Angaben gehen so weit auseinander, daß es wohl der Mühe werth wäre, neue Versuche der Art anzustellen, allein die Ausführung derselben verspricht nur dann brauchbare Resultate, wenn man sehr große Aspiratorvorrichtungen dabei anwendet.

Wir beginnen die Mittheilung unserer Resultate mit den bei den Wässern erhaltenen.

Alle Wässer, welche auf einen Ammoniakgehalt untersucht werden sollten, wurden mit Schwefelsäure angesäuert und auf 150 bis 100 Cubik-Centimeter eingedunstet, mit Kalilauge übersättigt und dann mittelst der bromirten Lauge geschüttelt und das dabei entwickelte Stickgas gemessen.

Die Regenwässer wurden in einem kupfernen trichterförmigen Udometer von kreisförmiger Oeffnung bei 52 Centim. Durchmesser und folglich 2123,7 Quadratcentim. Flächeninhalt aufgefangen, sie flossen sogleich in eine untergesetzte Flasche, welche etwas Schwefelsäure enthielt, um das Ammoniak der Wässer gebunden zu halten. Die Eigenschaften der untersuchten Wässer und ihre Ammoniakgehalte sind folgende:

A. Regenwässer.

Nr. 1. Schnee- und Regenwasser vom April. Das aufgesammelte Wasser fiel theils in Tropfen, theils als Schnee bei einer Temperatur von + 2° bis + 3° im Maximo, und zwar mäßig intensiv; es hatten sich abends den 17. April bis 21. April mittags 2 Litre und einige Cubikcentim. Wasser im Regenmesser angesammelt. Die in der Tabelle aufgeführte Bestimmung Nr. 1 giebt also den durchschnittlichen Ammoniakgehalt eines dreitägigen Regens bei niedriger Temperatur. Der Regen fiel während jener Zeit anhaltend.

Nr. 2. Das Wasser wurde vom 22. April bis 4. Mai aufgesammelt, der Versuch schließt sich also unmittelbar an den vorigen an

und zeigt den Ammoniakgehalt solchen Regenwassers, dem schon ein drei- bis viertägiger Regen vorausging. In dieser Zeit fielen 1300 Cubik-Centimeter in den Regenmesser.

Die beiden Bestimmungen 1. und 2. beziehen sich also auf meteorische Wässer, deren Fall sich über eine nicht unbeträchtliche Zeit, 3—4 und 12—13 Tage, erstreckte. Der folgende Versuch betrifft Wässer, die in kurzer Zeit herabfielen.

Nr. 3. Am 19. Mai, nachdem vorher einige Tage weniger regnerisches Wetter gewesen, entstand gegen 5 Uhr abends ein heftiges Gewitter. Von 5—10 Uhr stand das Gewitter vertical über uns, der Regen fiel aus den blitzenden Wolken herab, anfangs in einzelnen, weitläufigen, dicken Tropfen, später dichter, im Ganzen großtropfig und so stark, daß in 5 Stunden reichlich 2 Litre im Regenmesser enthalten waren.

Nr. 4. Am 24. Mai, nachdem das Wetter regnerisch (mit Unterbrechungen) geblieben war, fiel Gewitterregen; die Gewitter waren nahe. Von 2—5 Uhr hatte sich im Regenmesser 1 Litre Wasser gesammelt.

Nr. 5. An demselben Tage fiel nach 5 Uhr ein zweiter starker Gewitterplatzregen, die Gewitterwolken vertical über uns. Von 5 Uhr abends bis zum andern Morgen früh hatten sich im Regenmesser 3500 Cubik-Centim. Wasser angesammelt. Die bei weitem größere Menge des Regens war dabei in der Zeit bis 10 Uhr abends gefallen.

Nr. 6. Am 27. Mai regnete es ununterbrochen von früh morgens bis abends 10 Uhr dicht und ziemlich großtropfig. Es fielen in dieser Zeit 1350 Cubik-Centim. Regenwasser.

Nr. 7. Die Bestimmung Nr. 7 ist mit Regenwasser gemacht, das von Anfang Juni bis Mitte desselben Monats in einzelnen mehr oder weniger lange anhaltenden und intensiven Regengüssen niederfiel.

Nr. 8 mit dem Regen, der vom 2. Juli bis 16. Juli fast ununterbrochen anhielt.

Nr. 9. Vom Anfang Juli bis zum 16. regnete es fast continuirlich. Den 16. und 17. war schönes Wetter, und in der Zeit vom 18. bis 20. Juli fiel wieder Regen bei starken Gewittern. Im Laufe der Tage vom 18. bis 20. Juli hatten sich im Regenmesser nahe an 4 Litre Wasser angesammelt.

Nr. 10. Vom 29. Juli an, nachdem das Wetter mehrere Tage vorher heiter und namentlich vom 26. bis 28. Juli schön gewesen war,

regnete es 3 Tage lang hinter einander fort. Man ließ den Regen in dieser Zeit in einem und demselben Gefäße zusammenlaufen.

Nr. 11. Regen und Schloßen vom 28. August. Das eminente Hagelwetter, das an diesem Tage in der Stadt Leipzig so große Verwüstung anrichtete, fing gerade in der Entfernung des Dorfes Möckern westlich von Leipzig sich zu entladen an, doch so, daß unsere Gegend hier nur von den Entladungen des äußersten nördlichsten Randes der Hagelwolke getroffen wurde, während die Längsmittellinie der Richtung, in welcher diese Hagelwolke neben uns vorbei nach Leipzig hin forteilte, etwa $\frac{1}{4}$ Stunde südlich von uns über der Mitte des Waldes gelegen war, der sich die Elster entlang flußabwärts von Leipzig nach dem Dorfe Ehrenberg hin fortsetzt.

Dieses Phänomen begann hier in der Dämmerung mit einem Gewitter von der größten Heftigkeit, heftiger Sturm und anfangs große Tropfen Regen fielen unter fortwährendem Blitz und Donner, dann folgten plötzlich große Schloßen und dichte Regengüsse. Hier dauerte das ganze Hagelwetter etwa 5 Minuten, und in dieser Zeit fiel der Hagel mit Unterbrechungen in einzelnen sich wiederholenden Schauern von wenigen Secunden Dauer.

Der Hagel fiel hier weitläufig, so daß auf ganz freien Plätzen etwa ein Stück auf einem Quadratfuß Fläche lag, in der Nähe der Häuser, wo der Hagel von den Dächern zusammenrollte, lag er auf einigen Grasplätzen ganz dicht.

Die schwerste der Schloßen, die ich hier unter einer großen Porzellanschale voll aussuchte, wog 45 Grm., die meisten, wenigstens $\frac{6}{8}$ der ganzen Masse, hatten nicht über 15 — 20 Grm. Gewicht; $\frac{2}{8}$ derselben wogen etwa 20—30 Grm.

Alle hier gefallenen Schloßen waren platt-oval bis scheibenrund, etwa einer dichten Asterblüthe oder kleinen Georgine vergleichbar, auf der einen Oberfläche vom Centrum nach dem Rande radial hin wellig-runzlich. Das glatte Centrum bestand in klarem dichten Eise, dann folgte ein mehr schneeweißer Ring von Eis, weiß durch mikroskopische Luftbläschen, dann wieder klares Eis und diesem oftmals ein zweiter schneeiger Ring, der Rand bestand wieder in klarem Eise.

Die in Leipzig gefallenen Schloßen, die wir noch an dem Abend desselben Tages mit den hiesigen vergleichen konnten, hatten allerdings

schon durchschnittlich ein viel größeres Caliber, und unter den größten fanden sich auch solche von mehr kugeliger Gestalt.

Wir benetzten die Schloßen mit Schwefelsäure, ließen sie zergehen und maßen zur Untersuchung 2 Litre Wasser ab.

Das reine Wasser, das beim Aufthauen der Schloßen entstand, und das mit den Schloßen und nach denselben zusammen herabstürzende Regenwasser (Nr. 12) reagirten beide absolut neutral gegen die empfindlichste Lackmustinctur. Wir verwandten eine größere Menge dazu, sie auch auf Salpetersäure zu prüfen, die sich unzweideutig in beiderlei Wässern nachweisen ließ. Da dieses Wasser nun auch beim Eindunsten für sich vollkommen neutral blieb, so muß die Menge Salpetersäure, die darin vorhanden war, gerade zur Sättigung des darin enthaltenen Ammoniaks, dessen Menge in der unten folgenden Tabelle aufgeführt ist, ausgereicht haben, und es kann also diese Menge darnach berechnet werden.

Nr. 12. Der mit den Schloßen zugleich fallende Regen wurde, unmittelbar nachdem das Wetter sich entladen hatte und noch früher, als die wenigen, in dem Regenwasser mit gefallenen Schloßen geschmolzen sein konnten, abgemessen und, mit Schwefelsäure versetzt, eingedunstet.

Nr. 13. Regenwasser, aller Regen von Anfang bis Mitte September zusammen.

Nr. 14. Schnee. Der am 28. November bei 0° bis 2° Temperatur gefallene Schnee mit Säure versehen, aufgethaut und wie gewöhnlich untersucht.

Nr. 15. Schnee, der Ende December und anfangs Januar gefallen und dann bis zum 15. Januar bei ausnehmender Kälte an der Luft gelegen hatte. Temperatur am 1. Januar morgens früh — 19°, dann nur einen oder den andern Tag etwa — 5°, meist — 10° bis — 12° Temperatur.

Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Es giebt an:

Spalte A. die Nummer des Versuchs, entsprechend vorstehenden Angaben über die Natur des aufgesammelten Wassers;

Spalte B. das Datum und die Zeit, während welcher dasselbe gesammelt wurde;

Spalte C. die zur Untersuchung verwandte Menge Wasser, die, mit Schwefelsäure versetzt, eingedunstet wurde; das Eindunsten geschah in einem besonderen, vom Laboratorio entfernten Zimmer;

Spalte D. die im Azotometer aufgefangene Menge des mittelst bromirter alkalischer Lösung von unterchlorigsaurem Natron entwickelte Menge Stickgas in Cubik-Centimetern;

Spalte E. die zufällige Temperatur des Wassers und Stickgases im Azotometer zur Zeit der Messung und Ablesung;

Spalte F. vorstehendes Volum Stickgas berechnet auf 0° Temperatur;

Spalte G. vorstehendes Volum Stickgas von 0° multiplicirt mit 0,001256 Grm., dem Gewichte von 1 Cubik-Centimeter Stickgas von 0°; diese Spalte giebt also das Gewicht des gefundenen Stickstoffs in Grammen an;

Spalte H. vorstehendes Gewicht multiplicirt mit $\frac{17}{14}$ und dividirt durch die aus Spalte C. sich ergebende Zahl, um die Menge Ammoniak zu finden, welche 1 Litre des untersuchten Wassers enthielt;

Spalte I. runde Zahlen, abgeleitet aus Spalte H., welche ausdrücken, wie viel Milligramm Ammoniak 1 Litre Wasser, oder, was dasselbe ist, wie viel Milliontel ein beliebiges Gewicht Wasser an Ammoniak enthielt.

A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
1	18.—21. April. Schnee	2000	4,0	17°	3,76	0,00472	0,00286	3
2	22. April — 4. Mai .	1300	3,0	12°	2,87	0,00369	0,00336	3
3	19. Mai	2000	0,4	17°	0,376	0,00047	0,000286	0,3
4	24. Mai anfangs . .	1000	1,3	18°	1,21	0,00152	0,00184	2
5	24. Mai Folge . . .	2000	1,8	17°	1,69	0,002123	0,001289	1
6	27. Mai	2000	0,5	17°	0,47	0,00059	0,000358	0,4
7	Anfang Juni	1000	1,2	20°	1,1	0,00138	0,00167	1,7
8	1.—16. Juli . . .	3000	3,75	20°	3,49	0,00438	0,00177	2
9	18.—20. Juli . . .	3000	2,25	18°	2,11	0,00265	0,00107	1
10	28. Juli	2000	1,5	20°	1,39	0,00175	0,00106	1
11	28. August. Schloßen .	2000	3,0	20°	2,79	0,003504	0,00213	2
12	28. August. Regen . .	1500	2,25	20°	2,09	0,002625	0,002125	2
13	Anfang bis 15. September	2000	1,25	16°	1,18	0,001482	0,000899	1
14	28. November. Schnee .	1000	0,75	10°	0,72	0,00090	0,00110	1
15	1.—15. Januar. Schnee	1500	0,00	—	—	—	0,0000	0

Ueberblickt man diese Zahlen, so findet man Folgendes:

1) Als Haupt-Ergebniß stellt sich heraus, daß das Regenwasser in unserer Gegend 1, meist 2 und bisweilen 3 Milliontel seines Gewichts Ammoniak dem Boden für gewöhnlich zuführt.

2) Die einzige im Verlaufe dieses Jahres sicher zu beobachtende Regelmäßigkeit ist die, daß im Allgemeinen diejenigen Regen am wenigsten Ammoniak enthielten, welche rasch durch die Atmosphäre oder sehr intensiv fielen, nämlich diejenigen, bei deren Auffammeln man 1 Litre Wasser in den kürzeren Zeiten enthielt. Dafür sprechen:

Versuch 3: Zeit des Auffammelns für 2 Litre = 5 Stunden,
„ 6: „ „ „ „ 1350 Cub.-Cent. = 12 St.
„ 5: „ „ „ „ 3500 „ „ = 12 „

3) Aus zwei Versuchen (nämlich aus Nr. 4 und Nr. 5) könnte man eine jener Regelmäßigkeiten in der Abnahme des Ammoniakgehaltes der Regenwässer ableiten, welche nach Boussingault, Barral und Bineau vom Anfange bis zum späteren Verlaufe eines Regengusses statt haben sollen. Boussingault schloß, daß der Regen zu Anfang ammoniakreicher sei, als der später folgende, weil die erst erfolgenden Tropfen der Atmosphäre schon Ammoniak entzogen haben, wenn die Tropfen des späteren Regens folgen. Boussingault fand nämlich zu Liebfrauenberg am 5. und 26. August 1853:

5. Aug. zu Anfang des Regens 4 und später 1,7 Milliontel Ammon.,
26. „ „ „ „ „ 3,75 „ „ 0,64 „ „
im Regen, und ähnliche Resultate theilte er 1854 mit.

Indessen glaube ich nicht, daß die beiden erwähnten Versuche Nr. 4 und Nr. 5 als Bestätigungen dieses Satzes angesehen werden dürfen, denn die Verarmung an Ammoniak im Regen am Versuch 5 ist schon darin begründet, daß im Verlaufe einer kurzen Zeit eine große Menge Regen niederfiel. Die Verarmung an Ammoniak in solchem Regen hat einmal die Ursache, daß die Tropfen rasch durch die Atmosphäre fallen und somit nur dasjenige Ammoniak aufnehmen können, das sie auf ihrem Wege im Falle mechanisch treffen, oder ein andermal den Grund, daß das in der Luft vorhandene Ammoniak sich in einem Maximum von Wasser, das condensirt ward, vertheilte.

Bei längerem Aufenthalte eines atmosphärischen Niederschlags in Form von Nebelbläschen in der Luft dürfte wohl ein- für allemal der

Ammoniakgehalt am vollständigsten aus der letzteren aufgenommen werden und folglich das Maximum an Ammoniak in Regen solchen Ursprungs gefunden werden, zumal wenn die condensirte Wassermasse dabei in Bezug auf den Raum, den sie durchfällt, nicht sehr groß und beim Fallen möglichst fein in demselben vertheilt ist. Diese Bedingungen sind aber nicht an Anfang und Ende eines Regens gebunden, und ich glaube nicht, daß jene Regelmäßigkeit, obschon sie bei gewissem Regen vorkommen mag, eine beim Regen allgemein wiederkehrende Erscheinung ist.

4) Im Gewitterregen ist der Ammoniakgehalt durchaus nicht höher, als in gewöhnlichem Regen. Es scheint also, daß der Blitz nur Stickstoffoxyde erzeugt, wenn er durch feuchte Luft schlägt, auch haben, soweit ich finden kann, diejenigen Gewitter, welche starke electrische Funken durch die Luft schlagen ließen (man vergl. in neuester Zeit auch Hofmann und Buff) immer nur Salpetersäure, niemals Ammoniak als Producte dieser Wirkung angegeben. Das Regenwasser Nr. 4 und 5 am 24. Mai und das Nr. 9 fielen aus Wolken vertical über uns stehender starker Gewitter herab.

5) Die Maxima haben die Regen im April, die bei niedriger Temperatur fielen, enthalten.

6) Im Winter ist die Atmosphäre in unserer Gegend äußerst ammoniakarm. Der Schnee vom 28. November 1860 enthielt noch 1 Milliontel, aber in dem Schnee vom 1. bis 15. Januar 1861 war bei Untersuchung von 1500 Grm. auch keine Spur Ammoniak mehr mittelst unsers Verfahrens nachzuweisen.

Zufolge dieser Ergebnisse zeigen die Regenmesser in unserer Gegend keine größeren Schwankungen, als diejenigen, welche bei Durchsicht der von Boussingault zu Liebfrauenberg, und zu Paris und Lyon von demselben und von Bineau und Barral ermittelten Werthe sich herausstellen.

In einem anhaltenden Regen zu Liebfrauenberg im August und September 1854 schwankte nach Boussingault der Ammoniakgehalt von Anfang, wo er am höchsten, nämlich = 3,75 Milliontel, war, bis Ende um Werthe, deren Minimum 0,008 Milliontel beträgt.

Bineau bestimmte zu Lyon in aufeinander folgenden Regenschauern das Ammoniak und fand im Juni z. B. Schwankungen von 3 bis 1 Milliontel Ammoniak.

Im Schnee fand Boussingault im November 1857 zu Liebfrauenberg und Paris etwas mehr Ammoniak, als im Regen. Auch dieses Resultat kann mit dem unsrigen vom April übereinstimmend angesehen werden.

Im Hagel und dem damit gefallenen Regen am 30. April 1858 zu Paris fand Boussingault in 1 Litre Hagelwasser 2,16 Milligrm., in 1 Litre des mit dem Hagel gefallenen Regens 2,08 Milligrm. Ammoniak. Diese Zahlen stimmen so auffallend mit den unsrigen überein, als deuteten sie auf eine Constanz im Ammoniakgehalte solcher Niederschläge.

Was die Vertheilung des Ammoniaks in der Atmosphäre anbetrifft, so ist es wohl nicht zu bezweifeln, daß die Quantitäten Ammoniak, welche 1 Cubik-Metre Luft enthält, am meisten von der Häufigkeit der Condensation des Wasserdampfes zu Wasser abhängen müssen; bei häufigen Condensationen muß auch das Ammoniak am vollkommensten aus der Luft, in welcher es verbreitet ist, entfernt werden. Man kann sich durch eine einfache Rechnung wenigstens leicht davon überzeugen, daß in den Regionen, wo der Wasserdampf der Luft sich condensirt, nur eine äußerst geringe Menge Ammoniaks zugegen zu sein braucht, um ein Regenwasser von 1 bis 2 Milliontel Ammoniakgehalt fallen zu lassen.

Wäre an einem solchen Orte z. B. die Luft bei 15° mit Wasserdampf gesättigt und kühlte sie nun auf 0° ab, so würde, weil 1 Cub.-Metre Luft von 15° im Zustande der Sättigung 13 Grm. Wasser und 1 Cub.-Metre Luft von 0° 5,4 Grm. Wasser in Dampfform enthält, jedes Cub.-Metre Luft also 7,6 Grm. Regenwasser liefern. Ein Litre Regenwasser sammelte sich demnach aus 131,6 Cub.-Metren Luft, und es brauchte folglich jedes Cub.-Metre Luft nur $\frac{2}{131,6} = 0,0015$ Milligr. Ammoniak zu enthalten, um unter solchen Umständen einen Regen von 2 Milliontel Ammoniakgehalt fallen zu lassen.

Ein Cub.-Metre Luft aber wiegt 1293,187 Grm. Berechnet man mit Zugrundlegung der Angabe von Fresenius, der zufolge das Ammoniak im Mittel 0,133 Milliontel vom Gewichte der Luft ausmacht, so findet man, daß 1 Cub.-Metre Luft 0,000172 Grm. Ammoniak in der Nähe der Erde enthält, während sie nur 0,000015 Grm. zu enthalten braucht, um unter obiger Voraussetzung einen Regen von 2 Milliontel Ammoniakgehalt zu liefern.

B. Thau.

Obschon im Verlaufe dieses Sommers häufiger Thau fiel, so konnten wir denselben doch nur an drei Morgen auffammeln, weil es bei dem außerordentlich regenreichen Sommer wenige Tage gab, an denen hinter einander heiteres Wetter war. An den meisten Tagen, wo es in der folgenden Nacht stark thaute, lag abends noch Regen auf den Blättern. Alle drei Thauwässer, die wir untersuchten, sind an solchen Morgen gesammelt, vor welchen abends zuvor die Gräser frei von Regen waren.

Das Auffammeln des Thaues geschah auf Wiesen mit jungem Grase von circa 1 Fuß Höhe. Am leichtesten auf Getreidefeldern, auf welchen Gerste oder Weizen von derselben Höhe einen dichten geschlossenen Rasen bildeten. Morgens kurz vor Sonnenaufgang zog man eine größere gläserne Krystallisirschale (gleichsam mähend) durch das Gras, Schritt vor Schritt weiter ziehend. Auf diese Weise sammelten wir mit jedem Zuge 3 — 5 Grm. Thauwasser und in circa 2 Stunden 1 — 1,5 Litre desselben.

Nr. 1. Das Thauwasser Nr. 1 wurde am 19. Mai früh morgens von hohem Grase der Wiesen an der Elster abgeschöpft.

Nr. 2 sammelten wir am 1. Juni von jungem Grase auf der Wiese an unserm Garten, nahe an der Elster, und einem Getreidefelde. Die Luft hatte + 3° Wärme. Beim Schöpfen des Thaues erhielt man Wasser von 0°, mit Eisstücken, kleinen Reifmassen, untermischt, und auf der unteren Fläche des Bodens der Glasschale bildete sich beim Schöpfen wiederholt eine dünne Eisschicht von neu angefrorenem Thau. Es muß also in dem geschlossenen Rasen die Temperatur viel niedriger gewesen sein, als darüber in der Luft, so daß der durch das in der Schale befindliche Wasser von 0° oben in der Luft condensirte Wasserdampf bei dem Verweilen des Glasbodens im Grase nachgefror. Tags zuvor war der Himmel bis Mittag trübe, dann klar, die Nacht Mondschein und Sternenhelle.

Nr. 3. Am 28. Juli früh 4 Uhr sammelten wir bei 5,6° Lufttemperatur den Thau von der Wiese. Das Thauwasser hatte 5° Temperatur.

Die folgenden Zahlen haben ganz dieselbe Bedeutung, wie die der ersten Tabelle, und sind auf Seite 119 und 120 erklärt.

Thau.

A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
1	19. Mai, morg. 2—5 Uhr	1400	2,0	17 °	1,88	0,002361	0,002047	2
2	1. Juni, morg. 4—5 Uhr	1100	1,5	14,5 °	1,44	0,001808	0,001996	2
3	28. Juli, morg. 4 Uhr	1500	2,25	18 °	2,11	0,002651	0,002148	2

Demnach enthält der Thau so viel Ammoniak, wie der Regen von mittlerem Ammoniakgehalt. Diese Angaben differiren sehr von den Angaben, welche Boussingault über den Ammoniakgehalt des Thaues in Frankreich gemacht hat. Boussingault fand nämlich mehrmals 6 Milligrm. pro Litre Thauwasser. Diese Differenz ist um so mehr zu beachten, als wir den Thau bei sehr niedriger Temperatur, bei der sich das Ammoniak am wenigsten verflüchtigen konnte, auffammelten.

C. Fluß- und Teichwasser.

Im Zusammenhange hiermit wurde auch zu Mitte eines jeden Monats das Flußwasser der Elster und das eines kleinen Teichs bei unserer Wohnung untersucht. Die folgenden Zahlen zeigen, daß beiderlei Wässer 1—2 Milliontel Ammoniak constant führen. Am 4. August wurde das Wasser der Elster bei ausnehmend hoher Hochfluth aufgenommen. Das Wasser hatte die ganze Niederung der hiesigen Gegend in Folge des anhaltenden Regens (von Anfang Juli bis zum 16.) überschwemmt und mag also einen wahren Durchschnittsgehalt des Ammoniakgehaltes des in dieser Zeit herrschenden Regens gehabt haben.

Beim Teichwasser war im April der Ammoniakgehalt am höchsten, wo die Temperatur des Wassers am geringsten im Vergleich zu den übrigen Zeiten war. Die später gefundenen Werthe zeigen unter einander nichts besonderes weiter.

Die Spalten der folgenden Tabelle, welche die Resultate enthält, haben die Seite 119 und 120 erklärte Bedeutung, nur ist in Spalte B. noch die Temperatur angegeben, welche das Wasser zur Zeit des Aufsammelns hatte.

Flußwasser.

A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
1	15. April. 10 ° . . .	3000	1,5	17 °	1,41	0,001771	0,0007016	0,7
2	15. Mai. 17 ° . . .	2000	1,3	16 °	1,23	0,001544	0,000903	0,9
3	15. Juni. 23 ° . . .	2000	2,25	22 °	2,08	0,00262	0,00158	1,6
4	15. Juli. 20 ° . . .	3000	2,1	20 °	1,95	0,00245	0,00099	1,0
5	4. August. 20 ° . .	3000	5,0	20 °	4,65	0,005828	0,00235	2,35
6	15. September. 13 ° .	3000	2,2	16 °	2,07	0,0026	0,00105	1,0

Teichwasser.

A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
1	15. April. 11 ° . .	3000	4,20	11 °	4,04	0,00507	0,00205	2,0
2	15. Mai. 23 ° . . .	3000	2,25	18 °	2,11	0,00265	0,00107	1,1
3	15. Juni. 21 ° . . .	2000	1,75	23 °	1,61	0,002022	0,00122	1,2
4	28. Juli. 18 ° . . .	3000	2,75	18 °	2,58	0,00324	0,0013	1,3
5	15. August. 23 ° . .	2000	2,00	20 °	1,86	0,00234	0,00142	1,4
6	15. September. 13 ° .	2000	1,4	16 °	1,32	0,001658	0,0010	1,0

D. Brunnenwässer.

Von Brunnenwässern haben wir im Laufe dieses Jahres auch mehrere untersucht, nämlich:

1) den Brunnen im Hofe des Societätsgutes zu Möckern;
2) den Brunnen im Garten desselben;
3) einen Brunnen auf der Gerberstraße in Leipzig;
4) den Johannisbrunnen am Augustplatze ebendaselbst;
5) einen Brunnen auf der Schützenstraße ebendaselbst;
6) den sogenannten goldenen Brunnen am Markte in Leipzig.

In den beiden erstern Brunnen ist im Verlaufe des ganzen Jahres auch nicht ein einziges Mal eine Spur von Ammoniak angetroffen worden, obschon dieselben vielfach geprüft worden sind, weil wir deren Wasser bei den Untersuchungen der Ackererden anwandten.

In einigen der Brunnen der Stadt Leipzig, nämlich in Nr. 3 und 5, zeigte sich nach der Behandlung des mit Schwefelsäure eingedampften Wassers und dem Messen des Gasinhaltes eine so eben bemerkbare

Zunahme, die das Vorhandensein einer Spur von Ammoniak wohl verrieth, sich aber wegen ihrer Kleinheit nicht mehr in Zahlen ausdrücken läßt. In den zwei anderen Brunnen fand sich keine Spur Ammoniak.

Vergleicht man die Ergebnisse der Untersuchungen aller dieser Wässer mit einander, so ergiebt sich:

1) daß der Regen in unserer Gegend im Mittel nahe an 2 Milliontel Ammoniak durchschnittlich enthielt (das Maximum betrug 3, das Minimum 0,3 Milliontel);
2) daß der Ammoniakgehalt des Thaues und Hagels, welche beide 2 Milliontel Ammoniak enthielten, dem mittleren Ammoniakgehalte des Regens gleich kam;
3) daß der Schnee 1 bis 3 Milliontel Ammoniak enthält;
4) daß das Fluß- und Teichwasser etwas weniger Ammoniak enthalten, als der Regen;
5) daß die Brunnenwässer auf dem Lande ganz ammoniakfrei sind; die untersuchten Brunnenwässer ziehen unter einem etwa 6 Fuß mächtigen Lehmboden, unter welchem zunächst Sand und dann Kies folgt, ab.

(Ein zweiter Artikel im nächsten Hefte.)

Nachtrag

zu dem Aufsatze: „Ueber die Zusammensetzung der Turnipspflanze in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation".

Von

Dr. Gustav Wunder.

Ich habe mich in meiner früheren Mittheilung über die Turnipspflanze (diese Zeitschrift, 1861, Heft 7, Seite 19) über die Schwankungen des Stickstoffgehalts der trockenen Blätter während der verschiedenen Vegetationsperioden nicht ausgesprochen, weil ich die Stickstoffbestimmungen in den Blättern der jüngsten Pflanzen für nicht ganz sicher hielt. Neuerdings durch Th. Siegert ausgeführte Controleversuche, sowie die Stickstoffbestimmungen in der bei einem Keimversuche erhaltenen Plumula haben jedoch jeden Zweifel beseitigt. Es ergab sich der Stickstoffgehalt in 100 Theilen trockener Blätter wie folgt:

	Plumula	2 Wochen alte Pflanzen. II. Versuchsreihe.	3 Wochen alte Pflanzen. I. Versuchsreihe.	Aeltere Pflanzen. I. u. II. Versuchsreihe.
Stickstoff:	6,59.	6,50.	6,59.	4,4 bis 5,4.

Es stellt sich also heraus, daß der Stickstoffgehalt der trockenen Blätter in den frühesten Perioden größer ist, als in den späteren, während, wie angegeben wurde, der Stickstoffgehalt in den trockenen Wurzeln umgekehrt bei den sehr jungen Pflanzen geringer ist, als bei den älteren.

Ein Düngungsversuch.

Als Beitrag zur Beantwortung der Frage: Welche Beziehungen finden zwischen den organischen und unorganischen Bestandtheilen der Pflanze statt?

Von

Theodor Siegert,

Assistenten an der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Chemnitz.

Nachdem durch die Versuche von Saussure, Polstorff, Boussingault und Anderen bewiesen war, daß die Existenz der Pflanze an das Vorhandensein der Aschenbestandtheile gebunden, daß die Gegenwart der letzteren im Organismus durchaus nichts Zufälliges ist; nachdem Liebig darauf hingewiesen hatte, daß alle Aschenbestandtheile zur Entwickelung der Pflanzensubstanz nöthig sind, und Boussingault, Salm-Horstmar, Wolff, Stöckhardt, Henneberg ꝛc. den Einfluß der einzelnen Nährstoffe auf das Gedeihen der Vegetabilien näher festzustellen gesucht hatten; dann erst konnte die Frage nach den Beziehungen zwischen den einzelnen unorganischen und organischen Bestandtheilen der Pflanze sich aufdrängen. Viele Untersuchungen sind in dieser Richtung hin unternommen worden, aber allgemein gültige Gesetze haben sich daraus noch nicht ergeben.

Wenn diese Arbeiten möglichst fruchtbringend werden sollen, so wird man mehrere Bedingungen nicht unerfüllt lassen können. Man wird sich nicht begnügen dürfen, den chemischen Bestand beliebiger Pflanzen zu vergleichen, sondern wird darauf zu achten haben, daß das relative Ver-

hältniß der einzelnen Organe gleich sei, oder noch besser, man wird die einzelnen wohlcharacterisirten Organe der Pflanze getrennt analysiren; man wird nicht Pflanzenorgane von ungleicher Entwickelung, von verschiedenen Pflanzenvarietäten, oder solche von Pflanzen, die sich unter verschiedenen Witterungseinflüssen, in verschiedenen unbekannten Bodenverhältnissen und Klimaten entwickelt haben, gegen einander halten dürfen. Man wird im Gegentheil bei jedem Versuch diese Factoren mit ihren unbekannten Einflüssen bis auf einen ausschließen müssen; nur dann darf man hoffen, vergleichbare Resultate zu erhalten und nach und nach die Wirkung der verschiedenen Kräfte ergründen zu können. Auf der andern Seite wird man, nachdem man sich untersuchungswerthes Material herbeigeschafft hat, bei der Analyse in der Zergliederung der einzelnen Körpergruppen nie zu weit gehen können, eine Bedingung, die freilich leichter gestellt als erfüllt ist; aber man wird zugeben müssen, daß die Erforschung einer Beziehung zwischen zwei Körpergruppen, z. B. zwischen Asche und Kohlehydraten oder Proteinstoffen, resultatlos bleiben wird, wenn man bedenkt, aus wie vielen unbekannten Einzelbeziehungen diese zusammengesetzt sein muß. Solche Bauschanalysen mögen der practischen Landwirthschaft immerhin von Nutzen sein, der Physiologie sind sie es sicher nicht.

Die vorliegende Untersuchung, die durch Herrn Dr. Wunder veranlaßt wurde, schließt sich zunächst an die Arbeit von Mayer an, welcher eine große Zahl von bayerischen Roggen-, Weizen-, Gerste-, Hafersorten nebst einigen Leguminosen analysirte (Ergebnisse landwirthschaftlicher Versuche der Münchener Versuchsstation, 1. Heft) und unter andern aus den erhaltenen Resultaten schloß, daß die Proteinstoffe einer gewissen Menge Phosphorsäure zu ihrem Bestehen bedürfen, daß für jeden Proteinstoff (Kleber, Albumin, Legumin) diese Phosphorsäuremenge zwar verschieden, aber constant sei, daß also bei einer Vertretung der einzelnen Proteinstoffe das vorher bestandene Verhältniß zwischen Stickstoff und Phosphorsäure sich ändern müsse.

Durch meine Versuche sollten die speciellen Fragen beantwortet werden:

1) Bleibt das Verhältniß zwischen Phosphorsäure und Stickstoff bei einer und derselben Varietät von Weizen und von Roggen unter Einfluß verschiedener phosphorsäure- und stickstoffhaltiger Düngungen constant?
2) Findet eine Vertretung der einzelnen Proteinstoffe bei der Aenderung dieses Verhältnisses statt?

Wenn nun auch durch vorliegende Untersuchung die gestellten Fragen noch nicht endgültig entschieden worden sind, so hoffe ich doch, daß die Veröffentlichung der erhaltenen Resultate nicht überflüssig sein möchte, da zur Entscheidung möglichst viele, nach Ort und Zeit verschiedene Untersuchungen wünschenswerth sind.

Zu den Versuchen wurde ein Stück des Chemnitzer landwirthschaftlichen Versuchsgartens benutzt, dessen Ackerkrume aus einem ziemlich schweren, aus Felsittuff entstandenen Thonboden besteht (eine Analyse desselben ist angegeben „Versuchsstationen", 4. Heft)*); die Fläche hatte vorher mehrere Jahre Kartoffeln getragen, ohne jedoch gedüngt worden zu sein.

Von den zu je 17,323 Quadratmeter (216 Quadratfuß sächs.) abgesteckten zwölf Beeten wurden im Herbst 1858 sechs mit je 417 Grm. Mary's Goldweizen (Trit. vulg.) und sechs mit je 500 Grm. holsteiner Winterroggen (Sec. cereale) besäet, nachdem beide Reihen folgendermaßen gedüngt worden waren: Die erste Parzelle einer jeden Reihe blieb ungedüngt, die zweite erhielt 114 Grm. Stickstoff in Form von schwefelsaurem Ammon, die dritte eine gleiche Menge Stickstoff in Form von salpetersaurem Kalk, die vierte 152 Grm. Phosphorsäure als sauren phosphorsauren Kalk, die fünfte 152 Grm. Phosphorsäure als sauren phosphorsauren Kalk und 114 Grm. Stickstoff als schwefelsaures Ammon, und endlich die sechste Parzelle 152 Grm. Phosphorsäure als sauren phosphorsauren Kalk und 114 Grm. Stickstoff in Form von salpetersaurem Kalk.

Bei der Berechnung dieser Düngerquanta war angenommen worden, daß eine mittlere Weizenernte einem Stück Land von der Größe der Versuchsbeete 38 Grm. Phosphorsäure und 114 Grm. Stickstoff entziehe; es wurde, wie man erkennt, von der zum Ersatz nöthigen Phosphorsäure die vierfache Menge genommen.

Im Frühjahr 1859 erhielten die Versuchsbeete die Hälfte ihrer Herbstdüngung als Kopfdünger aufgestreut; zugleich erhielten noch sechs neue Parzellen von derselben Größe wie die früheren eine Düngung, welche an Qualität und Quantität der Herbstdüngung einer der andern

---

*) In einem der nächsten Hefte wird eine noch ausführlichere Untersuchung dieses Bodens veröffentlicht werden.

Reihen vollkommen gleich war, und hierauf als Einsaat 367 Grm. gemeinen Sommerweizen (Tr. vulg.).

Es wurde darauf geachtet, daß die Lage der einzelnen Parzellen unter sich in jeder Reihe eine möglichst gleichmäßige war. Die Düngemittel waren von mir selbst bereitet worden und von der nöthigen Reinheit; sie wurden der bessern Vertheilung wegen mit etwas Sand gemischt aufgestreut.

Im Frühjahr standen die Pflanzen des Wintergetreides auf den mit Ammonsalz gedüngten Parzellen am kräftigsten, auf den mit Salpetersäuresalz bestreuten am schlechtesten; später ließ sich jedoch, wie auch beim Sommerweizen, kaum ein Unterschied wahrnehmen. Gegen Ende der Reife lagerte sich der Winterroggen auf den beiden mit Ammonsalz gedüngten Beeten ganz gleichmäßig, aber doch nicht so bedeutend, daß die vollkommene Reife der Körner hätte verhindert werden können.

Am 21. Juli geschah die Ernte des Winterroggens, am 4. August die des Winterweizens und am 18. August die des Sommerweizens. Die Ergebnisse des bald darauf erfolgten Ausdrusches sind in folgende Tabelle zusammengefaßt.

	ungedüngt	schwefelsaur. Ammon	salpetersaur. Kalk.	saurer phosphors. Kalk	s. phosphors. Kalk u. schwefels. Ammon.	s. phosphors. Kalk u. salpeters. Kalk.
	Gramm.	Gramm	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.
Winterweizen						
Körner	2750	4750	2750	2500	4000	3000
Stroh	7750	11000	6500	6750	11600	9500
Spreu	750	750	750	600	850	850
Summa	11250	16500	10000	9850	16450	13350
Winterroggen						
Körner	3850	4200	4750	3750	4100	4100
Stroh	7100	10750	8350	6700	10000	8250
Spreu	250	700	350	250	500	500
Summa	11200	15650	13450	10700	14600	12850
Sommerweizen						
Körner	2000	2350	2100	2100	2100	2100
Stroh	3250	4500	3500	3750	3850	3700
Spreu	750	1600	1250	850	1500	1200
Summa	6000	8450	6850	6700	7450	7000

Aus diesen Erntegewichten ergeben sich für die auf einer jeden Parzelle erzeugten Mengen von Korn, Stroh und Spreu folgende Verhältnißzahlen:

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
	Körner : Stroh : Spreu.	Körner : Stroh : Spreu	Körner : Stroh : Spreu.
ungedüngt . . .	1 : 2,82 : 0,27	1 : 1,85 : 0,07	1 : 1,62 : 0,37
schwefelsaur. Ammon	2,32 : 0,16	2,56 : 0,17	1,91 : 0,68
salpetersaurer Kalk	2,36 : 0,27	1,76 : 0,07	1,67 : 0,60
saur. phosphors. Kalk	2,70 : 0,24	1,79 : 0,07	1,79 : 0,40
s. phosphors. Kalk + schwefels. Ammon	2,90 : 0,21	2,44 : 0,12	1,83 : 0,71
s. phosphors. Kalk + salpetersaur. Kalk	3,17 : 0,28	2,01 : 0,12	1,76 : 0,57
im Mittel:	2,71 : 0,24	2,07 : 0,10	1,76 : 0,55

Das Ammonsalz hat, mit Ausnahme der fünften Parzelle des Sommerweizens, überall eine Erhöhung des Ernteertrags hervorgebracht, bei dem salpetersauren Kalk ist diese günstige Wirkung nicht so auffallend; einmal jedoch, bei der dritten Parzelle des Winterroggens, übertrifft derselbe das schwefelsaure Ammon im Körnerertrag. Dagegen hat das schwefelsaure Ammon immer eine entschiedene Vermehrung des Strohertrags verursacht und wird hierin vom salpetersauren Kalk nicht erreicht. Die Phosphorsäure hat nur geringe und keiner Regelmäßigkeit folgende Schwankungen hervorgebracht; dies steht im Einklang mit den Resultaten von Fraas (Ergebnisse der Münchener Versuchsstation, 2. Heft); hingegen ist in den Versuchen des Genannten und in denen von Blücher (Chem. Ackersmann, 1859, S. 170) die günstige Wirkung der Salpetersäuresalze deutlicher zu bemerken.

Was das Verhältniß des geernteten Strohes und der Körner betrifft, so scheint das schwefelsaure Ammon mehr Stroh als Korn erzeugt zu haben, wenigstens ist dies beim Winterroggen und Sommerweizen deutlich ausgesprochen.

Ferner wurden je 100 Pflanzen von jeder Parzelle abgezählt, gewägt und aus dem Mittel mehrerer solcher Wägungen das Gewicht einer einzelnen Pflanze (d. h. Halm + Aehre, ohne Wurzel) bestimmt.

Eine Pflanze wiegt im lufttrockenen Zustande:

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungedüngt	1,97 Grm.	2,38 Grm.	1,15 Grm.
schwefelsaures Ammon .	2,09 „	2,00 „	1,37 „
salpetersaurer Kalk . .	1,97 „	2,58 „	1,55 „
saurer phosphorsaurer Kalk	1,92 „	2,59 „	1,19 „
s. phosphors. K. + schwefels. A.	1,78 „	2,22 „	1,35 „
s. phosphors. K. + salpeters. K.	2,21 „	2,49 „	1,57 „
im Mittel:	1,99 Grm.	2,38 Grm.	1,36 Grm.

Bei dem Sommerweizen ist die Reihe am regelmäßigsten; hier hat die Salpetersäure die schwersten Pflanzen erzeugt, das Ammonsalz die nächstleichteren; die Phosphorsäuredüngung hat keinen Einfluß gehabt. Bei dem Winterroggen ist noch deutlich zu erkennen, daß das Ammonsalz die Pflanzen von geringerem Gewicht hervorbrachte, dagegen ist ein Unterschied bei den andern Parzellen kaum zu bemerken; bei dem Winterweizen hat einmal das schwefelsaure Ammon, das andere Mal das Gemenge von saurem phosphorsaurem Kalk und salpetersaurem Kalk die ausgebildetsten Pflanzen entstehen lassen. Im Mittel waren die Pflanzen des Winterroggens schwerer, als die des Winterweizens; diese schwerer, als diejenigen des Sommerweizens.

Durch Division des Gesammterntegewichts durch das Gewicht einer Pflanze ergiebt sich die Anzahl der Pflanzen auf jeder Parzelle.

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungedüngt	5700	4700	5220
schwefelsaures Ammon .	7910	7830	6170
salpetersaurer Kalk . .	5080	5220	4420
saurer phosphorsaurer Kalk	5110	4140	5630
s. phosphors. K. + schwefels. A.	9210	6580	5520
s. phosphors. K. + salpeters. K.	6050	5160	4460
im Mittel:	6500	5600	5200

Diese Zahlen lassen eine günstige Einwirkung des Ammonsalzes nicht verkennen, die entweder darin bestand, daß dasselbe die Keimfähigkeit der Samenkörner erhöhte, oder darin, daß es den Pflanzen in der

Bestockungsperiode, in welcher die Halme angelegt werden, die meisten Nährstoffe zuführte.

Um zu ermitteln, welches Düngemittel die schwersten Körner hervorgebracht habe, wurden 500 Körner von jeder Ernte abgezählt und gewägt; die folgenden Zahlen sind meist Mittel aus mehreren Wägungsresultaten.

Es wiegen 500 Körner vom:

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungedüngt	20,8 Grm.	15,6 Grm.	12,0 Grm.
schwefelsaures Ammon .	19,2 „	12,4 „	11,8 „
salpetersaurer Kalk . .	20,2 „	15,3 „	11,9 „
saurer phosphorsaurer Kalk	20,6 „	15,5 „	12,7 „
s. phosphors. K. + schwefels. A.	18,3 „	15,7 „	12,1 „
s. phosphors. K. + salpeters. K.	20,5 „	12,4 „	12,1 „

Beim Winterweizen hat schwefelsaures Ammon, beim Winterroggen einmal das Ammonsalz und einmal das Salpetersäuresalz das leichteste Korn gebildet; beim Sommerweizen hat die Phosphorsäure eine günstige, Ammonsalz und Salpetersäuresalz eine fast verschwindende Wirkung ausgeübt.

Die Anzahl der auf den verschiedenen Parzellen geernteten Körner, erhalten durch die Division des Erntegewichts durch das Gewicht eines Kornes, ist bei:

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungedüngt	66000	123000	83000
schwefelsaures Ammon .	124000	169000	100000
salpetersaurer Kalk . .	68000	155000	88000
saurer phosphorsaurer Kalk	61000	121000	83000
s. phosphors. K. + schwefels. A.	109000	131000	87000
s. phosphors. K. + salpeters. K.	73000	165000	87000

Aus der Vergleichung dieser Zahlen mit denen der vorhergehenden Tabelle ergiebt sich, daß durchgängig die leichteren Körner in der größern Anzahl gebildet worden sind.

Um schließlich noch ein Bild von der Ausbildung der einzelnen Pflanzen zu geben, habe ich das Gewicht und die Anzahl der von einer Pflanze gebildeten Körner in folgender Tabelle zusammengestellt; das Erstere wurde erhalten durch Division des Gewichts der geernteten Körner durch die Anzahl der Pflanzen, und hierauf ergab sich leicht die Letztere mit Zuhülfenahme der vorletzten Tabelle.

Es kommen auf eine Pflanze Körner bei:

Düngung.	Winterweizen.		Winterroggen.		Sommerweizen.	
	Grm.	Stück.	Grm.	Stück.	Grm.	Stück.
ungedüngt	0,48	12	0,82	26	0,38	16
schwefelsaures Ammon .	0,60	16	0,54	22	0,38	16
salpetersaurer Kalk . .	0,54	13	0,91	30	0,47	20
saurer phosphorsaurer Kalk	0,49	12	0,91	29	0,37	15
s. phosphors. K. + schwefels. A.	0,43	12	0,62	20	0,38	16
s. phosphors. K. + salpeters. K.	0,50	12	0,79	32	0,47	20
im Mittel:	0,51	13	0,76	26	0,41	17

Man bemerkt, daß mit nur einer Ausnahme das Ammonsalz dürftigere Aehren gebildet hat, als der salpetersaure Kalk, beim Roggen sogar auch als der ungedüngte Boden.

Eine Pflanze ohne Körner, d. h. Halm mit entkörnter Aehre, wiegt:

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungedüngt	1,49 Grm.	1,56 Grm.	0,77 Grm.
schwefelsaures Ammon .	1,49 „	1,46 „	0,99 „
salpetersaurer Kalk . .	1,43 „	1,67 „	1,08 „
saurer phosphorsaurer Kalk	1,43 „	1,68 „	0,82 „
s. phosphors. K. + schwefels. A.	1,35 „	1,60 „	0,97 „
s. phosphors. K. + salpeters. K.	1,71 „	1,70 „	1,10 „
im Mittel:	1,48 Grm.	1,61 Grm.	0,95 Grm.

Auch hier hat das Ammonsalz nicht die best ausgebildeten Organe erzeugt.

Als mittleres Resultat ergiebt sich:

1) Die Phosphorsäuredüngung hat in diesen Versuchen keine Einwirkung auf Ertrag und Ausbildung der Pflanze gezeigt.

2) Die Ammondüngung erhöhte den Ertrag, und zwar wirkte sie verhältnißmäßig mehr auf die Erzeugung von Stroh als von Korn; sie hat ferner zwar die meisten Pflanzen und die größte Körnerzahl hervorgebracht, aber die Körner und die Halme sind leicht und die Aehren sind dürftig.

3) Das Salpetersäuresalz hat auf die Vermehrung der Pflanzensubstanz nicht so intensiv wie das Ammonsalz hingewirkt, aber es hat schwere Pflanzen mit reichen Fruchtständen gebildet.

Für Gerste fand schon früher Alex. Müller (Pharmac. Centralblatt, 1855, S. 892) ein ähnliches Resultat; dort hatte aufgeschlossenes Knochenmehl die schwersten, Guano dagegen bedeutend leichtere Körner gebildet. Der Schluß, den A. Müller hieraus ableitet, bei der Erzeugung kräftigen Samens stickstoffhaltige Düngung zu vermeiden, wird also auch durch meine Resultate bestätigt.

Daß die vorstehenden Sätze indessen nur beschränkte Gültigkeit beanspruchen können, beweisen die nicht genau übereinstimmenden Ergebnisse der einzelnen Versuchsreihen.

Was die chemische Untersuchung betrifft, so wurde dieselbe beim Stroh auf die Bestimmung des hygroskopischen Wassers und der Asche, bei den Körnern auf Wasser, Asche, Phosphorsäure, Gesammtstickstoff und Kleber ausgedehnt, und es wird zunächst nothwendig sein, daß ich mein dabei benutztes Verfahren genau beschreibe.

Die Körner wurden vor der Untersuchung vom Sand und andern Unreinigkeiten durch Auslesen und Sieben, vom anhaftenden Staub und Schmutz durch Abreiben mit einem Tuch befreit. Die Wasserbestimmung geschah hierauf durch Austrocknung der grob zerstoßenen Körner im Luftbad bei einer Temperatur von 110—120° C.; die rückständige Masse wurde dann im Porzellanschälchen in der Muffel so weit als möglich verascht, die verbleibende Kohle durch Glühen mit einigen Tropfen Salpetersäure entfernt, die Substanz dann nochmals unter Zusatz von etwas kohlensaurem Ammon erhitzt und endlich die kohlenfreie Asche gewogen. Die Wasser- und Aschebestimmung geschah in dem mit der Scheere zerkleinerten Stroh auf die gleiche Weise.

Behufs der Phosphorsäurebestimmung wurden die unzerstoßenen Körner nach Strecker's Angabe mit Barytwasser im Wasserbad eingedampft,

scharf getrocknet, in der Muffel bei gelinder Hitze verascht; die erhaltene, meist nur mit wenig Kohle gemengte, Masse wurde in Salzsäure gelöst, aus dieser Lösung der Baryt durch Schwefelsäure und die Kieselsäure durch Eindampfen entfernt, sodann eine gemessene Menge einer Eisenoxydlösung von bekanntem Gehalt im Ueberschuß zugesetzt (das Eisenoxyd muß ungefähr das Dreifache der Phosphorsäure betragen, wenn man die gesammte Menge der Letzteren im Niederschlag haben will; mehr Eisenoxyd schadet natürlich nicht, erschwert aber unnöthigerweise die Arbeit) und hierauf die gesammte Phosphorsäure mit dem zugesetzten Eisenoxyd durch Kochen der nur freie Essigsäure enthaltenden Lösung nach der bekannten Weise gefällt. Die Differenz zwischen dem Gewicht des erhaltenen Niederschlags und dem des zugesetzten Eisenoxyds ist die Menge der Phosphorsäure. Hierbei ist allerdings das Eisenoxyd der Körner unberücksichtigt gelassen worden; dessen Menge ist indeß so gering, daß die dadurch verursachte Abweichung vollständig in die Fehlergrenze der Methode fällt. Zuweilen enthält der Niederschlag eine geringe Spur von Schwefelsäure, ein Zeichen von ungenügendem Auswaschen; deshalb habe ich nie versäumt, mich zu überzeugen, daß der gewägte Niederschlag entweder gänzlich frei von Schwefelsäure war oder doch nur unwägbare Spuren davon enthielt. Der Baryt wird viel hartnäckiger zurückgehalten; aus vier Niederschlägen, die ich so lange mit kochendem Wasser ausgewaschen hatte, bis das Waschwasser weder eine Reaction auf Baryt, noch einen Abdampfungsrückstand gab, erhielt ich nach dem Lösen in Salzsäure und Versetzen mit Schwefelsäure 0,034 — 0,047 — 0,052 — 0,062 Grm. schwefelsauren Baryt.

Nach dieser Methode erhielt ich für 10 Grm. lufttrockene Substanz bei wiederholten Bestimmungen folgende Zahlen für die Phosphorsäure in Grammen:

Winterweizen,	salpetersaurer Kalk	0,077	0,082	0,078
	saurer phosphorsaurer Kalk .	0,078	0,081	
Winterroggen,	salpetersaurer Kalk	0,068	0,068	
	saurer phosphorsaurer Kalk .	0,077	0,077	0,082
Sommerweizen,	ungedüngt	0,087	0,089	
	saurer phosphorsaurer Kalk .	0,086	0,089	
	saurer phosphorsaurer Kalk + salpetersaurer Kalk .	0,071	0,071	

Die größte Abweichung beträgt also bei den Controleversuchen 5 Milligrm. oder 0,05 Proc.; Unterschiede, die diese Größe überschreiten, werden demnach in der Natur des Materials begründet sein müssen.

Die Bestimmung der Gesammtmenge der Proteinsubstanzen geschah durch Reduction aus dem Gewicht des Gesammtstickstoffs. Die Körner wurden zur Ermittelung dieses Letzteren in einem Mörser so lange zerstoßen, bis das erhaltene Pulver durch ein feines Blechsieb ging; von dem erhaltenen Mehl wurde 1 Grm. mit Natronkalk geglüht, das Ammoniak in titrirter Schwefelsäure aufgefangen und auf maßanalytischem Wege ermittelt. Arbeitet man mit nicht zu concentrirten Säuren und Laugen, so kann man bei vorsichtigem Titriren den dabei möglichen Fehler sehr verkleinern; 1 C. C. meiner Natronlauge entsprach ungefähr einem Milligramm Stickstoff, und bei öfters wiederholter Feststellung des Titres der Schwefelsäure differirten die Angaben höchstens um 0,1 C. C. = $\frac{1}{10}$ Milligramm Stickstoff.

Da die Controlebestimmungen auf 1 Grm. lufttrockene Substanz folgende Werthe für den Stickstoff ergaben:

Winterweizen,	ungedüngt	0,0192	0,0195
	schwefelsaures Ammon	0,0177	0,0180
	salpetersaurer Kalk	0,0184	0,0185
Sommerweizen,	s. phosphors. Kalk + schwefels. Ammon	0,0224	0,0225

so beträgt die Fehlergrenze 0,3 Milligrm. oder 0,03 Proc.

Auf die Bestimmung des Klebers oder vielmehr des in Wasser unlöslichen Stickstoffs wurde nicht weniger Mühe verwandt; und die Auffindung einer zuverlässigen und genauen Methode bereitete einige Schwierigkeiten. Auf die Methode des Auskneten s wurde von vorn herein verzichtet, weil diese einestheils zu roh, anderntheils für Roggen nicht anwendbar ist. Ich versuchte zuerst das Albumin durch Kochen des wässerigen Auszugs zu bestimmen; der Kleber hätte sich dann aus der Differenz ergeben, wenn man von den geringen Mengen der andern löslichen, aber nicht durch Kochen coagulirbaren Proteinstoffe absah; aber zwei ungemein langsam vor sich gehende Filtrationen und noch schwierigere Auswaschungen ließen keine befriedigenden Resultate erwarten. Péligot's Methode, die darin besteht, das Mehl mit Wasser auszuziehen, die Lösung einzutrocknen und im Rückstand den Stickstoff zu bestimmen (beschrieben im Journ. f. pract. Chemie, Bd. 50, S. 243), schien mir deshalb nicht

vorzuziehen zu sein, weil einerseits sie etwas umständlich ist und andrerseits der Wasserextract bei dem Eintrocknen leicht gebräunt wird und der dabei hinterbleibende Rückstand nichts weniger als eine pulverförmige Beschaffenheit zeigt; der letzte Uebelstand ließe sich indeß vielleicht durch Zusatz eines indifferenten Pulvers beseitigen. Nun blieb nur noch die Bestimmungsweise nach der Angabe von Emil Wolff („Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirthschaftlich wichtiger Stoffe") übrig; darnach soll man etwa 5 Grm. des Mehles mit lauwarmem Wasser 24 Stunden stehen lassen, hierrauf zerreiben, filtriren, mit lauem Wasser auswaschen, das ungelöst Bleibende trocknen, pulvern und darin den Stickstoffgehalt ermitteln. Hierbei bereitet das Filter, welches nach dem Trocknen unzertrennlich mit dem Mehle vereinigt ist, einige Schwierigkeiten, indem es das Entnehmen einer Mittelprobe erschwert, und um den gesammten Rückstand nebst dem Filter mit Natronkalk zu glühen, dazu ist dessen Gewicht zu groß. Ich modificirte daher diese Methode in der Art, daß ich eine geringere Quantität Substanz (nämlich 1 Grm.) anwandte, diese Menge sogleich auf ein Filter brachte und hier mit so wenig Unterbrechung als möglich mit Wasser von 40° — 50° C. aussüßte, bis die ablaufende Flüssigkeit mit Zusatz einiger Tropfen Salpetersäure keine Trübung oder Opalisirung mehr zeigte; dann wurde das Filter mit dem Niederschlage getrocknet, die überschüssigen reinen Filtertheile*) entfernt, die Masse unter Vermeidung eines jeden Verlustes möglichst fein zerrieben, die mit Substanz bedeckten Filtertheile mit der Scheere zerschnitten und schließlich das Gemenge von Mehl und feinen Papierschnitzeln mit einem großen Ueberschuß von Natronkalk geglüht und das entweichende Ammoniak, wie oben beim Gesammtstickstoff angegeben, bestimmt. Da das Auswaschen bei der geringen Menge Substanz sehr rasch von statten geht, so hat man nicht zu befürchten, daß ein Theil des Klebers löslich werde, welche Vermuthung bei länger andauerndem Aussüßen begründet ist; man erhält dann nämlich nach einiger Zeit wieder mit Salpetersäure eine schwache Trübung, die nun, so lange man auch waschen mag, nicht wieder verschwindet, nur zuweilen etwas schwächer oder stärker ist, und endlich zeigt sich die vollständige Zersetzung

*) Ich hatte mich vorher überzeugt, daß das verwendete schwedische Filtrirpapier keinen Stickstoff enthiele, daß also der zurückbleibende Theil des Filters keinen Fehler verursachen konnte.

durch den Geruch an. Folgende Zahlen beweisen das eben Gesagte, und die nach der E. Wolff'schen Methode erhaltenen Resultate lassen erkennen, daß man auch bei dieser vor einer theilweisen Löslichwerdung der unlöslichen Proteinsubstanzen auf der Hut sein muß.

Winterweizen ergab an unlöslichem Stickstoff in 100 Theilen Trockensubstanz:

Parzelle:	ungedüngt:	schwefels. Ammon:
1) bei vorsichtigem, aber raschem Auswaschen	1,62	1,46
	1,58	1,47
	1,62	1,47
	1,63	
2) bei länger andauerndem Auswaschen .	0,90	0,80
		0,89
3) nach Wolff's Verfahren	0,93	0,99
		1,10
		1,23

Die Fehlergrenze ergiebt sich aus mehreren Controlebestimmungen für 1 Grm. Substanz zu ungefähr ½ Milligr., d. i. 0,05 Proc.

1 Grm. lufttrockene Substanz lieferte nämlich unlöslichen Stickstoff in Grammen:

Winterweizen,	ungedüngt . . .	0,0137	0,0138	0,0137	0,0134
	schwefelsaur. Ammon	0,0125	0,0124	0,0125	
	salpetersaurer Kalk	0,0123	0,0125		
Winterroggen,	ungedüngt . . .	0,0100	0,0101		
Sommerweizen,	ungedüngt . . .	0,0148	0,0150		
	saurer phosphors. K. + schwefels. A.	0,0176	0,0172	0,0171	

Daß derartige Fehlergrenzen bei der Aufsuchung von Schwankungen in den analytischen Ergebnissen nicht ganz allein berücksichtigt werden dürfen, liegt auf der Hand, wenn man erwägt, daß die Letzteren zum guten Theil auch von der Ungleichförmigkeit des Untersuchungsmaterials herrühren können; daß jedoch hier diese Ungleichmäßigkeiten nicht von sehr bedeutendem Einfluß gewesen sein können, ergiebt sich zugleich aus den bisher angeführten Controlebestimmungen, da dieselben zum großen Theil mit Proben angestellt wurden, die zu verschiedenen Zeiten und ohne besondere Sorgfalt ausgewählt worden waren.

Es folgen nun die übersichtlich zusammengestellten Untersuchungsergebnisse.

Procentische Zusammensetzung des Strohes im lufttrocknen Zustande.

Winterweizenstroh.

Düngung.	Wasser.	Trockensubstanz.	Asche.	Organische Stoffe.
ungedüngt	13,92	86,08	4,31	81,77
schwefelsaures Ammon . . .	13,48	86,52	3,30	83,22
salpetersaurer Kalk	13,22	86,78	3,18	83,60
saurer phosphorsaurer Kalk .	13,63	86,37	4,14	82,23
s. phosphors. K. + schwefels. A.	13,98	86,02	3,43	82,59
s. phosphors. K. + salpeters. K.	14,20	85,80	3,65	82,15
im Mittel:	13,74	86,26	3,67	82,59

Winterroggenstroh.

ungedüngt	13,96	86,04	4,89	81,15
schwefelsaures Ammon . . .	13,69	86,31	3,15	83,16
salpetersaurer Kalk	14,44	85,56	4,11	81,45
saurer phosphorsaurer Kalk .	14,06	85,94	4,33	81,61
s. phosphors. K. + schwefels. A.	13,58	86,42	3,84	82,58
s. phosphors. K. + salpeters. K.	14,11	85,89	3,54	82,35
im Mittel:	13,97	86,03	3,98	82,05

Sommerweizenstroh.

ungedüngt	14,55	85,45	3,30	82,15
schwefelsaures Ammon . .	14,13	85,87	3,70	82,17
salpetersaurer Kalk	14,62	85,38	2,88	82,50
saurer phosphorsaurer Kalk .	14,74	85,26	2,72	82,54
s. phosphors. K. + schwefels. A.	14,54	85,46	2,00	83,46
s. phosphors. K. + salpeters. K.	14,55	85,45	1,95	83,50
im Mittel:	14,52	85,48	2,76	82,72

Procentische Zusammensetzung des Strohes im getrockneten Zustande.

Düngung.	Stroh von Winterweizen. Asche.	Winterweizen. Organ. Stoffe.	Winterroggen. Asche.	Winterroggen. Organ. Stoffe.	Sommerweizen Asche.	Sommerweizen Organ. Stoffe.
ungedüngt	5,01	94,99	5,68	94,32	3,87	96,13
schwefelsaures Ammon . .	3,82	96,18	3,65	96,35	4,31	95,69
salpetersaurer Kalk . . .	3,67	96,33	4,81	95,19	3,38	96,62
saurer phosphorsaurer Kalk .	4,80	95,20	5,04	94,96	3,19	96,81
s. phosphors. K. + schwefels. A.	4,00	96,00	4,44	95,56	2,33	97,67
s. phosphors. K. + salpeters. K.	4,26	95,74	4,12	95,88	2,28	97,72
im Mittel:	4,26	95,74	4,62	95,38	3,23	96,77

Procentische Zusammensetzung des Kornes im lufttrocknen Zustande.

	Düngung.	Wasser.	Trockensubstanz.	Asche.	Organische Stoffe.
Winterweizen.	ungedüngt	16,48	83,52	1,70	81,82
	schwefelsaures Ammon .	15,99	84,01	1,62	82,39
	salpetersaurer Kalk . .	16,97	83,03	1,62	81,41
	saurer phosphorsaurer Kalk	15,40	84,60	1,81	82,79
	s. phosphors. K. + schwefels. A.	15,90	84,10	1,63	82,47
	s. phosphors. K. + salpeters. K.	16,84	83,16	1,52	81,64
	im Mittel:	16,26	83,74	1,65	82,09
Winterroggen.	ungedüngt	19,43	80,57	1,71	78,86
	schwefelsaures Ammon .	19,17	80,83	1,69	79,14
	salpetersaurer Kalk . .	20,80	79,20	1,61	77,59
	saurer phosphorsaurer Kalk	18,51	81,49	1,69	79,80
	s. phosphors. K. + schwefels. A.	18,11	81,89	1,70	80,19
	s. phosphors. K. + salpeters. K.	16,07	83,93	1,72	82,21
	im Mittel:	18,68	81,32	1,69	79,63
Sommerweizen.	ungedüngt	16,24	83,76	1,91	81,85
	schwefelsaures Ammon .	15,78	84,22	1,63	82,59
	salpetersaurer Kalk . .	15,88	84,12	1,61	82,51
	saurer phosphorsaurer Kalk	15,67	84,33	1,83	82,50
	s. phosphors. K. + schwefels. A.	15,68	84,32	1,69	82,63
	s. phosphors. K. + salpeters. K.	16,06	83,94	1,53	82,41
	im Mittel:	15,88	84,12	1,70	82,42

Procentische Zusammensetzung des Kornes im getrockneten Zustande.

Winterweizen.

Düngung.	Asche.	Organische Stoffe.	Phosphorsäure.	Stickstoff.		
				im Ganzen	unlöslich	löslich
ungedüngt	2,03	97,97	0,90	2,29	1,62	0,67
schwefelsaures Ammon .	1,93	98,07	0,93	2,10	1,47	0,63
salpetersaurer Kalk . .	1,95	98,05	0,94	2,18	1,46	0,72
saurer phosphorsaurer Kalk	1,98	98,02	0,94	2,15	1,43	0,72
s. phosphors. K. + schwefels. A.	1,94	98,06	0,91	2,12	1,45	0,67
s. phosphors. K. + salpeters. K.	1,83	98,17	0,89	2,31	1,57	0,74
im Mittel:	1,94	98,06	0,92	2,19	1,50	0,69

Düngung.	Proteinstoffe.			Stickstofflose Bestandtheile	Verhältniß der Proteinstoffe zu den stickstofflosen Bestandtheilen.
	im Ganzen	unlösliche	lösliche		
ungedüngt	14,31	10,12	4,19	83,66	1 : 5,85
schwefelsaures Ammon .	13,13	9,19	3,94	84,94	1 : 6,47
salpetersaurer Kalk . .	13,63	9,13	4,50	84,42	1 : 6,19
saurer phosphorsaurer Kalk	13,44	8,94	4,50	84,58	1 : 6,29
s. phosphors. K. + schwefels. A.	13,25	9,06	4,19	84,81	1 : 6,40
s. phosphors. K. + salpeters. K.	14,44	9,81	4,63	83,73	1 : 5,80
im Mittel:	13,70	9,37	4,33	84,36	1 : 6,16

Düngung.	Verhältniß der				Verhältniß des		
	Phosph. säure	Ges.- Stickst.	unlösl. Stickst.	lösl. Stickst.	Ges.- Stickst.	unlösl. Stickst.	lösl. Stickst.
ungedüngt	1	2,54	1,80	0,74	1	0,708	0,292
schwefelsaures Ammon	1	2,26	1,58	0,68	1	0,700	0,300
salpetersaurer Kalk .	1	2,32	1,55	0,77	1	0,670	0,330
saur. phosphorsaur. Kalk	1	2,29	1,52	0,77	1	0,665	0,335
s. phosphors. K. + schwef. A.	1	2,32	1,59	0,73	1	0,684	0,316
s. phosphors. K. + salp. K.	1	2,59	1,76	0,83	1	0,680	0,320
im Mittel:	1	2,38	1,63	0,75	1	0,684	0,316

Winterroggen.

Düngung.	Asche.	Organische Stoffe.	Phosphorsäure.	Stickstoff.		
				im Ganzen	unlöslich	löslich
ungedüngt	2,12	97,88	0,93	2,26	1,18	1,08
schwefelsaures Ammon .	2,10	97,90	0,92	2,28	1,19	1,09
salpetersaurer Kalk . .	2,04	97,96	0,82	2,43	1,37	1,06
saurer phosphorsaurer Kalk	2,08	97,92	0,94	2,21	1,17	1,04
s. phosphors. K. + schwefels. A.	2,08	97,92	0,90	2,38	1,31	1,07
s. phosphors. K. + salpeters. K.	2,05	97,95	0,90	2,20	1,22	0,98
im Mittel:	2,08	97,92	0,90	2,29	1,24	1,05

Düngung.	Proteinstoffe.			Stickstofflose Bestandtheile	Verhältniß der Proteinstoffe zu den stickstofflosen Bestandtheilen.
	im Ganzen	unlösliche	lösliche		
ungedüngt	14,13	7,38	6,75	83,75	1 : 5,93
schwefelsaures Ammon .	14,25	7,44	6,81	83,65	1 : 5,87
salpetersaurer Kalk . .	15,19	8,56	6,63	82,77	1 : 5,45
saurer phosphorsaurer Kalk	13,81	7,31	6,50	84,11	1 : 6,09
s. phosphors. K. + schwefels. A.	14,88	8,19	6,69	83,04	1 : 5,58
s. phosphors. K. + salpeters. K.	13,75	7,62	6,13	84,20	1 : 6,12
im Mittel:	14,33	7,75	6,58	83,59	1 : 5,84

Düngung.	Verhältniß der				Verhältniß des		
	Phosph. säure	Ges.-Stickst.	unlösl. Stickst.	löslich. Stickst.	Ges.-Stickst.	unlösl. Stickst.	löslich. Stickst.
ungedüngt	1	2,43	1,27	1,16	1	0,522	0,478
schwefelsaures Ammon	1	2,48	1,29	1,19	1	0,522	0,478
salpetersaurer Kalk .	1	2,96	1,67	1,29	1	0,564	0,436
saur. phosphorsaur. Kalk	1	2,35	1,24	1,11	1	0,529	0,471
s. phosphors. K. + schwef. A.	1	2,64	1,45	1,19	1	0,550	0,450
s. phosphors. K. + salp. K.	1	2,44	1,35	1,09	1	0,555	0,445
im Mittel:	1	2,55	1,38	1,17	1	0,540	0,460

Sommerweizen.

Düngung.	Asche.	Organische Stoffe.	Phosphorsäure.	Stickstoff.		
				im Ganzen	unlöslich	löslich
ungedüngt	2,23	97,77	1,04	2,39	1,76	0,63
schwefelsaures Ammon .	1,93	98,07	0,86	2,73	2,08	0,65
salpetersaurer Kalk . .	1,92	98,08	0,86	2,81	2,12	0,69
saurer phosphorsaurer Kalk	2,16	97,84	1,04	2,49	1,86	0,63
s. phosphors. K. + schwefels. A.	2,00	98,00	0,89	2,62	2,02	0,60
s. phosphors. K. + salpeters. K.	1,81	98,19	0,84	2,80	2,18	0,62
im Mittel:	2,01	97,99	0,92	2,64	2,00	0,64

Düngung.	Proteinstoffe.			Stickstofflose Bestandtheile	Verhältniß der Proteinstoffe zu den stickstofflosen Bestandtheilen.
	im Ganzen	unlösliche	lösliche		
ungedüngt	14,94	11,00	3,94	82,83	1 : 5,54
schwefelsaures Ammon .	17,06	13,00	4,06	81,01	1 : 4,75
salpetersaurer Kalk . .	17,56	13,25	4,31	80,52	1 : 4,59
saurer phosphorsaurer Kalk	15,56	11,62	3,94	82,28	1 : 5,29
s. phosphors. K. + schwefels. A.	16,38	12,63	3,75	81,62	1 : 4,98
s. phosphors. K. + salpeters. K.	17,50	13,63	3,87	80,69	1 : 4,61
im Mittel:	16,50	12,52	3,98	81,49	1 : 4,94

Düngung.	Verhältniß der				Verhältniß des		
	Phosph. säure	Ges.-Stickst.	unlösl. Stickst.	löslich. Stickst.	Ges.-Stickst.	unlösl. Stickst.	löslich. Stickst.
ungedüngt	1	2,30	1,69	0,61	1	0,737	0,263
schwefelsaures Ammon	1	3,17	2,42	0,75	1	0,762	0,238
salpetersaurer Kalk .	1	3,27	2,47	0,80	1	0,755	0,245
saur. phosphorsaur. Kalk	1	2,39	1,78	0,61	1	0,747	0,253
s. phosphors. K. + schwef. A.	1	2,94	2,27	0,67	1	0,771	0,229
s. phosphors. K. + salp. K.	1	3,33	2,59	0,74	1	0,779	0,221
im Mittel:	1	2,90	2,20	0,70	1	0,758	0,242

Zur leichteren Vergleichung habe ich die Resultate einiger älteren Weizen- und Roggenuntersuchungen zusammengestellt; alle Angaben sind auf Trockensubstanz, die zuweilen angeführten Proteinsubstanzen aber auf Stickstoff zurückberechnet worden, bei welcher Umrechnung ich selbstverständlich denselben Factor, wie der Verfasser, benutzt habe.

Mayer untersuchte 11 Weizen- und 11 Roggensorten aus verschiedenen Gegenden Bayerns; veröffentlicht in den Ergebnissen landw. und agrikulturchem. Versuche der Münchener Versuchsstation, 1. Heft (auch Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CI. S. 129).

Fehling und Faißt publicirten in Riecke's Wochenblatt f. Land- und Forstwirthschaft, 1852, Nr. 15, 2 Weizen- und 7 Roggenanalysen; das Material war 1850 und 1851 an verschiedenen Orten Württembergs erbaut worden.

Zöller gab im 2. Heft der Ergebnisse der Münchener Versuchsstation die Untersuchung eines Weizens, der auf ungedüngtem Boden und bei Superphosphat-Düngung erbaut worden war (auch Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CXII. S. 29).

Bibra hat in einer Monographie über die Getreidearten und das Brot eine größere Zahl Analysen von Weizen- und Roggensorten aus verschiedenen Gegenden Europa's zusammengestellt.

Way und Ogston haben die Aschen einiger englischen Weizenarten, eine jede auf verschiedenem Boden cultivirt, der Untersuchung unterworfen (Jahresbericht f. Chemie, 1849 u. 1850).

Reiset bestimmte 1852 in 20 verschiedenen, in Frankreich erbauten Weizenarten Wasser, Asche und Stickstoff (Pharm. Centralblatt, 1854, S. 145).

Péligot untersuchte 14 Weizensorten des Handels (Journ. f. pract. Chem., Bd. 50. S. 243).

Millon unterwarf 9 im Jahre 1848 in Frankreich und 12 in den Jahren 1852 und 1853 in Algier geerntete Weizensorten der Untersuchung (Pharm. Centralbl. 1854, S. 134; landw. Centralbl. 1854, Bd. I. S. 169).

Roggen.

	Wasser, schwankt von	Asche.	Phosphorsäure.	Stickstoff.	Verhältn. von Phosphorsäure zu Stickstoff.
Mayer . . .	11,77—14,31	2,05—2,22	0,90—1,09	1,91—2,38	1 : 2,04—2,38
Fehling und Faißt	12,62—14,70	1,82—2,30	0,67—0,97	1,60—2,45	1 : 1,97—3,06
Bibra . . .		1,97—2,51	0,83—1,19	1,50—3,64	1 : 1,68—2,81

Weizen.

Mayer . . .	10,97—14,33	1,89—2,36	0,93—1,18	1,93—2,32	1 : 1,83—2,19
Fehling und Faißt	14,78—16,08	1,97—1,97	0,71—0,72	2,05—1,95	1 : 2,86—2,71
Zöller	14,26—14,12	2,16—2,12	1,07—1,19	2,31—2,40	1 : 2,16—2,02
Bibra		1,55—2,80	0,64—1,14	1,42—3,85	1 : 1,87—3,55
Way und Ogston		1,69—2,19	0,65—0,99		
Reiset	12,2—16,5	1,61—2,98		1,71—2,87	
Péligot . . .	13,2—15,2	1,65—2,22		1,85—3,97	
Millon . . .	12,9—17,7	1,64—2,40		1,89—2,53	

Hier schließe ich noch die Ergebnisse zweier Untersuchungen an, die zwar insofern, als sie nicht dieselbe Pflanze betreffen, der meinigen etwas ferner stehen, doch aber, da sie dasselbe Ziel verfolgen, eine interessante Vergleichung mit meinen Resultaten zulassen. Es sind dies eine Untersuchung von Alex. Müller über die Wirkung verschiedener Düngemittel auf die Vegetation von Gerste (Pharm. Centralblatt, 1855, S. 886) und eine dergleichen von Zöller über die Beziehungen der organischen zu den unorganischen Bestandtheilen in der Gerste, und über den Einfluß, welchen Boden und Dünger auf deren Zusammensetzung äußern (Münch. Berichte, 2. Heft). Die Arbeiten von Hermbstädt dagegen übergehe ich wegen ihrer, durch die ungenauen älteren Methoden erhaltenen, höchst unwahrscheinlichen Resultate.

Alex. Müller fand bei verschiedenen Düngungen in dem geernteten Gerstenkorn folgende Bestandtheile:

Düngung.	Wasser.	Asche in Trockensubstanz.	Stickstoff in Trockensubstanz.
Peruguano	12,5 Proc.	2,8 Proc.	1,70 Proc.
schwefelsaures Knochenmehl	13,1 „	2,9 „	1,66 „
Chilisalpeter	12,5 „	2,8 „	1,67 „
ausgeleimtes Knochenmehl	13,8 „	3,2 „	1,76 „
reines Knochenmehl . .	13,7 „	3,0 „	1,76 „
Leinkuchenmehl	13,2 „	2,8 „	1,57 „
Rindviehdung	13,5 „	3,0 „	1,70 „
sächsischer Guano . . .	13,6 „	2,9 „	1,66 „

Zöller erhielt für die auf den Versuchsfeldern von Bogenhausen, Schleißheim und Weihenstephan erbauten Gerstenkörner nachstehende Werthe:

	Düngung.	Wasser.	Asche in Trockensubstanz.	Phosph. säure in Trockensubstanz.	Stickstoff in Trockensubstanz.	Phosph. säure : Stickstoff	Phosph. säure : Asche
		Proc.	Proc.	Proc.	Proc.		
Bogenhausen	Saatfrucht	13,35	2,89	0,94	1,99	1 : 2,12	1 : 3,07
	Guano	13,69	2,93	0,96	2,04	2,13	3,05
	schwefelsaures Ammon .	13,62	2,99	1,03	2,17	2,11	2,90
	schwefels. Ammon u. Kochsalz	13,72	2,89	0,94	1,99	2,12	3,07
	gedämpfte Knochen . .	13,97	3,09	0,98	2,16	2,20	3,15
	Superphosphot u. Stickstoff	13,40	3,03	1,00	2,20	2,20	3,03
	gefällter Phosphorit u. Gyps	13,46	3,05	0,97	2,13	2,20	3,15
Schleißheim.	Saatfrucht	13,30	2,93	0,93	2,11	2,27	3,15
	Superphosphat	13,39	2,94	0,99	2,19	2,21	2,97
	schwefelsaures Ammon, Kochsalz u. Superphosphat	13,64	2,91	0,92	2,07	2,25	3,16
Weihenstephan.	Saatfrucht	13,42	2,93	0,97	2,05	2,11	3,02
	Chilisalpeter	13,47	2,91	0,93	1,96	2,11	3,13
	Kalisalpeter	13,54	2,90	0,90	1,92	2,13	3,22

In den einzelnen Reihen meiner Versuche lassen sich folgende Beziehungen erkennen.

Was zunächst das Stroh betrifft, so ist der Wassergehalt ziemlich constant, die Aschenmenge dagegen bei dem Winterweizen- und Winterroggenstroh, welches auf den mit stickstoffhaltigen Substanzen gedüngten Parzellen erbaut worden war, erheblich kleiner, als bei dem Stroh der

beiden andern Beete, die organische Substanz daher durch Stickstoffdüngung vermehrt worden.

Der Wassergehalt der Körner zeigt weder sehr bedeutende, noch regelmäßige Schwankungen, ist jedoch im Durchschnitt etwas größer, als derselbe von andern Chemikern angegeben wird, und dies mag daher rühren, daß ich den Feuchtigkeitsgehalt in den frisch eingeernteten Samen bestimmte.

Die Aschenbestandtheile scheinen in den ohne stickstoffhaltige Düngung gewachsenen Körnern, ähnlich wie beim Stroh, in größerer Menge als in denen der andern Parzellen abgelagert worden zu sein; wenigstens ist dies beim Sommerweizen deutlich zu erkennen, während die Differenzen bei dem Wintergetreide zu gering sind. Alex. Müller findet gleichfalls bei der Gegenwart der Phosphorsäure im Düngemittel einen größern Aschegehalt, während Zöller nur ein geringes, kaum zu beachtendes Mehr beobachtet. Vergleicht man meine Resultate mit denen anderer Analytiker, so findet man, daß der Aschegehalt bei einer und derselben Varietät eben solche, oder auch noch größere, Unterschiede zeigen kann, als derjenige verschiedener Spielarten.

Die Phosphorsäuremengen schwanken im Winterweizen und Winterroggen wenig. Bei dem Sommerweizen hat der saure phosphorsaure Kalk keinen Einfluß gezeigt, während schwefelsaures Ammon und salpetersaurer Kalk eine deutliche Verminderung des Phosphorsäuregehalts bewirkt haben. Die Phosphorsäure schwankt demnach proportional der Asche, jedoch ist das Verhältniß, wie sich aus folgenden Zahlen ergiebt, zwischen beiden Bestandtheilen kein constantes; es kommen nämlich auf 1 Theil Phosphorsäure nachstehende Aschenmengen.

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungedüngt	2,25	2,28	2,14
schwefelsaures Ammon	2,08	2,28	2,24
salpetersaurer Kalk	2,08	2,49	2,23
saurer phosphorsaurer Kalk . . .	2,11	2,21	2,08
saur. phosphors. Kalk + schwefels. Ammon	2,13	2,31	2,25
saur. phosphors. Kalk + salpeters. Kalk .	2,06	2,28	2,15

Es hat also die Asche nicht überall die gleiche Zusammensetzung, der Gehalt an Phosphorsäure in derselben schwankt beim Winterweizen von 44,4 bis 48,5 Proc., beim Winterroggen von 40,2 bis 45,2 Proc. und beim Sommerweizen von 44,4 bis 48,1 Proc.

Zöller findet für den procentischen Phosphorsäuregehalt durchgängig nur geringe Schwankungen, und dieselben vertheilen sich ohne Gesetzmäßigkeit auf die verschieden gedüngten Parzellen.

Der Stickstoffgehalt entfernt sich im Allgemeinen nicht weit von den durch die früheren Untersuchungen festgestellten Mittelwerthen, doch sind die vorhandenen Unterschiede in den verschiedenen Ernten nicht zu übersehen. Beim Winterweizen sowohl, als beim Winterroggen sind zwei solcher Abweichungen deutlich zu bemerken, die sich aber nicht mit der Düngung in Einklang bringen lassen; beim Sommerweizen dagegen ist die procentische Menge des Stickstoffs bei der Stickstoffdüngung entschieden vermehrt; das Salpetersäuresalz scheint sogar noch etwas mehr auf eine solche Vermehrung hingewirkt zu haben, als das Ammonsalz.

Dieses Ergebniß, daß Stickstoffdüngung den procentischen Gehalt an Stickstoff in der Ernte erhöhe, wurde für die Halmfrüchte auch erhalten von Boussingault, welcher in einer und derselben Weizenart 21,9 und 14,3 Proc. stickstoffhaltige Bestandtheile fand, je nachdem dieselbe im Garten oder im Feld gezogen worden war (Wolff, Grundlage des Ackerbaues, Bd. II. S. 355); ferner wies Ad. Stöckhardt im Haferkorn bei Knochenmehldüngung $\frac{6}{5}$, bei einem Gemenge von Guano und Salpeter aber $\frac{7}{5}$ mal so viel Stickstoff als in dem Korn des ungedüngten Bodens nach (Chem. Ackersmann, 1855, S. 117 u. 129). Das entgegengesetzte Resultat wurde von Polstorff, John bei Gerste, von Norton bei Hafer und von Lawes und Gilbert bei Weizen erhalten (Wolff, Bd. II. S. 275). Aus den Zusammenstellungen von Müller's und Zöller's Analysen ergeben sich nur zu vernachlässigende Differenzen, wie auch Hartstein für den Stickstoffgehalt der Gerste von ungedüngter und von mit salpetersaurem Kalk gedüngter Parzelle keinen Unterschied beobachtete (Poppelsdorfer Mittheilungen, I. S. 6; auch Jahresbericht von Henneberg, 1858, S. 179). Es scheint hieraus hervorzugehen, daß die vorhandene Gesetzmäßigkeit durch andere unbekannte Einflüsse, vielleicht meteorologischer Art, gänzlich verdeckt werden könne.

Das Verhältniß zwischen Phosphorsäure und Stickstoff ist kein constantes; während sich bei dem Wintergetreide allerdings eine Regel-

mäßigkeit in den Abweichungen nicht erkennen läßt, zeigt bei dem Sommerweizen das ohne Düngung und das mit stickstofffreiem Dünger erbaute Korn zwischen Phosphorsäure und Stickstoff das Verhältniß 1:2,3; dagegen die Frucht von den mit stickstoffhaltigen Substanzen versehenen Parzellen im Mittel 1 : 3,2.

Da nach Zöller's Analysen die Mengen der Phosphorsäure und des Stickstoffs überhaupt wenig differiren, so ist nach ihm auch das Verhältniß zwischen beiden ein nur wenig schwankendes, keine Einwirkung der Düngerstoffe zeigendes. Wenn aber andere Chemiker bedeutendere Schwankungen fanden, als sich aus meinen Versuchen ergeben, so rührt dies jedenfalls daher, daß jene die Untersuchungsresultate von verschiedenen Weizen- und von Roggenvarietäten zusammenstellten; es wird sich auch dadurch erklären lassen, warum Mayer im Allgemeinen auf dieselbe Menge Phosphorsäure weniger Stickstoff gefunden hat, als ich.

Was den Kleber oder vielmehr die im Wasser unlöslichen Proteinstoffe betrifft, so stehen diese in einem leicht erkennbaren und zwar directen Verhältnisse zu der Gesammtmenge der Proteinsubstanzen, während der Gehalt an löslichen stickstoffhaltigen Stoffen überall fast ganz derselbe bleibt.

Vergleichende Bestimmungen der löslichen und unlöslichen Proteinstoffe bei Cerealien sind bis jetzt noch selten Gegenstand der Untersuchung gewesen, und ich kann daher nur die hierher gehörigen Resultate der schon oben angeführten Arbeiten von Millon und Peligot berühren.

Ersterer bestimmte in 20 Weizensorten verschiedenen Ursprungs den Kleber durch Auskneten und fand, daß die Menge desselben gänzlich unabhängig vom Stickstoffgehalt sei, dagegen mit dem Unterschied in hornartigen und mehligen Weizen in Verbindung stehe; so ergaben einige Sorten mit hartem, hornartigem, durchscheinendem Korn mehr Kleber, als dem Gehalt an Stickstoff hätte entsprechen sollen, während bei anderen mit weichem, mehligem Korn der Kleber ganz oder theilweise durch eine lösliche, eiweißartige Materie ersetzt war (Pharm. Centralbl., 1854, S. 141). Bei meinen Versuchen konnte jedoch die gefundene Zunahme an Kleber nicht durch die Annahme eines größeren Gehaltes an hornartigen Körnern erklärt werden, denn ich fand bei den Ernten der verschiedenen Parzellen überall dasselbe Verhältniß zwischen den harten und weichen Körnern*).

*) Bei dem Sommerweizen durchgehends unter 200 Körnern 170 vollkommen harte und 30 mehr oder minder weiche.

Peligot prüfte verschiedene Weizensorten des französischen Handels auf ihren Gehalt an löslichem und unlöslichem Stickstoff, ermittelte jedoch nur in einigen Sorten beide durch den Versuch, und berechnete sie, nach dem hier gefundenen Verhältniß des Gewichts an löslichen Proteinstoffen zu der Menge der gesammten, in Wasser löslichen Bestandtheile, wie 1 : 5 für die übrigen Weizensorten. Es ist leider um so mehr zu bedauern, daß man aus den Angaben nicht ersehen kann, bei welchen Sorten die beiden Stickstoffwerthe direct bestimmt worden sind, als sich bei den großen Verschiedenheiten des untersuchten Materials, wie man aus den zwischen 1,8 und 4 Proc. schwankenden Gesammtstickstoffmengen schließen muß, wahrscheinlich interessante Beziehungen hätten ergeben können. Peligot fand in 100 Theilen Trockensubstanz 1,52 bis 3,65 Theile in Wasser unlöslichen und 0,26 bis 0,45 Theile in Wasser löslichen Stickstoffs; demnach, abgesehen von den großen Schwankungen in der Menge des Ersteren, einen bedeutend niedrigeren Gehalt an Letzteren, als meine Analysen ergeben. Ob hierbei die Verschiedenheit des Materials einerseits, oder die der Untersuchungsmethoden andererseits von größerem Einfluß gewesen ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Im Allgemeinen wird man bei der Vergleichung der Zahlen der drei Versuchsreihen bemerken, daß die Unterschiede in der Zusammensetzung des Roggen- und Weizenkorns nicht größer sind, als diejenigen, welche zwischen den beiden Weizenvarietäten selbst stattfinden. So ist die Menge der Asche und der Phosphorsäure im Mittel bei allen gleich, in Bezug auf den Gesammtstickstoff stehen sich sogar Weizen und Roggen näher, als Winter- und Sommerweizen, und nur im Gehalt an löslichem Stickstoff zeigen die beiden Weizenvarietäten eine größere Aehnlichkeit, einen vielleicht specifischen Unterschied vom Roggen. Man erhält für das mittlere Verhältniß zwischen löslichem und unlöslichem Stickstoff für den Winterroggen den Werth 9 : 11, für den Winterweizen 3 : 7 und für den Sommerweizen 1 : 3.

Mit Zugrundelegung der gefundenen Zahlen für die Erntegewichte und für die procentischen Mengen der einzelnen Bestandtheile, sowie unter der Annahme, daß im Weizenstroh 0,4 Proc. Stickstoff und 0,2 Proc. Phosphorsäure, im Roggenstroh beziehentlich 0,3 Proc. und 0,13 Proc. enthalten sei, habe ich die durch jede Ernte entzogenen Quantitäten von Asche, Phosphorsäure und Stickstoff berechnet und in folgenden Tabellen zusammengestellt.

Winterweizen.

Düngung.	Trockensubstanz in: Körnern	Trockensubstanz in: Stroh u. Spreu	Trockensubstanz in: Gesammternte	Asche in: Körnern	Asche in: Stroh u. Spreu	Asche in: zusamm.	Phosphorsäure in: Körnern	Phosphorsäure in: Stroh u. Spreu	Phosphorsäure in: zusamm.	Stickstoff in: Körnern	Stickstoff in: Stroh u. Spreu	Stickstoff in: zusamm.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
ungedüngt	2300	7300	9600	47	367	414	21	15	36	53	29	82
schwefelsaures Ammon	4000	10150	14150	77	388	465	37	20	57	84	41	125
salpetersaurer Kalk	2300	6300	8600	45	231	276	21	13	34	50	25	75
saurer phosphorsaurer Kalk . .	2100	6350	8450	42	305	347	20	13	33	45	25	70
saur. phosphors. Kalk + schwefels. A.	3350	10700	14050	65	428	493	31	21	52	71	43	114
saur. phosphors. Kalk + salpeters. K.	2500	8900	11400	46	378	424	22	18	40	58	36	94

Winterroggen.

ungedüngt	3100	6300	9400	66	359	425	29	8	37	70	19	89
schwefelsaures Ammon	3400	9900	13300	71	361	432	31	13	44	77	30	107
salpetersaurer Kalk	3750	7450	11200	77	358	435	31	10	41	91	22	113
saurer phosphorsaurer Kalk . .	3050	5950	9000	64	301	365	29	8	37	68	18	86
saur. phosphors. Kalk + schwefels. A.	3350	9050	12400	70	403	473	30	12	42	80	27	107
saur. phosphors. Kalk + salpeters. K.	3450	7500	10950	71	310	381	31	10	41	76	23	99

Sommerweizen.

ungedüngt	1700	3400	5100	37	132	169	17	7	24	40	14	54
schwefelsaures Ammon	2000	5250	7250	38	226	264	17	10	27	54	21	75
salpetersaurer Kalk	1750	4050	5800	34	137	171	15	8	23	50	16	66
saurer phosphorsaurer Kalk . .	1750	3900	5650	38	125	163	18	8	26	44	16	60
saur. phosphors. Kalk + schwefels. A.	1750	4550	6300	35	107	142	16	9	25	46	18	64
saur. phosphors. Kalk + salpeters. K.	1750	4200	5950	32	95	127	15	8	23	49	17	66

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Wenn diesen Zahlen auch nur eine annähernde Richtigkeit zugestanden werden darf, so lassen sie doch erkennen, daß nirgend die ganze Quantität der zugesetzten Nährstoffe, die für je eine Parzelle beim Wintergetreide 171 Grm. Stickstoff und 228 Grm. Phosphorsäure, beim Sommergetreide 114 Grm. Stickstoff und 152 Grm. Phosphorsäure betrug, wieder entzogen worden ist, trotzdem daß der Ertrag einer mittleren Ernte nur einige Male überschritten wurde. Eine Vervollständigung der Versuche in Hinsicht auf die Wirkung der andern Pflanzennährstoffe, die vielleicht nicht ohne Resultat geblieben wäre, lag insofern weniger nahe, als es zunächst nur darauf ankam, Samen mit abnormem Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure zu erzielen.

Interessant ist die Wirkung des Ammonsalzes, welches bei dem Winterweizen überall die Aufnahme der Bodenbestandtheile mehr als das Salpetersäuresalz förderte, während es bei dem Roggen und dem Sommerweizen sich vor dem Letzteren weniger oder gar nicht auszeichnete.

Ferner ergiebt sich, daß der absolute und der procentische Gehalt der Ernten an Asche, Phosphorsäure und Stickstoff in keiner bestimmten Beziehung zu einander stehen; höchstens könnte man versucht sein, bei dem Sommerweizen ein directes Verhältniß zwischen beiden anzunehmen, wenn die Unterschiede in den absoluten Mengen nicht zu unbedeutend wären.

Daß in der Versuchsreihe des Sommerweizens die Schwankungen bedeutender und regelmäßiger sind, als bei dem Wintergetreide, ließe sich vielleicht durch die ungenügende Quantität des aufgebrachten Düngers erklären; das Sommergetreide wäre dann gegen das Wintergetreide deshalb im Vortheil gewesen, weil es einmal weniger Bodenbestandtheile zu seiner Existenz bedarf, und zweitens eine geringere Vegetationszeit beansprucht, während welcher also auch weniger Nährstoffe dem Bereich der Pflanzenwurzeln entzogen werden können, was gerade die Salpetersäure und das nach den neuesten Beobachtungen von W. Knop in der Ackererde sich sehr rasch zu Salpetersäure oxydirende Ammoniak betreffen würde.

Dagegen würde einzuwenden sein, daß das Wintergetreide sich zum Theil gelagert, also wahrscheinlich eine mehr als genügende Menge von Stickstoff im Boden vorgefunden habe (eigenthümlich bliebe es aber dann, daß nur der Winterroggen diese Erscheinung zeigte, und zwar nicht einmal auf den Parzellen, wo derselbe die größte Menge Stickstoff enthielt, oder den kleinsten Aschegehalt ergab); daß man ferner zumeist einen Ein-

fluß des Düngers auf die Production von Pflanzensubstanz wahrnimmt, sich also die Düngerbestandtheile überhaupt geltend, bemerklich gemacht haben und man daher annehmen dürfte, der Einfluß derselben hätte sich auch auf die chemische Zusammensetzung der Pflanzen erstrecken können. Hoffentlich tragen weitere Versuche zur Aufklärung in dieser Beziehung bei.

Was die Vertretung der Proteinstoffe unter einander anlangt, so ist eine solche zwischen der Gruppe der unlöslichen Eiweißstoffe einestheils und der der löslichen anderntheils nicht nachgewiesen worden. Dieselbe wird nicht allein durch eine bloße Vergleichung der Zahlen für den Gehalt an Phosphorsäure, Gesammtstickstoff und löslichen Stickstoff unwahrscheinlich gemacht, sondern scheint auch durch die qualitative Prüfung, durch welche es nicht möglich war, Unterschiede nachzuweisen, nicht bestätigt zu werden. Ebensowenig erhält man ein günstiges Resultat, wenn man aus den für den Winterweizen und Winterroggen, bei denen die geringsten Schwankungen vorhanden sind, erhaltenen Mittelwerthen diejenigen Mengen von Phosphorsäure berechnet, die je ein Theil des unlöslichen und ein Theil des löslichen Stickstoffs zu seinem Bestehen beansprucht, und hieraus wieder die in jedem einzelnen Falle nothwendige Quantität Phosphorsäure ermittelt. Es ergiebt sich, daß im Mittel auf einen Theil unlöslichen Stickstoffs 0,5 Theile, auf einen Theil löslichen Stickstoffs 0,3 Theile Phosphorsäure vorhanden sind; hierbei ist sowohl die Gruppe der unlöslichen Proteinstoffe, als auch die der löslichen als ein Ganzes aufgefaßt worden, eine, wie sich jedoch ergiebt, unhaltbare Annahme. Schleiden und Wolff berechneten aus einer großen Zahl von Analysen, daß in den eiweißhaltigen Pflanzentheilen das Verhältniß von Stickstoff zur Phosphorsäure ungefähr 1 : 0,3 und in den kleberhaltigen 1 : 0,35 und 0,4 betrage. Ich habe die für den Kleber nothwendige Menge Phosphorsäure noch etwas größer gefunden, weil bei meiner Berechnung der Einfluß des Eiweißes beseitigt war; daß aber trotzdem diese Zahl noch zu niedrig ist, ergiebt sich daraus, daß man dann annehmen müßte, in einem Weizenkorn, in welchem auf einen Theil Phosphorsäure zwei Theile Stickstoff vorhanden wären, könne kein Eiweiß, sondern nur Kleber enthalten sein, und daß ferner Körner mit noch weniger als zwei Theilen Stickstoff auf einen Theil

Phosphorsäure gar nicht existiren könnten. Erstere Annahme ist jedoch durch nichts begründet und Letztere durch den Versuch mehrfach widerlegt.

Folgende Zahlen geben nun die Werthe für die Gesammtphosphorsäure, berechnet unter der Voraussetzung, erstens, daß Kleber und Albumin, zweitens, daß Kleber und ein löslicher Proteinstoff, welcher auf einen Theil Stickstoff 0,2 Theile Phosphorsäure beansprucht und daher ziemlich dem Legumin entsprechen würde, sich in den Stickstoffgehalt des Kornes getheilt hätten.

Gesammtmenge der Phosphorsäure.

	Düngung.	Berechnet aus Kleber und Albumin.	Berechnet aus Kleber und Legumin.	Gefunden.
Winterweizen.	ungedüngt	1,01	0,94	0,90
	schwefelsaures Ammon .	0,92	0,86	0,93
	salpetersaurer Kalk . .	0,95	0,87	0,94
	saurer phosphorsaurer Kalk	0,93	0,85	0,94
	s. phosphors. K. + schwefels. A.	0,92	0,85	0,91
	s. phosphors. K. + salpeters. K.	1,00	0,93	0,89
Winterroggen.	ungedüngt	0,91	0,81	0,93
	schwefelsaures Ammon .	0,92	0,81	0,92
	salpetersaurer Kalk . .	1,00	0,89	0,82
	saurer phosphorsaurer Kalk	0,89	0,79	0,94
	s. phosphors. K. + schwefels. A.	0,97	0,86	0,90
	s. phosphors. K. + salpeters. K.	0,90	0,81	0,90
Sommerweizen.	ungedüngt	1,07	1,01	1,04
	schwefelsaures Ammon .	1,23	1,17	0,86
	salpetersaurer Kalk . .	1,27	1,20	0,86
	saurer phosphorsaurer Kalk	1,12	1,06	1,04
	s. phosphors. K. + schwefels. A.	1,19	1,13	0,89
	s. phosphors. K. + salpeters. K.	1,28	1,21	0,84

Wenngleich derartige, auf kleine Versuchsreihen begründete Berechnungen nur einen geringen Werth haben, so können die vorstehenden Zahlen doch zeigen, daß die Beziehungen zwischen den Proteinstoffen

und der Phosphorsäure nicht eben einfach zu sein scheinen. Denn ganz abgesehen davon, daß man bei Zugrundelegung der für den Sommerweizen bei stickstofffreier, sowie bei stickstoffhaltiger Düngung gefundenen mittleren Mengen für Phosphorsäure, unlöslichen und löslichen Stickstoff, für die dem unlöslichen Stickstoff entsprechende Phosphorsäuremenge einen negativen Werth, also zwischen Phosphorsäure und unlöslichen Stickstoff kein directes Verhältniß erhält, so gelangt man bei der Annahme von entschieden zu günstigen Verhältnissen zwischen dem Stickstoff des Klebers, sowie des Legumins und der Phosphorsäure zu keiner Uebereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung. Eine solche würde nur durch eine Zerlegung der beiden Proteinstoffgruppen in Glieder mit größerem Bedarf an Phosphorsäure, als der Kleber, und mit geringerem, als das Legumin, zu ermöglichen sein; einer Berechnung dieser Art würde jedoch bis jetzt jede experimentelle Bestätigung mangeln.

Vorausgesetzt demnach, daß wirklich eine Gesetzmäßigkeit in den Beziehungen der Proteinstoffe zu der Phosphorsäure stattfindet, wird man nur durch detaillirtere Untersuchungen zu einem Resultat gelangen können; man wird erst die speciellen Beziehungen zu studiren versuchen müssen, ehe man die allgemeineren aufstellen darf.

Die oben aufgestellten Fragen dürften sich vielleicht folgendermaßen beantworten lassen:

1) Phosphorsäure und Gesammtstickstoff stehen in keinem constanten Verhältniß zu einander; die procentischen Mengen beider lassen sich variiren; Stickstoffdüngung vermehrte, diesen Versuchen zufolge, den Procentgehalt an Stickstoff und verminderte den an Phosphorsäure.

2) Eine Vertretung der beiden Gruppen der Proteinkörper, der im Wasser löslichen und der unlöslichen, findet nicht statt; doch dürfte eine solche innerhalb dieser Gruppen nicht unmöglich sein.

BIBLIOTHEK DER TECHNISCHEN STAATSLEHRANSTALTEN ZU CHEMNITZ

Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipssamen.

Von

Dr. Gustav Wunder.

Ich habe früher eine Anzahl Aschen von Turnipspflanzen, die in verschiedenen Stadien ihres Wachsthums standen, untersucht (siehe diese Zeitschrift 1861, Heft 7, Seite 19). Es hatte sich ergeben, daß das Verhältniß der verschiedenen Mineralsubstanzen zu einander in den Pflanzen während der späteren Perioden des Wachsthums nur wenig schwankt; daß sich dasselbe dagegen während der früheren Vegetationsperioden wesentlich ändert. Es schien mir nicht uninteressant, im Anschluß an die früher beobachteten Daten zu ermitteln, in welcher Weise die Mineralsubstanzen in der Plumula und in der Radicula vertheilt sind, welche das zu ihrer Bildung erforderliche Material lediglich dem keimenden Samen entnommen haben, deren Zusammensetzung also von der Qualität des Bodens unabhängig ist.

Ich ließ zu dem Zwecke eine Quantität Turnipssamen keimen. Dies geschah, indem ich die Samen auf feiner Gaze, die über Porzellanschalen gespannt war, durch Bespritzen mit destillirtem Wasser feucht erhielt. Durch eine Bedeckung mit Glas ward dem schnellen Verdunsten des Wassers wie der Verunreinigung durch Staub vorgebeugt. Nach Verlauf von 14 Tagen hatte die Plumula der keimenden Samen eine Höhe von reichlich einem Zoll erreicht. Die Plumula und Radicula wurden von den Resten der gekeimten Samen sorgfältig getrennt und jede für sich untersucht. Auch die auf der Gaze zurückgebliebenen Samenhüllen wurden verascht und die Asche ward analysirt. Endlich ward das von den keimenden Samen abgeflossene, in den Porzellanschalen angesammelte Wasser, nachdem es filtrirt worden, auf seinen Gehalt an den verschiedenen Mineralsubstanzen geprüft. Es muß dabei bemerkt werden, daß ein guter Theil der Samen nicht gekeimt waren, gleichwohl an das zum Befeuchten der Samen angewendete Wasser lösliche Stoffe abgegeben hatten, so daß über das Verhältniß zwischen den zur Bildung der Plumula und Radicula verwendeten und den durch das

Wasser hinweggeführten Substanzen hier ein Urtheil nicht ausgesprochen werden kann.

Das Ergebniß der Analysen ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Damit man übersehen kann, welchen Einfluß die Bestandtheile des Bodens schon in den ersten Tagen der Vegetation auf die Zusammensetzung der sehr jungen Pflänzchen ausüben, sind in der folgenden Tabelle auch die Resultate der Analysen von Turnipspflänzchen aufgenommen, welche sich im Boden innerhalb desselben Zeitraums (von 14 Tagen) entwickelt hatten, während dessen die Samen auf den mit Gaze überspannten Schalen keimten:

Bestandtheile in 100 Trockensubstanz.

Bestandtheile:	Keimversuch.			Pflänzchen im Boden gewachsen.	
	Plumula.	Radicula.	Samenhüllen.	Blätter.	Wurzeln.
Eisenoxyd	0,09	0,46	0,25	0,34	1,45
Kalk	0,64	0,61	2,21	5,87	5,28
Magnesia	0,80	0,46	0,48	1,40	1,32
Kali	1,07	2,76	0,30	3,75	3,03
Natron	0,00	Spur	Spur	0,57	1,32
Phosphorsäure	2,68	1,99*)	0,38*)	1,65	1,68
Schwefelsäure	1,65	1,22	0,56	1,85	1,98
Chlor	Spur	Spur	Spur	0,83	—
Kieselsäure	Spur	Spur	0,29	0,39	1,71
	6,93	7,50	4,47	16,65	17,77
Stickstoff**)	6,59	5,65	3,14	6,50	3,49
Verhältniß der Trockensubstanzen	371	100	95		
Verhältniß der gesammten Mineralsubstanzen	342	100	58		

*) Die Phosphorsäure ist hier wegen Mangels an Material einfach in der Asche bestimmt, während bei den übrigen Analysen zur Bestimmung der Phosphorsäure eine besondere Quantität Trockensubstanz mit überschüssigem Baryt verascht wurde.

**) Die Stickstoffbestimmungen sind von Th. Siegert ausgeführt.

Bestandtheile in 100 Mineralsubstanz.

Bestandtheile:	Keimversuch				Pflänzchen im Boden gewachsen.	
	Plumula.	Radicula.	Samenhüllen.	in Wasser gelöst.	Blätter.	Wurzeln.
Eisenoxyd	1,30	6,13	5,59	1,95	2,05	8,17
Kalk	9,24	8,13	49,44	5,56	35,24	29,70
Magnesia	11,54	6,13	10,74	3,58	8,41	7,42
Kali	15,44	36,80	6,71	41,36	22,51	17,07
Natron	0,	Spur	Spur	2,62	3,41	7,42
Phosphorsäure	38,67	26,53 *)	8,50 *)	12,84	9,92	9,44
Schwefelsäure	23,81	16,27	12,53	22,73	11,10	11,13
Chlor	Spur	Spur	Spur	9,01	5,00	—
Kieselsäure	Spur	Spur	6,49	0,35	2,35	9,65
	100,00	99,99	100,00	100,00	99,99	100,00

Hieraus ergiebt sich unter Anderem, daß in der Plumula der größere Theil der Phosphorsäure in Form eines sauren Phosphats von der Formel MO, 2HO, PO_5 enthalten war, wenn sich die Phosphorsäure nicht in einer Verbindung mit organischer Substanz befand, oder erst beim Veraschen aus phosphorhaltiger Substanz entstand.

Die einzige mir bekannte Untersuchung über den Gehalt der Plumula und Radicula an Mineralsubstanzen ist von F. Schulze ausgeführt worden (Journal für prakt. Chemie, Band 77, Seite 202), welcher gekeimten Weizen analysirte. Die Menge der mineralischen Basen, welche derselbe in der Plumula fand, ist mehr als hinreichend, um mit der gefundenen Phosphorsäure neutrale Salze zu bilden. Es ist mir freilich nicht bekannt, ob Schulze beim Einäschern der Plumulae besondere Vorsichtsmaaßregeln anwendete, um einem Verluste an Phosphorsäure vorzubeugen; es ist indessen möglich, daß der von mir beobachtete hohe Gehalt an mineralischen Säuren in der Turnipsplumula mit dem Oelgehalte der Turnipssamen im Zusammenhange steht.

Die auffallendste Verschiedenheit in der Zusammensetzung der im Boden gewachsenen Pflänzchen und der beim Keimen auf Gaze gebildeten Pflanzenorgane spricht sich im Kalkgehalt aus, der in den im Boden gewachsenen Pflänzchen beträchtlich größer ist; auch der Gehalt an Kali

*) Siehe vorige Seite.

ist in den letzteren ein höherer; der Gehalt an Phosphorsäure dagegen ein wesentlich geringerer.

Dr. W. Knop hat wiederholt darauf hingewiesen, daß Pflanzen, welche, ohne selbst kurze Zeit mit einem Boden in Berührung gewesen zu sein, in wässrigen Lösungen erzogen werden, voreilig der Blüthe entgegen gehen.

Es ist mir nicht unwahrscheinlich, daß diese Erscheinung damit in Zusammenhang steht, daß die bei Abschluß des Bodens gewachsenen sehr kleinen Pflänzchen gegenüber denen, die sich im Boden entwickelt haben, einen beträchtlichen Ueberschuß an denjenigen Mineralsubstanzen enthalten, welche namentlich bei der Fruchtbildung in überwiegender Menge von der Pflanze verwendet werden.

Ueber eine Beigabe von Knochenerde zum Futter der Thiere, nebst einem physiologisch-chemischen Versuch über deren Verdaulichkeit.

Von

Dr. Theodor v. Gohren,

Chemiker an der mährisch-schlesischen Versuchsstation zu Raitz-Blansko.

Die Unhaltbarkeit der Heuwerthsberechnungen ist durch Theorie und Praxis erwiesen, und der Sturz dieses nur Verwirrung herbeiführenden Begriffs gehört zu den schönsten Errungenschaften der Agriculturchemie. Diese Errungenschaft würde aber nur eine halbe sein, wenn man an die Stelle des gestürzten Phantoms nicht etwas Besseres zu setzen vermocht hätte; dieses Bessere ist die Berechnung des Futterwerthes eines Nahrungsmittels nach seiner chemischen Zusammensetzung.

Die vier Gruppen der Nährstoffe: Proteinkörper, Kohlehydrate, Fette und Mineralsubstanzen, sind gleichwerthig für den allgemeinen Stoffwechsel, das heißt, fehlt eine dieser Gruppen in einem Nahrungsmittel, so sind die übrigen, auch wenn sie in noch so

großer Menge gereicht werden, nicht im Stande, den Organismus auf die Dauer zu erhalten.

Man fragt nicht mehr: Wie viel Pfund Heuwerth bedarf dieses oder jenes Thier? sondern: Wie viel Pfund an Trockensubstanz, wie viel an Protein, wie viel an Kohlehydraten, Fetten und Mineralsubstanzen? Welches Mischungsverhältniß dieser Körper ist je nach den verschiedenen Thiergattungen, nach Alter oder Nährzweck das geeignetste?

Auf diese allein richtige Bahn ist man erst in neuester Zeit eingelenkt, und man kann sie mehr oder weniger als das Product der rein wissenschaftlichen Forschung betrachten. Wenn diese neue Fütterungsmethode noch nicht überall in die Wirthschaften übergegangen ist, so liegt dies eines Theils an der Unbekanntschaft vieler Landwirthe mit diesen neuesten Forschungen, anderen Theils daran, daß letztere noch nicht zu einem abgerundeten Ganzen gediehen sind und noch vielfältiger Bestätigung durch die Praxis bedürfen. Durch welche Combinationen man zu der bis jetzt aufgestellten, auf wissenschaftlicher Basis ruhender Statik der Fütterung gelangt ist, werde ich an einer andern Stelle auseinander zu setzen versuchen.

Am besten studirt sind noch die Mischungsverhältnisse der Proteinkörper, Kohlehydrate und Fette, nebst der Trockensubstanzquantität. Ich verweise in dieser Richtung jeden praktischen Landwirth auf Grouven's treffliche Agriculturchemie. Etwas stiefmütterlich aber sind die Mineralsubstanzen bisher behandelt worden, und doch gebührt ihnen, den Phosphaten voran, keine geringere Beachtung im Haushalt des Organismus.

Um die Wichtigkeit der Phosphate richtig beurtheilen zu können, müssen wir ihre physiologische Stellung berücksichtigen. Keine Zelle besteht ohne phosphorsauren Kalk; es giebt kein thierisches Gewebe, bei dessen Verbrennung wir nicht phosphorsauren Kalk vorfänden; in allen thierischen Flüssigkeiten finden wir Phosphate aufgelöst, im Blut, in der Milch, im Samen, im Harn u. s. w. Die Phosphorsäure ist im Eidotter in solcher Menge vorhanden, daß sie mit den basischen Stoffen der Asche nicht nur saure Salze bildet, sondern noch frei vorhanden ist. Auch der freie Phosphor wird zu Phosphorsäure oxydirt, um mit dem Kalk der Schale phosphorsauren Kalk zu bilden und so zur Entwicklung des jungen Thieres beizutragen. Die Eischalen werden beim Bebrüten dadurch immer schwächlicher und leichter. Nach einer Beobachtung C. Schmidt's sammeln sich selbst zur Bildung derjenigen Organe, die

später überreich an kohlensaurem Kalk werden, anfangs eine gewisse Menge von phosphorsauren Salzen an, um gewissermaaßen die erste Grundlage des zu bildenden Gewebes abzugeben.

Die Blutasche eines Thieres ist abhängig von der Asche der genossenen Nahrung; nur der Kochsalzgehalt des Blutes ist an eine ziemlich constante Zahl gebunden. So enthält die Blutasche aller höheren Thiere, mögen sie auch noch so viel Kochsalz zu sich nehmen, bestimmt 50—60 Procent Chlornatrium. Hingegen finden wir die kohlensauren und phosphorsauren Alkalien genau in dem Verhältniß wieder, wie sie in der Asche der Nahrung vorhanden waren, und man kann so aus der Blutasche Rückschlüsse auf die Nahrung des Thieres machen*). Daß demnach eine unnormale Nahrung ein unnormales Blut und in Folge dessen einen gestörten Stoffwechsel hervorruft, ist klar. Eine merkwürdige Erscheinung ist die Beobachtung Liebig's, daß, obgleich die pflanzenfressenden Thiere durchschnittlich in ihrer Nahrung äußerst wenig Phosphate aufnehmen, obgleich auch deren Blut sehr arm an denselben gefunden wird, man doch in den Geweben und Organen der Herbivoren in der That nicht weniger von jenen Salzen antrifft, als in den entsprechenden Theilen der Fleischfresser. Es müssen also im Organismus der Pflanzenfresser die Phosphate von den Geweben vorzugsweise angezogen und zurückgehalten werden.

Die Hauptfunction der Phosphate ist die Bildung des Skeletts. Die Knochen der Thiere haben je nach Art, Ursprung und Alter verschiedene Zusammensetzung, aber über die Hälfte des Gewichts des ganzen Knochens besteht aus phosphorsaurem Kalk!

Die Nahrung des jungen Thieres muß relativ reicher sein an Phosphorsäure und Kalk, als die des alten, weil sich das Knochengerüst erst bilden muß; obgleich wir auch nicht annehmen dürfen, daß das

---

*) Asche von

	Schafblut, (Dr. Verdeil)	Ochsenblut, (Dr. Stölzel)	Weißkraut, (Stammer)	weiße Rüben, (Stammer)	Kartoffeln. (Dr. Griepenkerl)
Phosphorsäure	14,80	14,043	13,7	14,18	16,83
Alkalien	55,79	59,97	49,45	52,00	55,44
Alkalische Erden	4,87	3,64	14,08	13,58	6,74
Kohlensäure	19,47	18,85	12,42	8,03	12,00

Die Aschen sind in Procenten, nach Abzug des Kochsalzes und Eisens, berechnet.

Skelett des älteren Thieres etwas Stabiles sei, das sich der Stoffmetamorphose entziehe. Boussingault beobachtete, daß das 2900 Grm. schwere Knochengerüst eines 60,5 Kilo wiegenden Schweines zwischen dem Alter von 8 und 11 Monaten durchschnittlich täglich um 6 Grm. an Gewicht, darin 2,6 Grm. phosphorsaurem Kalk, zunahm. Bei mangelnder Phosphorsäure werden die Knochen biegsam. Chossat hat künstlich bei Thieren Knochenerweichung hervorgebracht, indem er ihnen nur solche Nahrungsmittel gab, in welchen wenig oder kein Kalkphosphat enthalten war.

Tritt die Biegsamkeit der Knochen nicht ein, so wird wenigstens eine vollkommne Ausbildung des Knochengerüstes verhindert.

Wie wichtig es deshalb ist, durch einen Zusatz von Erdphosphaten in natura, wenn sie als solche verdaut werden, die im Futter mangelnden zu ersetzen, ist leicht einzusehen. Namentlich dürfte es für Thiere, bei denen das Knochengerüst eine Hauptnorm für ihre Brauchbarkeit ist, z. B. bei Pferden, von Wichtigkeit sein. Schon Boussingault meint: Vielleicht könnte man die Ernährung von jungem Rindvieh oder Füllen auf eine solche Weise regeln, daß man, indem man ihnen durch die Nahrung von gewissen unorganischen Salzen mehr oder weniger zuführte, auf die eine oder andere Weise modificirte Racen erhielte.

In dem großen Fütterungsversuch, den Gilbert und Lawes mit Schweinen angestellt haben, fütterten sie unter Anderm auch 3 Stück 9 bis 10 Monate alte Schweine 8 Wochen lang jedes Stück wöchentlich mit 45 Pfund Maisschrot. In der zweiten Versuchswoche bekamen die Schweine eine starke Halsgeschwulst und heftige Athembeschwerden. In der Voraussetzung, daß daran der geringe Gehalt des Futters an Mineralsubstanzen Schuld sei (die Analyse hatte ergeben, daß auf je 100 Pfund Zuwachs in dem Maisschrot nur 6 Pfund Mineralsubstanz verzehrt wurden), gab man dieser Abtheilung alle 14 Tage ein Gemisch von 5 Pfund Holzasche, 1 Pfund Kochsalz und ½ Pfund Superphosphat zur Disposition. Die Schweine fraßen diese Aschenmischung mit solcher Begierde, daß sie darüber jedesmal ihre Futterportionen im Stiche ließen. Bald war auch ihre Halsgeschwulst verschwunden und ihr Gesundheitszustand ein vortrefflicher geworden. Die Thiere einer andern Abtheilung, die diesen Zusatz nicht erhielten, starben.

In einigen Gegenden Rheinhessens herrschte 1859 die Knochenbrüchigkeit als stark grassirende Seuche, die viele Opfer unter dem dortigen

Viehstand forderte und die höchst wahrscheinlich eine Folge des in dem trockenen Jahr unvollständig ausgebildeten, zu wenig unorganische Salze enthaltenden Futters war. Die Wissenschaft bot hier Anhaltspunkte zur Abhülfe, und wirklich ist durch Zusatz von Knochenmehl diese Krankheit geheilt worden.

Der Veterinärarzt Berner zu Ebersbach empfiehlt als Vorbeugungsmittel, von fein präparirten Knochenmehl 1 bis 2 Eßlöffel voll täglich in das Getränk zu thun. Für schon erkrankte Thiere soll man auf je 1 Pfund Futter-Knochenmehl 6 Loth Pulver von Angelikawurzel zusetzen.

Der Gedanke lag nahe, ein an Erdphosphaten unzureichendes Futter (wozu auch durch Regen ausgelaugtes Heu zu rechnen) durch Zusatz vollwerthig zu machen; man sah Schafe und Rinder oft mit großer Begierde das zur Düngung auf die Felder gestreute Knochenmehl lecken; man wußte, welche bedeutende Wichtigkeit die Erdphosphate im thierischen Stoffwechsel haben und probirte also eine Zugabe derselben zum Futter. Es sei mir vergönnt, die wichtigsten Ergebnisse dieser Versuche kurz zu berühren.

1. J. Lehmann's Versuch mit 3 Eberferkeln, von denen 2 periodisch zu dem übrigens ganz gleichen Futter eine Beigabe von 16,66 Grm. (1 Loth) aufs feinste präparirter Knochenerde erhielten, ergab nach einer Versuchszeit von 259 Tagen ein Plus von 11,500 Kilogrm (23 Pfund) und resp. 5,500 Kilogrm. (11 Pfund) im Verhältniß zu dem dritten Thiere, welches diese Beigabe nicht erhalten hatte.

2. Aus einem in der schlesischen Vereinsschrift mitgetheilten, mit 6 jungen Schweinen in 2 Abtheilungen angestellten Versuche geht hervor, daß die Abtheilung, welche täglich einen Zusatz von 50 Grm. (3 Loth) feinem Knochenmehl zu dem Futter erhalten, nach 60 Tagen nur ein Mehrgewicht von 1720 Grm. (3½ Pfund) und nach 80 Tagen (nach stattgehabten Wechsel der Abtheilungen) nur ein solches von 750 Grm. (1½ Pfund) im Vergleich zu der anderen Abtheilung erlangt hatte.

3. Ein von Alois Ritter von Baratta mit 2 Abtheilungen von Widderlämmern à 13 Stück unternommener Versuch lieferte das Ergebniß, daß die eine Abtheilung, welche per Kopf täglich 1 Loth feinsten Knochenmehls zu dem Futter erhielt, in 40 Tagen 31 Pfund weniger an Gewicht zunahm, als die andere, und nach anderweiten 40

Tagen (nach stattgehabtem Wechsel der Abtheilungen) abermals und zwar diesmal um 24 Pfund gegen die zweite Abtheilung zurückstand, welche das gleiche Futter, jedoch ohne Beigabe von Knochenmehl, erhalten hatte.

Wir sehen von den drei angeführten Versuchen den einen günstig ausgefallen, den andern ohne jegliches entscheidende Resultat, den dritten ungünstig für eine Beigabe von Knochenmehl zum Futter. Der Praktiker wird womöglich in noch größere Ungewißheit und Zweifel gebracht, denn jeder der drei Versuchsansteller hat seine Resultate nach Thatsachen aufgestellt. Auf die Möglichkeiten, weshalb der dritte Versuch so ungünstig ausgefallen ist, werden wir später zurückkommen. Der einzige Weg, sich Aufklärung in solchen Fragen zu verschaffen, ist der chemisch-physiologische Versuch. Bis jetzt existirte nur ein mit wissenschaftlicher Genauigkeit ausgeführter Versuch zur Lösung der Frage: Ob die Knochenerde überhaupt im Thierkörper zur Verwerthung gelange oder unverdaut wieder ausgeschieden werde? Es ist dies der von J. Lehmann in d. Bl. Bd. 1, S. 76 mitgetheilte, und es wurde durch denselben der Beweis geliefert, daß die beigemischte Knochenerde fast vollständig verdaut war und zur Verwerthung im thierischen Körper gelangte. Solche Versuche erhalten aber erst dann ihren eigentlichen Werth, wenn sie in verschiedenen Modificationen und mit verschiedenen Thiergattungen angestellt werden. Unsere Station unternahm es deshalb, in dieser Richtung Versuche anzustellen.

Eigne Versuche.

Es dienten dazu acht drei Monate alte Widderlämmer. Anfang Mai 1860 wurden dieselben in den Versuchsstall eingestellt, jedes einzeln, wohl getrennt von den andern, damit sie sich nicht gegenseitig das Futter fressen konnten. Vom Tag des Einstellens an (7. Mai) erhielt jedes Lamm täglich 630 Grm.*) lufttrockenes Wiesenheu, um sich vorerst an Futter und an Einzelhaft zu gewöhnen.

Die erste Frage, die wir uns vorlegten, war: Uebt ein Zusatz von **Knochenerde** zum Futter Einfluß aus auf eine größere **Vermehrung des Lebendgewichtes?**

Am 20. Juli wurden zwei Abtheilungen gebildet, 4 Lämmer erhielten wie bisher ihre 630 Grm. lufttrockenes Heu, die vier andern mit diesem Heu eine Zugabe von 10 Grm. Knochenerde. Die Knochen-

*) 1 Pfund 4 Loth W. G.

erde wurde dargestellt, indem weiß gebrannte Knochen in Salzsäure aufgelöst, daraus die Erdphosphate durch Ammoniak gefüllt, filtrirt, ausgewaschen, getrocknet und zerrieben wurden. Auf diese Weise erhält man die Knochenerde möglichst rein und als ganz feines Pulver. Es möchte dieses Präparat zu Fütterungsversuchen um so mehr zu empfehlen sein, als alle organischen Beimischungen, wie Knorpel u. dgl., welche ihrer leichten Fäulniß wegen übelriechende Producte liefern und deshalb den Thieren widerstehen und nachtheilig auf deren Organismus wirken, dabei ausgeschlossen sind. Die 10 Grm. Erdphosphate wurden in drei Theilen zu den drei Futterrationen: um sechs Uhr früh, zwölf Uhr mittags und sechs Uhr abends auf das zur Verhütung des Verstäubens angefeuchtete Heu gegeben. Die Wägungen wurden früh im nüchternen Zustand der Schafe vorgenommen.

Folgende Tabellen geben die Resultate der Wägungen:

1. Abtheilung mit 10 Grm. Knochenmehl als täglichem Zusatz zum Futter.

Nr. des Schafes:	Gewicht am 21. Juli.	Gewicht am 4. Sept.	Zunahme an Lebendgewicht in 45 Tagen.	Zunahme an Lebendgewicht in 1 Tage.
	Kilogrm.	Kilogrm.	Kilogrm.	Grm.
1	15,260	17,710	2,450	54,444
2	14,840	18,200	3,360	74,666
3	15,540	17,850	2,310	51,332
4	18,480	20,790	2,310	51,332
Summa:	64,120	74,550	10,430	231,774

2. Abtheilung ohne Zusatz von Knochenmehl zum Futter.

Nr. des Schafes:	Gewicht am 21 Juli.	Gewicht am 4. Sept.	Zunahme an Lebendgewicht in 45 Tagen.	Zunahme an Lebendgewicht in 1 Tage.
	Kilogrm.	Kilogrm.	Kilogrm.	Grm.
5	15,120	17,710	2,590	57,556
6	17,220	18,970	1,750	38,889
7	14,420	17,780	3,360	74,666
8	15,260	17,290	2,030	45,111
Summa:	62,020	71,750	9,730	216,222

Ein Schaf wurde zur Vergleichung erst ohne Zusatz von Knochenerde gefüttert, dann mit einem solchen Zusatz. Das Ergebniß zeigen folgende Zusammenstellungen.

1. Ohne Zusatz von Knochenerde.

Schaf Nr. 4.	Gewicht am 7. Mai.	Gewicht am 21. Juli.	Gewichtszunahme in 71 Tagen.	Zunahme in 1 Tage.
	15,050 Kil.	18,480 Kil.	3,430 Kil.	48,30 Grm.

2. Mit Zusatz von Knochenerde zum täglichen Futter.

Schaf Nr. 4.	Gewicht am 21. Juli.	Gewicht am 4. Sept.	Gewichtszunahme in 45 Tagen.	Zunahme in 1 Tage.
	18,480 Kil.	20,790 Kil.	2,310 Kil.	51,33 Grm.

Wir sehen aus den vorstehenden Tabellen, daß eine Futterzugabe von Erdphosphaten in dieser Menge auf den Organismus der Schafe nicht schädlich eingewirkt hat, daß aber die Zunahme an Lebendgewicht durch eine solche Zugabe nicht in dem Maaße gestiegen ist, um es in dieser Weise zur allgemeinen Anwendung empfehlen zu können. Zu bemerken ist, daß Heu schon an und für sich das normalste Futter ist, demgemäß auch hinreichende Phosphate enthalten muß; es wäre demnach der Versuch auf ein an unorganischen Substanzen ärmeres Futter auszudehnen, und es ist nicht zu bezweifeln, daß sich dann schlagendere Resultate herausstellen würden. Uebrigens darf man wegen einer nicht eclatanten Gewichtszunahme nicht jeglichen günstigen Einfluß jener Beigabe auf den Organismus negiren. Hat doch Boussingault bei seinen musterhaften Versuchen über die Kochsalzzugabe zum Futter der Thiere nicht den geringsten Einfluß auf die größere Vermehrung des Lebendgewichts beobachten können; und doch wird kein intelligenter Landwirth deshalb das Kochsalz in seinen Ställen ersparen wollen. Wie das Kochsalz durch seine Gegenwart (namentlich bei der Mastung) im Blut den Heerd vieler krankhaften Erscheinungen vernichtet und gleichsam die Sicherheitspolizei im Organismus ausübt, ohne selbst in der plastischen Ablagerung eine hervortretendere Rolle zu spielen, so wäre es möglich, daß den Phosphaten neben ihren plastischen Functionen auch eine ähnliche Einwirkung zuzuschreiben sei.

Weshalb übrigens der dritte der oben angeführten Fütterungsversuche (Baratta's) so gar ungünstig ausfiel, ließe sich vielleicht folgendermaßen erklären:

1. Erhielten die Thiere im Weidegang und durch ¼ Pfund Roggenschrot per Kopf täglich schon genug an Erdphosphaten, so daß die Menge von 1 Loth Knochenmehl die Verdauung stören mußte.

2. War der Zusatz von 1 Loth Knochenmehl täglich für ein Widderlamm an und für sich vielleicht zu viel. J. Lehmann wandte bei Kälbern täglich bis 8,33 Grm. (½ Loth) ohne schädlichen Einfluß an. Man muß sich ebenso sehr vor einem Ueberfluß an Phosphorsäure in der Nahrung hüten, wie vor einem Mangel. Je alkalischer das Blut ist, desto besser werden die in den Kreislauf gelangenden organischen Körper oxydirt. Je mehr es seine alkalische Beschaffenheit verliert durch die Phosphorsäure, eine desto geringere Menge normaler Secretionsproducte wird es liefern; wir finden dann nicht Harnstoff, sondern Harnsäure im Harn, z. B. bei Fiebern, wo der erhöhte Stoffwechsel eine größere Menge Phosphorsäure frei macht.

3. Könnte das Knochenmehl durch seinen Gehalt an organischen Bestandtheilen, die leicht in Fäulniß übergehen, nachtheilig auf den Organismus eingewirkt haben.

Aus unseren Versuchen ergiebt sich auch noch ein praktisches Resultat. Alle acht Schafe erhielten in 45 Tagen 4,05 Centner W. G. Heu und haben an Gewicht während dieser Zeit zugenommen 36 Pfund W. G. Rechnen wir den Centner Heu zu 1 fl. ö. W., so kommt das Pfund Zunahme an Lebendgewicht 6¾ Kreuzer; oder 11¼ Pfund Heu haben 1 Pfund Zunahme an Lebendgewicht bewirkt.

Vor allen war die Frage zu lösen: Wird überhaupt von den in dieser Form zugesetzten Erdphosphaten Etwas **verdaut?** Und diese Frage konnte nur durch einen physiologisch-chemischen Versuch ihre Erledigung finden.

Zu diesem Zwecke wurde Schaf Nr. 2 am 14. Juli 1860 in einen besonders dazu construirten größeren Versuchskasten gestellt, in dem die festen wie flüssigen Ausleerungen quantitativ genau aufgesammelt werden konnten. Anfangs hatten wir auf verschiedene Weise versucht,

den Harn in umgebundenen Blasen und die festen Excremente in angehängten Säcken zu sammeln, letzteres gelang gut, ersteres brachte aber Uebelstände beim Niederlegen der Schafe hervor, so daß wir uns zu den Kasten entschließen mußten; die Säcke zum Auffangen der festen Excremente behielten wir bei, da sie sich praktisch bewährt hatten und wir eine Vermischung der festen und flüssigen Excremente vermeiden wollten. Die Kasten waren von einer solchen Größe, daß sich das Thier nicht in einer beengten, naturwidrigen Situation befand, durch welche der normale Stoffwechsel hätte gestört werden müssen. Vom 14. bis 21. Juli erhielt das Schaf täglich 630 Grm. lufttrockenes Heu, welche Quantität es auch vollständig auffraß. Während des Tags war fast fortwährend ein Aufseher zugegen, um das verzettelte Heu zusammenzulesen und überhaupt für den ordentlichen Fortgang des Versuchs zu sorgen. Vom 21. bis 28. Juli erhielt das Schaf außer seiner täglichen Heuration 10 Grm. Erdphosphate, die auf die früher beschriebene Weise dargestellt worden waren. Dem Verstäuben wurde durch das Befeuchten des Heues begegnet.

Folgende Tabelle giebt das während der Versuchszeit erhaltene Gewicht an festen und flüssigen Ausleerungen an:

Ohne Zusatz von Erdphosphaten.			Mit Zusatz von Erdphosphaten.		
Tag.	Gewicht des Harns.	Gewicht der festen Excremente.	Tag.	Gewicht des Harns.	Gewicht der festen Excremente.
	Grm.	Grm.		Grm.	Grm.
15. Juli.	119,705	370,065	22. Juli.	216,784	494,883
16. „	107,297	470,794	23. „	262,768	497,072
17. „	59,120	604,360	24. „	197,074	486,120
18. „	135,760	562,765	25. „	241,079	477,363
19. „	129,192	479,552	26. „	216,784	411,670
20. „	212,405	532,108	27. „	100,725	492,693
21. „	203,642	367,876	28. „	199,263	499,261
In 7 Tagen entleert:	967,121	3387,520	In 7 Tagen entleert:	1434,477	3359,062
Durchschnitt für 1 Tag:	138,160	483,931	Durchschnitt für 1 Tag:	204,925	479,866

Zur Vergleichung wurde vom 21. bis 28. Juli ein Schaf (Nr. 5) in einen andern Kasten eingestellt, mit der gewöhnlichen Futterration ohne Zusatz von Erdphosphaten. Dieses Schaf entleerte:

Tag.	Gewicht des Harns.	Gewicht der festen Excremente.
22. Juli.	278,094 Grm.	490,504 Grm.
23. „	273,715 „	431,379 „
24. „	186,127 „	571,523 „
25. „	243,268 „	420,432 „
26. „	236,700 „	356,928 „
27. „	354,739 „	466,415 „
28. „	286,856 „	444,516 „
In 7 Tagen entleert:	1859,499 Grm.	3181,697 Grm.
Durchschnitt für 1 Tag.	265,643 Grm.	454,528 Grm.

Schaf Nr. 2 consumirte vom 14. bis 21. Juli 4,250 Kilogrm. Wasser, also im Durchschnitt täglich 607 Grm.; vom 21. bis 28. Juli 4,700 Kilogrm., also täglich 671 Grm.

Schaf Nr. 5 vom 21. bis 28. Juli 5,000 Kilogrm., also täglich 714 Grm. Wasser.

Die Stalltemperatur während des Versuchs schwankte zwischen 16° und 20° C.

Die quantitativen Analysen ergaben folgende Resultate:

100 Grm. lufttrockenes Heu waren zusammengesetzt aus:

Wasser:	15,98 Grm.
Asche:	7,50 „
Organische Substanz:	76,52 „
	100,00 Grm.

630 Grm. (die tägliche Ration) lufttrockenen Heues hinterließen beim Einäschern 47,175 Grm. Asche, in welcher enthalten waren:

Kieselsäure und Sand:	22,138 Grm.	(46,9%)
Kalk:	7,045 „	(14,9%)
Magnesia:	2,395 „	(5,1%)
Phosphorsäure:	3,187 „	(6,7%)

In dem täglich verabreichten Trinkwasser war nur auf den Kalkgehalt Rücksicht zu nehmen. — 5,600 Kilogrm. Wasser enthielten 0,301 Grm. Kalk.

Die 10 Grm. Erdphosphate waren zusammengesetzt:

Kalk:	3,335	Grm.
Magnesia:	0,033	„
Phosphorsäure:	4,253	„
Wasser:	2,379	„
	10,000	Grm.

Schaf Nr. 2 hat in der Zeit vom 14. bis 21. Juli täglich durchschnittlich entleert 138,160 Grm. Harn und 483,931 Grm. feste Excremente.

100 Grm. dieser festen Excremente enthielten:

Wasser:	41,9	Grm.
Asche:	11,1	„
Organische Substanz:	47,0	„
	100,0	Grm.

210,219 Grm. enthielten 23,500 Grm. Asche, in welcher enthalten waren:

Kalk:	3,053	Grm.
Magnesia:	0,901	„
Phosphorsäure:	1,253	„

Nach diesen Resultaten berechnet müssen 483,931 Grm. feste Excremente enthalten: 54,097 Grm. Asche, in dieser:

Kalk:	7,028	Grm.
Magnesia:	2,074	„
Phosphorsäure:	2,884	„

Die Gesammtmenge Harn (967,121 Grm.) wurde verdampft und verascht. Die Analyse der Asche ergab:

Phosphorsäure: 0,532 Grm.; für 1 Tag 0,076 Grm.
Magnesia: 1,103 „ ; für 1 Tag 0,157 „
Kalk war nur in höchst geringen Spuren vorhanden.

Der Harn setzte nach sehr kurzer Zeit einen starken Niederschlag ab von Triplephosphat und ganz geringen Spuren von kohlensaurem Kalk. Er reagirte alkalisch und brauste mit Säuren auf.

Vom 21. bis 28. Juli entleerte das mit Beigabe von Erdphosphaten ernährte Schaf Nr. 2 täglich im Durchschnitt 204,925 Grm. Harn und 479,866 Grm. fester Excremente.

100 Grm. dieser Excremente enthielten in Grammen:

Wasser:	42,3
Asche:	10,4
Organische Substanz:	47,3
	100,0

210,219 feste Excremente enthielten 21,919 Grm. Asche, und in derselben:

Kalk:	4,047 Grm.
Magnesia:	0,879 „
Phosphorsäure:	2,403 „

Nach diesen Resultaten berechnet müssen 479,866 Grm. feste Excremente enthalten: 50,034 Asche, in dieser:

Kalk:	9,238 Grm.
Magnesia:	2,006 „
Phosphorsäure:	5,485 „

Die Gesammtmenge Harn (1434,477 Grm.) ergab:

Magnesia:	1,030 Grm.;	per 1 Tag 0,147 Grm.
Phosphorsäure:	0,941 „ ;	per 1 Tag 0,134 „

Der Harn hatte übrigens dieselbe Beschaffenheit wie derjenige der ohne Zusatz von Erdphosphaten ernährten Schafe.

Folgende 4 Tabellen stellen die Resultate in Bezug auf Schaf Nr. 2 übersichtlich zusammen:

A. Ohne Zusatz von Erdphosphaten zum Futter. (14. bis 21. Juli.)

	Durchschnittliche tägliche Einnahme.			Durchschnittliche tägliche Ausgabe.			
Bestandtheile.	Im Futter.	Im Wasser.	Summa.	In den festen Excrementen.	Im Harn.	Summa.	Mehr der Einnahme als Ausgabe.
Kalk	7,045 Grm.	0,036 Grm.	7,081 Grm.	7,028 Grm.	—	7,028 Grm.	+ 0,053 Grm.
Magnesia	2,395 „	—	2,395 „	2,074 „	0,157 Grm.	2,231 „	+ 0,164 „
Phosphorsäure	3,187 „	—	3,187 „	2,884 „	0,076 „	2,960 „	+ 0,227 „

B. Mit Zusatz von 10 Grm. Erdphosphaten täglich zum Futter. (21. bis 28. Juli.)

	Durchschnittliche tägliche Einnahme.				Durchschnittliche tägliche Ausgabe.			
Bestandtheile.	Im Futter.	Im Wasser.	In den Erdphosphaten.	Summa.	In den festen Excrementen.	Im Harn.	Summa.	Mehr der Einnahme als Ausgabe.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Kalk	7,045	0,041	3,335	10,421	9,238	—	9,238	+ 1,183
Magnesia	2,395	—	0,033	2,428	2,006	0,147	2,153	+ 0,275
Phosphorsäure	3,187	—	4,253	7,440	5,485	0,134	5,619	+ 1,821

C.

Durchschnitt der in 1 Tag im Körper verbliebenen Erden und Phosphorsäure	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.
Bei dem Futter mit Zusatz von Erdphosphaten.	1,183 Grm.	0,275 Grm.	1,821 Grm.
Bei dem Futter ohne Zusatz von Erdphosphaten.	0,053 „	0,164 „	0,227 „
Mehraufnahme durch Zusatz von Erdphosphaten.	1,130 „	0,111 „	1,594 „

D.

In 1 Tag der Futtermischung zugesetzte Erdphosphate.	Kalk.	Magnesia.	Phosphorsäure.
Summa 10 Grm.	3,335 Grm.	0,033 Grm.	4,253 Grm.
In 1 Tage darin aufgenommene Verbindungen.	1,130 „	(0,111) „ 0,033	1,594 „
Unverdaut gebliebene Verbindungen.	2,205 „	—	2,659 „

Merkwürdig ist, daß die Mehraufnahme von Kalk und Phosphorsäure beim Erdphosphatzusatz auch einen größeren Consum von Magnesia hervorgerufen zu haben scheint. Nicht nur ist sämmtliche Magnesia der Erdphosphate verdaut worden, sondern auch noch ein Theil der bei dem Futter ohne Zusatz von Knochenerde unverdaut gebliebenen, in den Stoffwechsel mit übergegangen.

Die Analyse der Excremente des am 21. Juli zur Vergleichung eingestellten Schafes Nr. 5 ergab folgende Resultate:

100 Grm. fester Excremente enthielten:

Wasser:	42,2 Grm. (110° C.)
Asche:	8,2 „
Organische Substanz:	49,6 „
	100,0 Grm.

210,219 Grm. wurden verascht, sie ergaben 17,250 Grm. Asche, in dieser:

Kieselerde und Sand: 10,737 Grm.
Kalk: 3,273 „
Magnesia: 0,888 „
Phosphorsäure: 1,447 „

Durchschnittlich hat Schaf Nr. 5 täglich 454,528 Grm. fester Excremente entleert, in dieser sind nach vorstehender Analyse enthalten: 37,297 Grm., darin:

Kalk: 7,076 Grm.
Magnesia: 1,919 „
Phosphorsäure: 3,128 „

Die Gesammtmenge des Harns während der 7 Versuchstage betrug 1859,499 Grm., also durchschnittlich per Tag 265,643 Grm. In der Asche der 1859,499 Grm. Harn waren enthalten:

Phosphorsäure: 3,197 Grm.; per 1 Tag 0,456 Grm.
Magnesia: 1,030 „ ; per 1 Tag 0,147 „

Die täglichen Einnahmen und Ausgaben des Schafes Nr. 5 tabellarisch gegenüber gestellt, geben folgendes Resultat:

	Einnahme.			Ausgabe.			
Bestandtheile.	Im Futter.	Im Wasser.	Summa.	In den festen Excrementen.	Im Harn.	Summa:	Mehr der Einnahme als der Ausgabe.
	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.	Grm.
Kalk.	7,045	0,043	7,088	7,076	—	7,076	+ 0,012
Magnesia.	2,395	—	2,395	1,919	0,147	2,066	+ 0,329
Phosphorsäure.	3,187	—	3,187	3,128	0,456	3,584	— 0,397

Es frappirt, daß in den Ausleerungen (am auffallendsten ist der verhältnißmäßig hohe Phosphorsäuregehalt des Harns) mehr Phosphorsäure gefunden worden ist, als in den Einnahmen enthalten war. Bei der Phosphorsäure ist eine Verunreinigung des Futters nicht leicht anzunehmen und es muß deshalb dieses Plus von Phosphorsäure von einer Störung im Stoffwechsel herrühren und zwar einem größeren Abbrauch der Gewebe. Wirklich hatte auch dieses Schaf Nr. 5 in den 7 Versuchstagen, sei es, weil doch die Einstellung in den Kasten störend auf dasselbe einwirkte (es zeigte sich unruhiger als das andere), oder aus einer andern Ursache, 247,5 Grm. an Gewicht abgenommen. Am

22. Juli wog es 15,050 Kilogrm., am 28. Juli 14,823 Kilogr., hatte also im Durchschnitt täglich 32,5 Grm. an Gewicht verloren; während Nr. 2 in denselben 7 Tagen 420 Grm. zugenommen hatte. Am 22. Juli wog Schaf Nr. 2 14,910 Kilogrm., am 28. Juli 15,330 Kilogrm.

Da durch unsern Versuch die Verdaulichkeit der Erdphosphate als Zusatz zum Futter dargethan ist, lassen sich an diesen Fundamentalversuch nun weitere Versuche anknüpfen. Zunächst dürften zwei in Betracht kommen: 1. Ueber die Vollwerthigmachung eines an Phosphaten armen Futters, Kartoffeln, Rüben ꝛc. 2. Ueber einen gleichzeitigen Zusatz von Alkalien neben den Phosphaten zum Futter, um so die Alkalescenz des Blutes durch eine höhere Phosphorsäurezufuhr nicht zu beeinträchtigen.

Aus den im vorstehenden angeführten Daten lassen sich auch über das Verhältniß der Düngerproduction zum Futter einige Anhaltspunkte ableiten.

Lamm Nr. 2 hat bei einer Stalltemperatur, die zwischen 16° und 20° C. schwankte, in 14 Tagen entleert 9148,180 Grm. Gesammtexcremente; Lamm Nr. 5 in 7 Tagen 5041,196 Grm. In 21 Tagen sind also von den beiden Lämmern entleert worden 14189,376 Grm. — In diesen 21 Tagen hatten die beiden Lämmer zusammen 13230,000 Grm. Heu erhalten. Es verhält sich also das verfütterte Heu zu dem producirten Dünger = 1 : 1,072. Im Jahr 1851 in Möckern unter Wolff bei Schafen angestellte Versuche ergaben bei einer Stalltemperatur von 19° C. das Verhältniß des Futters zum Dünger = 1 : 1,084; also ziemlich genau mit unserem Resultat übereinstimmend.

Fassen wir die Ergebnisse unserer Versuche nochmals kurz zusammen, so sind es folgende.

Ein Zusatz von Erdphosphaten zum Futter von Lämmern in der Quantität von 10 Grm. täglich hat keine nachtheilige Einwirkung auf den Organismus geübt. Dieser Zusatz zu einem Normalfutter hat aber den Organismus nicht befähigt, erheblich mehr Proteinkörper oder Fett abzulagern; ist also bei sonst vollwerthigem Futter den Praktikern nicht zu empfehlen.

Die mineralischen Nährstoffe werden durch den Verdauungsvorgang im jungen thierischen Organismus nur zum geringen Theil ausgenutzt.

Die mineralischen Nährstoffe: der Kalk, die Magnesia und die Phosphorsäure sind, wenn sie dem Futter als höchst feines Pulver zugesetzt werden, im jungen thierischen Organismus verdauungsfähig.

Während die Phosphorsäure sich bei den Fleischfressern zum großen Theil im Harn findet, wurde sie bei den Grasfressern des Versuchs nur spurenweise im Harn angetroffen. Ebenso fand sich bei den Schafen aller Kalk in den festen Excrementen, höchst geringe Spuren im Harn; auch die Magnesia findet sich in der größeren Menge in den festen Excrementen.

Für die Düngerproduction endlich ergiebt sich aus obigen Versuchen das praktische Resultat, daß bei Lämmern das Lufttrocken-Gewicht des verabreichten Futters mit dem Factor 1,072 multiplicirt werden muß, um die bei einer Stalltemperatur von 16° bis 20° C. producirte Düngermenge zu bestimmen.

Die Entwickelung der weißen schlesischen Zuckerrübe (Beta cicla L.) unter dem Einfluß einzelner relativ überschüssigen Mineralsalze.

Von

Dr. Friedrich Nobbe.

Die auf die Zuckerrübe bezüglichen Cultur-Versuche und Berichte, welche bereits einen ansehnlichen Bruchtheil der landwirthschaftlichen Litteratur ausmachen, gewinnen alljährlich eine größere Ausdehnung, parallel mit der sich steigernden Intensität der Landwirthschaft und des rasch aufblühenden Industriezweigs der Rübenzuckerfabrikation, welcher in dem Gebiete des deutschen Zollvereins gegenwärtig ein Areal von etwa 12 geographischen Quadratmeilen vortrefflichen Culturbodens occupirt, der indessen schon hier und da sich im Fluge gelähmt sieht durch eine geheimnißvolle Bodenerschöpfung für die Rübe. — Die Physiologie der Gewächse an ihrem Theil hat diese Agriculturversuche ohne sanguinische Ueberschätzung mit Aufmerksamkeit zu begleiten, da schließlich doch vor ihrem Forum jedem einzelnen Ergebniß derselben dereinst seine organische Stelle und Bedeutung angewiesen werden wird. Und abgesehen von

etwaigen momentan verwerthbaren Winken für die Landwirthschaft als praktisches Gewerbe*) ist die Frage (auf welche mehr oder minder direct die Mehrzahl dieser Versuche gerichtet ist) nach dem Zusammenhange gewisser mineralischen Stoffe innerhalb der Pflanzenzelle mit der Mehr-Production gewisser organischen Substanzen, welche vielfach mit den ihre spontane Bildung begünstigenden Elementarstoffen chemisch nichts gemein haben — so daß die der Chemie geläufigen Begriffe der Fermentwirkung, Contactwirkung, prädisponirenden Verwandtschaft u. s. f. als Erklärungsgründe unzureichend erscheinen — wissenschaftlich eben so bedeutend wie brennend. Weit entfernt freilich, daß die Resultate von Versuchen dieser Art, bei welchen dem Culturboden mit seiner niemals absolut zu ermittelnden chemischen Constitution eine der Feinheit der zu beobachtenden Wirkungen gegenüber incommensurable Mitwirkung gestattet ist, die Bedeutung exacter Fundamentalversuche besäßen. Allein diese Mängel der Methode werden so lange eine geringere Bedeutung haben, als die Untersuchungen sich noch im Gebiete der Vorfragen bewegen, so lange es nur gilt, vorerst inductorisch die Qualitäten der ursachlich zusammenhangenden chemischen Stoffe mit Sicherheit zu constatiren. In diesem Sinne hatte der Versuch, dessen Resultate nachfolgend mitgetheilt werden, sich die Aufgabe gestellt, die Einwirkung zu beobachten, welche die Gegenwart einzelner relativ überwiegenden Mineralsalze auf die Zuckerrübe in einem Boden hervorrufe, der an sich, zufolge seiner physikalischen und chemischen Constitution, den bekannten Anforderungen einer mehr als mittleren Production dieser Culturpflanze entspricht.

Der erwähnte Versuch ist im Jahre 1858 in Jena ausgeführt worden. Das für die Aufnahme der Saat ausersehene Terrain war in einem mäßig fruchtbaren Krautgarten gelegen und besteht ursprünglich aus den Verwitterungsproducten der unteren Triasformation: bunter Sandstein, Gyps und Mergel. Der Sandstein ist daselbst durch kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia gebunden. Seit vielen Jahren wenigstens (wenn überhaupt) waren auf dem Versuchsfelde Rüben

*) Officiellen statistischen Erhebungen zufolge wurden in der Campagne 1860/61 im Gebiete des deutschen Zollvereins 29,563635 Ctr. Rüben zu Zucker verarbeitet. Nehmen wir im großen Durchschnitt die Ausbeute an Rohzucker (von der Melasse abgesehen) zu 6 Proc. an, so bedeutet obige Ziffer eine Production von 1,773818 Ctr., und würde eine Mehrausbeute von einem Procent einem absoluten Mehrgewinn von 300000 Ctr. p. a. Rohzucker entsprechen.

nicht erbaut worden. Im Jahre 1857 war dasselbe (unter Stalldüngung) mit grünem oder Kuhkohl (Brassica oleracea viridis) bestellt gewesen. Mit dem Beginn des Frühlings 1858 wurden drei neben einander gelegene Parcellen, jede zu 6 Quadratmetren Fläche, abgesteckt und bis zu einer Tiefe von 4 bis 5 Decimetren wiederholt und mit gehöriger Sorgfalt durchgearbeitet. Jede der drei Parcellen wurde sodann in sechs Abtheilungen eingetheilt, so daß in Summa 18 Abtheilungen (à 1 Quadratmetre), entsprechend der Zahl der zu adhibirenden Düngsalze, vorbereitet waren. — Zur Trennung der einzelnen Abtheilungen scheint das bei Versuchen dieser Art gebräuchliche Feststampfen der Zwischenräume einen hinlänglichen Ausschluß von Transfusionen der mineralischen Salzlösungen nicht zu verbürgen, und um so weniger dann, wenn diese Lösungen in einer die Absorptions-Capacität der Ackerkrume überbietenden Menge zugeführt werden. Ich ließ daher die einzelnen Abtheilungen jedes der drei Versuchsbeete durch glasirte Steinziegel von 36 Centimetre Höhe, 14 Centim. Breite und 1,2 Centim. Dicke, welche, vertical in den Boden gestellt, etwa 2 Centim. weit über das Niveau desselben emporragten, trennen und die Fugen durch guten Portland-Cement verkitten. Die spätere Revision dieser Steinwände beim Abschluß der Vegetation hat dieselben sämmtlich unversehrt gezeigt, und ist diese einfache und vollkommen sichere Trennungsmethode in vielen Fällen den kostbaren und unter atmosphärischem Einfluß vergänglichen „Versuchskästen" gegenüber gewiß vorzuziehen.

Am 26. April, nachdem anhaltend trockene und sonnige Witterung vorangegangen war, wurden die in destillirtem Wasser etwa 24 Stunden gequellten Samen gelegt. Dieselben waren von der Rübenzuckerfabrik der Herren Oberweg und Voigt zu Timpling (bei Camburg im Herzogthum Sachsen-Altenburg) freundlichst überlassen worden und von vorzüglicher Beschaffenheit. Jede der 18 Abtheilungen war vier in übereinstimmender Weise zu behandelnde Pflanzen zu tragen bestimmt; es wurden daher je vier Löcher gesteckt und in jedes derselben zehn auserlesene Samenkörner gelegt.

Die Methode der Düngung war nun folgende.

Es lag in dem Plane des Versuchs, von der Herbeiziehung von Salzgemischen und käuflichen Düngemitteln gänzlich abzusehen und die Beobachtung auf die Wirkung einzelner mineralischen Neutralsalze unter den vorerwähnten Bodenverhältnissen zu beschränken. Zugleich konnte hierbei in bestimmter Form die noch keineswegs erschöpfte Frage gestellt

werden, in welcher Weise und wie weit die isoelectrischen Nahrungsbestandtheile der Pflanzen einander wirksam zu vertreten vermögen. Aus diesem Gesichtspunkte wurden zwei der Parcellen der Versuchsbeete zur Controle ungedüngt gelassen und auf den übrigen 16 Parcellen drei Kohlensäuresalze, vier Phosphorsäure- und zwei Salpetersäuresalze, drei Chloride, drei Schwefelsäuresalze und ein Kieselsäuresalz (sechs Kalisalze, fünf Natronsalze, vier Ammoniaksalze, ein Kalksalz) in folgenden Verbindungen in Anwendung gebracht.

I. 1. kohlensaures Kali; 2. kohlensaures Natron; 3. kohlensaures Ammoniumoxyd.

II. 4. phosphorsaures Kali; 5. phosphorsaures Natron; 6. phosphorsaurer Kalk ($3\,CaO + PO_5$); 7. phosphorsaure Ammoniak-Magnesia.

III. 8. salpetersaures Kali; 9. salpetersaures Natron.

IV. 10. Chlorkalium; 11. Chlornatrium; 12. Chlorammonium.

V. 13. schwefelsaures Kali; 14. schwefelsaures Natron; 15. schwefelsaures Ammoniumoxyd.

VI. 16. kieselsaures Kali.

VII. 17. und 18. keine Düngung.

Von jedem dieser (reinen) Salze wurden 30 Grm. (Kaliwasserglas in stöchiometrisch berechneter Menge), entsprechend 300 Kilogrammen für einen Hectare, in Flaschen, welche etwa einen Litre Wasser faßten, aufgelöst (der phosphorsaure Kalk und das Triplephosphat nur suspendirt und vor jedem Aufbringen durchgeschüttelt) und von diesen Lösungen bestimmte kleine Mengen dem destillirten Wasser zugesetzt, mit welchem die Pflanzen jeden Morgen begossen wurden. Die anfangs sehr geringe Concentration der Lösungen wurde später, als Ende Mai die bis dahin trockene Witterung anhaltend regnerisch wurde, wesentlich erhöht, und das Aufbringen überhaupt so eingerichtet, daß gegen Mitte Juni sämmtliche Salzlösungen dem Boden einverleibt waren.

Am 13. Tage nach der Aussaat kamen die ersten Kotyledonen zum Vorschein, und am 21. Tage waren die Pflänzchen aller Parcellen aufgegangen, mit Ausnahme der mit kohlensaurem Ammoniak gedüngten, welche, da auch nach Verfluß von vier Wochen die Samen sich noch völlig unentwickelt zeigten, am 23. Mai nachgelegt wurden.

Es war beabsichtigt worden, in der Versetzungsperiode die überschüssigen Pflänzchen auszuziehen und die kräftigsten Exemplare an ihrem

Orte stehen zu lassen, da nach den Erfahrungen mancher Rübenzuckerfabrikanten das Verpflanzen eine Benachtheiligung des Zuckergehalts herbeizuführen scheint. Indessen ein in dieser Entwickelungsperiode eintretender Umstand, welcher die ganze Pflanzung zu gefährden drohte, nöthigte, von jener Absicht abzustehen. Es begannen nämlich die bis dahin normal und kräftig vegetirenden Pflänzchen auf allen Parcellen aus einer unbekannten Ursache plötzlich zu trauern, viele welkten rasch dahin, und als man einzelne dieser kranken Individuen herausgrub, zeigte sich die Gegenwart eines pseudocephalen Myriopoden, Julus guttulatus L., als Veranlassung der unwillkommenen Erscheinung. Zahlreiche Individuen dieses, wo es auftritt, den Wurzelgewächsen verhängnißvollen Thieres umklammerten in compacten Knäueln die jungen Rübenwurzeln und hatten einen großen Theil derselben bereits dergestalt arrodirt und ausgehöhlt, daß bei dem Mangel jedweden Hülfsmittels wider diese Verwüstungen der unternommene Culturversuch in kurzer Zeit gescheitert wäre, wenn nicht rasch und radical irgend wie Abhülfe geschah. Man war genöthigt, zu einem Mittel zu schreiten, welches freilich nur bei Culturen von so beschränktem Umfange, wie die unserige, anwendbar ist. Die Pflanzen wurden (am 29. Mai) sämmtlich ausgehoben und der Boden jeder Parcelle auf's sorgfältigste von den Thieren befreit. Die Anzahl der gesund gebliebenen Rübenpflanzen, deren Blattentwickelung ohnehin die zum Auslichten erforderliche Ausbildung erlangt hatte, war hinreichend, um eine Auswahl von je vier vollkommen gesunden Exemplaren für eine Parcelle zu gestatten und außerdem den Ausfall der nicht gekeimten Samen auf der mit kohlensaurem Ammoniak gedüngten Parcelle zu decken. Es wurden hierzu vier Pflanzen von der Parcelle des kohlensauren Natron entnommen.

Diese durch den räuberischen Eingriff des Tausendfüßers gebotene wiederholte Durcharbeitung des Versuchsbodens zeigte für die fernere Entwickelung der Rübenpflanzen einen nur günstigen Erfolg. Denn im Ganzen wurzelten die umgesetzten Pflanzen rasch an, und da die nachfolgende Witterung des Sommers die Vegetation begünstigte, entwickelten sich dieselben — die Kalisalze und unter diesen die Chlor- und Phosphorsäure-Verbindung vor allen — zu einer Ueppigkeit, welche das gewöhnliche Maß und den Stand der in der Umgegend von Jena in demselben Jahre gebauten Rüben weit übertraf. Nur kohlensaures Ammo-

niak*) blieb augenfällig zurück; von diesem, wie von dem phosphorsauren Magnesia-Ammoniak, dem schwefelsauren Ammoniak und einer der beiden ungedüngten Parcellen kümmerte je eine Pflanze und verwelkte bald, ohne daß es thunlich erschienen wäre, dieselben nachzupflanzen. — Es wurde Sorge getragen, daß der Boden stets rein und die Wurzeln mit Erde bedeckt blieben, und überhaupt bei dem Versuche die in der Cultur der Zuckerrübe gültigen Erfahrungsregeln sorgfältig beobachtet. Entblättert wurden die Pflanzen nicht.

Um die Zeit der bevorstehenden Ernte (in der zweiten Hälfte Octobers) war der Stand der Pflanzung nach dem Eindruck, welchen die oberirdischen Theile hervorbrachten, etwa folgender. Zu bemerken ist jedoch, daß diese Charakteristik nur relativ zur Entwickelung der Pflanzen innerhalb des Versuchs zu verstehen ist, insofern was hier „mittel" genannt wird, immerhin — wie auch die unten folgenden Gewichtstabellen documentiren — absolut einen recht guten Stand repräsentirt. Keine der Pflanzen hatte geschoßt.

1. Kohlensaures Kali. Wachsthum der Laubkronen kräftig; Stiele der Blattrosetten hoch und stark.
2. Kohlensaures Natron. Wachsthum eher etwas zurückgeblieben; Blattstiele lang und dünn.
3. Kohlensaures Ammoniumoxyd. Laubkronen kaum mittel; Blattstiele schlank und zart.
4. Phosphorsaures Kali. Rosetten außerordentlich kräftig; Stiele sehr hoch und straff.
5. Phosphorsaures Natron. Entwickelung reichlich mittel; Stiele mäßig lang; Blattflächen eirund, glatt.
6. Phosphorsaurer Kalk. Kräftige Pflanzen; Blattstiele lang und voluminös, doch minder emporstrebend; Blattflächen groß, an den Spitzen abgerundet.
7. Triplephosphat. Ueber mittel; Blattstiele lang und kräftig.
8. Kalisalpeter. Kräftige Rosetten; Blattstiele hoch, straff, einer derselben geröthet, nicht alle so aufgerichtet, wie bei folgendem.
9. Natronsalpeter. Sehr kräftige Blattentwickelung; Stiele lang, hoch aufstrebend; Blattflächen groß, länglich.

---

*) Verkürzter Ausdruck für die Pflanzen, welche auf der mit dem bezeichneten Mineralsalze gedüngten Parcelle vegetirten.

10. Chlorkalium. Sehr beträchtliche Kronen; Stiele kräftig und schlank; Blattflächen gedrungen, von länglicher Form.
11. Chlornatrium. Entwickelung einer Pflanze mittel, der drei übrigen entschieden zurückgeblieben; Blattstiele kurz und dürftig; Lamina der Blätter klein, kraus.
12. Chlorammonium. Wachsthum kaum mittel; Blattstiele lang und zart bei zwei Individuen, etwas gedrungener bei den beiden übrigen.
13. Schwefelsaures Kali. Sehr massige Blattrosetten; Stiele lang, straff, aufgerichtet; Lamina groß, ihre Form die normale eirunde der Beta cicla L.
14. Schwefelsaures Natron. Mittlere Entwickelung; Laubstiele ungleich ausgebildet, die äußeren kräftig und lang, die inneren sehr kurz; Blattflächen von länglicherer Form, als bei vorigem.
15. Schwefelsaures Ammoniumoxyd. Eher etwas zurückgeblieben; Stiele der Blattrosetten kurz und dick.
16. Kieselsaures Kali. Reichlich mittel; Blattstiele langgezogen aber schwach, etwas niedergebeugt.
17. Ohne Düngung I. Laubkronen reichlich mittel; Stiele ziemlich hoch und stark; Lamellen der Blätter normal, breit.
18. Ohne Düngung II. Rosetten üppig; Stiele hoch und straff, zwei derselben rothgestreift; Blattflächen beträchtlich.

Nach einer Vegetation von 181 Tagen (am 24. October) wurde zur Ernte geschritten. Die sofort in reinem Wasser gewaschenen und vorsichtig abgetrockneten Rüben wurden genau an der Basalgrenze der Laubkrone von letzterer getrennt, und beide Partieen einzeln gewägt. Die Rüben hatten durchgehends die normale birnförmige Gestalt und das weiße Fleisch der Beta cicla var. weiße schlesische Rübe. Die Analyse derselben habe ich im Laufe des Winters 1858 auf 59 im Universitätslaboratorium zu Jena, mit gütiger Erlaubniß des Herrn Hofrath Dr. C. G. Lehmann, ausgeführt. Die Frage war dabei auf den procentischen Gehalt der Rüben an Zucker, Stickstoff, Wasser und feuerbeständigen Stoffen gerichtet.

Zur Ermittelung des Zuckergehaltes wurden Rüben von möglichst gleicher (mittler) Größe ausgewählt, von jeder ein Querschnitt, etwa in halber Höhe der Längsachse, im Gewicht von etwa 10 Gramm

Rübenfleisch entnommen, auf einer kleinen mit Alkohol benetzten Reibe über einem Glastrichter zerrieben, mit Alkohol in ein dasselbe Lösungsmittel enthaltendes Kochfläschchen hinabgespült und dieses verschlossen. Nach 24stündiger Einwirkung wurde filtrirt, der Alkohol im Wasserbade verdünstet, der Rückstand in Wasser aufgenommen und, zur Verwandlung alles krystallisirbaren Zuckers in Traubenzucker, nach Zusatz einer bestimmten Menge titrirter Schwefelsäure (10 Grm. in 1 Litre) eine halbe Stunde lang, unter Nachspülen von heißem Wasser zum Ersatz des verdunsteten, gekocht. Die so gewonnenen und durch Filtration von dem ausgeschiedenen Coagulum befreiten Flüssigkeiten wurden sodann der von Ernst Brücke für die Analyse diabetischen Harns (Zeitschr. d. K. K. Ges. d. Aerzte zu Wien, 1858, Nr. 38) vorgeschlagenen Zuckerprobe unterworfen. Nach diesem Brücke'schen Verfahren, einer Modification des Fehling'schen, wird bekanntlich als Probeflüssigkeit eine titrirte Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd in destillirtem Wasser (ohne Zusatz von Weinsäure) angewendet, und in einer Reihe von Reagensgläsern die zu prüfende Flüssigkeit mit der Kupferlösung in verschiedenen Mengenverhältnissen gemischt, darauf mit Kali versetzt und erhitzt. Ist in dem Gemisch das Kupfer im Ueberschuß vorhanden, so bleiben die Flüssigkeiten nach dem Sieden blau oder grün; überwiegt dagegen in demselben der Zucker, so entfärbt sich die Lösung bis zum Gelb. Von weiten Mischungsextremen ausgehend (z. B. vier Volumina [CC.] Kupferlösung mit einem Volumen Zuckerlösung als Maximum und einem Volumen Kupferlösung mit vier Volumen Zuckerlösung als Minimum des Kupferzusatzes), lassen sich durch stets näher bei einander gegriffene Verhältnißquanta die Beobachtungsgrenzen bis zu sehr geringen Größen einengen. Zahlreiche Wiederholungen dieses Prüfungsverfahrens haben mich gelehrt, daß dasselbe unter solchen Cautelen, welche die Auffassungsfähigkeit des Auges erhöhen, und zu denen auch der Abschluß der directen Bläue des Himmels zu rechnen ist, Differenzen, welche durch ein Plus von 0,1 CC. Kupferlösung in 1 CC. Zuckerlösung bewirkt werden, direct beobachten läßt. Bei einer zweiten Versuchsreihe, welche zur Controle mit denselben Zuckerlösungen durchgeführt wurden, ergab sich als Maximum eine Differenz von 0,1 CC. der Kupferlösung in Beziehung zu den entsprechenden Resultaten der ersten Versuchsreihe.

Die Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd, welche ich anwendete, enthielt in einem Litre 3,575 Grm. Kupferoxyd. Zehn Aequivalente

Kupferoxyd bedürfen, um reducirt zu werden, eines Aequivalents Traubenzucker. Mithin berechnet sich aus der Menge des Kupferoxyds, welche durch 1 CC. der zu prüfenden Zuckerlösung reducirt wurde, die aequivalente Menge des in 1 CC. gelösten Traubenzuckers. Die absolute, in der durch Kochen mit Schwefelsäure gewonnenen Gesammtlösung enthaltene Menge Traubenzuckers ist sodann procentisch auf das Gewicht der zur Prüfung verwendeten Rübenlamelle zu beziehen und endlich der Traubenzucker ($C_{12} H_{10} O_{10} + 2 HO$) auf krystallisirbaren Zucker ($C_{12} H_{10} O_{10} + HO$) zu berechnen.

Für die Stickstoffbestimmung wurde die trockene Substanz zerrieben, bei 110° C. völlig wieder ausgetrocknet und ein Quantum derselben (etwa 0,2 Grm.), mittelst Rückwägung bestimmt, unter Natronkalk gemengt und bei gelindem Feuer, wie üblich, geglüht. Das so entwickelte Ammoniak nebst einigen Kohlenwasserstoffen, welche stets in die Vorlage mit übergingen und die Flüssigkeit gelb färbten, wurden in zweimal destillirter Salzsäure aufgefangen. Die im Wasserbad eingetrockneten Destillationsproducte wurden in Wasser wieder gelöst und nach Entfernung des ausgeschiedenen (nicht wägbaren) Kohlenwasserstoffs das Ammoniak, und aus diesem der Stickstoff, quantitativ bestimmt. Der gesammte Stickstoff ist sodann auf Albuminat berechnet worden.

Eine Zusammenstellung der speciellen Resultate des Versuchs in Bezug 1) auf die Größe der Ernte-Erträgnisse, 2) auf die procentische Zusammensetzung der gewonnenen Rüben bieten die folgenden beiden Tabellen dar.

I. Absolute Ernte-Erträgnisse in Kilogrammen.

Nr.	Düngsalz.	Zahl der geernt. Rüb.	Ges.-Ertrag an Blättern u. Rüben auf 1 Qu.-Metre.	Frische Blätter.	Frische Rüben.	Mittl. Verhältniß des Laubes zur Rübe (Laub = 1 gesetzt).	Durchschn. Gewicht einer Rübe.
			Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.		Grm.
1	Kohlensaures Kali .	4	10,841	3,641	7,200	1 : 1,98	1800
2	Kohlensaures Natron .	4	6,752	3,390	3,362	0,99	820
3	Kohlens. Ammoniumoxyd	3	3,822	2,312	1,510	0,65	503
4	Phosphorsaures Kali .	4	14,685	7,000	7,685	1,10	1921
5	Phosphorsaures Natron	4	8,363	3,688	4,675	1,27	1169
6	Phosphorsaurer Kalk .	4	8,949	4,094	4,855	1,19	1214
7	Phosphors. Ammoniak-Talkerde . . .	3	11,475	5,125	6,350	1,24	2117
8	Salpetersaures Kali .	4	13,738	4,063	9,675	2,38	2419
9	Salpetersaures Natron	4	11,102	4,250	6,852	1,61	1713
10	Chlorkalium . . .	4	15,885	4,625	11,260	2,43	2815
11	Chlornatrium . . .	4	9,645	3,875	5,770	1,48	1442
12	Chlorammonium . .	4	7,545	2,250	5,295	2,35	1324
13	Schwefelsaures Kali .	4	15,346	5,688	9,658	1,74	2414
14	Schwefelsaures Natron	4	7,425	3,735	3,690	0,99	922
15	Schwefels. Ammon.-Oxyd	3	4,698	1,438	3,260	2,27	1087
16	Kieselsaures Kali . .	4	13,550	4,750	8,800	1,85	2200
17	Ohne Düngung I. .	3	12,647	4,412	8,235	1,87	2745
18	Ohne Düngung II. .	4	13,845	5,375	8,470	1,57	2117
	Im Mittel:		10,573	4,095	6,478	1 : 1,61	1708

II. Procentische Zusammensetzung der Rüben.

Nr.	Düngsalz.	Wasser	Asche.	Stickstoff.	Albuminat.	Pectin u. Holzfaser.*)	Zucker.	Ges.-Menge des auf 1 Q.-Metre prod. Zuckers.
								Grm.
1	Kohlensaures Kali	86,679	1,489	0,3190	1,9938	2,708	7,130	503,37
2	Kohlensaures Natron	86,086	1,991	0,4306	2,6912	3,499	5,733	192,74
3	Kohlens. Amm.-Oxyd	79,564	1,544	0,6567	4,1044	10,619	4,169	65,92
4	Phosphors. Kali .	83,132	1,582	0,4897	3,0524	1,029	11,205	861,11
5	Phosphors. Natron	85,016	2,107	0,3268	2,0425	6,647	4,187	159,74
6	Phosphors. Kalk .	84,252	2,104	0,5693	3,5581	1,331	8,755	425,05
7	Phosphors. Ammon.-Magnesia . .	86,913	1,565	0,5406	3,3787	1,716	6,427	408,13
8	Salpeters. Kali .	83,752	2,421	0,4115	2,5719	3,970	7,285	704,83
9	Salpeters. Natron	83,260	1,915	0,4048	2,5525	5,269	7,004	479,91
10	Chlorkalium . .	86,527	1,569	0,3432	2,1450	2,706	7,053	794,17
11	Chlornatrium . .	87,497	2,155	0,4142	2,5888	1,142	6,617	381,80
12	Chlorammonium .	84,885	1,666	0,5540	3,4625	1,010	8,977	475,33
13	Schwefels. Kali .	84,150	1,292	0,5464	3,4150	3,324	7,859	759,02
14	Schwefels. Natron	83,107	1,282	0,4581	2,8631	5,368	7,380	272,33
15	Schwefels. Ammon	85,398	1,528	0,3659	2,2869	2,184	8,603	280,46
16	Kieselsaures Kali . .	86,782	1,825	0,5528	3,4550	2,426	5,512	485,06
17	Ohne Düngung I.	85,646	2,102	0,5537	3,3356	2,149	6,767	701,55
18	Ohne Düngung II.	87,816	2,255	0,4689	2,9119	2,759	4,258	360,65
	Im Mittel:	85,026	1,805	0,4681	2,926	3,303	6,940	461,73

*) Aus der Differenz berechnet.

Als unmittelbare Ergebnisse des Versuchs machen vorstehende Tabellen ersichtlich, daß die Zuführung eines mineralischen Salzes im Ueberschuß in fruchtbarem Culturboden nicht einfach wirkungslos ist, daß vielmehr die auf diesem Wege producirten Zuckerrüben, wie zu erwarten, von abnormer Beschaffenheit sind. Der an sich einer Massenerzeugung von vegetabilischer Substanz günstige Versuchsboden ist nach dieser Richtung hin durch mehrere Kalisalze noch gesteigert worden, während die übrigen Düngsalze sämmtlich negativ auf die Quantität der Gesammternte sowohl, wie des Ertrags an Rüben eingewirkt haben. Die höchste Ziffer für den absoluten Ertrag (s. Tab. I.) ergaben Chlorkalium, schwefelsaures und phosphorsaures Kali; die niedrigste Ziffer kohlensaures und schwefelsaures Ammoniak und kohlensaures Natron. Die Werthgröße des Ertrags bei sämmtlichen Ammoniak- und Natronsalzen bleibt hinter der des Durchschnitts sowohl, als auch — mit alleiniger Ausnahme des salpetersauren Natrons — hinter derjenigen der ungedüngten Parcellen zurück. Die Abnormität der Rübenernte tritt quantitativ ganz besonders in dem mittleren Verhältniß der Laubkrone zur Wurzel hervor, indem das relative Maximum des Rübengewichts (beim Chlorkalium) noch nicht das 2½fache des Gewichts der Blätter erreicht, während bei einigen Natronsalzen und dem kohlensauren Ammoniak sogar der oberirdische Theil den unterirdischen an Masse übertrifft.

Die angewendeten Säuren betreffend, ist deren Wirkung im Allgemeinen sichtlich von der Basis abhängig gewesen, mit welcher verbunden sie dem Versuchsboden zugeführt wurden. Doch läßt sich ohne Zwang aus den speciellen Angaben der Tabelle I. und aus den berechneten Mittel-Erträgen der einzelnen Basen und Säuren, welche in der folgenden Tabelle III. zusammengestellt sind, der Schluß ableiten, daß unter den sechs in Untersuchung gezogenen Säuren die Salpetersäure, Salzsäure und Phosphorsäure den günstigsten, die Kohlensäure aber einen quantitativ nachtheiligen Einfluß geübt haben. Die Schwefelsäure hat, in der Form des Kalisalzes, den Ertrag, den ungedüngten Parcellen gegenüber, erhöht, mit Natron und Ammoniak verbunden dagegen bemerkenswerth verringert.

III. Durchschnitts-Erträge der einzelnen Basen und Säuren in Kilogrammen.

Mittel aus:	Gesammtertrag.	Frische Blätter.	Frische Rüben.	Durchschn. Gewicht einer Rübe.	Verhältniß der Blätter zu den Rüben.
6 Kalisalzen . .	14,002	4,961	9,046	2261 Grm.	1 : 1,91
5 Natronsalzen .	8,657	3,788	4,870	1213 „	1,27
4 Ammoniaksalzen	6,885	2,782	4,104	1255 „	1,63
1 Kalksalz . . .	8,949	4,094	4,855	1214 „	1,19
3 Kohlensäuresalzen	7,138	3,114	4,024	1041 „	1,21
4 Phosphorsäuresalz.	10,868	4,977	5,891	1605 „	1,20
2 Salpetersäuresalzen	12,420	4,156	8,264	2066 „	1,99
3 Chloriden . .	11,025	3,584	7,441	1860 „	2,09
3 Schwefelsäuresalzen	9,156	3,620	5,536	1474 „	1,67
Ohne Düng. $\left(\frac{\text{I.}+\text{II.}}{2}\right)$	13,246	4,893	8,353	2431 „	1,72
Absolutes Mittel:	10,573	4,095	6,478	1768 Grm.	1 : 1,62

In der Qualität der producirten Rüben (s. Tab. II.) tritt eine Abnormität in dem sehr hohen Relativgehalt derselben an Asche und Stickstoff, bei geringem Gehalt an Zucker und anderen Kohlehydraten, hervor. Offenbar ist die chemische Zusammensetzung des Versuchsfeldes selbst bei diesem Ergebniß nicht unbetheiligt. Denn es zeigen zwar den größten Procentgehalt an Asche der Kalisalpeter (fast $2\frac{1}{2}$ Proc.), das phosphorsaure Kali und Natron und das Chlornatrium; allein von den beiden ungedüngten Parcellen rangirt die eine mit 2,25 Proc. unmittelbar neben dem Kalisalpeter, und die andere weist gleichfalls die abnorme Aschenmenge von mehr als 2 Proc. auf. Aehnlich stellt sich die Betrachtung für den Stickstoffgehalt, in Bezug auf welchen das durchaus pathologisch wirksam gewesene kohlensaure Ammoniak, der phosphorsaure Kalk und das Chlorammonium prädominiren. Doch stehen letztere Beide schon dem Stickstoffgehalte der ungedüngten Parcellen nahe. Die Stickstoffverbindungen unter den Düngsalzen selbst haben in der Form der Salpetersäuresalze eine Erhöhung der Stickstoffassimilation in den Rübenwurzeln positiv nicht erzeugt (beide sind in dieser Reihe unter dem Mittel), in der Form des Ammoniaks aber eine mindestens zweifelhafte Wirkung hervorgebracht. Denn die durchweg krankhafte Natur der unter Mitwirkung von kohlensaurem Ammoniak erzeugten Pflanzen läßt dieselben vielleicht besser von allen Berechnungen dieser Art ausschließen.

Auch ist der absolute Stickstoffgehalt unter Einfluß vom kohlensauren Ammoniak (99 Grm. auf den Quadratmetre) bei weitem der geringste, da schon das kohlensaure Kali, dessen relativer Stickstoffgehalt nur 48 Proc. desjenigen des kohlensauren Ammoniaks repräsentirt, auf derselben Fläche 230 Grm. Stickstoff erzeugt hat. Das schwefelsaure Ammoniak aber rangirt unter den relativ stickstoffärmsten Rüben.

Ueberblicken wir endlich die Tabelle II. mit Rücksicht auf den procentischen Gehalt der Rüben an krystallisirbarem Zucker, so drängt sich die Wahrnehmung auf, daß die geringe Durchschnittszahl für sämmtliche Parcellen (6,94 Proc.) von den beiden ungedüngten Parcellen (im Mittel 5,512 Proc.) nicht erreicht worden ist. Es folgt daraus, daß im Ganzen die Zufuhr gewisser mineralischen Salze unter den hier gegebenen Bodenverhältnissen einen der Zuckerbildung absolut förderlichen Einfluß geübt hat. Dieser günstige Einfluß aber vertheilt sich auf die einzelnen Salze in der Art, daß phosphorsaures Kali, Chlorammonium und phosphorsaurer Kalk die secernirende Thätigkeit des Zellgewebes für Zucker zum relativen Maximum gesteigert, kohlensaures Ammoniak und phosphorsaures Natron dieselbe zum Minimum deprimirt haben. Das mittlere Verhältniß der einzelnen Basen und Säuren in der Zuckersecretion, wie in der Assimilation von Stickstoff und Asche liefernden Verbindungen stellt die folgende schematische Uebersicht dar.

IV. Mittlere Procentzahlen für die einzelnen Basen und Säuren in Bezug auf Asche, Stickstoff und Zucker.

Mittel aus:	Asche.	Stickstoff.	Zucker.	Absolute Zuckermenge auf 1 Quadratmetre.
6 Kalisalzen	1,696	0,4438	7,674	684,59 Grm.
5 Natronsalzen	1,890	0,4069	6,184	297,30 „
4 Ammoniaksalzen . . .	1,576	0,5293	7,044	307,46 „
1 Kalksalz	2,104	0,5693	8,755	425,05 „
3 Kohlensäuresalzen . . .	1,675	0,4688	5,677	254,01 „
4 Phosphorsäuresalzen . .	1,839	0,4816	7,643	463,51 „
2 Salpetersäuresalzen . .	2,168	0,4081	7,144	592,37 „
3 Chloriden	1,793	0,4371	7,549	550,43 „
3 Schwefelsäuresalzen . .	1,367	0,4568	7,947	437,27 „
Ohne Düngung $\left(\frac{\text{I.} + \text{II.}}{2}\right)$	2,178	0,5113	5,512	531,10 „
Absolutes Mittel:	1,805	0,4681	6,940	461,73 Grm.

Ergiebt nun die Reflexion über die hier zusammengestellten Durchschnittsziffern, unter Herzuziehung der speciellen analytischen Data der Tabelle II., daß in einem der Massenproduction, nicht aber der Zuckerbildung günstigen Boden die Zufuhr eines relativen Ueberschusses von Kali, Kalk und Ammoniak, sowie von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Salzsäure eine erhöhende Wirkung auf die Zuckersecretion zu üben vermag, während dagegen Natron, Kohlensäure und Kieselsäure entweder ohne Wirkung oder gar negativ wirksam in dieser Richtung sich erweisen; daß ferner phosphorsaures Kali, phosphorsaurer Kalk und Chlorammonium diejenigen Verbindungsformen sind, deren überschüssige Gegenwart von der relativ beträchtlichsten Zuckersecretion in der Rübe begleitet wurde: so lehrt ein Blick auf die vierte Columne der Tabelle IV., in welcher durch Combination der materiellen Ausbeute an Rübenfleisch mit dem Zucker-Procentgehalt desselben die absolute Zuckermenge für 1 Quadratmetre berechnet ist, daß die Kalisalze und Salpetersäuresalze den absolut höchsten, die Natronsalze und Kohlensäuresalze den absolut geringsten Zuckerertrag geliefert haben. Specieller sind es (Tab. II.) phosphorsaures Kali, Chlorkalium, schwefelsaures Kali und salpetersaures Kali, welche hier die absolut ersten, kohlensaures Ammoniak, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron, welche die absolut tiefsten Stellen einnehmen.

Der Ermittelung einiger Anhaltspunkte für Schlußfolgerungen allgemeinerer Natur, z. B. auf gesetzliche Beziehungen zwischen Stickstoff, Asche, Zucker, dem absoluten Gewicht einer Rübe u. s. f., ist die hier folgende Tabelle zu dienen bestimmt. Die Zahlen derselben, aus den speciellen Versuchsresultaten abgeleitet, bedeuten die Stelle, welche das einzelne Düngsalz in der nach den Wirkungen auf Zucker, Stickstoff, Asche u. s. f. geordneten Reihe aller angewandten Salze einnimmt.

V. Relative Stellung der einzelnen Düngsalze in den Wirkungsreihen für Asche, Stickstoff und Zucker.

Nr.	Düngsalz.	Durchschn. Gewicht einer Rübe.	Asche.	Stickstoff.	Zucker.
1	Kohlensaures Kali	9	16	18	8
2	Kohlensaures Natron . .	17	7	11	14
3	Kohlensaures Ammoniumoxyd	18	14	1	18
4	Phosphorsaures Kali . . .	8	11	8	1
5	Phosphorsaures Natron . .	14	4	17	17
6	Phosphorsaurer Kalk . . .	13	5	2	3
7	Phosphors. Magnesia-Ammoniak	6	13	6	13
8	Salpetersaures Kali . . .	3	1	13	7
9	Salpetersaures Natron . .	10	8	14	10
10	Chlorkalium	1	12	16	9
11	Chlornatrium	11	3	12	12
12	Chlorammonium	12	10	3	2
13	Schwefelsaures Kali . . .	4	17	5	5
14	Schwefelsaures Natron . .	16	18	10	6
15	Schwefelsaures Ammoniumoxyd	15	15	15	4
16	Kieselsaures Kali	5	9	4	15
17	Ohne Düngung I.	2	6	7	11
18	Ohne Düngung II. . . .	7	2	9	16

Vorstehend zusammengeordnete Verhältnißziffern ergeben in keiner Weise constante oder bestimmt ausgesprochene Relationen zwischen dem Zuckergehalt und Stickstoff, dem Stickstoff und der Aschenmenge, dem Durchschnittsgewicht einer Rübe und dem procentischen Zuckergehalt, oder was sich sonst der Discussion hier darbietet. Bestehen demnach gesetzliche Verhältnisse dieser Art, so ist deren Elasticität jedenfalls eine solche, um innerhalb der Differenzen, welche die angewandten Düngsalze in den Rüben hervorgerufen haben, dieselben der Perception zu entziehen. Freilich werden Beziehungen zwischen zweien Momenten nur ceteris paribus evident hervortreten; wenn demnach alle mitwirkenden Factoren in ihren relativen Werthgrößen in verschiedenem Sinne schwanken, wie es bei den Pflanzen des vorliegenden und anderer in complicirtem Culturboden angestellten Versuche der Fall ist, so wird selbst die Summe oder das Product aus sämmtlichen Verhältnißziffern keinen exacten Ausdruck gesetzlicher Relationen darstellen. Unter Verzichtleistung jedoch auf die Ermittelung feinerer relativen Differenzen innerhalb der Versuchsreihen selbst ergiebt sich, mit Recursion auf Tab. I. und II., zwanglos aus unserm Versuche das allgemeine Resultat, daß der ein gewisses Maaß überschreitenden

Massenentwickelung der Zuckerrübe eine Abnahme des Procentgehalts derselben an Zucker entspricht, und daß nicht minder die Umstände, welche die Assimilation von Stickstoff oder von Mineralsalzen begünstigen, die Secretion krystallisirbaren Zuckers in der Rübe zu beeinträchtigen scheinen.

Ueber die Zusammensetzung der Milch einer perlsüchtigen Kuh.

Von

Dr. Julius Lehmann.

Da die Krankheit des Rindes, welche mit dem Namen Perlsucht bezeichnet wird, leider eine ziemliche Verbreitung ganz besonders unter den weiblichen Thieren angenommen hat, so schien es mir von Interesse, zu wissen, welchen Einfluß dieser krankhafte Zustand auf die Zusammensetzung der Milch derartiger Thiere äußere.

Ich habe mir in Folge dessen ein gleichmäßiges Gemisch der Morgen-, Mittags- und Abendmilch einer perlsüchtigen Kuh, welche sich in dem letzten Stadium der Krankheit befand, zuschicken lassen und dieselbe auf die quantitativen Verhältnisse ihrer Hauptbestandtheile untersucht.

Die Kuh gab in dieser Zeit noch 5—6 Kannen (2,5—3 Litre) Milch täglich.

Zum Behuf der Bestimmung der Trockensubstanz in der Milch wurde eine bestimmte Quantität derselben in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade, zuletzt unter fortwährendem Rühren, so weit als möglich eingedampft, der Rückstand aus der Schale sorgfältig entfernt, auf ein Uhrglas gebracht und im Luftbad bei 100° C. weiter ausgetrocknet, nachher in einem Porzellanmörser vorsichtig pulverisirt, so daß durch Verstäuben kein wesentlicher Verlust eintreten konnte, und von neuem im Luftbade so lange getrocknet, bis keine Gewichtsverminderung mehr eintrat.

Die Bestimmung des Butterfettes wurde das eine Mal mit einer Quantität der auf beschriebene Weise dargestellten Trockensubstanz, das andere Mal aus der Trockensubstanz, welche durch Eindampfen der Milch mit feinkörnigem Quarzsand erhalten worden war, auf die Art bewerkstelligt, daß die feingepulverte Substanz mehrmals mit wasserfreiem Aether ausgekocht, die filtrirte ätherische Lösung in einem Kölbchen eingedampft und das Fett im Luftbad bei 100° C. getrocknet und nachher gewogen wurde.

Der Gehalt an Käsestoff und der des sehr geringen Antheils von Eiweiß ergaben sich aus der Berechnung des durch Glühen der Trockensubstanz mit Natronkalk und durch Titriren der vorgelegten Schwefelsäure ermittelten Stickstoffes (15,7 Stickstoff = 100 Käsestoff).

Die Aschenbestandtheile der Milch wurden durch Glühen der Trockensubstanz in einem Platintiegel bestimmt und der Gehalt an Milchzucker aus der Differenz berechnet.

Analytische Belege.

1. 58,697 Grm. Milch ergaben bei 100° C. getrocknete Substanz = 6,502 Grm. = 11,07 Proc.
2. a. 1,174 Grm. bei 100° C. getrocknete Substanz enthielten = 0,312 Butterfett = 2,94 Proc. in der Milch.
   b. 57,197 Grm. Milch mit Quarzsand eingetrocknet = 1,671 Grm. Butterfett = 2,92 Proc.
3. Stickstoffbestimmung.
   10 C.-C. Schwefelsäure = 0,126 Stickstoff,
   10 „ „ = 24,3 C.-C. Natronlauge.
   1,000 Grm. Trockensubstanz; vorgeschlagene Schwefelsäure = 10 C.-C.; Verbrauch an Natronlauge 16,9 C.-C.; Differenz 7,4 C.-C. Natronlauge = 0,0383 Stickstoff = 0,4239 Proc. Stickstoff = 2,700 Proc. Käsestoff in der Milch.
4. 2,600 Grm. bei 100° getrocknete Substanz = 0,158 Grm. Asche = 0,67 Proc. Asche in der Milch.

Es ergiebt sich demnach die Zusammensetzung der Milch einer perlsüchtigen Kuh im Vergleich zu der*) einer gesunden Kuh, wie folgt:

	Milch einer perlsüchtigen Kuh.	Milch einer gesunden Kuh.
Wasser	88,93 Proc.	87,5 Proc.
Fett (Butter)	2,93 „	3,5 „
Käsestoff	2,70 „	3,8 „
Milchzucker	4,77 „	4,6 „
Mineralstoff (Asche) . . .	0,67 „	0,6 „
	100,00 Proc.	100,0 Proc.
Trockensubstanz	11,07 Proc.	12,5 Proc.

Wir ersehen hieraus, daß die Perlsucht einen wesentlichen Einfluß auf den Gehalt der Milch an deren werthvollen Stoffen äußert. Ganz besonders ist es der stickstoffhaltige Bestandtheil, der Käsestoff, an welchem die Milch der perlsüchtigen Kuh ärmer ist; es beträgt dieses Minus über 1 Procent.

Wenn man nun annimmt, daß diese Krankheit der Hauptsache nach in einer Bildung knotenartiger Afterkörper auf dem Brustfelle und

*) Das Mittel einer Anzahl von Analysen nach Ritthausen.

der Bauchhaut besteht, welche zu ihrem Aufbau ganz besonders der Proteïnstoffe bedürfen, so kommt man zu der Ansicht, daß in einem derartig-kranken Thiere der Stoffwechsel auch insofern eine abnorme Veränderung erlitten habe, als diese Aftergebilde zu ihrem Aufbau die Proteïnstoffe einer normalen Verwerthung im Thierkörper entziehen und somit auch die Erzeugung größerer Quantitäten an Käsestoff in der Milch verhindern.

Ganz besonders auffällig ist auch der geringe Gehalt dieser Milch an Butterfett. Denn während sich in gesunder Milch 3,5—4 Proc. Fett befinden, sind in dieser nur 2,9 Proc., demnach 0,6—1,1 Proc. Fett weniger, während wiederum der Gehalt an Milchzucker die normale Quantität allerdings nur um ein Geringes übersteigt.

Weitere Untersuchungen von Milch solcher perlsüchtiger Kühe, welche in den ersten Stadien der Krankheit begriffen sind, werden ergeben, welche Verluste der Landwirth im Allgemeinen hinsichtlich der Qualität der Milch durch Forthaltung derartig kranker Thiere erleidet, ungerechnet der Verluste, welche durch die schlechte Verdauung und somit schlechte Verwerthung des Futters der letzteren herbeigeführt werden.

Ueber die Erkennung einer Verfälschung der Leinkuchen mit Rapskuchen.

Von

Dr. Julius Lehmann.

Wegen der bedeutend höheren Preise der Leinkuchen im Verhältniß zu den der Rapskuchen hört man häufig in der Praxis die Befürchtung aussprechen, daß eine Verfälschung jener mit diesen wohl vorkommen dürfte. Es sind auch bereits schon Leinkuchen an hiesige landwirthschaftliche Versuchs-Station mit dem Bemerken eingeschickt worden, dieselben auf eine derartige Verfälschung zu untersuchen.

Da nun für diese Untersuchung noch keine Methode existirt, welche gleichzeitig von dem Praktiker zur Ausführung gebracht werden kann, so erlaube ich mir, in Beifolgendem eine von mir aufgefundene mitzutheilen.

Wenn zu grobem Pulver gestampfte Rapskuchen in einem Glase mit warmem Wasser zu einer dünnen Flüssigkeit angerührt und der Ruhe überlassen werden, so sieht man nach einiger Zeit die schwarzbraunen und dunkelrothbraunen Schalen der Rapskörner als die unterste Schicht abgesetzt, über welcher sich eine zweite Schicht eines erbsengelben Pulvers befindet, die mit einer weingelben Flüssigkeit bedeckt ist.

Wird letztere Flüssigkeit selbst soweit mit Wasser verdünnt, daß die gelbe Färbung verschwindet, und derselben einige Tropfen von Kali- oder Natronlauge zugesetzt, so kommt die gelbe Färbung wieder zum Vorschein.

Verfährt man unter gleichen Verhältnissen mit Leinkuchenmehl, so bildet sich der Hauptsache nach nur Eine Schicht, weil sich nur eine sehr geringe Quantität von Kernsubstanz durch Umrühren mit Wasser von der Schale loslöst. Diese Schicht hat vollständig das Aeußere einer mit Wasser angerührten Roggenkleie; die Schalen der Leinsamen erscheinen blaßgelbbraun. Die über der consistenten Masse stehende Flüssigkeit ist trübe und ungefärbt, es tritt auch keine Farbenveränderung derselben ein, wenn Kali- oder Natronlauge hinzugefügt wird.

Durch dieses verschiedene Verhalten der Leinkuchen und der Rapskuchen in Berührung mit Wasser, sowie der darüber stehenden Flüssigkeiten mit Kali- oder Natronlauge ist man im Stande, ganz sicher bis zu 5 Procent Rapskuchen in den Leinkuchen zu entdecken; man verfährt hierbei auf folgende Weise:

Die fraglichen Leinkuchen müssen zuvörderst in gröbliches Pulver verwandelt sein und werden nachher, am besten in einem hohen und glatten Bierglase, mit warmem Wasser nach und nach zu einer gleichmäßig-dünnen Flüssigkeit angerührt, und dieselbe dann so lange der Ruhe überlassen, bis die darüber stehende Flüssigkeit keine Schalentheile mehr enthält.

Man beobachtet nun zuvörderst, ob sich in der unter der Flüssigkeit befindlichen Masse schwarzbraune oder dunkelbraunrothe Schalentheile befinden; können solche in einiger Menge wahrgenommen werden, so ist dies ein Zeichen, welches auf Verfälschung des Leinkuchenmehls mit Rapskuchen hindeutet; selbst bei einem Gehalt von 2 Proc. der letzteren sind die Rapskörnerschalen noch deutlich wahrzunehmen.

Um einen weiteren Anhaltepunkt für die Verfälschung zu haben, gießt man einen Theil der darüber stehenden schalenfreien Flüssigkeit in ein Glas und bringt einige Tropfen von Soda- oder Natronlauge, in Ermangelung derselben von einer concentrirten Pottaschen- oder Sodalösung hinzu, wird die Flüssigkeit citronen- bis curcumegelb gefärbt, so ist hierdurch die Verfälschung weiter bestätigt.

Bei 8 Proc. Rapskuchenmehl giebt auch der demselben eigenthümliche, in Berührung mit Wasser, dem Senföl ähnliche Geruch deren Gegenwart in den Leinkuchen zu erkennen.

Mag es auch seltener vorkommen, daß in den Mühlen eine Verfälschung der Leinkuchen durch Zusammenstampfen von Leinsamen mit Rapssamen herbeigeführt wird, so ist eine solche doch leichter denkbar, wenn der Landwirth seine Leinkuchen in die Mühle schickt, um dieselben zu Pulver stampfen zu lassen.

Landwirthschaftliche Versuchs-Station
f. d. Königl. Sächs. Markgrafthum Oberlausitz zu Weidlitz,
im August 1861.

Unter Verantwortlichkeit von Dr. Reuning.
Dresden, Druck von E. Blochmann und Sohn.

Die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe in die Pflanze

von

Dr. Wilh. Schumacher in Randerath (Aachen).

Bis vor einigen Jahren galt es als eine ausgemachte Sache, daß der Eintritt der gelösten Nahrungsstoffe durch die Verdunstung des Wassers aus den Blättern bedingt sei, daß der durch die Verdunstung hervorgerufene, aus der äußern Nahrungsflüssigkeit in die Wurzel gehende Wasserstrom die gelösten Stoffe mit in die Pflanze einführe. Wenn man nun aber sieht, daß die untergetauchten Wasserpflanzen, bei welchen von einer Verdunstung nicht die Rede sein kann, mehr mineralische Bestandtheile in sich aufgenommen haben, als Landpflanzen, und wenn man mit den Erscheinungen der Diffusion sich näher bekannt macht: so tritt die Verdunstungstheorie in ein sehr zweifelhaftes Licht. Wasserpflanzen und Landpflanzen müßten verschiedenen, himmelweit verschiedenen Gesetzen unterworfen sein, wenn bei letzteren die Aufnahme der gelösten Stoffe durch die Verdunstung, bei ersteren sie aber durch einen ganz anderen Proceß bedingt wäre: und so etwas anzunehmen, wird wohl schwerlich Jemandem einfallen. Sollte die Verdunstung die bewegende Ursache sein, so wäre nothwendig die Menge der in die Pflanze eingeführten Stoffe proportional der aus der Pflanze verdunstenden Menge Wasser; von allen bisherigen physiologischen Versuchen ist indeß nur Einer bekannt, der zu Gunsten der Verdunstungstheorie ausgefallen. Dieser Versuch ist von Dr. W. Knop*). Derselbe ist aber den später zu entwickelnden physikalischen Gesetzen gegenüber nicht als entscheidend zu betrachten. Uebrigens sind auch andere exacte Versuche bekannt, die

*) Landwirthschaftliche Versuchsstationen. Heft 3. Seite 181.

nicht eine Proportionalität zwischen verdunstender Wassermenge und Aufnahme der gelösten Stoffe durch die Wurzel gezeigt haben. Die Zweifel an der Richtigkeit der Verdunstungstheorie, wie ich die ältere im Gegensatze zu der gleich zu entwickelten Diffusionstheorie genannt habe, trieben mich an, den Erscheinungen und Gesetzen der Diffusion eine größere Aufmerksamkeit zu schenken, und habe ich die diesen Gegenstand betreffenden Arbeiten in einem größeren Werke*) niedergelegt. Ich will hier die Diffusionstheorie in kurzen Umrissen darstellen.

Wenn zwei chemisch verschiedene Flüssigkeiten mit einander in Berührung kommen, so gleichen sie ihre Bestandtheile gegenseitig aus; käme z. B. eine Schicht Salzlösung mit einer Schicht Wasser in Berührung, so geht das Salz der Lösungsschicht in die Wasserschicht, das Wasser der letzteren in die Salzlösungsschicht, Bewegungen, die so lange fortdauern, bis aus Salzlösungs- und Wasserschicht eine gleichprocentige Salzlösung geworden ist, bis chemisches Gleichgewicht zwischen den beiden Flüssigkeiten eingetreten ist. — Diffusion. — Auch dann noch findet diese Ausgleichung statt, wenn zwei solcher Flüssigkeiten durch eine permeable Membran von einander getrennt sind: — Membrandiffusion oder Endosmose und Exosmose. — Das Endresultat der Membrandiffusion ist ganz gleich dem Endresultate der einfachen, reinen Diffusion: chemisches Gleichgewicht der mit einander frei oder durch eine Membran in Berührung stehenden Flüssigkeiten. Ehe aber bei der Membrandiffusion die Ausgleichung, das Gleichgewicht zu Stande gekommen ist, zeigt die Diffusion ganz eigenthümliche Erscheinungen, bedingt durch den Einfluß der Membran auf die diffundirenden Stoffe, deren Erörterung mich hier indeß zu weit führen würde, und die ich unbeschadet des Verständnisses der Diffusionstheorie übergehen kann. (Ausführliches darüber a. a. O.)

Ist zwischen zwei Flüssigkeiten, die durch eine permeable Membran getrennt sind, Gleichgewicht eingetreten und dieses wird auf der einen Seite der Membran gestört, so tritt von der andern Seite eine Ausgleichung ein. Es sei z. B. in einer Glasröhre, die an einem Ende mit einer permeablen Membran verschlossen ist und sich im Wasser befindet, eine Oxalsäurelösung; es tritt die Oxalsäure aus der Röhre in

*) Dr. Wilh. Schumacher, die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze. Theorie der Aufnahme, Vertheilung und Wanderung der Stoffe in der Pflanze. Leipzig und Heidelberg, C. F. Winter 1861.

das äußere Wasser, und Wasser von außen in die Oxalsäurelösung in der Röhre; die Molecularbewegungen dauern so lange fort, bis außerhalb und innerhalb der Röhre eine gleichprocentige Oxalsäurelösung entstanden ist, es ist Gleichgewicht eingetreten. Bringt man nun in die Röhre Kalk, wodurch sich Oxalsäure unlöslich abscheidet, so nimmt die Lösung in der Röhre an Concentration ab, das Gleichgewicht zwischen Außen und Innen ist gestört; von außen treten neue Mengen Oxalsäure in die Röhre ein, und zwar so lange, bis das Gleichgewicht zwischen Außen und Innen wieder hergestellt ist. Auf diese Weise ist es möglich, alle Oxalsäure von außen in die Röhre wieder einzuführen und sie zur Abscheidung zu bringen. Aehnliches würde eintreten, wenn die Lösung in der Röhre durch Zugießen von Wasser verdünnt würde; das Gleichgewicht ist gestört, und von außen treten neue Mengen Säure ein. Die bewegende Ursache bei der Diffusion und Membrandiffusion ist also das Ausgleichungsstreben der gelösten Stoffe, das chemische Gleichgewichtsstreben der Flüssigkeiten — die chemische Anziehung.

Um den Einfluß der Verdunstung auf die Diffusion zu studiren, construirte ich eine nach allen Seiten permeable Röhre, die, mit Salzlösung gefüllt, so in Salzlösung eingetaucht war, daß ein Theil der Röhre sich in der Luft befand und verdunstete, während der andere Theil in Salzlösung tauchte und Diffusion gestattete. Innerhalb und außerhalb der Röhre befand sich eine gleichconcentrirte Salzlösung. Verdunstet nun Wasser durch den oberen Theil der Röhre, so wird die Concentration der Salzlösung in der Röhre stärker, welcher Gleichgewichtsstörung sofort eine Ausgleichung von außen folgt; Wasser tritt in die Röhre ein, Salz aus; weil durch die beständige Fortführung des Wassers aus der äußeren Lösung diese sich immer mehr concentrirt, so muß auch das Salz mit in die Röhre eintreten; die äußere concentrirter werdende Lösung gleicht sich mit der inneren aus. Wird aber das aus der Röhre verdunstende Wasser der äußeren Flüssigkeit in Einem fort durch Zufluß ersetzt und eine gleichmäßige Verbreitung des Salzes in der äußeren Flüssigkeit durch Bewegung oder dergleichen bewirkt, so tritt kein Salz in die Röhre ein, wenn Wasser aus ihr abdunstet. Die Verdunstung bewirkt eine Concentration der Lösung in der Röhre, Wasser tritt ein, ohne jedoch Salz mit einzuführen; und mögen auch viele Gramme Wasser verdunsten: der Strom des eintretenden Wassers führt kein Salz mit sich, die Concentration innerhalb und außerhalb der Röhre

verändert sich nicht. Streng genommen tritt bei der Verdunstung des Wassers aus der Röhre und durch die Concentrirung der Lösung in ihr etwas Salz in die äußere Flüssigkeit aus, eine Gleichgewichtsstörung, die aber sofort wieder ausgeglichen wird, so daß das Resultat des Versuchs eine Verdunstung des Wassers aus der Röhre bei gleichbleibender Concentration der Lösungen ist. Die Verdunstung hat also keinen directen Einfluß auf die Diffusion, sie ist nicht die Ursache des Eintritts von gelösten Stoffen in eine permeable Membran. Man mißverstehe mich hier aber nicht: die Verdunstung kann durch Concentrationsdifferenzirung Diffusionsbewegungen der gelösten Stoffe veranlassen — wie in dem vorhin beschriebenen Verdunstungsversuche, wo das aus der Röhre verdunstende Wasser der äußeren Flüssigkeit nicht wieder ersetzt wurde — es ist hier aber das Gleichgewichtsstreben immer die bewegende Ursache.

Die gelösten Stoffe lassen sich in Betreff ihrer Membrandiffusionsfähigkeit in drei Klassen eintheilen:

1) leichtdiffundirende, leicht durch permeable Membrane gehende, wozu Salze, Säuren, Zucker, Alkohol gehören;

2) schwerdiffundirende, welche sich nur äußerst schwer durch permeable Membrane bewegen und nur schwer oder gar nicht eine Concentrationsausgleichung zu Stande kommen lassen: Eiweiß, Gummi, pectinartige Stoffe;

3) gar nicht durch Membrane diffundirende, welche wohl in die Molacularinterstitien eintreten, dieselbe aber nicht wieder verlassen: manche gelöste organische Farbstoffe, gelöste humusartige Stoffe.

Die Eigenthümlichkeiten der zweiten Klasse haben eine wesentliche Bedeutung bei der Diffusion in der Pflanze. Befindet sich Eiweißlösung in einer permeablen Röhre, welche anderseits mit Wasser in Berührung ist, so tritt Wasser in großer Menge in die Röhre ein, vom Eiweiß bewegt sich jedoch nur äußerst wenig aus der Röhre heraus. Ist in der Röhre Eiweißlösung, außerhalb eine Salzlösung, so diffundirt das Eiweiß mit dem Wasser der äußeren Salzlösung, und das Salz außerhalb mit dem Wasser der Eiweißlösung in der Röhre; gegen das Eiweiß in der Röhre tritt Wasser ein, gegen das Wasser in der Röhre tritt Salz ein. Bei gewissen Concentrationen kann das Wasser, welches von Eiweiß in die Röhre eingeführt wird, durch das in die

Röhren eintretende Salz auch wieder austreten, so daß eine Volumzunahme der Eiweißlösung nicht möglich ist.

Eine Röhre mit Eiweißlösung gefüllt und so in Wasser eingetaucht, daß ein Theil der Röhre verdunstet, während der andere Theil der Diffusion dient, nimmt das verdunstende Wasser von außen wieder auf, indem die Eiweißlösung durch die Verdunstung beständig concentrirt wird und das Eiweiß auch ohnedies beständig Wasser anzieht und in die Röhre einführt. Eine so vorgerichtete Röhre kann das sämmtliche äußere Wasser durch die Röhre führen. Ist bei dieser Vorrichtung die äußere Flüssigkeit eine Salzlösung, so sucht das Salz außerhalb der Röhre sich mit dem Wasser der Eiweißlösung in's Gleichgewicht zu setzen, und es tritt Salz ein. Also auch in diesem Falle ist der Eintritt des Salzes durch die Diffusion desselben mit dem Wasser der Eiweißlösung bedingt, nicht durch die Verdunstung oder den Einfluß des Eiweißes selbst. Ersetze ich der äußeren Lösung das verdunstende Wasser nicht, so wird die Concentration in Bezug auf das Salz immer stärker, und wenn die Verdunstung von außen alles Wasser in die Röhre einführt, so muß natürlich auch alles Salz in die Röhre hineindiffundiren, weil außerhalb ja durch den Wasserverlust die Concentration beständig zunimmt und das Salz sich nun auf das Wasser der Eiweißlösung verbreitet. Anders aber verhält sich die Sache, wenn man das verdunstende Wasser der äußern Lösung ersetzt; sobald außerhalb und innerhalb der Röhre in Bezug auf das Salz Gleichgewicht hergestellt ist, so tritt kein Salz mehr in die Röhre ein.

Denken wir uns nun eine isolirte Zelle in eine verdünnte Salzlösung versetzt, so haben wir denselben Fall wie bei jenem Experimente, wo in der Röhre eine Eiweißlösung und außerhalb eine Salzlösung war. Man kann die Zelle als den einfachsten Diffusionsapparat ansehen. Die gelösten eiweißartigen Stoffe führen Wasser in die Zelle ein, das Salz außerhalb strebt sich gleichmäßig auf das Wasser in der Zelle zu verbreiten und wird so lange hineindiffundiren, bis zwischen Innen und Außen Gleichgewicht herbeigeführt wurde. Bestehe nun Gleichgewicht in Bezug auf irgend ein Salz, z. B. phosphorsaures Kali, und werde das Gleichgewicht durch Consumtion dieses Salzes in der Zelle gestört, die Concentration der Lösung in der Zelle erniedrigt, so tritt eine neue Menge phosphorsaures Kali in die Zelle ein und zwar so viel, daß das Gleichgewicht wieder hergestellt wird. So lange wie in der Zelle

phosphorsaures Kali im Stoffwechsel aufgeht, so lange tritt dasselbe auch von außen in die Zelle ein. Ganz dasselbe finden wir auch bei untergetauchten Wasserpflanzen. Hier stehen nur die oberflächlichen Zellen der Pflanze mit dem Wasser, mit der Nahrungsflüssigkeit in Berührung, während in der Pflanze die Diffusion zwischen dem Inhalte sich berührender Zellen von Statten geht. Würde in einer solchen Pflanze in den Blüthenorganen phosphorsaures Kali consumirt, so tritt eine Ausgleichung von den benachbarten Zellen her ein, die dann weiter bis zur Oberfläche der Pflanze geht und neue Mengen phosphorsauren Kali's eintretend macht. Mit einem Worte, wenn an irgend einem Orte in der Pflanze das Gleichgewicht eines gelösten Stoffes gestört wird durch Consumtion im Stoffwechsel — durch Verwandlung seiner chemischen Form, durch Abscheidung in unlöslicher Form — so verbreitet sich die Gleichgewichtsausgleichung bis zur Oberfläche bei untergetauchten Wasserpflanzen oder bis zur Wurzel bei Landpflanzen und verursacht den Eintritt neuer Mengen des consumirten Stoffes. Bei Pflanzen, welche durch ihre Blätter Wasser verdunsten, ist es nicht anders; auch hier ist die Consumtion der Stoffe in der Pflanze die Ursache des Eintritts derselben aus der Nahrungsflüssigkeit. Bringt man eine Bodenpflanze, welche Wasserwurzeln entwickelt hat, in eine Lösung verschiedener Salze und ersetzt der äußern Lösung das durch die Pflanze verdunstende Wasser, so werden nur jene Stoffe fortwährend in die Pflanze eindringen, welche in ihr aus der Lösung der Zellflüssigkeit verschwinden, die im Stoffwechsel aufgehen; Stoffe, welche hierzu nicht dienen, treten nur so lange in die Pflanze ein, bis sich Gleichgewicht in Bezug auf sie zwischen Nahrungsflüssigkeit und Zellflüssigkeit hergestellt hat. Der durch die Verdunstung veranlaßte, aus der Nahrungsflüssigkeit in die Wurzel gehende Wasserstrom führt keine gelösten Stoffe mit in die Pflanze ein, wenn in dem Wasser außerhalb der Pflanze auch noch so große Mengen gelöst sind; zur Einführung genügt nicht der Zug des Wassers in und durch die Pflanze, hierzu ist ein anderer Proceß, die Diffusion nöthig. Nach physikalischen Gesetzen ist die Sache nicht anders möglich; dennoch glaubte ich die Richtigkeit des Gesagten bei der Pflanze selbst prüfen zu müssen und habe ich a. a. O. S. 113 einen Versuch beschrieben, welcher vollständig die Sache bestätigt. Ich will das Wesentlichste dieses Versuches hier mittheilen.

Ein Exemplar von Scrophularia aquatica, dieser entschiedenen Landpflanze, setzte ich, nachdem sie in Wasser neue Wurzeln — Wasserwurzeln — getrieben hatte und alle in ihr gelösten Stoffe aus ihr herausdiffundirt waren, in eine $\frac{1}{10}$procentige Lösung von schwefelsaurem Kali. Ich wählte dieses Salz, weil von ihm wahrscheinlich ist, daß es gar nicht oder nur in geringer Menge in der Pflanze umgesetzt oder ausgeschieden wird — ein Salz, welches im Stoffwechsel aufgeht, durfte ich nicht benutzen, weil dadurch das Experiment nicht die nöthige Bestimmtheit gehabt haben würde. Die Wurzeln dieser Pflanze befanden sich in einem Gefäße, welches 1 Liter Lösung von schwefelsaurem Kali enthielt, die in 100 CC. 0,0992 Grm. KO, SO_3 gelöst hatte. Wenn 40—50 CC. Wasser durch die Pflanze verdunstet waren, wurden diese der äußeren Lösung wieder zugesetzt. In 10 Tagen verdunsteten 636 CC. Wasser. Die letztverdunstenden 50 CC. wurden nicht wieder ersetzt, weil die Versuchspflanze ungefähr 50 Grm. Zellwasser enthielt. Aus der äußeren Lösung mußte nun schwefelsaures Kali in die Pflanze eingetreten sein; denn das Zellwasser der Pflanze enthielt bei Beginn des Versuchs nichts von diesem Salze, und um Gleichgewicht zwischen der äußeren Lösung und der Zellflüssigkeit herzustellen, mußte von außen Salz in die Pflanze hineindiffundiren. Bei Beendigung des Versuches, wenn kein schwefelsaures Kali in der Pflanze consumirt worden war, mußte die Zellflüssigkeit, wie die äußere Flüssigkeit, eine $\frac{1}{10}$procentige Lösung von schwefelsaurem Kali sein, da ja die Menge Salz, welche bei Beginn des Versuches in 1 Liter äußerer Lösung enthalten war, nach 10 Tagen auf 1 Liter Flüssigkeit außerhalb und innerhalb der Pflanze (950 CC. äußere Lösung und 50 CC. Zellwasser) vertheilt ist.

Nun trat der Versuch in seine zweite Periode. Die Pflanze wurde aus der ersten Lösung von Neuem in 1 Liter $\frac{1}{10}$procentiger Lösung von schwefelsaurem Kali versetzt (in 100 CC. Lösung 0,0992 Grm. KO, SO_3). In der Zellflüssigkeit und in der äußeren Lösung war Gleichgewicht vorhanden und es konnte kein schwefelsaures Kali in die Pflanze eintreten, wenn das durch die Pflanze verdunstende Wasser der äußeren Lösung in Einem fort zugesetzt wurde, wie dieses auch bei unserm Versuche geschah. In 15 Tagen verdunsteten aus der Pflanze 722 CC. Wasser, worauf der Versuch aufgehoben wurde. Die äußere Lösung, welche zu Anfang der zweiten Periode des Versuches in 100 CC. 0,0992 Grm. KO, SO_3 enthalten hatte, zeigte nun in 100 CC. 0,1003 Grm. KO, SO_3,

es ergab sich mithin eine Differenz von 0,0011 Grm., welche man als Bestimmungsfehler ansehen darf — wollte man die analytischen Daten als ganz genau ansehen, so wäre noch etwas schwefelsaures Kali aus der Pflanze ausgetreten, was man wohl dadurch erklären könnte, daß in der zweiten Periode die unteren größeren Blätter (4 oder 5) welkten und am Stengel eintrocknete, und aus ihnen das schwefelsaure Kali wieder in die Pflanze zurückdiffundirte, Blätter, welche verhältnißmäßig bedeutende Mengen Pflanzenmasse und Zellwasser enthielten. In der zweiten Periode des Versuches waren also 722 CC. Wasser aus der äußeren Lösung in die Wurzeln eingetreten; die Verdunstung hatte eine mächtige Wasserströmung von außen in die Wurzel veranlaßt, aber in dieser Strömung bewegte sich kein Salz, obgleich doch die äußere Lösung bedeutende Quantitäten Salz gelöst enthielt. Die Verdunstungstheorie lehrte, daß der durch die Verdunstung hervorgerufene, von außen in die Pflanze eintretende Wasserstrom die gelösten Stoffe mit in die Pflanze einführe, eben deshalb, weil sie in dem Wasser gelöst sind, daß das Wasser die in ihm gelösten Stoffe mit in die Pflanze gleichsam hineinschleppe; sie betrachtete die Pflanze als ein Pump- und Filtrirwerk, durch die Blätter verdunstet reines Wasser, von unten wird dasselbe mit allen in ihm gelösten Stoffen in die Pflanze durch die Verdunstung hineingepumpt, in der Pflanze scheiden sich die gelösten Stoffe ab, das Wasser geht durch die Blätter fort. Wie uns aber die Physik und der beschriebene Versuch lehren, kann der Verdunstungsstrom des Wassers an und für sich, wie im Sinne der Verdunstungstheorie, keine Salze einführen; die Aufnahme der der Pflanze nöthigen anorganischen Stoffe ist ganz unabhängig von der Verdunstung, die Pflanze braucht nicht zu warten, bis die Verdunstung größere Mengen Wasser in die Wurzel eintreten macht; die Diffusion besorgt dieses Geschäft,

der Stoffwechsel durch Concentrationsdifferenzirung, durch Gleichgewichtsstörung in der Pflanze bedingt die Einführung gelöster Stoffe durch die Wurzel.

Es können jedoch Umstände eintreten, wo die Verdunstung des Wassers aus den Blättern einen indirecten Einfluß auf die Aufnahme der gelösten Stoffe durch die Wurzel hat. Hätten wir z. B. in dem ebenerwähnten Versuche mit Scrophularia das durch die Blätter verdunstende Wasser der äußeren Flüssigkeit nicht ersetzt, hätten wir die Lösung unter der Pflanze eindunsten lassen, so mußte ja nothwendig

diese Lösung beständig an Concentration zunehmen, und um Gleichgewicht zwischen Außen und Innen herzustellen, hätte das schwefelsaure Kali in die Pflanze hineindiffundiren müssen; je mehr Wasser verdunstete, um so mehr Salz mußte in die Pflanze eintreten. Aber auch hier ist es nicht der durch die Verdunstung erzeugte Strom des Wassers, in welchem sich das Salz in die Pflanze hineinbewegte, es ist die Concentrationsdifferenzirung, welche das Salz diffundiren macht. Solche Vorgänge mögen bei den Bodenpflanzen sehr häufig vorkommen, die Feuchtigkeit des Bodens ist eine sehr variable Größe, und die Concentration der Nahrungsflüssigkeit im Boden steten Schwankungen unterworfen: bei anhaltend trocknem Wetter wird die Concentration derselben stärker durch die beständige Fortführung des Wassers aus ihr, und alle gelöste Stoffe diffundiren in die Pflanze hinein; regnet es, so nimmt die Concentration ab, und aus der Pflanze diffundirt ein Theil derjenigen Stoffe wieder heraus, welche nicht consumirt wurden. Von solchen Vorgängen kann indeß die Pflanze in der Aufnahme ihrer Nahrungsstoffe nicht abhängig sein; sie braucht nicht zu warten, bis durch anhaltend trocknes Wetter die Concentration der Nahrungsflüssigkeit steigt, sie hat in der durch den Stoffwechsel erzeugten Diffusion der gelösten Stoffe einen beständigen Zuführer der Nahrungsstoffe.

Aus meinem Versuche mit Scrophularia zog ich den Schluß: „Wenn die Pflanze nur Wasser verdunstet, wird auch nur Wasser in sie aus der Nahrungsflüssigkeit aufgenommen, sonst kein Stoff“ *). Dr. W. Knop**) glaubt, daß dieser Schluß nicht richtig sei. Hätte ich damit sagen wollen, daß die Verdunstung in jedem Falle ganz ohne Einfluß auf die Einführung der anorganischen Stoffe sei, so würde Knop vollständig Recht haben, denn wir haben vorhin ja gesehen, daß die Verdunstung eine Concentrationsdifferenzirung veranlaßt, welche die gelösten Stoffe in die Pflanze diffundiren macht. Mein Versuch mit Scrophularia sollte darthun, daß der Verdunstungsstrom des Wassers an und für sich keinen gelösten Stoff mit einzuführen vermöge, daß eine andere Ursache in der Pflanze vorhanden sein müsse, welche den Eintritt solcher Stoffe bewirke — die Diffusion; in diesem Sinne wollte ich mich ausdrücken, bin leider aber nicht so klar gewesen, wie ich es

*) A. a. O. Seite 114.
**) Chemisches Centralblatt Nr. 37. 1861. S. 579.

wünschte. Die Verdunstungstheorie legte auf die Diffusion als bewegende Ursache der gelösten Stoffe kein Gewicht, woher es denn auch kam, daß Knop sich noch verleiten ließ, an eine „besondere endosmotische Wirkung" der Wurzeln nicht zu glauben. Bei seinem interessanten Versuche mit Zwergbohne, welche in einer verdünnten Salzlösung vom Keim aus vegetirte*), wurden 69,6 Grm. Wasser in die und durch die Pflanze geführt, diesen 69,6 Grm. Wasser entsprachen in der äußeren Lösung 0,046 Grm.**) Salze; in die Pflanze wurden eingeführt aus der äußeren Lösung 0,048 Grm. Salze. Knop folgerte daraus: „Die Pflanze hat ziemlich genau eben so viel Mineralbestandtheile aufgenommen, als dem Gehalt des durch sie verdunsteten Wassers entspricht, und es hat eine besondere endosmotische Wirkung der Wurzel auf die in dem Wasser enthaltenen Bestandtheile nicht stattgefunden." Bei diesem Versuche dunstete die äußere Lösung ein, sie wurde durch Fortführung des Wassers, welche durch die Verdunstung verursacht wurde, concentrirter und durch diese Concentrationsdifferenzirung mußten nothwendig gelöste Salze in die Pflanze eintreten, es konnte dieses aber nur durch die Diffusion geschehen: es war weiter nichts als gerade der endosmotische Proceß, der die Stoffe in die Wurzel einführte.

Das vorhin Gesagte läßt sich in den folgenden Sätzen kurz zusammenfassen:

Jede Concentrationsdifferenzirung oder Gleichgewichtsstörung, mag sie in der Pflanze oder in der äußeren Nahrungsflüssigkeit eintreten, hat Diffusionsströmungen nach dem Orte der Störung zur Folge, die so lange andauern, bis das Gleichgewicht wieder hergestellt ist;

die vorzüglichsten Gleichgewichtsstörungen in der Pflanze, in dem Zellwasser der Pflanze, sind Consumtion der gelösten Stoffe im Stoffwechsel, wodurch gelöste Stoffe aus der Nahrungsflüssigkeit eingeführt

---

*) Landwirthschaftliche Versuchsstationen Heft 3. Seite 193.

**) Ob diese Zahl wirklich angenommen werden kann, ist zweifelhaft. Sie wurde nicht aus der Flüssigkeit, worin die Pflanze vegetirte, bestimmt, sondern aus einer Flüssigkeit, welche zwar mit der des Versuchs gleichconcentrirt war, aber keine Pflanze enthielt, und die Voraussetzung Knop's, daß diese Flüssigkeit, dieselben Veränderungen erlitten habe, wie diejenige, in welcher sich die Pflanze befand, ist nicht zulässig, weil doch die Wurzel mit ihren Ausscheidungen (Kohlensäure, kohlensaure Alkalien nach Knop u. s. w) gewiß nicht ohne chemischen Einfluß auf jene Versuchsflüssigkeit war, worin die Pflanze vegetirte.

werden, und die Verdunstung des Wassers aus den Blättern, welche durch Concentrirung des Zelleninhaltes Wasser in die Pflanze aus der Nahrungsflüssigkeit eintreten macht;

die vorzüglichsten Störungen in der Nahrungsflüssigkeit sind Concentrationszunahme derselben durch Auflösung neuer Mengen anorganischer Stoffe oder durch Fortführung des Wassers aus ihr, in Folge der Verdunstung desselben aus der Pflanze, welche beide Vorgänge den Eintritt neuer Mengen der gelösten Stoffe in die Pflanze zur Folge haben.

Ich hoffe bald hier mehrere Versuche über die Aufnahme und Wanderung der gelösten Stoffe in die und durch die Pflanze mittheilen zu können, welche einen interessanten Einblick in die Diffusionsverhältnisse der Pflanze gestatten und welche mir Gelegenheit zu weiteren Anknüpfungspunkten über die Diffusion in der Pflanze geben werden.

Ueber das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde

von

Dr. W. Knop und W. Wolf.

(Fortsetzung.)

II.

Ammoniakgehalte der Ackererden.

Im Einklange mit den Untersuchungen Boussingault's, Bineau's und Barral's haben (s. S. 111) unsrige gezeigt, daß dem Boden ununterbrochen durch die atmosphärischen Niederschläge geringe Mengen Ammoniak zugeführt werden. Außerdem bildet sich dieses Alkali durch die Fäulniß der in der Ackererde vorhandenen vegetabilischen Ueberreste und der in dieselbe gebrachten Düngerstoffe. Die Untersuchungen der Brunnen, welche am eben citirten Orte schließlich angeführt worden sind, haben gezeigt,

daß durch die unter der Ackerkrume abziehenden Wässer kein Ammoniak mit fortgeführt wird, und da Way's und von Liebig's Versuche es außer Zweifel gestellt haben, daß die Ackererde das in dieselbe gelangte Ammoniak bindet, so ergeben sich von selbst folgende Fragen:

1) Zeigen Boden verschiedener Natur wesentliche Verschiedenheiten in Hinsicht des Ammoniakgehaltes?

2) Wie hoch ist der Ammoniakgehalt brach liegender fruchtbarer gedüngter Erde?

3) Wie hoch ist der Ammoniakgehalt der Ackererde, wenn dieselbe bepflanzt wird und eine üppige Vegetatian erzeugt? kann eine Abnahme des Ammoniakgehaltes in derselben in dem Maaße, als die Vegetation den Boden in Anspruch nimmt, nachgewiesen werden?

4) Wie verhalten sich die Ammoniakmengen in verschiedenen Tiefen eines und desselben Bodens?

Diese Fragen sind durch folgende Versuche beantwortet.

Bezüglich der ersten Frage holten wir uns einige Boden aus verschiedenen Gegenden in einer Botanisirkapsel und untersuchten dieselben sofort.

In Hinsicht der zweiten Frage analysirten wir im Laufe dieses Sommers allmonatlich, häufig allwöchentlich, die Erde eines Beetes im Garten, das den ganzen Sommer unbebaut liegen blieb.

Zur Beantwortung der dritten Frage holten wir zu denselben Zeiten, wie bei dieser Gartenerde, Proben von einem Felde in unmittelbarer Nähe. Dieses Feld ist im vorigen Jahre gut gedüngt; als die ersten Proben davon untersucht wurden, war es unbebaut; es wurde später mit Kartoffeln bepflanzt, die während der angegebenen Zeit zu einer üppigen Vegetatian gelangten und das Feld mit ihren Blättern dicht bedeckten.

Endlich wurden, was die vierte der oben gestellten Fragen anbetrifft, Proben Erde aus verschiedenen Tiefen genommen.

1) Untersuchung verschiedener Bodenarten.

Boden A ist ein leichter, nur wenig bündiger Sandboden, fast als weißer Sand zu bezeichnen. Aufgenommen unter Birkenwald auf dem Bienitz, zwei Stunden von Leipzig.

Boden B, Walderde aus dem Buchenwalde über dem Badeorte Kösen in Thüringen, kalk- und humusreich. Die Formation dort ist Muschelkalk.

Boden C, sandiger, etwas humoser Lehmboden aus dem Laubholzwalde bei Breitenfeld.

Boden D, Walderde aus dem die Elster entlang laufenden Walde, in der Nähe unserer Station zwischen Wahren und Ehrenberg aufgenommen.

Boden E, Wiesenerde, umgeackerte Wiese aus der Aue bei dem Forsthause bei Ehrenberg. Rother, humoser, sandiger Lehmboden, auf dem zwei Sommer hinter einander keine Gerste gebaut werden konnte. Kartoffeln gediehen daselbst.

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle enthalten. Es bezeichnet darin:

Spalte A die Nummer des Versuchs in Bezug auf vorstehende Beschreibung des Bodens;

Spalte B die Menge der naturfeuchten Erde, die zum Versuch angewendet wurde;

Spalte C giebt den Wassergehalt der untersuchten Erden in Procenten an.

Spalte D die im Azotometer aufgefangene Menge Stickgas in Cubikcentimetern nebst Angabe der zufälligen Temperatur bei der Messung dieses Gases;

Spalte E, vorstehendes Volum Stickstoff berechnet auf 0°;

Spalte F, das Volum Stickgas von 0°, berechnet auf Grammgewicht.

Spalte G, die Zahlen der Spalte F multiplicirt mit $\frac{17}{14}$, oder das Gewicht des in der Erde enthaltenen Ammoniaks in Grammen.

Spalte H giebt an, wie viel Gramm Ammoniak 100 Grm. feuchter Erde enthielten;

Spalte I, die Zahlen, welche ergeben, wie viel Ammoniak 100 Grm. wasserfrei berechnete Erde enthielten.

A	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
A.	300	10 Proc.	1,5 von 12°	1,44	0,00180	0,0022	0,0007	0,00077
B.	300	8 Proc.	1,8 von 20°	1,7	0,0021	0,0024	0,0008	0,00087
C.	300	8 Proc.	2,1 von 15°	2,0	0,0025	0,0030	0,0010	0,00012
D.	1200	12 Proc.	2,1 von 15°	2,0	0,0025	0,0030	0,0007	0,0008
E.	200	10 Proc.	0,2 von 14°	0,2	0,00025	0,0003	0,00015	0,00017

2) Zur Beantwortung der zweiten Frage war es nothwendig, die Natur des Bodens, über welchen experimentirt wurde, genauer zu kennen. Um die Veränderungen genauer studiren zu können, welche ein nicht bebauter Boden in seinem Ammoniakgehalte erleidet, untersuchten wir in den verschiedenen Monaten die Erde eines Beetes in unserem Garten. Dieses Beet enthielt eine im vorigen Jahre gedüngte und zubereitete gute Erde und dient dem Gärtner als Vorrath, um gelegentlich Mistbeete damit anzufüllen. Die mechanische Analyse (nach Schulz ausgeführt) dieser Erde ergab folgende Mischung:

Wasser	16,0
Kies	10,5
Grandiger Sand	15,5
Streusand	37,7
Staubsand	12,3
Feinste abgeschlämmte Theile	8,0
	100,0

Der Boden ist seiner chemischen Natur nach kalkreicher, sandiger Lehmboden, durch organische Materie von der gewöhnlichen Schwärze guter Gartenerde. 100° getrockneter Boden erleidet 5,0 Proc. Glühverlust.

Mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure nach längerem Stehen mit verdünnter Schwefelsäure schwach erhitzt, lieferte er (wasserfrei) 4,45 Proc. Kohlensäure und enthielt folglich eine 1,21 Proc. Kohlenstoff sprechende Menge organischer Materie.

Dieser Boden ist nun wiederholt auf Ammoniak untersucht. Derselbe hat alle Regengüsse dieses Sommers aufgenommen und, da er gedüngt war und organische Substanz genug enthielt, Quellen zur Ammoniakbildung und Ursachen zur Anhäufung desselben gehabt; dagegen haben keine Ammoniak entfernende Einflüsse auf ihn weiter gewirkt, als solche, die auf Auswaschen durch Regen, etwaiger Verdunstung und Verbrennung des darin vorhandenen Ammoniaks beruhen. Folgende Tabelle giebt die Resultate der Bestimmungen an.

Die Zahlen haben die oben Seite 209 erklärte Bedeutung, Spalte I giebt die zufolge der in 100 Grm. wasserfreier Erde enthaltene Menge Ammoniak in Grammen an.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
		Grm.	Proc.						
Mai.	1	300	19	0,9 bei 13°	0,8	0,00100	0,00122	0,00040	0,00049
	2	300	16	1,1 bei 13°	1,0	0,00126	0,00150	0,00050	0,00059
	3	300	14	0,75 bei 17°	0,7	0,00085	0,00104	0,00035	0,00040
	4	300	20	1,25 bei 15°	1,2	0,00150	0,00180	0,00060	0,00075
	5	300	14	1,75 bei 18°	1,6	0,00200	0,00240	0,00081	0,00094
	6	300	17	1,5 bei 15°	1,4	0,00176	0,00200	0,00066	0,00079
Juni.	7	300	18	1,0 bei 19°	0,9	0,00113	0,00130	0,00040	0,00048
	8	300	24	1,2 bei 20°	1,1	0,00138	0,00167	0,00055	0,00072
	9	300	12	1,1 bei 22°	1,0	0,00126	0,00150	0,00050	0,00057
	10	300	19	0,75 bei 20°	0,7	0,00088	0,00106	0,00035	0,00043
Juli.	11	300	15	0,8 bei 19°	0,75	0,00094	0,00110	0,00040	0,00047
	12	600	15	2,5 bei 20°	2,3	0,00289	0,00350	0,00060	0,00070
	13	300	9	0,9 bei 21°	0,8	0,00100	0,00122	0,00040	0,00044
August.	14	300	19	1,2 bei 20°	1,1	0,00138	0,00167	0,00055	0,00068
	15	400	19	1,1 bei 22°	1,0	0,00126	0,00150	0,00040	0,00049
Sept.	16	300	10	1,2 bei 20°	1,1	0,00138	0,00167	0,00055	0,00061
	17	300	14	0,7 bei 20°	0,65	0,00081	0,00091	0,00030	0,00035

3) Die Versuche, welche zur Beantwortung der dritten Frage angestellt wurden, sind folgende; sie stehen mit den vorigen in engem Zusammenhange, weil vergleichungsweise mit der unbebauten Gartenerde, eine anfangs nicht bebaute, später aber mit Kartoffeln, also einer üppigen Vegetation, bekleideter Boden unter gleichen atmosphärischen Einflüssen, wie die vorige Gartenerde stehende Ackererde wiederholt untersucht wurde.

Dieser Boden ist ein guter Lehmboden, dessen mechanische Analyse ergab:

Wasser	9,10
Kies	5,20
Grandiger Sand	22,80
Streusand	41,40
Staubsand	16,50
Feinste abschlämmbare Theilchen	5,00
	100,00.

Beim Glühen verlor dieser Boden 3,0 Proc. Bei der Behandlung mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure entwickelte er (im wasserfreien Zustande) 2,58 Proc. Kohlensäure, und enthielt folglich eine 0,70 Proc. Kohlenstoff entsprechende Menge organischer Materie.

Die Resultate der Untersuchungen der Ackererden auf Ammoniak sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt, deren Spalten die oben Seite 209 erklärte Bedeutung haben. Spalte I giebt dieser zufolge an, wie viel Gramme Ammoniak 100 Grm. wasserfreie Erde enthielten.

	A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.	I.
Juni. Mai.	1	400	16	1,75 bei 15°	1,6	0,00200	0,0024	0,0006	0,00071
	2	400	20	2,7 bei 19°	2,5	0,00314	0,0038	0,00095	0,00120
	3	300	12	1,5 bei 18°	1,4	0,00176	0,00200	0,00066	0,00075
Juli.	4	300	7	2,0 bei 20°	1,8	0,00226	0,00274	0,0009	0,00096
	5	300	10	0,9 bei 20°	0,8	0,00100	0,00122	0,00040	0,00044
	6	300	14	1,25 bei 22°	1,1	0,00138	0,00167	0,00055	0,00064
	7	600	14	2,5 bei 20°	2,3	0,00289	0,00350	0,00060	0,00070
Sept. Aug.	8	300	26	1,4 bei 21°	1,3	0,00163	0,00190	0,00063	0,00085
	9	300	12	0,75 bei 20°	0,7	0,00488	0,00106	0,00035	0,00040
	10	300	15	2,0 bei 19°	1,8	0,00226	0,00274	0,0009	0,0015

Nachdem sich nun durch die bisher beschriebenen Versuche herausgestellt hatte, daß das Ammoniak in der äußersten Schicht der Ackerkrume in sehr geringen Mengen sich vorfindet, selbst wenn, wie es in diesem regenreichen Sommer der Fall war, durch die atmosphärischen Niederschläge fortwährend Ammoniak (1—2 Milligrm. per Liter Regenwasser) zugeführt wird, mußte es von Interesse sein, zu prüfen, wie es sich in der Tiefe mit dem Ammoniakgehalt des Bodens verhält.

Es wurde daher auf dem Felde, von dem die oben bezeichnete vielfach untersuchte Ackererde geholt wurde, aus drei Fuß Tiefe mehrere Proben genommen und diese untersucht. Wir erhielten hier Mengen, welche von den vorigen zu wenig abweichen, meistens 5 bis 7 Milliontel, als daß bei dieser Tiefe eine merkliche Abweichung anzunehmen wäre.

Ferner wurden Proben aus noch größerer Tiefe genommen. Wir benutzten die Gelegenheit, als beim Neubau eines Hauses der Keller gegraben wurde, ließen, da die Vertikalwände bereits einige Tage der Luft ausgesetzt gewesen waren, die äußere Schicht abstechen und nahmen Proben des Lehmbodens ½ bis 1 Fuß über der Sandschicht, auf dem derselbe ruht, und Proben von dem Sande, auf den dann gröberer Sand (Kies) folgt. Dieser Lehmboden kann als völlig identisch mit dem vorigen angesehen werden, da der Ort in unmittelbarer Nähe von dem Felde liegt, von welchem voriger stammt. Die Tiefe, von der Oberfläche an gerechnet, aus welcher diese neuen Proben gefördert wurden, beträgt 6 Fuß.

In dieser Schicht und in der unmittelbar folgenden Sandschicht fand sich nun auch keine Spur von Ammoniak. Das Ammoniak, das durch die Atmosphäre in den Boden gelangt und durch den Dünger und die Fäulniß der Pflanzen im Boden erzeugt wird, bleibt also in den obersten Schichten und wird durch die nach unten abziehenden Wässer nicht 6 Fuß tief mit fortgeführt.

Man sieht aus vorstehenden Zahlen, daß die älteren Zahlen für den Ammoniak-Gehalt des Bodens unrichtig, nämlich zu hoch, angegeben sind.

Um einsehen zu können, wie hoch der Stickstoffgehalt der Ackererde, der in Form von Ammoniak und in Form organischer Verbindungen in demselben enthalten ist, sind hier eine Reihe älterer Angaben zusammengestellt.

Die Tabelle I enthält frühere Ammoniakbestimmungen von Krocker. Der Boden ist dabei mit Natronkalk geglüht und die angegebenen Zahlen drücken daher nicht das im Boden enthaltene Ammoniak aus, sondern sie geben den ganzen Stickstoffgehalt des Bodens in Form von Ammoniak an.

Die Tabelle II giebt die Mengen Stickstoff an, welche man (gleichfalls beim Glühen der in denselben enthaltenen organischen Materien mit Natronkalk) als Ammoniak erhalten hat.

Diese Tabelle ist den Resultaten der Boden-Analysen entnommen, welche auf Veranlassung des preußischen Landes-Oekonomiecollegiums vor längeren Jahren angestellt und 1849 veröffentlicht worden sind:

Tabelle I.

Boden von Illinois (Krocker)	0,12 %
Schwarzerde von Rußland (Krocker)	0,2 bis 0,5 =
Thonboden vor dem Düngen (Krocker)	0,170 =
Thonboden (Krocker)	0,163 =
Boden von Hohenheim (Krocker)	0,156 =
Untergrund von Hohenheim (Krocker)	0,104 =
Thonboden vor dem Düngen (Krocker)	0,149 =
Lehmboden (Krocker)	0,135 =
Ungedüngte Erde aus Amerika (Krocker)	0,116 =
Sandboden (Krocker)	0,096 =
Fast reiner Sand (Krocker)	0,031 =
Mergel (Krocker)	0,099 = / 0,005 =

Tabelle II.

Boden von Eldena (Weidenbusch)	0,11 %
Boden von Wollup (Rammelsberg)	0,200 =
Boden von Beesdau (Rammelsberg)	0,108 =
Boden von Neuensund (Marchand)	0,103 =
Boden von Cartlow (Bödeker)	0,076 =
Boden von Neuhof (Knop)	0,011 =
Boden von Havixbec (Erdmann)	0,400 =
Boden von Burg Bornheim (Schulze)	0,102 =
Boden von Turwe (Heintz)	0,13 =
Boden von Laasan (Schulze)	0,112 =
Boden von Burg Wegeleeben (Rose)	0,432 =
Boden von Frankenfelde (Rammelsberg)	0,079 =
Boden von Jurgaitschen (Rammelsberg)	0,240 =
Boden von Dalheim (Sonnenschein)	0,150 =

An vorstehende ältere Untersuchungen sind die folgenden neueren anzuschließen.

Robert Hoffmann veröffentlichte 1859 (landw. Versuchsstat. Bd. I. S. 271) eine Reihe von Bestimmungen des Stickstoffs in böhmischen Ackererden, denen zufolge der Totalstickstoffgehalt (durch Erhitzen mit Natronkalk gewonnen) in 18 Erden zwischen 0,100 Proc. und 0,316 Proc. schwankt. Dieser Stickstoffgehalt ist nur zum kleineren Theil als Ammoniak darin enthalten. Das Ammoniak bestimmte derselbe im Boden von Stromka zu 0,0064 Proc., von Wittingau zu 0,0016 Proc., von Zlonic (Ackerkrume) zu 0,0094 Proc., ebendaselbst (Untergrund) zu 0,0102 Proc.

Emil Wolff führt (S. 169 d. Mittheil. von Hohenheim 1860) eine Bodenanalyse an, der zufolge sich in der obersten Schicht zweier Bodenarten fand, ein Totalstickstoffgehalt A. von 0,260 Proc., B. von 0,198 Proc. Als Ammoniak waren davon in diesen Boden enthalten (durch Behandeln des Bodens mit Natronlauge bei gewöhnlicher Temperatur ausgetriebenes Ammoniak): A. = 0,017 Proc.; B. = 0,0238 Proc.

Frederic Brustlein theilte 1859 (Annales de Chem. et de Phys. (2). T. VI. p. 165) in seiner Untersuchung über das Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde folgende Bestimmungen mit:

Sandboden aus einem Garten zu Liebfrauenberg	0,009	Proc. Ammoniak,
Thonboden von einem Topinamburfelde zu Bechelbronn	0,0043	= =
Thonboden von einem Waizenfelde ebendaselbst	0,0060	= =
Gedüngter Lehmboden von Mittelhausbergen	0,0050	= =
Sandiger Lehmboden von der Insel Napoleon bei Mühlhausen, frisch gedüngt	0,0052	= =
Sandiger Lehmboden ebendaher, seit zwei Jahren nicht gedüngt	0,0020	= =
Sandiger Lehmboden, sechsjähriges Luzernefeld	0,0020	= =

Unter allen den hier mit aufgezählten Resultaten sind die von R. Hoffmann und die von Brustlein angegebenen Zahlen die kleinsten, und sie stehen deßhalb den unsrigen am nächsten. R. Hoffmann hat gewissenhaft angegeben, daß seine Resultate infolge der Mangelhaftigkeit der Bestimmungsmethode nur als Annäherungen betrachtet werden sollen.

Wir haben nun allerdings keinen Grund, behaupten zu dürfen, daß Brustlein's und Hoffmann's Resultate wirklich unrichtig seien, dagegen aber müssen wir darauf hinweisen, daß ein Boden, von dem 100 Grm. wirklich 5 bis 9 Milligrm. Ammoniak enthalten, bei unserer Bestimmungsmethode, da wir nicht unter 300 Grm. Erde zur Untersuchung verwenden, über 15 bis 27 CC. Stickgas geben müßten, ein Quantum, das man gar nicht übersehen kann, während wir bei der Untersuchung unserer Bodenarten durchschnittlich 10 mal weniger fanden. Die übrigen oben angeführten Zahlen dürfen fortan nicht mehr als Ammoniakbestimmungen gelten.

Aus unseren Untersuchungen geht nun aber, auch wenn wir die Resultate von Brustlein und Hoffmann noch für richtig anerkennen, mit Sicherheit hervor, daß das Ammoniak, obschon ein Boden durch die atmosphärischen Niederschläge und die Verwesung der darin vorhandenen Düngerstoffe fortwährend eine Zufuhr daran erhält, sich darin

doch nicht anhäuft, und daß, falls ein solcher Boden auch mit der üppigsten Vegetation bedeckt ist, dadurch keine Verminderung in dem schon so äußerst geringen Ammoniakgehalte nachweisbar wird. Dies kann nur daher kommen, daß das Ammoniak von dem Boden so fest gebunden wird, daß ihm alle freie Beweglichkeit von einem Orte nach einem anderen benommen ist, und daß dem Boden eine andere Thätigkeit innewohnt, durch deren Wirkung das sich anhäufende Ammoniak wieder zum Verschwinden gebracht wird, und eben diese Thätigkeit scheint sich uns in einer continuirlichen Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure zu offenbaren, und diese fortwährende Erzeugung einer geringen Menge der stickstoffhaltigen Salpetersäure, welche nun Kali, Kalk und phosphorsaure Erden zu lösen vermag, ist vielleicht die wichtigste Rolle, die das Ammoniak im Boden spielt.

Um nun über diese Ursachen, welche das fortwährende Verschwinden des Ammoniaks im Boden bedingen, weitere Aufschlüsse zu erlangen, wurden folgende weitere Versuchsreihen ausgeführt.

1) Zuerst prüften wir das Verhalten des vom Boden absorbirten Ammoniaks bei Ausschluß flüssigen Wassers unter Einwirkung der atmosphärischen Luft. Bei dieser Versuchsreihe wurde Boden in lufttrocknem Zustande mit bekanntem Ammoniakgehalt längere Zeit der atmosphärischen Luft ausgesetzt, dabei aber vor Regen geschützt. Wir lernen aus diesen Versuchen also diejenigen Veränderungen kennen, welche in lufttrocknem Boden in seinem Ammoniakgehalte vor sich gehen.

2) Nachdem diese ermittelt waren, mußte es von Interesse sein, nun auch zu bestimmen, ob der Boden nur als Ganzes eine Umwandlung des darin vorhandenen Ammoniaks bewerkstelligt, oder ob dieses einer und der andere seiner näheren Bestandtheile allein vermag. Die auf diese Fragen bezüglichen Versuche folgen hier zunächst.

Sie wurden in der Weise ausgeführt, daß man die oben bezeichnete Ackererde und Gartenerde (beide gesiebt) ausbreitete, eine Schale mit Ammoniak darauf stellte, dieselbe mit einem Kasten überdeckte und so vorbereitet 24 Stunden stehen ließ, in welcher Zeit sich diese Erden hinreichend mit Ammoniak gesättigt hatten.

Man ließ die so behandelten Erden dann an freier Luft an einem vor Regen geschützten Orte stehen und untersuchte dieselben später auf ihren Ammoniakgehalt.

Dann prüften wir das Verhalten der einzelnen Glieder, in welche der Boden durch die mechanische Analyse (durch Schlämmen) sich zerlegen läßt.

Endlich das Verhalten der näheren Bestandtheile der Ackererde zum Ammoniak, unter gleichen Umständen, nämlich: 1) der reinen Kieselsäure; 2) der Kreide; 3) des Gypses; 4) der kohlensauren Talkerde; 5) der reinen Thonerde; 6) des Thons; 7) der Humussubstanzen.

Die Resultate dieser Versuche folgen hier nach.

A. Sättigt man gesiebte Gartenerde oder Ackererde von der oben angegebenen Beschaffenheit und 4—6 Proc. Wassergehalt mit Ammoniak, bis die Erde stark nach Ammoniak riecht, siebt dieselbe mehrfach und läßt sie einige Tage an der Luft ausgebreitet liegen, so kommt ein Zeitpunkt, wo dieselbe den Ammoniakgeruch verloren hat. Von solcher Erde geben 100 Grm. 15 bis 20 CC. Stickgas, wenn man sie mit der bromirten Lauge schüttelt. Schließt man dieselbe in diesem Zustande in ein Glas ein, so behält sie ihren Ammoniakgehalt unverändert auf lange Zeit.

Läßt man solche Erde ausgebreitet an der Luft liegen, so verliert sie etwas Ammoniak, indessen bleibt ein Rest mehrere Monate unverändert darin, so daß 100 Grm. solcher Erde 6 bis 8 CC. Stickgas ausgaben, wenn man sie mit der Lauge schüttelte.

In lufttrockner Erde bleibt also das Ammoniak gebunden und auf lange Zeit hin unverbrannt erhalten. Nur durch Ausspühlen neu eindringender Luft verliert sie anfangs einen Theil des aufgenommenen Ammoniaks, einen anderen Theil aber vermag die Luft nicht daraus auszutreiben.

B. Um nun zu finden, welcher Theil des Bodens diese ammoniakbindende Kraft habe, wurde derselbe zunächst durch mechanische Analyse zerlegt.

Es war vorauszusehen, daß die groben Theile, die bei der mechanischen Analyse als Kies und grandiger Sand bezeichnet werden, indifferent dabei sein würden, und es wurden daher diese gar nicht geprüft. Die ammoniakbindende Kraft findet sich erst bei den feinen Gemengtheilen, sie ist weder bei dem Streusande noch bei feinem reinen Quarzsande, sondern erst bei dem thonigen feinsten Theile des Bodens, dem staubfeinen Theile vorhanden.

C. In Verbindung mit vorstehenden Versuchen wurden nun die einzelnen chemischen näheren Bestandtheile des Bodens bezüglich ihres Verhaltens zum Ammoniak näher geprüft, und zu diesem Behufe folgende Versuchsreihe angestellt:

1) Verhalten der Kieselsäure zu Ammoniak. Es kann in dieser Beziehung kaum von einer anderen Form der Kieselsäure, als der gallertartig gewesenen und in Kali löslichen die Rede sein, es ist wohl selbstverständlich, daß der feste Quarz und folglich der Sand kein Ammoniak chemisch binden kann.

Da indessen ein Sandboden in einer Anhäufung von unzähligen Sandkörnern besteht und somit eine poröse Masse darstellt, so haben wir, bei der Leichtigkeit, mit der der Versuch anzustellen ist, auch diese Form mit in die Reihe der Versuche aufgenommen.

Die in Kali unlösliche Modification der Kieselsäure, der Quarzsand. Bringt man 200 Grm. Quarzsand in ein Becherglas, stellt ein Schälchen mit Ammoniak darauf, bedeckt dann das Glas und läßt diese Vorrichtung einige Tage stehen, so riecht der auf ein Blatt Papier geschüttete Sand einige Zeit stark nach Ammoniak.

Dieses Ammoniak haftet an dem Sande aber nur in Folge condensirten Wasserdampfs, und hat man den Sand einige Tage dem Luftzuge ausgesetzt, so ist er auch vollkommen verdunstet und der Sand davon ganz frei.

Die in Kali lösliche Modification der Kieselsäure. Die aus gallertartiger Kieselsäure dargestellte lösliche Kieselsäure auf ihr Verhalten zu Ammoniak zu prüfen, schien uns von größerer Wichtigkeit, weil über dasselbe einander widerstreitende Angaben vorhanden sind.

Struckmann hat nämlich (Annal. der Chem. u. Ph. Bd. XCIV. p. 334) in einer Abhandlung über die Zersetzung der alkalischen Silicate durch Kohlensäure die Ansicht ausgesprochen, die gallertartige Kieselsäure möchte das Ammoniak als kieselsaures Ammoniak binden.

Liebig machte dagegen (Annal. der Chem. u. Ph. Bd. XCIV. p. 373) bereits die Bemerkung, daß Chlorammonium aus der verdünntesten Lösung von Wasserglas noch Kieselsäure ausfälle, und daß man der gefällten Kieselsäure durch Waschen mit Wasser alles Ammoniak entziehen könne.

Diese Angaben beziehen sich, streng genommen, wohl beide auf die noch völlig gallertförmige Säure. Wenn diese aber Ammoniak chemisch

bindet, so muß dasselbe auch noch in dem lufttrocknen Rückstande dieser Kieselgallert anzutreffen sein.

Jedermann weiß, wie schwierig es ist, gallertartige Niederschläge vollkommen auszuwaschen, bei großen Mengen ist es gar nicht möglich. Bei kleinen Mengen aber, die noch vollständig auswaschbar sind, könnte man den Einwurf machen, daß die Nachweisung des Ammoniaks in gleichem Maaße, wie die Menge der Kieselsäure kleiner wird, schwieriger werde. Aus diesem Grunde haben wir einen Versuch mit einer großen Menge Kieselsäure gemacht und denselben so angelegt, daß das Resultat unserer Ansicht nach völlig entscheidend ausfallen mußte.

Es wurde eine größere Menge Natronwasserglaslösung mit Salmiaklösung gefällt und der Niederschlag durch Decantiren lange gewaschen. Darauf wurde derselbe auf ein Seihetuch gebracht und hierauf nochmals acht Tage lang ausgewaschen. Man ließ nun den Niederschlag auf dem Tuche unter dem Dache an der Luft eintrocknen. Hierauf wurde derselbe fein gerieben und nochmals auf dem Filter lange ausgewaschen. Dieser Niederschlag wurde nun mit Ammoniakflüssigkeit zusammengerührt, auf ein Filter gebracht und an der Luft getrocknet.

Wir setzen voraus, daß durch das Auswaschen auf dem angegebenen Wege das zu entfernende Kochsalz und Chlorammonium sehr vollständig beseitigt sei, und daß andrerseits die auf solchem Wege dargestellte, in Kali lösliche Kieselsäure, falls diese Ammoniak zu binden vermag, in der Zeit, wo der nasse Niederschlag lufttrocken wird, kieselsaures Ammoniak bilden müsse. Da das vorher erfolgte Auswaschen aber bei einem so voluminösen Körper doch nicht absolut sein konnte, so sollte der Versuch darüber entscheiden, ob der Kieselsäure, falls sie einen Ammoniakgehalt zeigte, etwa noch etwas Chlorammonium anhing, oder ob jenes Ammoniak von der Kieselsäure wirklich gebunden war.

24 Grm. des lufttrocknen Pulvers werden mit 400 CC. Wasser geschüttelt. Man läßt es einige Tage stehen und decantirt und filtrirt 200 CC. Wasser ab und schüttelt 150 CC. davon mit der bromirten Lauge; die andern 50 CC. werden zur Bestimmung der darin gelösten Menge Kieselsäure abgedunstet. Nachher bringt man alle Kieselsäure auf das Filter und läßt die Flüssigkeit abtropfen, so lange ein Filtrat daraus abfließt, welches entfernt wird.

Man bringt die Kieselsäure nun wieder in das Gefäß zurück, übergießt sie ebenso wie vorhin mit 400 CC. Wasser, schüttelt damit, läßt

einige Tage stehen und filtrirt wiederum 200 CC. Wasser ab, um in 150 CC. des Filtrates das Ammoniak und in 50 CC. die gelöste Menge Kieselsäure zu bestimmen.

Diese Behandlung wird fortgesetzt, bis das Filtrat frei von Ammoniak ausfällt, und dann erst wird die Kieselsäure selbst mit der bromirten Lauge geschüttelt.

Auf solchem Wege wurden erhalten:

1) { 150 CC. ersten Filtrats gaben 1,5 CC. Stickstoff.
{ 50 = desselben = = 0,04 Kieselsäure.

2) { 150 = zweiten Filtrats gaben 2 CC. Stickstoff.
{ 50 = desselben = = 0,05 Kieselsäure.

3) 150 = dritten Filtrats gaben 0,5 CC. Stickstoff.

Die Kieselsäure selbst aber gab nun beim Schütteln mit der bromirten Lauge keine ablesbare Menge Stickgas aus.

Ebenso nun wurden behandelt:

2) Zerriebene Kreide, welche mit Aetzammoniak zum Brei angerührt worden, und, nachdem derselbe mehrere Tage gestanden hatte, auf Fließpapier gegossen und an der Luft eingetrocknet war.

100 Grm. solchen Pulvers gaben, wenn das letzte Waschwasser kein Ammoniak mehr enthielt, auch kein Stickgas mehr aus, und der kohlensaure Kalk bindet folglich auch kein Ammoniak.

Die Masse bildete nach dem Ausgießen und Trocknen auf einer Lage Fließpapiers einen festen Kuchen, der nach Verlauf von 4 Wochen Trocknens an der Luft noch 7 % Wasser enthielt und zahlreiche Hohlräume einschloß. In diesem Zustande zu Pulver zerrieben, gaben 100 Grm. der mit Ammoniak behandelten Schlämmkreide 3 CC. Stickstoff aus, das offenbar in den Hohlräumen als wässrige Ammoniakflüssigkeit eingeschlossen gewesen war.

Die Kreide hat folglich kein Vermögen, das Ammoniak so zu binden, daß es beim Eintritte feuchter Luft in ihre Poren nicht in letzterer sich verbreitete. Mit dem Luftwechsel in den Poren des kohlensauren Kalks wird das Ammoniak aus demselben entfernt.

3) Gyps. Der Gyps hat bei diesen Versuchen ein unerwartetes Resultat gegeben. Eine größere Menge desselben wurde, ebenso wie es bei der Schlämmkreide geschah, mit Wasser zum Brei angerührt, diesem wurden ungefähr 4 Unzen Aetzammoniakflüssigkeit zugefügt; man ließ den Brei einige Tage in einem Becherglase stehen, goß ihn dann auf

eine Lage Filtrirpapier und ließ ihn so lange liegen, bis der Kuchen sich zerreiben ließ. Man pulverte denselben fein, siebte das Pulver und ließ dieses zwei Monate an der Luft unter dem Dache unsres Hauses liegen.

Es ist bekannt, daß Gypslösung, mit kohlensaurem Ammoniak versetzt, einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet, während schwefelsaures Ammoniak in Lösung geht. Aus diesem Grunde hat man mehr als einmal empfohlen, den Dünger mit Gyps zu versetzen, um das flüchtige kohlensaure Ammoniak in schwefelsaures Ammoniak, das nicht flüchtig ist, umzuwandeln. Das kohlensaure Ammoniak, das man bei der trocknen Destillation thierischer Stoffe enthält, läßt man über schwefelsauren Kalk fließen, um es fabrikmäßig im Großen in schwefelsaures Ammoniak umzusetzen.

Diesen Erfahrungen nach erwarteten wir, daß der Gyps ein gewisses Quantum schwefelsaures Ammoniak beigemengt enthalten müsse, denn das Aetzammoniak mußte aus der Atmosphäre doch Kohlensäure aufnehmen und in der längeren Zeit, während der Gyps trocknete, war zu erwarten, daß dieses kohlensaure Ammoniak mit dem Gyps in kohlensauren Kalk und schwefelsaures Ammoniak sich umsetzen müsse.

Als aber nach Verlauf von zwei Monaten 100 Grm. des Gypspulvers mit stark alkalischer bromirter Lösung des unterchlorigsauren Natrons geschüttelt wurde, entwickelte sich die ganz unbedeutende Menge von 0,5 CC. Stickgas.

Demnach wird der feste Gyps nur äußerst unvollkommen von kohlensaurem Ammoniak zersetzt, und die Wirkung, welche letzteres auf den Gyps ausübt, beruht wohl immer erst darauf, daß eine hinreichende Menge Gypslösung erzeugt wird, um das kohlensaure Ammoniak durch Wechselwirkung vollständig zersetzen zu können.

Pulverförmiger Gyps, den man unter eine Glocke stellt, unter welche auch ein Schälchen mit Aetzammoniakflüssigkeit gebracht worden ist, zeigt sich des anderen Tags zwar schon stark ammoniakhaltig, dieser Ammoniakgehalt besteht aber lediglich in condensirter Ammoniakflüssigkeit, die sich ebenso an die innere Wandung der Glasglocke niederschlagen kann. Das Ammoniak aber wird vom festen Gyps nicht chemisch gebunden, und das gasförmige Ammoniak vermag eben so wenig die Basis Kalk von der Schwefelsäure zu trennen, um Aetzkalk auszuscheiden und mit der Schwefelsäure sich zu verbinden.

Endlich hat die Flächenattraction des Gypspulvers keine specifische Wirkung auf Ammoniak. Luftwechsel treibt das im Gypspulver verbreitete Ammoniak wieder aus.

4) Kohlensaure Talkerde. Die lockere wasserhaltige kohlensaure Talkerde (Magnesia alba) wurde wie die vorigen Körper mit Aetzammoniak zum Brei angemacht und einige Monate lang unter wiederholtem Zerreiben an der Luft liegen gelassen. Dieser Körper verliert alles Ammoniak wieder, so daß man bei der Anwendung von 15 Grm. keine ablesbare Menge Stickgas mehr enthält.

5) Reine Thonerde. Dieselbe wurde durch Fällen einer Alaunlösung mit Ammoniak dargestellt und lange mit Wasser gewaschen, endlich nochmals mit ammoniakalischem Wasser behandelt und an der Luft getrocknet.

Als dieselbe trocken war, gaben 25 Grm. über 60 CC. Stickgas. Wir vermutheten indessen, daß diese, obschon das Auswaschen sehr lange betrieben war, doch nur von mechanisch von der Gallert eingeschlossenem schwefelsaurem Ammoniak herrühre, und digerirten daher die ganze zur Untersuchung genommene Menge Thonerde einige Tage lang mit bromirter javelle'scher Lauge, so daß nun alles anhaftende Ammoniak zerstört werden mußte, wuschen dieselbe von Neuem mit Wasser, tränkten sie darauf mit Ammoniak und ließen sie an der Luft liegen.

Mit der Zeit verlor nun die Thonerde das Ammoniak auch, obschon sehr langsam. Als wir nach etwa 14 Tagen etwa 5 Grm. prüften, gab diese Menge noch einige CC. Stickgas, nach nochmals etwa 14 Tagen gaben 10 Grm. auch noch einige CC. Stickgas, der Rest von 10 Grm., noch später aber nur noch $\frac{3}{4}$ CC. Nachdem dieselbe nochmals 14 Tage gelegen hatte, gaben 10 Grm. wieder $\frac{3}{4}$ CC. Diese geringe Menge muß demnach doch wohl gebunden gewesen sein, und man muß dem Thonerdehydrate also wohl das Vermögen zuschreiben, eine sehr geringe Menge Ammoniak chemisch zu binden.

6) Thon. Ganz eigenthümlich verhält sich gegenüber den vorigen näheren Bestandtheilen der Thon. Während nämlich von seinen eigenen Bestandtheilen die Kieselsäure kein Ammoniak und auch die isolirte Thonerde nur Spuren davon auf lange Zeit hin gebunden halten kann, hat der Thon, als Ganzes, diese Eigenschaft in einem hohen Grade. Diese Fähigkeit, Ammoniak zu binden, beruht daher wohl nicht auf chemischer Affinität, sondern auf Flächenattraction. Der lufttrockne Thon hat dies Vermögen in noch höherem Grade als der nasse.

a) Der grauweiße Töpferthon. Ganz fein geschlämmter, mit ammoniakalischem Wasser angemachter Töpferthon verliert anfangs rasch an seinem Ammoniakgehalt. Ebenso Thon von 7 % Wassergehalt, den man gleichförmig gekörnt und einige Tage unter einer Glocke mit Aetzammoniak zusammen hat stehen lassen, bis er etwa 15 % Wasser zugleich mit enthält.

Läßt man auf die eine oder andere Weise behandelten Thon nun an der Luft im Trocknen liegen, so verschwindet der Ammoniakgehalt rasch bis auf ein gewisses Quantum, das nicht ausgetrieben wird.

Hat man z. B. von einer solchen Probe gekörnten Thons von 15 % Wassergehalt zuerst von 2 Grm. 5 CC. Stickgas erhalten, so findet man bei der gewöhnlichen Temperatur des Sommers nach fünf Tagen nur noch 1 CC. darin, nach drei oder vier Wochen, wenn der Thon nur noch 5—8 % Wasser enthält, kann man in 10 Grm. den Ammoniakgehalt nicht mehr nachweisen.

Wendet man aber 100—300 Grm. desselben an, so erhält man für je 100 Grm. 3—5 CC. Stickgas, und wenn man denselben noch so lange an der Luft liegen läßt, so wird er nicht ammoniakfrei.

Der Thon nimmt im Gegentheil aus der Atmosphäre Ammoniak auf und hält dieses bei Mangel an Feuchtigkeit unverändert gebunden. Ein Thon, der vor einem Jahre schon geschlämmt und auf einem nicht bewohnten Zimmer aufbewahrt worden war, gab von 100 Grm. 5 CC. Stickgas.

b) Gelber (eisenoxydhaltiger) geschlämmter Ziegelthon. Ganz feiner von organischen Substanzen freier Ziegelthon verhält sich ganz so, wie der eisenarme grauweiße Töpferthon. Bei 5 bis 8 % Wassergehalt behalten 100 Grm. desselben eine Ammoniakmenge, welche 4 bis 5 CC. Stickgas giebt, unverändert und selbst nach 4 bis 6 Monaten findet man ein solches Quantum darin unverändert vor.

Man könnte annehmen, es ginge auch im trocknen Thon die Ammoniakverbrennung immer fort, und es nähme derselbe zugleich aus der Atmosphäre immer wieder auf. Allein es zeigen die weiter unten folgenden Versuche, daß das Ammoniak von eisenoxydfreiem Thon an der Luft in der That kaum oxydirt wird, und daß zum Verbrennen des Ammoniaks die Gegenwart von flüssigem Wasser nothwendig ist.

Demnach erscheint der Thon also als ganz eigenthümlich und hervorragend unter allen näheren Bestandtheilen des Bodens durch die

Eigenschaft, im lufttrocknen Zustande das Ammoniak in seinen Poren durch Flächenattraction fest gebunden erhalten zu können.

7) Humus. Um das Verhalten des Humus zu Ammoniak kennen zu lernen, wurde eine Art Moorerde, die aus einem Gemenge von Quarzsand und braunen schwammigen Humuskörpern bestand, mit Ammoniak zusammen unter eine Glocke gestellt. Die Erde enthielt zu Anfang 50 % Wasser.

Im Verlaufe von drei Tagen nahm dieselbe täglich mehr Ammoniak auf. Am dritten Tage gaben 2 Grm. Erde 28 CC. Stickgas von 10° = 27,2 CC. von 0° oder 0,041484 Ammoniak. 100 Grm. jener Moorerde enthielten folglich 2,0742 Grm. Ammoniak.

Die Erde wurde nun der freien Luft ausgesetzt und wiederholt auf ihren Ammoniakgehalt untersucht. Nach acht Tagen hatte dieselbe nur noch 13 % Wasser und folglich 37 % von ihrem ursprünglichen Wassergehalt verloren. 3 Grm. dieser humosen Erde gaben nun 21 CC. Stickgas bei 11,5° oder 20,6 CC. von 0° = 0,031425 Grm. Ammoniak. 100 Grm. dieser Erde enthielten also noch 1,0712 Ammoniak.

Dieser Ammoniakgehalt erhielt sich nun auf längere Zeit hin fast unverändert an gewöhnlicher Luft.

Ebenso verhält sich auch trockenes zu Pulver geriebenes humussaures Ammoniak, daß man durch Ausziehen von humoser Erde mit Kali, Fällen der organischen Substanz mit Schwefelsäure, Auswaschen, Lösen des Niederschlags in Ammoniak und Eindunsten des braunen Niederschlags zur Trockene bereitet hat. Auch solches scheint nur sehr langsam eine Veränderung hinsichtlich seines Ammoniakgehaltes zu erleiden.

Das Ammoniak wird von der Humussäure offenbar chemisch gebunden, und spielt in dieser Verbindung dieselbe einfache Rolle als Basis, wie in anderen Ammoniaksalzen. Das in dieser Form gebundene Ammoniak wird von der bromirten javelleschen Lauge vollständig zersetzt und entwickelt damit die entsprechende Menge Stickgas. Bei Mangel an Wasser ist dieses Salz einigermaaßen beständig gegen den Sauerstoff der Luft, was nicht der Fall ist, wenn solche ammoniakhaltige Humussubstanzen stark mit Wasser angefeuchtet der Luft ausgesetzt werden; denn wirft man zerriebenes humussaures Ammoniak, unmittelbar nachdem es im Wasserbade zur Trockene gebracht worden ist, in die bromirte alkalische Lauge, so entwickelt es sofort unter förmlichem Aufbrausen reichlich Stickgas. Mißt man die Menge, welche ein gewogenes Quantum entwickelt,

und untersucht, nachdem die Verbindung längere Zeit aufbewahrt worden ist, dieselbe wieder, so erhält man fast dieselbe Menge Stickstoff. Ganz anders verhält es sich damit, wenn die Verbindung mit Wasser angefeuchtet der Luft ausgesetzt wird, denn alsdann verschwindet nach und nach das Ammoniak, wie weiter unten gezeigt werden soll.

Aus dieser Versuchsreihe ergiebt sich ein sehr verschiedenes Verhalten der einzelnen näheren Bestandtheile des Bodens zum Ammoniak.

Wir finden darunter einen einzigen, der wesentlich das Ammoniak chemisch zu binden vermag, das ist der Humus. Thonerdehydrat scheint dieses Vermögen in höchst geringem Grade zu haben, ähnlich, wie es vom Eisenoxydhydrate bekannt ist.

Ebenso finden wir unter allen denselben näheren Bestandtheilen einen einzigen, der sich durch seine Flächenattraction zum Ammoniak so auszeichnet, daß man ihm die Eigenschaft, das Ammoniak zu binden, die wir am Boden als Ganzes beobachten, zuzuschreiben hat; dies ist der Thon.

Alle übrigen Bestandtheile verhalten sich als feste Körper fast indifferent gegen Ammoniak.

II. Verhalten des Ammoniaks zum Boden und zu den näheren Bestandtheilen desselben, unter dem Einflusse des Sauerstoffes bei Gegenwart von flüssigem Wasser.

Die folgenden drei Versuchsreihen A. B. und C. sind Parallelen zu der vorigen. Es sind dabei dieselben näheren Bestandtheile und dieselben Bodenarten mit Ammoniak behandelt, nur mit der Abänderung, daß die Erden hinreichend feucht mit dem Ammoniak längere Zeit in Berührung blieben.

Ein Quantum des zu prüfenden Materials wurde mit einer abgemessenen Menge einer verdünnten Ammoniaklösung zusammen in ein Glas von 200 CC. Inhalt mittelst Kork luftdicht eingeschlossen, und der Kork gut versiegelt. So blieben die Gefäße einen bis drei Monate bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (17° bis 20°) stehen. Nach Verlauf dieser Zeit öffnet man den Kork, indem man das Gefäß schräg in Wasser hält, so daß keine Erde herausfallen kann, beobachtet hierbei, ob Wasser eindringt, oder Luft austritt, untersuchte dann die mit Kali von Kohlen-

Für die folgenden Versuche ist also einfacherweise zu merken, daß

1) die eingeschlossene Luft zu Anfang 21 % Sauerstoff enthielt; daß
2) bei den mit A. bezeichneten Versuchen zu Anfang eine 10,6 CC. Stickgas (bei 18°) entsprechende Menge Ammoniak mit eingeschlossen wurde; und
3) die Kohlensäure eigentlich nur qualitativ bestimmt werden konnte. (Wo Zahlen angegeben sind, sollen diese nur größere oder geringere Mengen unterscheiden, alles Gas ist nämlich über Wasser aufgefangen, und somit kann von einer eigentlich quantitativen Kohlensäurebestimmung keine Rede sein, in einigen Fällen, wo der ganze Sauerstoff in Kohlensäure umgewandelt war, zeigen die Absorptionen durch Kali übrigens genau genug ein Fünftel Kohlensäuregehalt.)

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die Spalten derselben geben an:

A. das dem Versuche unterworfene Material;

B. die schließlich im Gefäße wiedergefundene Menge Sauerstoff;

C. diese Menge von 21 % subtrahirt, also das Quantum, welches von dem eingeschlossenen Material und dem Ammoniak absorbirt worden;

D. die in der über Wasser aufgefangenen Luft gefundene Menge Kohlensäure;

E. die beim Schütteln des Inhaltes mit der bromirten Lauge entwickelte Menge Stickgas in Cubikcentimetern;

F. diese Menge subtrahirt von 10,6 CC., also die Menge Ammoniak, welche in der angegebenen Zeit verschwunden, d. h. zu Salpetersäure verbrannt, oder in stickstoffhaltige organische complicirte Stoffe umgewandelt worden ist. Correctionen wegen der Temperatur sind hierbei weiter nicht angebracht, weil man das Azotometer stets mit Wasser von 17 bis 19° füllte, während der Titer der Ammoniaklösung bei 18° genommen war. Auch sind Bruchtheile von Cubikcentimetern nicht berücksichtigt.

säure befreite Luft auf ihren Sauerstoffgehalt und die darin vorhandene Erde auf ihren Ammoniakgehalt.

Die beiden Versuchsreihen A. und B. sind in dieser Weise mit Aetzammoniak, die dritte C. ist mit kohlensaurem Ammoniak angestellt.

Die beiden ersten unterscheiden sich nur dadurch von einander, daß verschiedene Mengen Ammoniak zur Anwendung kamen.

Versuchsreihe A. und B. Alle folgende Körper sind in der Versuchsreihe A. mit 20 CC. einer Ammoniakflüssigkeit eingeschlossen, welche beim Titrestellen (indem dieses Quantum mit Wasser und der bromirten Lauge geschüttelt wurde) 10,6 CC. Stickgas von 18° gab. Wo 100 Grm. Erde angewandt wurden, sind außerdem noch 20 CC. Wasser hinzugesetzt. Die Gefäße wurden mit Luft von 17° zusammen nach vollendeter Füllung luftdicht geschlossen.

Nach Verlauf von zwei bis drei Monaten ward, wie oben angegeben, das Gefäß unter Wasser geöffnet. Man läßt einen Theil der darin enthaltenen Luft in ein graduirtes Rohr treten, schüttelt diese Luft mit Kali und beobachtet, ob Kohlensäure zugegen war. Der Rest wurde mittels Kali und Gerbsäure auf seinen Sauerstoffgehalt untersucht.

Nachher, wenn etwas Wasser in das Glas gedrungen ist, schüttelt man dasselbe, indem man die Oeffnung mit dem Finger verschließt, läßt noch mehr Wasser hinein und füllt es damit endlich so weit, daß sich der ganze Inhalt in das Reservoir spülen läßt, in welchem man denselben behufs der Bestimmung des darin noch vorhandenen Ammoniaks mit der bromirten Lauge schüttelt. Es geht hierbei, weil Wasser genug zugegen ist, vom Ammoniak so gut wie nichts verloren.

Die mit B. bezeichneten Versuche sind zwar mit denselben Materialien, aber mit einer viel größeren Menge Ammoniak, nämlich einer Flüssigkeit, von der 20 CC. 212 CC. Stickgas von 15° entwickelten, angestellt. Sie sollte nur dazu dienen, zu prüfen, ob bei einem sehr großen Ammoniakgehalt andere Erscheinungen einträten. Hierbei konnte nur die Veränderung der Luft als Maßstab dienen, denn die ganze Menge Stickgas, welche die Rückstände nach längerer Zeit noch entwickelten, faßte das zum Messen desselben dienende Instrument nicht, und theilen läßt sich der Inhalt nicht wohl, ohne merkliche Fehler.

Nr.	A.	B.	C.	D.	E.	F.
1	15 Grm. Kieselsäure (löslich in Kali) . . .	19	2	0	10	0,6
	100 = (ochergelber) Sand	20	1	0	10	0,6
2	100 = Schlämmkreide	18	3	0	9	1,6
3	100 = Gyps	19	2	0	10	0,6
4	10 = kohlensaure Talkerde	20	1	0	10	0,6
5	25 = Eisenoxydhydrat	16	5	0	8	2,6
6	100 = grauweißer Thon	18	3	0	9	1,6
7	100 = geschlämmter Ziegelthon	15	6	0	7	3,6
8	50 = Moorerde	0	21	20	0	10,6
9	50 = Moorerde	0	21	20	0	10,6
10	100 = Walderde	0	21	4	0	10,6
11	100 = Walderde	0	21	3	0	10,6
12	100 = Ackererde	0	21	4	0	10,6
13	100 = Ackererde	0	21	.2	0	10,6
14	100 = thoniger weiß. Sand, org. Mat. enth.	11	10	0	8	2,6

Versuche, bei welchen die Erden nur zwei bis drei Wochen mit Ammoniak eingeschlossen blieben:

15	50 Grm. Moorerde	0	—	—	4	6,6
16	50 = Moorerde	0	—	—	6	4,6
17	50 = Ackererde	0	—	—	5	5,6

Ueberblickt man diese Zahlen, so findet man unter den Substanzen von 1 bis 7 nur das Eisenoxydhydrat und den sehr eisenoxydhaltigen rothen Thon (geschlämmten Ziegelthon) als Körper, welche eine wesentliche Menge Ammoniak zum Verschwinden gebracht haben. Diese Wirkung liegt offenbar im Eisenoxydhydrat, denn sie ist beim grauweißen Thone sehr gering. Ueberhaupt sind die geringen Sauerstoffabsorptionen aller jener Mineralkörper von 1 bis 7 (außer den beiden genannten), wohl der Oxydation geringer Mengen organischer Materie, die sich als Staub unter denselben findet, und dem Fehler der Analyse zuzuschreiben.

Diese Ursache kann nicht mehr bei dem Eisenoxydhydrate angenommen werden, seine Wirkung mag vielmehr darin bestehen, daß es durch den Wasserstoffgehalt des Ammoniaks reducirt und durch den Sauerstoff der mit eingeschlossenen Luft immer wieder oxydirt wird.

Bei den an organischen Materien reichen und reicheren Erden von 8 bis 14 verhält es sich ganz anders, hier ist der Sauerstoff in zwei bis drei Monaten ganz absorbirt, und auch alles Ammoniak verschwunden.

Beim Oeffnen eines Glases mit Moorerde zeigt sich weder ein Vacuum noch ein Plus am Gasinhalt. Obschon dieses Gas unter Wasser ins graduirte Rohr gelassen wurde, zeigte es ein Fünftel seines Gehaltes Kohlensäure.

Beim Aufbrechen der Gläser mit Ackererde, die humusarm ist, zeigte sich wiederholt ein Vacuum, das beträchtlich und in einem Falle so groß war, daß beim Weichen des Korks sich die Hälfte des Glases mit Wasser füllte. Woher dieses kommt, können wir noch nicht erklären, wir haben bereits größere Mengen Erden mit Ammoniak eingeschlossen, um den Versuch zu wiederholen. Um jeden Fehler zu vermeiden, ist bei diesen neuen Versuchen das Ammoniak in einem zugeschmolzenen Röhrchen in das Glas eingeführt; dieses mit einem Kork, in dem ein Haarröhrchen steckt, nebst der Erde versiegelt, das Gefäß ist dann im Wasser von gemessener Temperatur stehen gelassen. Hierauf ist das Haarröhrchen zugeschmolzen und das Rohr mit Ammoniak innen durch Schütteln zertrümmert. Wir wollen über den Erfolg dieses Versuchs später berichten.

Beachtenswerth ist, daß bei kürzerer Zeitdauer schon der ganze Sauerstoff in Berührung mit Moorerde und Ackererde verzehrt ist, bevor das Ammoniak verschwindet. Da bei längerer Dauer nun gar kein Ammoniak mehr gefunden wird, so muß der Rest des Ammoniaks ohne Mitwirken des Sauerstoffs der Luft umgewandelt werden. Dieser Rest kann also nicht oxydirt sein, er muß mit den Humussubstanzen stickstoffhaltige organische Körper, etwa solche, die den Amiden vergleichbar sind, bilden. Solche Körper werden durch die bromirte Lösung vom unterchlorigsauren Natron nicht zersetzt. Indessen ist es auch möglich, daß hier der Gehalt von Eisenoxydhydrat dieses Resultat zu Wege gebracht hat.

Versuchsreihe B. Die Erden sind mit einer 212 CC. Stickgas entsprechenden Menge Ammoniak, gelöst in 20 CC. Wasser, eingeschlossen, ohne weiteren Zusatz von Wasser. Es ist hierbei blos die Luft, nachdem die Gefäße zwei Monate gestanden hatten, auf ihren Sauerstoffverlust untersucht.

Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Es giebt an Spalte:

A. das Material;

B. die nach Beendigung des Versuchs wiedergefundene Menge Sauerstoff;

C. die Zahl voriger Tabelle, subtrahirt von 21 % Sauerstoffgehalt der Luft, also die Menge Sauerstoff, welche in Berührung mit dem Materiale und dem Ammoniak im Laufe von zwei Monaten verschwunden ist.

Nr.	A.	B.	C.
1	100 Grm. ochergelber Sand	20	1
2	100 = Schlämmkreide	14	7
3	100 = Gyps	15	6
4	10 = kohlensaure Talkerde	20	1
5	25 = Eisenoxydhydrat	18	3
6	100 = grauweißer Thon	17	4
7	100 = feiner Ziegelthon	17	4
8	100 = Gartenerde	0	21
9	100 = Walderde	0	21
10	100 = Ackererde	0	21
11	50 = Moorerde	0	21
12	50 = Moorerde	0	21

Auch bei viel Ammoniak also (und wenig Wasser) haben die eigentlichen Mineralkörper in Berührung mit Ammoniak wenig Sauerstoff zum Verschwinden gebracht. Der Gyps und die Schlämmkreide erhielten sich hierbei auffallend, indessen dürften dieselben (es waren käufliche) organische Materie beigemengt enthalten haben.

Versuchsreihe C. Zur Vergleichung mit Aetzammoniak wurde nun auch die Lösung vom käuflichen kohlensauren Ammoniak mit verschiedenen Mineralkörpern und Erden eingeschlossen. Die Gläser hatten leer 200 CC. Inhalt, wie bei vorigen Versuchen. Es wurden von dieser Lösung 10 CC., welche zufolge vorhergegangener Bestimmung 21 CC. Stickgas von 0° mit der bromirten Lauge entwickelten, mit der Erde u. s. w. eingesiegelt. Diese Gefäße blieben ebenso lange, wie diejenigen der vorigen Versuchsreihe, stehen.

Die Bestimmung der Kohlensäure konnten wir nicht genau ausführen; da es aber schon von Interesse war zu wissen, ob aus dem kohlensauren Ammoniak Kohlensäure frei wurde, so ließen wir das Gas unter Wasser so rasch als möglich ins graduirte Rohr treten, lasen ab und schüttelten mit Kali. Auf diesem Wege sind die in der betreffenden Columne aufgeführten Zahlen für Kohlensäure gefunden; sie sind sicherlich alle etwas zu klein, indessen giebt die Vergleichung der relativen Mengen untereinander doch einige Aufschlüsse, die, hätte man diese Bestimmungen ganz unterlassen, nicht erhalten worden wären. Zu bemerken ist, daß der ganze Sauerstoff, der bei dieser Versuchsreihe mit den 21 CC. Stickgas entsprechenden Mengen Ammoniak in den Gläsern eingeschlossen wurde, nicht ausreichend war, um den ganzen Wasserstoff einer solchen Menge Ammoniak zu Wasser und das entsprechende Volumen Stickgas zu Salpetersäure zu verbrennen. Die erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Nr.	Das Material.	Sauerstoffgehalt der im Glase befindlichen Luft in %.	Sauerstoff-Verlust in %.	Kohlensäuregehalt der im Glase befindlichen Luft in %.	Menge des wiedergefundenen Stickgases auf 0° redue. in CC.	Aus vorstehendem Volum berechnetes Gewicht des Stickstoffs in Grm.	Dem vorsteh. Gew. Stickgas entsprechendes Gew. als Ammoniak in Grm.	Ammoniak-Verlust in Grm.
1	100 Grm. Thon	18,5	2,5	1,0	21,0	0,0263	0,0319	0
2	100 = Ziegelthon geschlämmt .	11,5	9,5	2,5	13,0	0,0162	0,0196	0,0123
3	100 = weißer Sand, Org. enth.	0,0	21,0	10,6	10,5	0,0130	0,0160	0,0160
4	100 = gelber eisenhaltiger Sand	15,0	6,0	6,4	20,0	0,0250	0,0300	0,0012
5	100 = Schlämmkreide. . . .	0,0	21,0	10,5	21,0	0,0263	0,0319	0
6	100 = zerriebene Kreide . . .	13,0	8,0	2,5	21,0	0,0263	0,0319	0
7	20 = Magnesia alba . . .	15,0	6,0	—	19,5	0,0244	0,0296	0,0023
8	100 = Gyps	16,0	5,0	5,3	21,0	0,0263	0,0319	0
9	100 = Ackererde	0,0	21,0	10,6	15,0	0,0187	0,0227	0,0092
10	100 = Erde vom Bienitz . .	7,5	13,5	15,8	19,0	0,0238	0,0290	0,0030
11	100 = Gartenerde.	0,0	21,0	15,3	15,0	0,0187	0,0227	0,0092
12	50 = Moorerde	0,0	21,0	25,8	10,5	0,0130	0,0160	0,0160
13	100 = reiner Quarzsand . . .	21,0	0,0	3,0	21,0	0,0263	0,0319	0

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

Diese Zahlen zeigen wiederum, daß das Eisenoxydhydrat und der Eisenoxydhydrat enthaltende Thon und Sand unter dem Einflusse vom Ammoniak Sauerstoff zum Verschwinden bringen, was nur auf einer Oxydation des Ammoniaks beruhen kann.

Am vollständigsten ist der Sauerstoff in Berührung mit dem Humus verschwunden, und wo viel Sauerstoff absorbirt wurde, da findet sich ein reichlicher Kohlensäuregehalt, der, mit Ausnahme der Fälle, wo humushaltige Körper dem Versuche unterworfen waren, nur von der im kohlensauren Ammoniak vorher enthaltenen Kohlensäure herrühren kann.

Ganz auffallend ist in dieser Beziehung der Versuch mit der Schlämmkreide, der sich, falls diese nicht etwa Eisenoxydulverbindungen enthielt, kaum erklären läßt.

Endlich wurden noch abgewogene Mengen der Ackererde, also eines Complexes aller in Vorstehendem behandelten näheren Bestandtheile, in Bezug auf die Art und Weise, wie sie sich zum Ammoniak bei Gegenwart von Wasser verhält, geprüft.

Diese Erde wurde zuerst auf ihren Ammoniakgehalt untersucht, dann in eine Porcellanschale gebracht und der freien Luft ausgesetzt. Jeder Regenfall blieb in der Schale, bis er wieder verdunstete, so daß die diesem Versuche ausgesetzte Erde also noch einen Zuwachs von Außen her erhielt. Der Versuch unterscheidet sich von denen, bei welchen dieselbe Ackererde im Laufe des vorigen Sommers zur Untersuchung jedes Mal vom Felde geholt wurde, nur dadurch, daß hier 300 Grm. in einer Porcellanschale befindlich, allen Regen, der auf eine solche Schale, die 212 CC. (19 Zoll) Durchmesser hatte, fiel, für sich bekam und nicht, wie es auf dem freien Felde der Fall ist, von Regenwasser benetzt wird, das seinen Ammoniakgehalt möglicherweise schon an eine andere Erdschicht abgegeben hatte.

Zu diesen Versuchen diente eine Erde, die vorher Ammoniakdämpfen ausgesetzt gewesen war, und 0,005 Grm. Ammoniak in 300 Grm. enthielt. Man brachte sechs Portionen Erde à 300 Grm. in Schalen, stellte diese nebeneinander im Garten auf das Gerüst einer Laube und ließ sie so zwei Monate lang stehen.

Darauf wurde die Erde auf ihren Ammoniakgehalt geprüft. Man glaubte einen Zuwachs finden zu müssen, da ja jeder Regen, der auf

die in den Schalen befindlichen Erden fiel, Ammoniak mitbrachte; aber es fanden sich nur folgende Mengen wieder:

Schale I. enthielt nur noch 0,001 Grm. Ammoniak.
= II. = = = 0,001 = =
= III. = = = 0,002 = =
= IV. = = = 0,001 = =
= V. = = = 0,0015 = =
= VI. = = = 0,0014 = =

Werden mit Ammoniak gesättigte Erden der Luft ausgesetzt, so nimmt der Ammoniakgehalt nach und nach ab; und zwar findet diese Abnahme an Ammoniak bei feuchten Erden rascher statt, als bei trockenen.

Ebenso scheint der trockene Boden eine etwas größere Absorptionsfähigkeit gegen das Ammoniak zu haben, als ein feuchter, welches Factum durch folgenden Versuch dargelegt werden kann. Man brachte ganz lufttrockene Erde (4 % HO) auf einem Brett ausgebreitet in einen Kuhstall; daneben legte man eine Quantität derselben Erde, welche aber 26 % Feuchtigkeit enthielt. Nachdem beide Erden einen Tag in dem Kuhstalle gelegen hatten, wurden sie auf ihren Ammoniakgehalt untersucht.

Erde I. 100 Grm. der luftrockenen Erde (4 % HO) hatten
11 CC. N = 0,016 Grm. NH_3 aufgenommen.
Erde II. 100 Grm. der feuchteren Erde (26 % HO) hatten
8 CC. N = 0,012 Grm. NH_3 aufgenommen.

Nach zwei Tagen enthielten:

Erde I. 100 Grm. 4 % feucht 20,25 CC. N = 0,030 Grm. NH_3
= II. 100 = 20 % = nur 10,0 = = = 0,014 = =

Nach vier Tagen enthielt die Erde I. 5 % Wasser, die Erde II. noch 12 %; ihr Ammoniakgehalt war folgender:

Erde I. 100 Grm. gaben 27,0 CC. N = 0,040 Grm. NH_3
= II. 100 = = 18,5 = = = 0,028 = =

Nach sechs Tagen enthielt die Erde I. 5 %, die Erde II. nur noch 9 % Wasser, und an Ammoniak hatten die Erden aufgenommen:

Erde I. 100 Grm. 31,2 CC. N = 0,047 Grm. NH_3
= II. 100 = 20,7 = = = 0,030 = =

Nach dreizehn Tagen enthielt die Erde I. noch 5 % Wasser, die Erde II noch 9 %; der Ammoniakgehalt war folgender:

100 Grm. der Erde I. gaben 32,0 CC. N = 0,048 Grm. NH_3
100 = = = II. = 24,5 = = = 0,037 = =

Nach sechzehn Tagen enthielt Erde I. 6 % Wasser, Erde II. 9 %.

100 Grm. der Erde I. gaben 31 CC. N = 0,046 Grm. NH_3
100 = = = II. = 24 = = = 0,036 = =

Nach achtzehn Tagen hatten

100 Grm. der Erde I. 32 CC. N. = 0,048 Grm. NH_3 aufgenommen.
100 = = = II. 24,5 = = = 0,037 = = =

Nach zwanzig Tagen gaben

100 Grm. der Erde I. 33 CC. N = 0,049 Grm. NH_3
100 = = = II. 24 = = = 0,036 = =

Von nun an nahmen die Erden kein Ammoniak mehr auf. Diese Erden wurden nun an die Luft gelegt; Erde I. hatte 5 %, Erde II. 8 % Feuchtigkeit; beide Erden kann man sonach als luftrocken annehmen. Nach vierzehn Tagen gaben

100 Grm. der Erde I. noch 20 CC. N = 0,030 Grm. NH_3
100 = = = II. = 15 = = = 0,023 = =

Nachdem die Erden acht Wochen an der Luft gelegen hatten, zeigten die Reste beider Erden, je 50 Grm., noch:

Erde I. 9 CC. N = 0,014 Grm. NH_3
= II. 6,5 = = = 0,0096 = =

Der folgende Versuch zeigt, wie rasch eine feuchte, mit Ammoniak gesättigte Erde, wenn sie an die Luft gelegt wird, Ammoniak verliert.

Eine Quantität 26,0 % Wasser haltende Erde wurde unter einer großen Glasglocke Ammoniakdämpfen ausgesetzt; nach drei Tagen aus dem Ammoniakraume herausgenommen, in einer Reibschale gerieben, so daß das überflüssige Ammoniak sich verflüchtigen konnte, und dann an einer Probe der Ammoniakgehalt der Erde bestimmt.

2,5 Grm. der Erde gaben 10,0 CC. N = 0,015 Grm. NH_3
10,0 = = = = 40,0 = = = 0,061 = =

Die Erde enthielt somit Anfangs 0,6 % Ammoniak; mit diesem Ammoniakgehalte wurde sie auf Glasplatten zu je 10 Grm. ausgebreitet und der Luft ausgesetzt.

Nach 24 Stunden erhielt man aus 10 Grm. einer solchen Erde noch 12 CC. N = 0,018 NH_3, demnach hat diese Erde in 24 Stunden an Ammoniak verloren 0,042 Grm. oder 0,42 %.

Andere 10 Grm. der 0,6 % Ammoniak haltenden Erde, welche auf einer Glasplatte unter eine Glocke mit Schwefelsäure gesetzt wurden, gaben nach 24 Stunden noch 14,1 CC. N = 0,021 Grm. NH_3; die Erde hatte also über Schwefelsäure nur 0,39 %, etwas weniger, als in freier Luft, an Ammoniak verloren.

Nach drei Tagen hatten 10 Grm. der Erde an der Luft verloren 20,0 % Wasser; an Ammoniak hielt die Erde noch 5,7 CC. N = 0,0086 Grm. NH_3.

Ueber Schwefelsäure verlor die Erde 13 % Wasser; an Ammoniak hielt sie noch 9,2 CC. N = 0,014 Grm. NH_3.

Die Erde hatte somit
an der Luft nach drei Tagen an Ammoniak verloren 0,052 Grm. od. 0,52 %.
üb. Schwefels. = = = = = = 0,046 = = 0,46 =

Nach vier Tagen hatte die an der Luft liegende Erde noch ebenso viel Ammoniak, wie zuvor. Die über Schwefelsäure befindliche Erde gab noch 7,8 CC. = 0,011 Grm. NH_3, hatte also 0,049 Grm. oder 0,49 % an Ammoniak verloren. Der Wassergehalt der Erde betrug 10 %.

Nach zehn Tagen war die an der Luft liegende Erde luftrocken, sie hatte noch 5 % Wasser, somit 21 % verloren; 10 Grm. gaben noch 5,2 CC. N = 0,0078 Grm. NH_3, folglich Verlust an Ammoniak 0,054 Grm. oder 0,54 %.

Die über Schwefelsäure befindliche Erde hatte noch 9 % Feuchtigkeit und gab noch 7,4 CC. N = 0,011 Grm. NH_3, diese hatte sonach an Ammoniak 0,049 Grm. oder 0,49 % verloren.

Jetzt wo beide Erden ganz trocken geworden waren, fand sich nach 21 Tagen noch dasselbe Quantum Ammoniak, sowohl in der über Schwefelsäure stehenden, als in der an der freien Luft liegenden Erde, und es traf hier wieder ein, daß trockene Erden das Ammoniak energisch zurückhalten.

(Schluß im folgenden (10.) Hefte.)

Beiträge zur Kenntniß der Futtermittel

von

C. M. Eisenstuck in Stockholm.

Von den zu vorliegender Untersuchung dienenden Materialien sind Erbsen, Roggen, Roggenstroh, Wiesenheu, Leinsamen und Kartoffeln auf einem eine halbe Meile von Enköping im mittleren Schweden belegenen Gute cultivirt worden; die Raps- und Leinkuchen wurden aus einer hiesigen Oelmühle bezogen, und zwar sind zwei Sorten der ersteren von deutschen Ostseehäfen einverschrieben, die andern beiden Sorten Rapskuchen aber sind hauptsächlich aus ausländischem Raps geschlagen worden; der Leinkuchen dagegen ist ein echt schwedisches Produkt.

Die Bestimmungen selbst betreffend, sind im Allgemeinen die bekannten Methoden angewendet worden; so für Asche, Wasser und Stickstoff; nur in Bezug auf Fett- und Cellulosebestimmungen erwiesen sich einige Modificationen in der Ausführung selbst als zweckmäßig.

Die Fettbestimmung wurde entweder durch einhalb- bis eintägige Digestion mit Aetherdampf und Verdunsten der gesammten Aetherquantität oder durch ein- bis zweitägige kalte Digestion mit Aether in verschlossenen Flaschen ausgeführt. Bei letzterer Art wurde unter Vermeidung jeglicher Verdunstung ein bestimmter Volumtheil, meistens drei Viertel der gesammten Menge, mittelst Drucks in eine oberhalb der Flasche befestigte Pipette abfiltrirt und der Verdunstung überlassen. Die Resultate beider Methoden zeigten, sobald die Einwirkung, wie oben erwähnt, eine hinreichende war, gute Uebereinstimmung. Verwendet man bei letzterer Methode nicht zu wenig feingeriebene Substanz und eine hinlängliche Menge Aether, so müssen natürlich zwei nach einander folgende Proben dasselbe Resultat ergeben. Beispielsweise mag hier angeführt werden, daß nach letzterem Verfahren bei zwei angestellten Versuchen die Resultate folgende waren:

Nach zwölf Stunden kalter Digestion bei 1,633 Grm. Rapskuchen = 10,82 Proc. Fette; dagegen nach dreitägiger kalter Digestion bei

1,2205 Grm. desselben Rapskuchens 11,25 Proc. Eine Digestion mit Aetherdampf lieferte 11,15 Proc. Man sieht hier deutlich, daß eine zwölfstündige Behandlung, selbst unter fleißigem Umschütteln, wie es geschah, nicht hinreichend ist, und jedenfalls für eine derartige Extraction mindestens ein Tag Zeit gegeben werden muß; die Extraction mit Aetherdampf war ebenfalls zwölf Stunden lang fortgesetzt worden.

Die Ermittelung des Gehalts an Cellulose geschah, wie üblich, durch aufeinanderfolgende Digestion mit dreiprocentiger Salzsäure, dreiprocentiger Natronlauge, beinahe absolutem Alkohol und zuletzt mit Aether in gelinder Wärme; nur bei den Leinsamen und Oelkuchen mußte sich eine vorhergehende Extraction mit Aether vortheilhaft erweisen.

Das Abfiltriren der Salzsäure, vor Allem aber der Natronlauge von dem damit extrahirten Rückstande ist eine der mißlichsten und langwierigsten Arbeiten bei Untersuchungen dieser Art. Man kann sie jedoch durch folgende einfache Vorrichtung beschleunigen. Eine ungefähr 9″ lange Glasröhre zieht man an dem einen Ende trichterförmig aus und bringt an diese Stelle einen, wenn es sich um die letzte Filtration handelt, vorher gewägten, aus dicht aufeinander gewickeltem Platindraht bestehenden und an die Wandungen der Glasröhre möglichst gut anschließenden Trichter. Wenn diese Röhre nun mit der zu filtrirenden Flüssigkeit gefüllt und das Filtrat so lange zurückgegossen worden ist, als es trüb war, so verbindet man das obere Ende dieser Röhre mit einer andern Flasche luftdicht, in welche eine durch Einschaltung eines Kautschukrohrs beweglich gemachte Wassersäule mündet. Anfänglich darf man nur einen wenige Zoll betragenden Druck anwenden, doch hat man ihn zu steigern, je mehr sich die Substanz festgesetzt hat und je langsamer die Flüssigkeit filtrirt. In einzelnen Fällen habe ich den Druck bis zu 8 und 10 Fuß steigern müssen, um innerhalb eines Tages die Filtration und das Auswaschen zu beenden.

Bei der Umrechnung des Gehalts an Stickstoff, wie ihn die Verbrennungen mit Natronkalk lieferten, auf Protein diente die Zahl 6,25.

Folgende Tabelle enthält die procentisch berechneten Ergebnißzahlen aller einzelnen Bestimmungen:

Futtermittel.	Wasser.	Asche.	org. Substanz.	Stickstoff.		Protein.	Fett.		Cellulose.
	%	%	%	%			%		%
Erbsen . . .	15,03	2,78	82,19	3,90		24,3	1,51		4,30
Roggen . .	10,29	2,11	83,60	1,35 1,37	1,36	8,5	2,29		1,47
Roggenstroh	12,39	4,79	82,82	0,41 0,45	0,43	2,68	1,43		36,05
Wiesenheu .	12,87	7,33	79,80	1,52 1,59	1,56	9,75	4,20		22,09
Kartoffeln .	75,74	1,27	22,99	0,259 0,278	0,268	1,70	—		0,64
Leinsamen .	9,28	3,33 3,32	87,39	3,58 3,60	3,59	22,4	35,29 35,82	35,56	4,16
Leinkuchen .	13,49	6,99	79,52	4,87 5,07	4,97	31,1	11,49 11,59	11,54	7,87
Rapskuchena.	13,71	8,07	78,22	5,19 5,38	5,28	33,0	10,97 11,08	11,02	10,58
Desgl. = b.	14,54	8,25	77,21	5,49		34,3	10,02		—
Desgl. = c.*)	14,52	8,02	77,46	4,29		26,8	11,11		—
Desgl. = d.*)	13,57	8,01	78,42	4,94		30,8	10,32 10,16	10,24	—

Zur nähern Bezeichnung der Qualität dieser Futtermittel, welche sorgsam gereinigt zur Analyse verwandt wurden, und als Vorausschickung zu der in nächster Tabelle aufgeführten procentischen Zusammensetzung derselben, mögen noch einige weitere Zahlenverhältnisse folgen.

1 sächs. Scheffel Erbsen hiervon würde 123,075 Kilogrm. wiegen;
1 = = Roggen = = 103,27 = =

Dieser Roggen selbst ist auf einem an und für sich zwar guten, aber ausgetragenen Boden nach dem in früherer Zeit hier ziemlich allgemeinen System der Zweifelderwirthschaft, ohne allen Dünger, gebaut worden.

Das Heu, auf einer im Untergrund kalkhaltigen, jedoch in den meisten Jahren nassen Wiese producirt, zeigte, so weit sich erkennen

*) c und d von deutschen Ostseehäfen bezogen.

ließ, nach der von Herrn Dr. Ekman vorgenommenen Untersuchung, folgende Pflanzenspecies, und nach Reportirung des nicht mehr deutlich Erkennbaren folgende procentische Zusammensetzung:

Pimpinella Saxifraga L. . .	3,85 %.
Lathyrus pratensis L. . . .	2,45 =
Vicia augustifolia Roth . . .	14,49 =
Vicia cracca L.	19,25 =
Anthriscus sylvestris Hoffm. .	1,69 =
Taraxacum officinale Wigg. .	1,05 =
Geum rivale L.	6,33 =
Ranunculus acris L.	2,95 =
Spiraea Ulmaria L.	5,98 =
Sonchus arvensis L.	2,45 =
Carum Carvi L.	5,98 =
Avena pratensis L.	1,77 =
Poa pratensis L.	1,40 =
Agrostes	5,75 =
Equiseta	7,51 =
Carices	17,19 =
	100,00 %.

Die Kartoffeln waren in Bezug auf ihre Größe als eine mittlere Sorte anzusehen; im Durchschnitt wog das Stück 42,17 Grm.

Uebersichtlich zusammengestellt würden die einzelnen Bestimmungen in folgender Tabelle ihren Ausdruck finden. Die letzte Columne enthält die im lufttrockenen Futtermittel (mit $\frac{1}{7}$ = 14,3 Proc. Wasser berechnet) befindliche Quantität Protein als Einheit in Relation zu Fett, Holzfaser und den übrigen stickstofffreien Nährstoffen.

Futterstoff.	Wasser.	Mineral. Bestandtheile.	Protein.	Fett.	Holzfaser.	Uebrige Stickstofffreie Substanzen.	Verhältnisse zwischen Prot., Fett, Holzf. und N.-freie Sbst.
Erbsen . . .	15,03	2,78	24,3	1,51	4,30	52,08	1:0,061: 0,177: 2,143
Roggen . .	14,29	2,11	8,5	2,29	1,47	71,34	1:0,270: 0,173: 8,393
Roggenstroh	12,39	4,79	2,68	1,43	36,05	42,66	1:0,533:13,451:15,917
Wiesenheu .	12,87	7,33	9,75	4,20	22,09	43,76	1:0,431: 2,265: 4,488
Kartoffeln .	75,74	1,27	1,70	—	0,64	20,65	1: — : 0,376:12,147
Leinsamen .	9,28	3,33	22,4	35,56	4,16	25,27	1:1,587: 0,186: 1,128
Leinkuchen .	13,49	6,99	31,1	11,54	7,87	29,01	1:0,371: 0,253: 0,933
Rapskuchen schwed.	13,71	8,07	33,0	11,02	10,58	23,62	1:0,334: 0,321: 0,716
Desgl. =	14,54	8,25	34,3	10,02	32,89		1:0,292: 0,959
= deutsch.	14,52	8,02	26,8	11,11	39,55		1:0,414: 1,476
Desgl. =	13,57	8,01	30,8	10,24	37,38		1:0,332: 1,213

Mittheilungen aus der Station Dahme.

(Preuß. Prov. Brandenburg.)

I.

Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklees in den verschiedenen Perioden seines Wachsthums

von

R. Ulbricht, Assistenten.

Bereits zu Anfang des vorigen Jahrhunderts schuf Stephan Hales durch seine pflanzenphysiologischen Studien („Vegetable Statics" 1727) die ersten Materialien zu einer Wissenschaft des Landbaues, die später, zu Ende des 18. Jahrhunderts, durch die Forschungen Senebier's, Ingenhouß', vor Allen aber durch die streng wissen-

schaftlichen Untersuchungen Saussure's bedeutend erweitert wurden. Später versuchte Davy durch seine 1813 erschienene Agriculturchemie der Landwirthschaft eine weitere Begründung zu geben. Ihm folgten Hermbstädt, Jahn, Jablonsky und Lassaigne. Rein wissenschaftliche Forschungen in jedem Zweige der Naturwissenschaft mußte fördernd auf die Ausbildung einer Wissenschaft des Ackerbaues wirken. So haben wir hier als Vertreter der Chemie Berzelius, Braconot, Einhof, als Pflanzenphysiologen De Candolle, Mayer u. A., in neuerer Zeit Hugo v. Mohl, Schacht u. v. A. zu erwähnen. Für die Lehre vom Dünger arbeitete Gazzeri und die wichtigen Untersuchungen eines Schübler, noch mehr diejenigen Sprengel's, schufen die erste Bodenkunde. Die Arbeiten Sprengel's sind noch nicht in dem Maße anerkannt worden, wie sie es verdienen. Wie Vieles ist noch heute frommer Wunsch, was er schon vor Jahrzehnten als Bedürfniß erkannte und aussprach.

Eine dauerhafte Begründung gewann jedoch die Wissenschaft des Ackerbaues erst mit dem Jahre 1840 durch Liebig's „organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie". Und vier Jahre später, 1844, veröffentliche Boussingault, Landwirth und Gelehrter zugleich, seine „Economie rurale". Was dieser mächtige Geist, so Praktiker wie vertraut mit den Grundlehren aller Zweige der Naturwissenschaften, unter den verschiedentlichsten Klimaten und nach allen Richtungen hin an Erfahrungen gesammelt, das legte er in dem genannten Werke, verarbeitet zum Nutzen der Landwirthschaft, nieder. Durch ihn wurde zur Gewißheit erhoben, was viel früher schon Männer wie Thaer, Koppe, Burger, Schwerz u. A. ausgesprochen, der Landwirthschaft werde einst aus den Naturwissenschaften ein großer Vortheil entspringen, ihr durch sie eine große Zukunft werden. Und konnte es anders kommen? Mußte nicht der denkende, mit den Fundamentalsätzen der Chemie, Mineralogie, Klimatologie u. s. f. vertraute Landwirth zu der Ueberzeugung gelangen, daß einst, wenn auch erst nach Jahren, die unzähligen im Gebiete der Landwirthschaft sich ihm aufdrängenden Fragen, durch die Gesetze der Natur eine genügende Lösung erfahren würden? Boussingault war es, der um Theorie und Praxis ein festes Band schlang.

Sogleich nach dem Erscheinen des genannten Liebig'schen Werkes entstand unter den Physiologen und Chemikern eine bedeutende Bewegung.

Zahlreiche Controversen gegen diese erste und Liebig's späteren Schriften führten endlich zu der Ueberzeugung, daß nicht immer die Chemie allein im Stande sei, die vitalen Vorgänge zu erklären. Vertreter aller Naturwissenschaften schufen jetzt Material zum Weiterausbau der Wissenschaft des Ackerbaues. Dank den vereinten Bestrebungen naturwissenschaftlich gebildeter Praktiker, und einer gesunden, auf Erfahrung fußenden, Theorie, ist heute der Landbau ebenbürtig den anderen angewandten Disciplinen der Naturwissenschaft zur Seite gestellt.

Das reich angehäufte Material im Gebiete der Agriculturchemie, die Ausbeute zahlreicher Untersuchungen und Versuche, hat zwar den Praktikern schon manche materiellen Vortheile gewährt, auch einzelne Naturgesetze aufzuhellen gedient, im Ganzen aber das schöne Ziel: Ausbau der Landwirthschaft auf naturwissenschaftlicher Grundlage, nur weiter hinausgerückt. Die Nothwendigkeit, neben den auf unmittelbare praktische Resultate gerichteten Untersuchungen auch der allseitigen rein wissenschaftlichen Forschung Raum zu geben, hat zuerst Adolph Stöckhardt klar erkannt. Ihm gebührt auch das Verdienst, für diese Zwecke die Idee der sogenannten landwirthschaftlichen Versuchsstationen angeregt zu haben. In der Einleitung zu seiner „Lebensbeschreibung der Haferpflanze" kennzeichnet Ad. Stöckhardt sehr klar den Weg, den jetzt die Forschung zu gehen habe. Wie schon längst in den descriptiven Naturwissenschaften monographische Behandlung einzelner Pflanzen und Thiere, Pflanzengruppen und Thierfamilien am ersten Licht über die bearbeiteten Gegenstände verbreitete, hofft er auch für die Agricultur von einem ähnlichen Vorgehen großen, raschen Nutzen. Nicht bei den äußeren Erscheinungen jedoch sollen wir stehen bleiben: auch die tief innerste Wahrheit des zum Vorwurf unserer Untersuchung genommenen Gegenstandes sollen wir zu ergründen suchen.

Die Biographie einer land- oder forstwirthschaftlichen Culturpflanze werde zusammengesetzt sein aus den praktischen Erfahrungen, welche der Land- oder Forstwirth über die Eigenthümlichkeit dieser Pflanze bei deren Anbau eingesammelt habe; aus den botanisch-physiologischen Beobachtungen, welche über die äußerlichen und innerlichen Formänderungen und deren Zusammenhang mit dem Leben der Pflanze gemacht worden seien; endlich aus den physikalisch-chemischen Untersuchungen über die materielle Zusammensetzung des Pflanzenkörpers und deren Aenderung während

des Lebens der Pflanze, wie über die Bezugsquelle, Bezugsart ꝛc. dieser Materialien.

Den so von Stöckhardt vorgezeichneten Weg als den richtigen erkennend, haben wir uns die vergleichende Erforschung der Lebensvorgänge in der Kleepflanze zum Vorwurf genommen und theilen im Folgenden die Ergebnisse erster Untersuchungen mit. Es mögen dieselben den Praktikern zu wissenschaftlich erscheinen, in der That sind sie es wenigstens in ihren Consequenzen nicht, denn sie müssen und werden früher oder später dem Praktiker als treue, feste Stützen dienen.

Methode der Untersuchung.

Das Leben der Pflanze scheidet sich in drei große Epochen Durch den Samenstrang mit der Mutterpflanze verbunden liegt im Fruchtknoten der weiblichen Blüthe das Eichen. Nach seiner Befruchtung durch den Samenstaub der Anthere beginnt in ihm eine kräftige Reaction. Aus dem Nahrungssaft der Mutterpflanze selbst bilden sich in ihm die neuen Zellen, welche zu Organen werden. In dieser ersten Epoche ermangelt die neu sich bildende Pflanze, aufgebaut aus dem Saft der sterbenden Mutter, der directen selbstständigen Aufnahme von Außen und der Umwandlung zugeführter Rohnährstoffe. Das zum Samen gewordene Eichen löst sich von der Mutterpflanze ab.

Unter dem Einfluß von Feuchtigkeit, Wärme und Luft nun beginnt in dem ruhenden Samen die „Keimung“: die Entwickelung der primitiven Gebilde der neuen Pflanze; das Würzelchen streckt sich nach dem Medium hin, aus dem es später die für weiteres Wachsthum nöthigen festen Nährstoffe aufzunehmen hat. Nach der entgegengesetzten Seite entwickelt sich das Federchen, die Organe vertretend, welche aus der Luft Nahrung aufzusaugen und einen Theil unbrauchbar gewordener Körper auszuscheiden bestimmt sind. Die Kotyledonen aber sind die Nahrungsspeicher für die junge Keimpflanze, so lange diese noch nicht in genügender Weise selbst für ihre Weiterbildung sorgen kann. Umbildung organischer und anorganischer Körper, welche in dem bisher ruhenden Samen abgelagert waren, zu lebensfähigen Organen charakterisirt diese zweite Epoche; keine Aufnahme fixer Nährstoffe von Außen.

Treten die Kotyledonen außer Thätigkeit, ist ihr Gehalt an Nährstoffen consumirt, so hat inzwischen das Würzelchen Nebenwurzeln er-

halten und nimmt von Außen auf; nach oben hin bilden sich Stengel, Blattstiele, Blätter, Blüthen u. s. w., in denen die Assimilation der von den Wurzeln und Blättern zugeführten Rohstoffe erfolgt. Dieß die dritte Stufe im Pflanzenleben. Sie schließt mit der Wiederholung des Kreislaufs, mit der Bildung des Samens.

Die Untersuchung der Stoffwanderung in dieser dritten Lebensepoche des Rothklees habe ich mir in vorliegender Arbeit zum Vorwurf genommen. Es erheischte dieselbe aber nothwendig die Eintheilung dieser ganzen Epoche in mehrere Perioden, die zwar keineswegs scharf von einander geschieden sein konnten, da unmerklich eine in die andere übergeht, immer aber in so weit begrenzt sein mußten, daß sie mit der physiologischen Entwickelung der Pflanze im engen Zusammenhang standen, also möglichst natürliche waren, dann aber auch, so viel thunlich, eine präcise Trennung zum Zweck des technischen Theils der Untersuchung zuließen.

Mag der Rothklee allein oder als Unterfrucht angesäet werden: bei günstiger Witterung gelangt er häufig schon im ersten Jahre zur Blüthe. Ich dehnte die Untersuchung auf einen in leichterem Sandboden und einen anderen in dem humosen Sande des Versuchsgartens der Station Dahme gewachsenen Rothklee aus. In diesem letzteren Boden kam der 1859 ohne Deckfrucht angesäete Klee, einige wenige Pflanzen ausgenommen, nur bis zur ersten Periode, d. h. bis dahin, wo die Pflanze aus dem Wurzelhals heraus Stengel zu treiben anfängt. Im zweiten Jahre kehrt diese Periode nothwendigerweise wieder; ihr folgt bald die zweite: Pflanzen mit ausgebildeten Stengeln, die Blüthenknöspchen zu treiben beginnen. Die dritte Periode schließt mit der vollen Blüthe der Pflanzen, die vierte endlich mit der Samenreife. In dieser letzten Periode sind die Stengel nur noch theilweise grün, Blattstiele und Blätter finden sich nur noch am oberen Theil der Pflanze, die verhärteten Kelchröhren umschließen reife Samen.

Da es von Interesse sein mußte, das Verhältniß der verschiedenen Schnitte des Rothklees zu einander kennen zu lernen, wurde ein Theil des Versuchsfeldes zur Zeit der Blüthe gemähet, und die jetzt aus der Wurzel neu herauswachsende Pflanze durchlief normal die Perioden des ersten Schnittes.

Ein rechtes Bild von der Vertheilung der Rothkleebestandtheile über die ganze Pflanze zu erhalten, wurden die Pflanzen jeder Periode in

ihre Organe getrennt, die der ersten also in Blattstiele (nebst der ansitzenden häutigen Verbreiterung) und Blätter; die der zweiten in Stengel und die beiden vorgenannten Organe, zu denen sich in der dritten Periode noch die Blüthen (Blüthenknöspchen, Blüthen in voller Entwickelung und solche, die bereits abzusterben begonnen, gemischt) gesellten, welche letztere in der vierten Periode in Blüthentheile ohne Samen und mit Samen geschieden wurden. Zur Untersuchung sammelte ich nur ganz gesunde Pflanzen mittler Größe, an denen der Charakter der Periode möglichst ausgeprägt war. Von den dicht über der Erde geschnittenen Pflanzen wurden alle abgestorbenen Organe entfernt; die einzelnen Theile, um ihnen die grüne Farbe zu erhalten, an einem luftigen Orte vorgetrocknet, darauf aber bei 110° C. völlig wasserfrei gemacht und gewogen. So ergab sich das absolute Gewicht der Organe für eine Pflanze im wasserfreien Zustande und die relativen Verhältnisse der Organe. Dieselben Zahlen für frische Pflanzen wurden neben der Wasserbestimmung erhalten. Zu diesem Zwecke sammelte ich auf dem Felde von einer kleineren Anzahl Pflanzen in bereitstehende gut verschließbare und gewogene Gläser die einzelnen Organe, wägte und trocknete bei 110° C., bis zwei letzte Wägungen gleich waren; der Procentgehalt an Wasser für die ganze Pflanze wurde berechnet aus den Procentzahlen für die Organe und den Procentverhältnissen dieser zu einander. Zu allen weiteren Bestimmungen diente das im blanken eisernen Mörser zerstoßene trockene Material.

Die Bestimmung des Stickstoffs geschah kurz nach dem jedesmaligen Einsammeln des Materials durch Verbrennen desselben mit Natronkalk nach Varrentrap-Will, Auffangen des gebildeten Ammoniumoxyds durch verdünnte Salzsäure, Abscheiden desselben als Platinsalmiak und Berechnung des Stickstoffs aus dem hieraus durch Glühen erhaltenen Platin.

Zur Ermittelung der Schwefelsäure- und Chlormenge bediente ich mich des von R. Arendt in seiner Arbeit „Ueber das Wachsthum der Haferpflanze" angegebenen Verfahrens. Die Körper wurden in langen Glasröhren (unten durch ein kleines Papierfilter verschlossen) mit einem sorgfältigst von allen löslichen Stoffen befreiten weißen Sande gemischt und so durch eine Mischung von 1 Theil Salpetersäure und 6 Theilen Wasser völlig erschöpft. Das Filtrat fällte ich heiß mit salpetersaurem Baryt. Das vom schwefelsauren Baryt

getrennte Filtrat wurde mit Silbersalpeter gefällt, der erhaltene meistens etwas gefärbte Chlorsilberniederschlag gesammelt und das erste Mal mit heißer Salpetersäure, dann mit reinem Wasser ausgewaschen. Es liefert diese Methode der Schwefelsäure- und Chlorbestimmung sehr gute Resultate; weder ein nachfolgendes Ausziehen mit kohlensaurem Natron, noch ein Erhitzen mit neuer Säure machte weitere Mengen Schwefelsäure oder Chlor frei, und hat man endlich ebensowenig ein Uebergehen des Schwefels der etwa gelösten Proteinkörper in Schwefelsäure unter Einfluß der Salpetersäure zu fürchten: das barythaltige, vom schwefelsauren Baryt getrennte Filtrat gab selbst beim Kochen, wobei unter Zerstörung organischer Substanz die Flüssigkeit sich heller färbte, nicht die Spur eines Niederschlags.

Die am angeführten Orte von Arendt vorgeschlagene Methode, den Schwefel zu bestimmen, hat mir keine genügenden Resultate gegeben. Er behandelt den Körper zur Zerstörung des größten Theils der organischen Substanz einige Male mit sehr concentrirter Salpetersäure, setzt der im Wasserbad eingedampften Masse, „ehe sie völlig trocken ist", die Hälfte vom Gewicht der genommenen Pflanzenmasse an kohlensaurem Natron zu, trocknet ein, vertheilt in so viel Wasser, daß ein dünner Brei entsteht, und fügt dazu die fünffache Menge vom angewandten Pflanzentheil kohlensaures Natron. Die dünnbreiige Masse bringt er zur Trockniß, zuletzt bei stärkerer Wärme, zerreibt zu feinem Pulver und erhitzt dieß im Silbertiegel über gelinder Spiritusflamme. Es ist mir nach dieser Methode nicht möglich gewesen, bei der letzten Operation, selbst nach längerem Glühen und Zusatz kleiner Mengen von Salpeter, die Masse völlig weiß zu brennen. Die Menge des Natrons scheint mir zu groß, die des Sauerstoffs in dem gebildeten Salpeter aber zur Zerstörung der noch anwesenden organischen Stoffe ungenügend. Jedenfalls würde man zum Ziele gelangen, wenn man das kohlensaure Natron zusetzt, so lange noch eine reichliche Menge freier Salpetersäure anwesend, die abdampfende Flüssigkeit noch dünnflüssig ist. Weil hier das Treffen des rechten Zeitpunktes aber jedenfalls schwer sein würde, wandte ich die nachfolgende Modification des Arendt'schen Verfahrens an, die mir sehr gute Resultate gab. Je 1,0 Gramm des genommenen Pflanzenstoffs übergoß ich in einem geräumigen Glaskolben mit 20 CC. Salpetersäure (1,45 sp. G.), erhitzte das Gemisch erst langsam bis zur Beendigung der ersten heftigen Reaction (starkes Aufschäumen unter

Entwickelung von Kohlensäure und Untersalpetersäure), dann etwas stärker. Die ziemlich weit eingedampfte Flüssigkeit wurde in eine Porzellanschale gebracht, der Kolben mehrmals mit heißer Salpetersäure ausgespült und die vereinten Flüssigkeiten im Wasserbad zur völligen Trockniß abgedampft. Zum Rückstand nun gab ich auf je 1,0 Gramm genommene trockene Pflanzenmasse 6,0 Grm. eines Gemisches von 1 Theile wasserfreien kohlensauren Natrons und 3 Theilen salpetersauren Kalis, löste in Wasser und verdampfte zur Trockne; die hellbraune oder gelbgefärbte grobkrümliche Salzmasse ward bei 110° C. längere Zeit getrocknet und völlig aus der Schale entfernt, ungerieben im Silbertiegel bei mäßiger Spiritusflamme erhitzt. Sehr bald beginnt am Boden und an den Rändern die Masse zu schmelzen, erhält ein dunkelbraunes Häutchen, wird aber gleich darauf weiß; in wenigen Minuten ist die Reaction durch die ganze Masse erfolgt und beginnt diese, fast klar, zu fließen. Sobald dieser Zeitpunkt eingetreten ist, muß der Tiegel bedeckt werden, damit nichts von der schwach spritzenden Schmelze verloren gehe (eine Verpuffung habe ich nie beobachtet). Nach dem Erkalten wird in Wasser gelöst, die trübe Flüssigkeit vorsichtig mit Salzsäure angesäuert, durch Abdampfen die Kieselsäure entfernt und die filtrirte mit Salzsäure angesäuerte Lösung zur Bestimmung der Gesammtschwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt. Von dieser wurde jene abgezogen, welche fertig gebildet im Untersuchungsobjecte existirte, der Rest aber auf Schwefel berechnet. — Soll mit dieser Schwefelbestimmung die der Phosphorsäure verbunden werden, so entfernt man zuvörderst aus der vom schwefelsauren Baryt getrennten Flüssigkeit die überschüssige Schwererde durch ein möglichst geringes Plus von schwefelsaurem Natron, filtrirt, concentrirt und trennt die Phosphorsäure mittelst molybdaensauren Ammons, löst den Niederschlag in reinem Ammon und fällt mit schwefelsaurer Ammonmagnesia. In dieser Arbeit ist nur in den Samen die Phosphorsäure nach der eben angegebenen Methode bestimmt; alle übrige Organe sind so reich an Alkalien und alkanischen Erden, daß ein Verlust an Phosphor beim Veraschen nicht wohl zu fürchten war, und habe ich deßhalb die Phosphorsäure in der Asche bestimmt, nachdem ich mich überzeugt hatte, daß in der That nach obiger Weise hieran nicht mehr nachweisbar war, als aus der Asche sich ergab.

Es gaben 100 Theile	an Phosphorsäure in der Asche.	an Phosphorsäure nach obiger Methode.
Kleeblätter . . .	1,150	1,092
desgl.	1,514	1,432
Kleestengel . . .	0,283	0,287
Unreife Kleeblüthen .	0,903	0,865
Reife Kleeblüthen .	0,928	0,879

Mehrere Bestimmungen der Gesammtschwefelsäure nach obiger Methode gaben für denselben Körper fast völlig übereinstimmende Resultate, z. B. in einem Falle einmal 1,476 Proc. Schwefelsäure, das andere Mal 1,470 Proc., während in der Asche bestimmt nur 0,417 Proc. erhalten wurden.

Alle übrigen anorganischen Körper sind in der Asche bestimmt worden. Eine größere Menge trocknen Klees wurde zu dem Behuf in gut glasirten schief liegenden Porzellantiegeln bei schwacher Hitze vollständig verascht, der erhaltene Glührückstand in salzsaurem Wasser gelöst und durch Eindampfen und folgendes Lösen in saurem Wasser Kieselsäure, Sand und etwaige kleine Mengen von Kohle abgeschieden. Durch Kochen mit concentrirter Kalilauge wurde die Kieselsäure vom Sande und der Kohle, durch Glühen die letztere vom Sande getrennt. Alle folgende Zahlen beziehen sich auf sandfreie Substanz. Die von der Kieselsäure und dem Sande getrennte Flüssigkeit theilte ich in zwei Theile: drei Viertheile dienten zur Bestimmung des Eisens, Kalks ꝛc., ein Viertheil zur Alkalienbestimmung. Das Eisen ward durch essigsaures Natron abgeschieden und als phosphorsaures Eisenoxyd ($Fe_2 O_3, PO_5$) bestimmt, der Kalk aus dem erkalteten essigsauren Filtrat als oxalsaurer gefällt und als kohlensaurer gewogen. Das Filtrat vom Kalkniederschlag wurde in zwei Hälften getheilt; aus der einen durch phosphorsaures Natron und Ammon die Magnesia, aus der anderen mittelst schwefelsaurer Ammonmagnesia die Phosphorsäure abgeschieden. Die Bestimmung beider Körper geschah als pyrophosphorsaure Magnesia. Die Trennung der Alkalien von den gleichzeitig anwesenden anderen Basen und Säuren geschah in bekannter Weise durch Aetzbaryt und

kohlensaures Ammon. Gewogen wurden sie als Chloralkalien und durch Platinchlorid das Kali vom Natron getrennt.

Die Rubrik „Mineralstoffe" in der nachfolgenden Tabelle begreift alle ermittelten fertig gebildeten anorganischen Körper des Rothklees in sich, mit Ausschluß des in den Proteinstoffen enthaltenen Schwefels und nach Abzug der dem Chlor äquivalenten Menge Sauerstoff.

Bevor ich zu den Untersuchungsresultaten selbst übergehe, scheint es nothwendig, noch eine Beschreibung der beiden Bodenarten zu geben, die den Versuchsklee getragen hatten.

Erste Versuchsreihe; 1858/59.

Als Versuchsfeld diente die zur Domaine Dahme gehörige sogenannte „Buchhorst", ein lehmiger Sandboden. Die Fruchtfolge desselben ist: Brache, Raps (gedüngt), Weizen, Gerste, Mäheklee, Weizen (Roggen), Kartoffeln, Gerste. Im Jahre 1858 hatte das Feld pro Morgen 7 Mandeln Gerste (mit untergesäetem Klee) getragen.

Zweite Versuchsreihe; 1859/60.

Das Untersuchungsmaterial für diese zweite Reihe lieferte der Garten der Versuchsstation, ein tiefgrundiger humoser Sandboden. Er hatte im Jahre 1857 bei Spatenbearbeitung Rübenpflanzen in mäßiger Stallmistdüngung getragen, 1858 in zweiter Tracht als Versuchsgarten verschiedene Gräser und wurde 1859 am 21. Mai ohne vorhergehende Düngung mit Rothklee besäet. Der Klee lief gut auf, gelangte aber in demselben Jahre nur bis zum Abschluß der ersten Periode. Er wurde nicht gemähet und diente so, auf dem Stocke faulend, als Düngung für das kommende Jahr. 1860 begann in der letzten Woche des Monats März die Vegetation, so daß am 30. April die erste Periode des ersten Schnittes geerntet werden konnte.

Analyse der beiden Boden.

100 Theile abgesiebter feiner Erde enthielten:	Ackerboden.		Gartenboden.	
	Krume.	Unter-Grund.	Krume.	Unter-Grund.
Löslich in 1 Th. Salzsäure und 3 Th. Wasser:				
Kali	0,032	0,026	0,099	0,086
Natron	0,032	0,035	0,040	0,031
Kalkerde	0,162	0,097	1,276	0,617
Talkerde	0,098	0,095	0,164	0,148
Eisenoxyd	1,273	1,118	1,990	2,008
Phosphorsäure	0,088	0,046	0,450	0,467
Schwefelsäure	0,012	0,004	0,016	0,012
Kieselsäure	0,062	0,061	0,105	0 054
Chlor	Spur.	Spur.	0,001	Spur.
Sa.	1,759	1,482	4,141	3,423
Organischen Stickstoff	0,135	0,045	0,263	0,130
Ammoniumoxyd*)	0,0085	0,0053	0,0094	0,0119
Thon und feinsten Sand	24,1	33,5	15,5	16,1
Feinen Sand	47,9	48,7	43,5	46,4
Groben Sand	24,0	16,5	34,0	33,7
Organische Stoffe	4,0	1,3	7,0	3,8
Sa.	100	100	100	100
Wasserhaltende Kraft in Gewichtsprocenten	34	29	47	40
Tiefgründigkeit	9 Zoll	2 Fuß	18 Zoll	noch bei 3 Fuß weder Sand noch Grus.

Dieser Schilderung der beiden Bodenarten mag zuvörderst eine genauere Charakteristik der darauf zur Entwickelung gelangten Kleeperioden folgen; in der ersten Tabelle die absoluten Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Organe für je 10,000 frische oder wasserfreie Pflanzen in Zollpfunden, in der zweiten die entsprechenden relativen Verhältnisse.

---

*) Ueber die Bestimmung des Ammoniaks der Ackererden cf. „Ztschr. f. d. landw. Vers.-Stat." Bd. III. S. 213 ff. Die Red.

Tabelle I.

		Tag der Ernte.	Entwickelungsdauer der Periode.	Temperaturmittel in ° R.	Regenmenge in pariser Zollen.
Reihe I. 1858/59.	Jahrgang 2, Schnitt 1, Periode 2	20. Mai.	—	—	—
	„ „ 3	23. Juni.	34 Tage	14,25	1″ 11,72‴
	„ „ 4	In den letzten Tagen d. August.	—	—	—
	„ 2 „ 1	26. Juni. *)	—	—	—
	„ „ 2	26. Juni. *)	—	—	—
	„ „ 3**)	1. Juli.	—	—	—
Reihe II. 1859/60.	Jahrgang 1, Schnitt 1, Periode 1	22. Juli.	63 Tage	15,40	2″ 0,18‴
	„ 2 „ 1 „ 1	30. April.	30 „	6,0	0″ 10,94‴
	„ „ 2	23. Mai.	23 „	9,43	2″ 8,84‴
	„ „ 3***)	21. Juni.	29 „	14,44	1″ 4,10‴
	„ 2 „ 1	19. Juni.	26 „	14,66	1″ 0,28‴
	„ „ 2	3. Juli.	14 „	14,815	0″ 6,32‴
	„ „ 3***)	8. August.	36 „	17,71	0″ 7,89‴

*) Mitte Mai begann die allmälige Mahd des Klee's, die es möglich machte, die erste und zweite Periode des zweiten Schnittes an einem Tage zu sammeln, gleichzeitig aber verhinderte, mit Sicherheit die Entwickelungsdauer der Perioden, die mittlere Temperatur und den Regenfall anzugeben.

**) Die vierte Periode des zweiten Schnittes konnte nicht gesammelt werden, weil vor der Reife die Schafe auf das Feld getrieben wurden.

***) Durch heftige Winde und Regen waren die dicht stehenden Pflanzen vierter Periode fest auf den Boden geschlagen und so in einander verschlungen worden, daß es unmöglich wurde, hinreichendes, noch nicht angefaultes Untersuchungsmaterial zu sammeln.

Tabelle I.

Höhe der Pflanzen.	Es enthalten 10,000 Pflanzen frisch:					wasserfrei:				
	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanzen.	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanzen.
bis 40 Cm.	266,27	101,47	167,02	—	534,76	29,28	15,21	35,07	—	79,56
„ 85 „	217,36	52,81	110,38	109,70	490,25	63,18	11,76	32,12	32,80	139,86
„ 85 „	99,91	13,51	17,19	69,77	200,38	86,15	12,35	15,55	64,77	178,82
„ 15 „	—	19,83	24,92	—	44,75	—	2,60	5,29	—	7,89
„ 25 „	82,34	80,29	112,38	—	275,01	9,35	11,09	23,52	—	43,96
„ 65 „	216,93	30,38	72,35	96,09	415,75	49,80	6,89	18,69	20,45	95,83
bis 35 Cm.	—	10,50	7,14	—	17,64	—	1,81	1,57	—	3,38
„ 15 „	—	32,69	34,37	—	67,06	—	3,71	5,96	—	9,67
„ 50 „	183,78	92,34	102,52	—	378,64	22,41	11,45	17,55	—	51,41
„ 90 „	275,71	49,68	75,72	46,23	447,34	48,52	6,22	13,70	6,78	75,22
„ 30 „	—	27,74	24,68	—	52,42	—	3,01	3,87	—	6,88
„ 45 „	40,66	35,65	35,26	—	111,57	5,16	4,87	6,50	—	16,53
„ 100 „	194,13	41,35	47,46	60,75	343,69	39,02	5,40	10,64	14,26	69,32

Tabelle II.

	Es enthalten 10,000 Theile ganze Pflanzen	frisch: Stengel.	frisch: Blattstiele.	frisch: Blätter.	frisch: Blüthen.	frisch: Sa.	wasserfrei: Stengel.	wasserfrei: Blattstiele.	wasserfrei: Blätter.	wasserfrei: Blüthen.	wasserfrei: Sa.
Reihe I. 1858/59.	Jahrgang 2, Schnitt 1, Periode 2	4979,2	1897,6	3123,2	—	10000	3680,5	1911,8	4407,7	—	10000
	" " 3	4433,7	1077,3	2251,4	2237,6	10000	4517,4	840,8	2296,6	2345,2	10000
	" " 4	4986,1	674,4	857,6	3481,9	10000	4817,8	690,9	869,3	3622,0	10000
	" 2 " 1	—	4431,2	5568,8	—	10000	—	3294,2	6705,8	—	10000
	" " 2	2994,1	2919,5	4086,5	—	10000,1	2126,5	2523,5	5349,9	—	9999,9
	" " 3	5217,8	730,6	1740,3	2311,2	9999,9	5196,8	718,8	1950,8	2133,6	10000
Reihe II. 1859/60.	Jahrgang 1, Schnitt 1, Periode 1	—	5953,4	4046,6	—	10000	—	5349,5	4650,5	—	10000
	" 2 " 1 " 1	—	4874,3	5125,7	—	10000	—	3835,6	6164,4	—	10000
	" " 2	4853,8	2438,6	2707,6	—	10000	4359,5	2226,7	3414,0	—	10000,2
	" " 3	6163,3	1110,6	1692,6	1033,5	10000	6450,4	826,6	1821,1	901,9	10000
	" 2 " 1	—	5291,9	4708,1	—	10000	—	4368,4	5631,6	—	10000
	" " 2	3644,1	3195,4	3160,5	—	10000	3120,1	2949,1	3930,7	—	9999,9
	" " 3	5648,4	1203,1	1380,8	1767,7	10000	5629,3	779,3	1535,3	2056,1	10000

Wie bereits früher erwähnt, wählte ich aus der großen Menge Pflanzen des Versuchsfeldes nur die aus, die ihrem ganzen Aeußeren nach sich als mittlere darstellten. Ich glaube behaupten zu dürfen, daß es unmöglich sein möchte, selbst unter Tausenden von Kleepflanzen nur zwei zu finden, die bei gleicher Stengelzahl gleiche Stengellänge, gleiche Menge der Blätter u. s. f. ergeben, und konnte deshalb beim Sammeln mich nur auf das Auge verlassen. Es darf darum nicht Wunder nehmen, wenn die vorstehenden Tabellen Schwankungen und Abweichungen von unverkennbaren Gesetzen für die Entwickelung der Kleepflanze zeigen.

Die Rothkleepflanze nimmt an Trockenmasse zu von Beendigung der Keimungsperiode an bis zur vollendeten Ausbildung des Samens. Der ganzen Pflanze folgen hierin ausnahmslos der Stengel und die Blüthe; Blattstiele und Blätter wachsen bis zur Entwickelung der Stengel, worauf sie von unten herauf abzusterben beginnen.

Die Blattstiele scheinen von hier ab ihren Zweck, Vertretung des Stengels in der ersten Periode, erfüllt zu haben, sie ziehen aber durch ihr Absterben die aufsitzenden Blättchen in Mitleidenschaft. Die Blätter nun, als die eigentlichen Transpiratoren des von den Wurzeln reichlich zugeführten, wichtige Nährstoffe zubringenden Wassers, bilden sich in dem Maaße, als sie von den Stengeln verschwinden, aus der Mitte des Wurzelhalses neu heraus. Von Blattstielen getragen, halten sie hier länger aus, als selbst die mit den später etwa noch nachtreibenden Stengeln emporgehobenen Blätter. Die reichliche Bildung dieser nachgetriebenen Organe erklärt eine Abweichung in vorstehender erster Tabelle: Periode III. des zweiten Schnittes zweiter Reihe ist reicher an Blattstielen und Blättern als die correspondirende zweite Periode.

Das Fehlen von Periode I. des ersten Schnittes erster Reihe und der vierten Periode in Reihe 1859/60 machen es leider unmöglich, die Größe der absoluten Zunahme an Trockensubstanz von Periode zu Periode zu ermitteln.

Tabelle I. zeigt für beide Versuchsreihen in den Schnitten bedeutende Verschiedenheiten: sowohl die frische und wasserfreie Pflanze, wie ihre Organe besitzen durch alle drei vergleichbare Perioden im ersten Schnitt ein größeres absolutes Gewicht als im zweiten. Nur die Blüthen in Reihe 2 machen hiervon eine Ausnahme. Weitere Untersuchungen werden zeigen, wodurch

diese reichere Entwickelung des ersten Schnittes beim Rothklee bedingt ist. Den größten Einfluß üben sehr wahrscheinlich Witterungsverhältnisse und die hiervon bedingte Entwickelungsdauer. In Reihe 2 ist in der That die Zeit der Entwickelung des ersten Schnittes um sechs Tage länger, als die des zweiten, und die Menge des Niederschlags beträgt 2″ 9,4‴, über 100 % mehr, während die mittlere Temperatur des zweiten Schnittes bedeutend die des ersten übersteigt.

Fast dasselbe, was für die absolute Gewichtszunahme der Kleepflanze gilt, stellt sich auch bei Betrachtung der relativen Verhältnisse der Organe zu einander heraus; die Procentzahl für Stengel und Blüthe wird mit dem Alter der Pflanze größer, während Blattstiele und Blätter entsprechend zurücktreten. — Das Verhältniß der Blattstiele zu den Blättern in der wasserfreien Pflanze sinkt mit dem Fortschreiten ihrer Ausbildung, die vierte Periode aber schließt wieder mit einer größeren Verhältnißziffer, wie die folgenden Zahlen zeigen:

		Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Reihe I.	Schnitt 1	?	1:2,3	1:2,7	1:1,3
	Schnitt 2	1:2,0	1:2,1	1:2,7	?
Reihe II.	Schnitt 1	1:1,6	1:1,5	1:2,2	?
	Schnitt 2	1:1,3	1:1,3	1:2,0	?

Die Erklärung dieses Verhältnisses finde ich in Folgendem: die Kleepflanze besteht in der Jugend nur aus Blattstielen und Blättern. Mit der Streckung des Stengels beginnt das allmälige Absterben der ersteren Organe. Die Stengel tragen Blätter und Blattstiele, welche letztere vom Grunde des Stengels ziemlich lang sind, nach der Spitze zu aber bedeutend kürzer werden, so daß ganz oben fast nur die häutige Basis derselben die Blätter trägt. Zwar nehmen auch die Blätter nach oben an Größe ab, bei Weitem jedoch nicht in dem Verhältniß der Blattstiele. Von unten her sterben endlich auch die am Stengel sitzenden Blattorgane ab, und damit muß das Verhältniß der Blätter zu den Blattstielen wachsen. Es müßte noch viel größer sein, als Tabelle II. es ergiebt, würde es nicht durch die später in der Mitte der Pflanze aus dem Wurzelhals hervorgetriebenen Organe, deren ich eben schon erwähnte, modificirt.

Ich wende mich jetzt zuerst zur Betrachtung der Procentverhältnisse der für die einzelnen Kleeorgane und die ganze Pflanze in den verschiedenen Perioden, Schnitten und Reihen bestimmten chemischen Bestandtheile.

Die Zusammensetzung der Kleeorgane und der ganzen Pflanze am Schluß der verschiedenen Wachsthumsperioden, Schnitte und Reihen.

Das Wasser.

Reihe I. Jahrgang 2.

Es enthalten 10,000	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel . .	8900	7093	1377	—	8865	7702
Blattstiele. . .	8501	7773	858	8690	8618	7732
Blätter	7900	7090	954	7877,5	7907	7416
Blüthen	—	7010	717	—	—	7872
Ganze Pflanze .	8512	7147	1076	8237	8401	7695

Reihe II.

Es enthalten 10,000	1859:	1860:					
		Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 1.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel . . .	—	—	8781	8240	—	8731,5	7990
Blattstiele . .	8279	8865	8760	8748,5	8917	8633	8694
Blätter . . .	7798	8266	8288	8191	8430	8157	7757
Blüthen . . .	—	—	—	8533	—	—	7654
Ganze Pflanze	8084	8558	8642	8318,5	8688	8518,5	7983

Im Allgemeinen ist der Stengel das wasserreichste Organ. Ausnahmslos enthält er in der jüngeren Pflanze mehr, als die Blattstiele; bis zur Blüthe hin verliert er aber schneller seine Feuchtigkeit, und es kehrt sich deshalb zur Blüthezeit für beide Organe das Verhältniß um. Für die nämliche Periode (ausgenommen die vierte) sind die Blätter wasserärmer als Stengel, Blattstiele und Blüthen, welche letztere bald den Stengeln, bald den Blattstielen im Wassergehalt sich nähern.

Einige unerhebliche Schwankungen ausgeschlossen, beobachtet man für die Organe wie für die ganze Pflanze ein Sinken des Wassergehaltes mit zunehmendem Alter.

Die Perioden des ersten Schnittes lassen mit denen des zweiten verglichen, weder für die Organe, noch für die ganze Pflanze erhebliche Schwankungen im Wassergehalt erkennen. Anders bei Vergleichung der beiden Versuchsreihen. Der Klee der zweiten Reihe, im Gartenboden gewachsen, ist reicher an Wasser, als der vom Ackerboden gesammelte. Am größten sind hier Differenzen bei den Blattstielen, Blättern und der ganzen Pflanze.

Die organische Substanz.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile frisch.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	998	2826	8390	—	1048 ?	2174
Blattstiele	1362	2078	8587	1179 ?	1274	2089 ?
Blätter	1946	2671	8223 ?	1950	1938,5	2379
Blüthen	—	2840	8858	—	—	1993
Ganze Pflanze .	1363	2714	8552 ?	1608 ?	1478 ?	2160 ?

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile frisch.	1859:	1860:					
		Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 1.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel . . .	—	—	1108	1649	—	1168	1918
Blattstiele . .	1534	994	1105	1131	956	1243	1186
Blätter	2001	1582	1569,5	1631	1418	1684	2056
Blüthen . . .	—	—	—	1377	—	—	2200
Ganze Pflanze	1723	1295	1232	1560	1174	1355	1899

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt I.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.*)	Periode 1.*)	Periode 2.**)	Periode 3.**)
Stengel	9078	9722	9730	—	9231,5 ?	9459
Blattstiele	9088,5	9333,5	9393	9001 ?	9218	9210 ?
Blätter	9270	9180	9091 ?	9185,5	9263	9207
Blüthen	—	9497	9542	—	—	9367
Ganze Pflanze .	9164	9512	9583 ?	9125 ?	9245 ?	9372 ?

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:					
		Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 1.	Periode 1.	Periode 2	Periode 3.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel . . .	—	—	9085	9369	—	9206	9542
Blattstiele . .	8913	8762	8913	9037	8827	9093	9080
Blätter	9089,5	9121	9167	9014	9036	9141	9166
Blüthen . . .	—	—	—	9382	—	—	9377
Ganze Pflanze	8995	8983	9075	9278	8944	9147	9414,5

*) Verlust an Untersuchungsmaterial machte die Schwefelsäurebestimmung in den Blättern und Blattstielen beider Perioden unmöglich. Der Ausfall der bei etwaiger Anwesenheit derselben an organischer Substanz eingetreten wäre, hätte höchstens 2—3 pro 10,000 betragen können.

**) Für die Stengel und Blattstiele dieser Perioden fehlt neben der Schwefelsäure auch die Chlormenge. Analogien machen es sehr wahrscheinlich, daß durch beide Körper die Zahl für organische Substanz um höchstens 6—7 pro 10,000 würde herabgedrückt worden sein. Dieselben Ungenauigkeiten wiederholen sich später bei Angabe der gesammten Mineralstoffe. Auch dort dürfen sie übersehen werden, da schon ohne das Chlor und die Schwefelsäure sich eine bestimmte Reihe ergiebt. Für die ganze Pflanze muß nothwendig der Fehler noch geringer sein, als für die betreffenden Organe.

Für die organische Trockensubstanz gilt fast genau das Umgekehrte von dem, was oben über das Wasser gesagt ist: die Stengel der jungen wie der reifen Pflanze sind ärmer daran, als die Blattstiele, die der blühenden reicher. Mit Ausnahme der vierten Periode enthalten die Blätter mehr organische Stoffe, als Stengel, Blattstiele und ganze Pflanze; die reife Blüthe ist hiervon am reichsten, die unreife schwankt beträchtlich.

Zur Reife hin nehmen alle Organe und die ganze Pflanze an organischer Substanz zu; die Zunahme wird beschleunigt mit zunehmendem Alter.

Die entsprechenden Perioden des ersten und zweiten Schnittes zeigen, mit einander verglichen, keine nennenswerthen Differenzen im Gehalt an organischer Substanz. Die quantitativen Abweichungen der zweiten Versuchsreihe von der ersten für die verschiedenen Bestandtheile der Organe und ganzen Pflanze zu ermitteln, schlug ich folgenden Weg ein. Ich suchte für jedes Organ die Differenz der correspondirenden Perioden der entsprechenden Schnitte beider Reihen, addirte die erhaltenen Zahlen, zog die Summe der Differenz und dividirte diese durch die Anzahl der Differenzen. Die so gefundene Zahl mußte das procentische Mittel des Reihenunterschiedes für das betreffende Organ darstellen. So gewagt dieses Experiment bei den Schwankungen in der Zusammensetzung der vergleichbaren Organe für beide Reihen in den verschiedenen Perioden sein mag, so schien es mir doch der einzige Weg zu einem Ausdruck für das Mittel der Verschiedenheiten zu gelangen, welche die Kleepflanze zeigt, wenn sie unter abweichenden Boden- und Witterungsverhältnissen gewachsen ist. Ich lasse hier ein Beispiel folgen:

Differenz an organischer Substanz auf 10,000 Theile frischen Organs **für Reihe I.** (gegen Reihe II.).

Bei:	Stengel.	Blattstiele.	Blätter.	Blüthen.	Ganze Pflanze.
Schnitt 1, Periode 2.	— 10	+ 257	+ 376,5	—	+ 131
= 3.	+ 1177	+ 947	+ 1040	+ 1463	+ 1154
= 2 = 1.	—	+ 223	+ 532	—	+ 434
= 2.	— 120	+ 31	+ 254,5	—	+ 123
= 3.	+ 256	+ 903	+ 323	— 207	+ 261
Sa.	+ 1303	+ 2361	+ 2526	+ 1256	+ 2103
Mittel in %.	+ 3,26	+ 4,72	+ 5,05	+ 6,28	+ 4,21

Es zeigen also diese Zahlen, daß im Durchschnitt die zweite Reihe ärmer ist an organischer Substanz, als die erste; die procentische Größe der Differenz für die Organe und ganze Pflanze wird annähernd durch die unterste Zahlenreihe ausgedrückt, doch eben nur annähernd, denn ich ging bei Aufstellung der eben dargelegten Berechnungsweise von der Annahme aus, daß beim Sammeln des Untersuchungsmaterials die aufgenommenen Pflanzen entsprechender Perioden auf gleicher Stufe der Entwickelung standen. Ein so genaues Sammeln ist aber unausführbar bei jeder Pflanze, speciell beim Klee; daß ich mich jedoch der möglichen Uebereinstimmung sehr genähert habe, dafür scheint mir die Constanz im „plus" der organischen Substanz für die erste Reihe in vorstehender Tabelle zu sprechen. Von dem dargelegten Gesichtspunkte aus bitte ich die Resultate der Vergleichung beider Versuchsreihen und Schnitte, für welche dieselbe Berechnungsweise gilt, zu betrachten.

Die organische Substanz der wasserfreien Organe ist allein abhängig von der Gesammtmenge der Mineralstoffe. Es gilt für sie nothwendig ganz das Umgekehrte von dem, was sich später über die Procentverhältnisse der letzteren sagen lassen wird.

Ich lasse jetzt den Stickstoff als solchen folgen. So lange wir noch nicht wissen, ob und wieviel davon dem etwa in der Pflanze enthaltenen Ammoniak oder der Salpetersäure zukommt, und in welchem Verhältniß in ihr die verschiedenen Proteinkörper mit ihrem wechselnden Stickstoffgehalt auftreten, scheint es mir wenig wichtig, diesen Körper zu Protein umzurechnen. Dem Stickstoff folgt der Schwefel, der zu ersteren in näherer Beziehung steht, wenigstens soweit der Stickstoff den Proteinkörpern angehört. Eigentlich mußte hier endlich auch die Phosphorsäure ihre Stelle finden; da wir aber noch in Unkenntniß darüber sind, wie viel von ihrer Gesammtmenge integrirender Bestandtheil der Proteinstoffe ist, wie viel in Verbindung mit Basen abgelagert oder gelöst in der Zelle auftritt, habe ich sie mit unter den Mineralstoffen aufgeführt.

Der Stickstoff.

Reihe I. (1858/59).

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2	Periode 3.
Stengel	179,58	126,39	124,46	—	190,62	167,63
Blattstiele	277,12	204,28	201,95	298,52	228,98	242,87
Blätter	388,56	344,49	291,35	544,31	454,81	414,79
Blüthen	—	314,91	386,99	—	—	375,42
Ganze Pflanze .	290,34	227,25	239,35	463,34	341,635	265,59

Reihe II. (1859/60).

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.				Schnitt 2.		
	Periode 1.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel . . .	—	—	232,02	163,10	—	218,63	115,60
Blattstiele . .	242,71	313,09	284,86	283,90	268,06	237,86	247,42
Blätter	435,33	534,86	554,39	497,85	511,0	465,31	474,31
Blüthen . . .	—	—	—	378,53	—	—	340,84
Ganze Pflanze	332,29	449,80	353,85	253,47	404,87	321,26	227,25

Aus Periode 4 ersten und zweiten Schnittes zweiter Reihe wurden nur die Blüthen untersucht. 10,000 Theile enthielten an Stickstoff:

	Schnitt 1.	Schnitt 2.
Blüthen	468,75	424,23
Blüthentheile ohne Samen	437,36	304,73
Samen	578,26	600,37

Der Stengel ist das stickstoffärmste Organ, ihm folgen die Blattstiele, die unreife Blüthe und endlich die Blätter. Zur Zeit der Reife enthält die Blüthe mehr Stickstoff als die Blätter, bedingt durch Aufnahme während der Ausbildung des Samens, mit dem größten Gehalt an diesem Körper.

Die Blüthe ausgenommen, nehmen alle Organe zur Reife hin an Stickstoff ab (die Ausnahme in Periode 3 des zweiten Schnittes von Reihe 1 und 2 erkläre ich mir durch reiches Auftreten junger Blattorgane aus dem Wurzelhals). In der ganzen Pflanze sinkt der Stickstoffgehalt bis zur Blüthenperiode, von da ab scheint wieder eine kleine Zunahme einzutreten.

Nur die Blattstiele des ersten Schnittes zeigen, doch mit ziemlicher Constanz, einen größeren Gehalt an Stickstoff, als die des zweiten. Alle übrigen Organe differiren im Durchschnitt kaum oder nur sehr unerheblich.

Reihe II. stellt sich in den Stengeln, Blattstielen und Blüthen nur um sehr wenig höher im Stickstoffgehalt, als Reihe I. Bei den Blättern ist die Differenz größer. Für die ganze Pflanze ist das Mittel des Stickstoffgehaltes in beiden Reihen gleich.

Der Schwefel.

Reihe I.

In 10,000 Theilen wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	?	12,37	16,11	—	?	26,68
Blattstiele	?	?	?	?	?	?
Blätter	40,56	31,57	?	?	37,62	34,73
Blüthen	—	24,86	27,24	—	—	25,67
Ganze Pflanze .	?	?	?	?	?	?

Reihe II.

In 10,000 Theilen wasserfrei.	1859:	1860:							
	Schnitt 1					Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	--	16,08	11,91	—	—	10,46	12,85	—
Blattstiele . . .	25,0	?	?	26,35	—	15,80	13,59	19,57	—
Blätter	38,76	35,49	41,28	36,07	—	29,15	28,42	28,18	—
Blüthen	—	—	—	22,74	32,48	—	—	23,55	28,72
Ganze Pflanze .	31,40	?	?	18,48	—	23,32	18,44	17,925	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	31,45	—	—	—	23,35
Samen	—	—	—	—	36,06	—	—	—	36,79

Es ist sehr zu bedauern, daß gerade die Zahlen für Schwefel so viele Lücken zeigen. Seine Bestimmung hatte ich bis zu Ende der Untersuchung hinausgeschoben, und konnten nun wegen einiger Unfälle und Wiederholungen bei den vorhergegangenen Bestimmungen und dadurch unzulänglich gewordenen Materials die fehlenden nicht in Ausführung gebracht werden. Immerhin lassen die vorliegenden Zahlen über das Auftreten des Schwefels in der Kleepflanze Folgendes erkennen.

Für die nämliche Periode scheint dasselbe zu gelten, was oben beim Stickstoff gesagt ist: die Reihenfolge vom schwefelärmeren Organe zum reicheren ist: Stengel, Blattstiel, unreife Blüthe, Blatt. Die reife Blüthe enthält mehr Schwefel, als die unreife. Ob die übrigen Organe mit zunehmender Reife an Schwefel ärmer oder reicher werden, bleibt fraglich. Schnitt 2 aus dem Jahre 1860 läßt vermuthen, daß in der ganzen Pflanze der Schwefel dem Stickstoff folgt, d. h. bis zur Blüthe hin abnimmt.

Die Gesammtmenge der Mineralstoffe.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	922,4	278,1	269,8	—	768,5 ?	541,4
Blattstiele	911,5	666,5	606,7	999,0 ?	781,9	789,9 ?
Blätter	730,2	820,1	909,4 ?	814,5	737,2	793,1
Blüthen	—	502,7	458,1	—	—	633,0
Ganze Pflanze .	835,7	488,0	416,9	875,3 ?	755,1 ?	627,9 ?

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
		Schnitt 1.				Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	915,3	631,3	—	—	793,7	457,9	—
Blattstiele . . .	1086,6	1238,2	1086,9	962,7	—	1173,4	906,9	919,7	—
Blätter	910,5	879,1	832,6	986,3	—	964,4	858,9	833,6	—
Blüthen	—	—	—	617,6	594,0	—	—	622,9	600,5
Ganze Pflanze .	1004,7	1016,8	925,3	722,1	—	1055,8	853,3	585,5	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	623,4	—	—	—	688,5
Samen	—	—	—	—	491,2	—	—	—	470,3

In der ersten Periode entfalten die Blattstiele ausnahmslos mehr Mineralstoffe, als die Blätter. Periode 2 zeigt erhebliche Schwankungen: in der ersten Versuchsreihe enthalten Stengel und Blattstiele fast gleich viel davon, die Blätter sind ärmer; in Reihe II. dagegen sind die Blattstiele das reichste Organ, und die Blätter, welche in beiden Schnitten fast gleichen Mineralstoffgehalt erkennen lassen, stehen das eine Mal über, das andere Mal unter den Stengeln. Die Perioden der Blüthe und Reife endlich (3 und 4) geben folgende Reihe mit wachsenden Mineralstoffen: Stengel, Blüthe, Blattstiele, Blätter.

Mit zunehmendem Alter der Pflanze sinkt die Menge der Mineralstoffe am beträchtlichsten in den Stengeln und Blüthen; bei den Blattstielen schwanken die Verhältnisse der zweiten zur dritten Periode, während von der ersten zur zweiten und von der dritten zur vierten entschiedene Abnahme sich geltend macht. Die Blätter verlieren von Periode 1 zu 2 hin an Mineralstoffen; von da ab aber zeigt sich wieder Zunahme. Die ganze Pflanze nimmt constant mit dem Alter daran ab.

Der erste Schnitt läßt im Vergleich mit dem zweiten keine erheblichen mittleren Differenzen im Mineralstoffgehalt erkennen. Stengel, Blattstiel, Same und ganze Pflanze sind im ersten Schnitt an organischen Stoffen um ein Kleines reicher; für die Blätter und reifen Blüthen ergiebt sich Gleichheit, für die unreifen Blüthen geringes Minus. Um so entschiedener ist der Einfluß des Bodens auf den Mineralstoffgehalt ausgeprägt: Blattstiele, Blätter, Blüthen und ganze Pflanze der zweiten Reihe sind daran erheblich reicher.

Das Kali.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	540,0	54,84	19,47	—	328.88	265,18
Blattstiele	407,81	156,70	57,72	369,25	261,34	319,93
Blätter	172,81	122,78	38,70	222,09	186,58	228,98
Blüthen	—	199,17	142,66	—	—	263,675
Ganze Pflanze .	352,885	112,86	68,41	270,57	235,71	261,74

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
		Schnitt 1.				Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	548,16	374,68	—	—	467,80	215,55	—
Blattstiele . . .	498,08	683,61	609,08	510,07	—	663,21	456,11	497,08	—
Blätter	316,74	355,30	302,68	411,81	—	352,22	282,47	244,91	—
Blüthen	—	—	—	217,97	119,47	—	—	258,33	162,83
Ganze Pflanze	413,75	481,23	477,925	378,49	—	488,08	392,10	250,80	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	109,39	—	—	—	163,02
Samen	—	—	—	—	154,65	—	—	—	162,55

In der jungen Pflanze (Per. 1) sind die Blattstiele immer reicher an Kali, als die Blätter; das der Blattstiele = 1 gesetzt ist das Kali der Blätter = 0,56. Auch nach der Ausbildung des Stengels (Per. 2) enthalten die Blattstiele immer mehr Kali, als die Blätter, doch werden erstere von dem neuen Organe überboten. Die Blüthenperiode zeigt große Schwankungen in dieser Reihe.

Kali von links nach rechts zunehmend:

Reihe I., Schnitt 1. Stengel < Blätter < Blattstiele < Blüthen.
= 2. Blätter < Blüthen < Stengel < Blattstiele.
Reihe II., Schnitt 1. Blüthen < Stengel < Blätter < Blattstiele.
= 2. Stengel < Blätter < Blüthen < Blattstiele.

Das Blatt steht auch hier unter dem Blattstiel, in welchem, gegenüber dem Stengel, jetzt wieder das Kali vorwaltet. Die reife Pflanze enthält die kleinste Menge Kali in den Stengeln, ihm folgen steigend die Blätter, Blattstiele und Blüthen.

Meine Untersuchung scheint zu bestätigen, was schon früher Andere, in neuester Zeit wieder Sachs hervorgehoben, daß die parrenchymreicheren Pflanzenorgane im Allgemeinen an Kali ärmer sind, als die gefäßreicheren.

Bezüglich der Veränderungen, denen die Kalimenge in einem Organ von dessen Bildung bis zur Reife der Pflanze hin unterworfen ist, zeigen sich wenig Regelmäßigkeiten. Der Stengel und die Blüthe lassen allein durch alle vier Schnitte eine entschiedene Abnahme erkennen; bei der ganzen Pflanze, für welche dasselbe gelten mag, macht Per. 3

im zweiten Schnitt erster Reihe eine Ausnahme. Die Schwankungen in den Blattstielen und Blättern sind viel zu erheblich, als daß sie sich in einen allgemeineren Ausdruck zusammenfassen ließen. Für ersteres Organ wird man mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen dürfen, daß ihm in der jungen Pflanze der höchste, in der reifen der niedrigste Kaligehalt zukommt und daß die Blätter der reifen Pflanze ärmer am Kali sind, als die jeder jüngeren.

Boden und klimatische Einflüsse scheinen stark auf den Gehalt der Kleepflanze an Kali zu influiren. Ohne Ausnahme sind Blattstiel und Blatt der im Gartenboden gewachsenen Kleepflanzen reicher an Kali, als dieselben Organe der 1859 auf Ackerboden zur Entwickelung gelangten Individuen. Die Differenzen sind erheblich, ihr mittler Ausdruck ist:

für die Blattstiele ein Mehr von 2,4 %,
für die Blätter ein Mehr von 1,3 %.

Auch die ganze Pflanze enthält in der zweiten Versuchsreihe mehr der betreffenden Basis, doch weicht hier die Blüthenperiode des zweiten Schnittes um ein Geringes ab. Vielleicht führen auch die Stengel im Durchschnitt hier mehr Kali, jedenfalls ist aber dann die Differenz unerheblich.

Das Natron.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	14,0	8,72	9,99	—	13,88	16,49
Blattstiele	8,0	12,18	0	22,05	18,69	20,18
Blätter	0	2,43	11,57	0	4,71	20,10
Blüthen	—	1,20	4,71	—	—	17,025
Ganze Pflanze .	6,82	5,80	7,53	7,26	10,19	17,57

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
	Schnitt 1.					Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	10,22	10,58	—	—	11,08	10,84	—
Blattstiele . . .	36,87	53,23	13,70	16,14	—	12,24	17,70	13,91	—
Blätter	23,29	17,70	15,80	22,16	—	10,99	12,34	11,77	—
Blüthen	—	—	—	19,21	12,22	—	—	6,12	4,97
Ganze Pflanze .	30,55	31,33	12,90	13,92	—	11,54	13,53	10,25	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	12,78	—	—	—	7,35
Samen	—	—	—	—	10,26	—	—	—	1,46

Auf die Zahlen für Natron mag ich keinen zu hohen Werth legen, wenigstens die kleineren Schwankungen (dahin gehört auch das scheinbar gänzliche Fehlen des Natrons in den Blättern und Blattstielen dreier Perioden), auf dessen mangelhafte Methode der Bestimmung schieben, die hier beim Rothklee, wo das Natron so sehr gegen das Kali zurücktritt, nur zu leicht eine Fehlerquelle zuläßt.

Es läßt sich jedenfalls aus obigen Tabellen für das Natron nach keiner Richtung hin eine ununterbrochene Reihe erkennen: so groß sind die Schwankungen in der Vertheilung dieser Basis über die Organe des Rothklees. Nur die Blätter der zweiten Reihe scheinen mehr davon zu enthalten, als die der ersten Reihe.

Die Kalkerde.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	161,54	95,91	110,84	—	177,27	105,13
Blattstiele	272,46	282,37	305,41	223,53	229,50	198,36
Blätter	352,62	505,73	640,42	302,82	311,74	319,70
Blüthen	—	126,10	132,28	—	—	106,32
Ganze Pflanze .	266,96	212,79	178,08	276,70	262,39	153,945

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
	Schnitt 1.					Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	113,31	100,54	—	—	123,88	110,81	—
Blattstiele	227,99	190,03	189,68	219,09	—	211,42	209,41	178,44	—
Blätter	304,75	268,75	288,46	335,46	—	343,36	347,46	374,37	—
Blüthen	—	—	—	148,81	248,17	—	—	145,57	208,93
Ganze Pflanze .	263,68	238,56	190,12	157,47	—	285,73	236,99	163,70	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	308,20	—	—	—	330,72
Samen	—	—	—	—	38,77	—	—	—	29,42

Der Procentgehalt der Kleeorgane an Kalkerde steigt in folgender Reihe: Stengel < Blüthe < Blattstiel < Blatt.

Die Stengel nehmen bis zur Blüthe hin an Kalkerde ab, von da bis zur Reife zu. Die Blattstiele der drei ersten Perioden lassen keine ausgesprochene Ab- oder Zunahme erkennen, die der Reifeperiode aber zeigen den höchsten Kalkgehalt. Die Blätter und Blüthen werden zur vierten Periode hin ausnahmslos reicher an Kalkerde, die ganze Pflanze ohne Unterbrechung ärmer.

Bei Vergleichung des ersten mit dem zweiten Schnitt läßt sich allein in den Stengeln des ersten Schnittes ein constantes Minus an Kalkerde erkennen und ein Plus in den Blüthen, doch sind bei beiden Organen die Differenzen nur unbeträchtlich. Die übrigen Organe schwanken bedeutend.

Gegenüber der zweiten Versuchsreihe stellen sich die Stengel, Blattstiele und die ganze Pflanze erster Reihe ziemlich ausgesprochen höher im Kalkgehalt. Für die Blüthen gilt das Umgekehrte und die Blätter schwanken. In Allem also fast das gerade Gegentheil von dem oben vom Kali Gesagten. Während die im Gartenboden gewachsenen Kleepflanzen dieses Alkali im reicheren Maaße aufgenommen haben, enthalten die in Ackererde entwickelten relativ mehr Kalkerde.

Die Magnesia.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	74,49	68,47	89,88	—	123,40	56,40
Blattstiele	88,56	113,04	125,97	156,86	125,10	94,11
Blätter	63,52	92,93	110,74	86,65	76,75	75,88
Blüthen	—	48,08	48,80	—	—	63,19
Ganze Pflanze .	72,35	73,05	79,31	109,78	98,87	64,35

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
		Schnitt 1.				Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	61,72	39,30	—	—	73,18	46,63	—
Blattstiele . . .	102,82	94,14	82,55	56,64	—	90,80	87,49	64,83	—
Blätter	93,89	65,52	70,95	86,18	—	85,25	79,97	70,44	—
Blüthen	—	—	—	56,80	61,575	—	—	54,38	62,27
Ganze Pflanze .	98,66	76,50	69,56	50,84	—	87,68	80,06	53,29	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	60,96	—	—	—	61,01
Samen	—	—	—	—	63,73	—	—	—	63,64

In allen vier zur Untersuchung gelangten jungen Pflanzen (Per. 1) enthalten die Blattstiele mehr an Bittererde, als die Blätter. Auch nach der Ausbildung der Stengel (Per. 2) bleiben beide Organe in gleichem Verhältniß zu einander, nur der Stengel schwankt: während er in Per. 2 erster Reihe einen größeren relativen Gehalt an Talkerde als die Blätter zeigt, enthält er in denselben Perioden zweiter Reihe weniger hiervon. In der Blüthenperiode treten wieder zwei verschiedene Verhältnisse auf:

für Reihe I.: Stengel < Blatt < Blattstiel,
für Reihe II.: Stengel < Blattstiel < Blatt.

Diese Abweichungen finden in anderen Talkerdeverhältnissen für die Organe der beiden letztbesprochenen Perioden ihre Erklärung. Die Stengel und Blattstiele werden zur Blüthezeit hin einmal ärmer an Magnesia, dann aber enthalten sie in der correspondirenden Periode zweiter Reihe immer auch erheblich weniger an dieser Base als in Reihe I., während die Blätter in beiden Reihen sonst keine Differenz zeigen.

Wie eben erwähnt, nimmt in den Stengeln der Magnesiagehalt zur Blüthe hin constant ab, um dann bis zur Reife wieder zu steigen. Ganz dasselbe gilt für die Blattstiele, nur machen hier Periode 2 und 3, Schnitt 1, Reihe I eine Ausnahme. Die Blätter des ersten Schnittes nehmen sonderbarer Weise bis zur Reife hin an Magnesia zu, während sie umgekehrt im zweiten daran ärmer werden. Die Blüthe der vierten Periode enthält immer mehr Talkerde, als die der dritten. Von der ganzen Pflanze gilt ganz das von den Blattstielen Gesagte.

Schnitt 1 differirt von Schnitt 2 im großen Durchschnitt durch ein unerhebliches Minus an Talkerde (das nur bei den Stengeln die Höhe von 0,17 Proc. erreicht), doch ist bei keinem Organ dieß Minus constant.

Stengel, Blattstiel und ganze Pflanze enthalten in der ersten Versuchsreihe beträchtlich mehr an Bittererde als Reihe 2. Blätter und Blüthen schwanken sehr stark; ihr Plus und Minus gleichen sich fast völlig aus.

Das Eisenoxyd.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4	Periode 1	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	7,38	6,26	8,17	—	7,62	4,12
Blattstiele	10,52	15,54	16,58	20,03	7,98	16,81
Blätter	11,04	5,92	16,19	22,25	19,54	11,78
Blüthen	—	8,90	10,36	—	—	10,355
Ganze Pflanze .	9,60	7,59	10,25	21,52	14,08	7,86

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
	Schnitt 1.					Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	3,97	2,88	—	—	4,20	8,76	—
Blattstiele	7,13	5,71	10,65	11,03	—	11,03	7,535	9,26	—
Blätter	5,82	10,17	6,48	12,55	—	11,15	7,50	10,16	—
Blüthen	—	—	—	17,61	21,10	—	—	16,01	10,93
Ganze Pflanze. . . .	6,51	8,46	6,31	6,65	—	11,10	6,49	10,50	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	23,57	—	—	—	16,01
Samen	—	—	—	—	12,50	—	—	—	3,44

Jedes im Freien gewachsene Pflanzenorgan führt eine gewisse Menge anhängenden Sandes mit sich, der allermeist eisenschüssig ist. Durch das nothwendige Aufschließen der Pflanzenasche mittelst einer stärkeren Säure muß auch ein Theil dieses Eisenoxyds des Sandes löslich gemacht werden und die der Pflanzensubstanz angehörige Eisenmenge um etwas erhöhen. Es ist diese Unsicherheit in der Bestimmung des Eisengehaltes der Gewächse von den meisten Analitikern gefühlt worden, und entfernten darum viele von ihnen den den Pflanzen anhängenden Sand durch Abspülen mit Wasser. Weil ich durch diese Manipulation in Betreff anderer Bestandtheile Fehler in die Untersuchung zu bringen fürchtete, unterließ ich eine solche doch immer nur partielle Reinigung des Materials, lege deßhalb aber auch den oben gegebenen Zahlen keinen hohen Werth bei.

Die großen Schwankungen in der Vertheilung des Eisens über die verschiedenen Organe lassen für letzteres Moment keine rechte Gesetzmäßigkeit erkennen.

Die Phosphorsäure.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	83,03	28,27	24,99	—	111,68	53,11
Blattstiele	90,63	58,45	71,90	155,38	106,54	129,89
Blätter	115,51	61,78	75,70	142,66	110,23	91,55
Blüthen	—	90,61	93,31	—	—	128,49
Ganze Pflanze .	98,80	53,12	57,40	146,855	109,61	82,21

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
		Schnitt 1.				Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	113,08	73,28	—	—	88,86	54,12	—
Blattstiele . . .	149,23	163,20	134,67	113,16	—	126,19	96,21	126,20	—
Blätter	124,66	141,45	123,07	87,92	—	126,34	110,73	104,13	—
Blüthen . . .	—	—	—	116,80	119,80	—	—	120,80	134,91
Ganze Pflanze	137,80	149,80	121,32	83,17	—	126,275	99,62	81,13	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	94,97	—	—	—	87,63
Samen	—	—	—	—	206,415	—	—	—	204,61

Die Blattstiele enthalten nach vorstehenden Tabellen in der Jugend (Per. 1) ein wenig mehr Phosphorsäure, als die Blätter, oder es zeigt sich Gleichheit. Mit der Ausbildung der Stengel (am Ende der zweiten Periode) hört jede Regelmäßigkeit in der Vertheilung der Phosphorsäure auf; das eine Mal sehen wir die aufsteigende Reihe Stengel < Blattstiel < Blatt, ein anderes Mal zeigen alle drei Organe fast Gleichheit in ihrem Gehalt an Phosphorsäure und in einem dritten Falle stellen sich wieder die Blätter zwischen Stengel und Blattstiel. Zur Zeit der Blüthe und Reife sehen wir bei Schnitt 1 erster

Reihe die Phosphorsäure zunehmen von den Stengeln zu den Blattstielen, Blättern, Blüthen, während in der Blüthenperiode der übrigen drei Schnitte Blüthen und Blattstiele (von fast gleichem Phosphorsäuregehalt) über die Blätter, diese über die Stengel sich stellen. Am phosphorsäurereichsten ist der Same des Rothklees.

Nach einer anderen Richtung zeigen die Phosphorsäurezahlen bessere Reihen: bis zur dritten Periode hin nehmen die Stengel, Blätter und die ganze Pflanze ausnahmslos an Phosphorsäure ab, desgleichen die Blattstiele im ersten Schnitt beider Versuchsreihen, während im zweiten die dritte Periode wieder reicher als die zweite ist. In Periode 4 zeigen die Stengel mit denen der dritten gleichen Phosphorsäuregehalt, Blattstiele und Blätter haben dagegen unerheblich zugenommen. Die Blüthen stehen in beiden Perioden fast gleich hoch im Gehalt an Phosphorsäure.

Nur die Blüthen des ersten Schnittes stehen constant niedriger im Gehalt an Phosphor, als die des zweiten; alle übrige Organe und die ganze Pflanze schwanken.

Alle Organe der zweiten Reihe enthalten in Schnitt 1 relativ mehr, in Schnitt 2 durchschnittlich weniger Phosphorsäure, als Reihe 1.

Die Schwefelsäure.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel . . .	16,32	Spur.	Spur.	—	?	6,48
Blattstiele	3,78	Spur	0	?	0	?
Blätter	0	1,26	?	0	0	1,40
Blüthen	—	1,31	1,56	—	—	7,71
Ganze Pflanze .	6,73	0,60	0,565?	?	?	5,285

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
	Schnitt 1.					Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	31,03	7,57	—	—	15,38	2,47	—
Blattstiele . . .	4,13	3,63	6,97	Spur.	—	23,88	6,20	1,28	—
Blätter	0	0	0	0	—	13,71	Spur.	2,52	—
Blüthen	—	—	—	Spur.	0,22	—	—	Spur.	1,42
Ganze Pflanze	2,21	1,39	15,08	4,88	—	18,15	6,63	1,88	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	Spur.	—	—	—	2,38
Samen	—	—	—	—	0,99	—	—	—	Spur.

Nach den erhaltenen Resultaten läßt sich von der Schwefelsäure nur sagen, daß ihre größte relative Menge den Stengeln und Blattstielen der jüngeren Pflanze zukommt, daß dagegen die Blätter und Blüthen derselben ganz ermangeln oder nur sehr wenig davon erhalten.

Die Kieselsäure.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4.	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	0,75	2,21	1,71	—	5,76	1,83
Blattstiele	7,45	1,58	13,41	10,50	4,52	10,57
Blätter	9,77	12,85	13,09	11,81	13,83	22,24
Blüthen	—	1,26	13,54	—	—	6,98
Ganze Pflanze .	6,0	4,38	7,79	11,38	9,765	7,55

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:					1860:			
	Schnitt 1.					Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	1,87	0,91	—	—	2,64	0,40	—
Blattstiele . . .	11,48	10,79	4,31	6,51	—	5,43	3,76	Spur.	—
Blätter	19,76	12,73	10,32	11,85	—	7,89	7,22	4,46	—
Blüthen	—	—	—	14,83	5,81	—	—	1,65	5,99
Ganze Pflanze .	15,33	11,99	5,30	4,63	—	6,81	4,77	1,24	
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	7,47	—	—	—	9,77
Samen	—	—	—	—	Spur.	—	—	—	0,41

Aus den großen Schwankungen in der Vertheilung der Kieselsäure über die Kleeorgane und aus dem geringen Gehalt derselben an dieser Säure möchte ich folgern, daß sie bei dem Aufbau des Rothklees eine sehr untergeordnete Rolle spielt.

E. Wolff*) sagt hierauf bezüglich: „In der Kleeasche findet man nur geringe Mengen von Kieselsäure, und es ist dieser Körper wohl als ein unwesentlicher Bestandtheil der Pflanze anzusehen" — und weiter: „Nirgends war bei dem Rothklee, der Kartoffel, Luzerne, Runkelrüben-, und Rapspflanze eine regelmäßige Zu- oder Abnahme im Kieselsäuregehalt der Asche mit dem Fortschreiten der Vegetation zu beobachten". — Für die Kleeblätter scheint die Kieselsäure allein von Wichtigkeit zu sein; wahrscheinlich ist dieselbe in unlöslicher Form in der Cuticula derselben abgelagert, wie Arendt für die Blätter der Haferpflanze, Scheven für die der Gerste schließt.

Die Blätter mehrer Gilea-Arten (zur Familie der Urticeen gehörig) tragen eigenthümliche, den Haaren der Epidermis ähnliche Körper, die stark mit Kieselsäure incrustirt sind. In neuester Zeit hat nun W. Wicke**) beobachtet, daß beim Ausziehen der Asche der Blätter von Urtica dioica, urens, biloba u. a. mit Salzsäure ein vollständiges Kieselskelett der Brennhaare dieser Pflanzen zurückbleibe. Er dehnte seine Untersuchungen auf eine größere Reihe anderer Pflanzen

*) Mittheilungen aus Hohenheim, 1860, Heft 5.

**) S. „Chem. Centralblatt" 1861, Nr. 10; aus: „Nachrichten von der G. A.-Universität u. d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen." 1861. Nr. 4.

mit scharf und hart behaarten Blättern aus und gelangte zu dem nämlichen Resultate. Endlich weist er nach, daß die Epidermis gesunder Blätter von Ficus elastica, australis u. a., wie die der abgewelkten Blätter einer großen Reihe von Laubbäumen beim Verbrennen und Ausziehen der Asche mit Salzsäure ein wohlerhaltenes Kieselsäureskelett des ganzen Zellgewebes zurücklassen und erscheint es ihm nach letzterer Beobachtung als höchst wahrscheinlich, daß die Incrustation der Blätter mit Kieselerde ihrem Absterben vorhergehe.

In der That zeigt Versuchsreihe I. in beiden Schnitten eine procentische Zunahme an Kieselsäure mit fortschreitendem Alter der Kleeblätter, doch weicht hiervon Reihe II. wieder zu bedeutend ab, um auf Gesetzmäßigkeit schließen zu lassen. Bei der Haferpflanze ist nach Arendt's Untersuchung die Zunahme der unteren wie oberen Blätter an Kieselsäure zur Reife hin durch alle Perioden eine ununterbrochene. In zwei Fällen, wo ich Blätter und Blattstiele der nämlichen Periode im gesunden und abgestorbenen Zustand untersuchte, zeigten die todten Organe einen höheren Kieselerdegehalt.

Es enthielten 100 Theile (wasserfrei) an Kieselsäure:

	Blattstiele.		Blätter.	
	gesund.	todt.	gesund.	todt.
Reihe I., Schnitt 1, Periode 3.	0,016	0,189	0,129	0,171
Reihe II., 1859. Periode 1.	0,115	0,190	0,198	0,304

Es bestätigt dies die Meinung W. Wicke's: es gehe dem Absterben des Blattes eine Excretion der Kieselsäure in die Oberhaut voran, die eine substantielle Veränderung letzterer zur Folge habe.

Das Chlor.

Reihe I.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	Schnitt 1.			Schnitt 2.		
	Periode 2.	Periode 3.	Periode 4	Periode 1.	Periode 2.	Periode 3.
Stengel	32,11	17,38	6,11	—	?	42,20
Blattstiele	28,84	34,44	20,32	53,46	36,46	?
Blätter	6,34	18,65	3,78	33,88	17,87	27,66
Blüthen	—	33,67	14,04	—	—	37,76
Ganze Pflanze .	20,12	22,93	9,76	40,33	?	?

Reihe II.

Es enthalten 10,000 Theile wasserfrei.	1859:	1860:							
		Schnitt 1.				Schnitt 2.			
	Per. 1.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.	Per. 1.	Per. 2.	Per. 3.	Per. 4.
Stengel	—	—	41,25	27,87	—	—	8,57	10,68	—
Blattstiele . . .	63,10	43,78	45,53	38,77	—	37,75	29,06	37,03	—
Blätter	27,83	9,59	19,11	23,71	—	17,44	14,51	13,94	—
Blüthen	—	—	—	33,06	7,215	—	—	25,84	5,99
Ganze Pflanze .	46,70	22,70	34,64	28,48	—	26,31	16,94	16,35	—
Blüthentheile ohne Samen	—	—	—	—	7,85	—	—	—	9,77
Samen	—	—	—	—	5,0	—	—	—	0,41

Für eine und dieselbe Periode gilt, daß die Blätter immer ärmer an Chlor sind, als die Blattstiele, daß diesen am nächsten die Blüthen stehen, die Stengel endlich bedeutend schwanken, bald unter die Blätter herabsinkend, bald sogar die Blattstiele um ein Kleines übersteigend.

Zur Reife hin verlieren die Stengel und Blüthen an Chlor; Blattstiele, Blätter und ganze Pflanzen zeigen in den verschiedenen Schnitten unregelmäßige Schwankungen, scheinen aber zur Zeit der Reife gleich den ersteren beiden Organen die niedrigste Chlormenge zu führen.

(Schluß folgt im nächsten Heft.)

Untersuchung einer Anzahl in Chemnitz bräuchlicher Biersorten,

von

Gustav Merz,

Assistenten am chem. Laboratorium der Königl. Gewerbschule zu Chemnitz.

Man findet im bierconsumirenden Publikum besonders der größeren Städte Sachsens die Ansicht verbreitet, daß das ächt bayerische Bier sich durch sein „gutes Bekommen" wesentlich unterscheide von dem hierorts nach bayerischer Art gebrauten Lagerbiere. Daß ein Unterschied in der erwähnten Hinsicht bestehe, ist allerdings wohl nicht zu bestreiten; worin derselbe begründet sei, hat indeß noch keine Untersuchung der Biere gelehrt. Die beste Gelegenheit zur Beantwortung dieser Frage dürfte in größeren Städten geboten sein, wo sich neben mancherlei bayerischen Versandtbieren auch viele Sorten inländischer Lagerbiere vorfinden. Die auf gleiche Weise ausgeführte und möglichst vollständige Untersuchung aller dieser Sorten wird sicherlich einigen Aufschluß über den wesentlichen Grund des erwähnten Unterschiedes beider Arten, insofern chemische Verschiedenheiten sich dabei geltend machen, liefern können.

Ich unternahm, besonders im Interesse der beregten Frage, eine Untersuchung der beliebtesten Chemnitzer Biere, deren Resultate ich unten in einer Tabelle mittheile. Ich mußte jedoch die Fortsetzung meiner Untersuchung vor der Hand aufgeben, und habe bis jetzt nicht viel weiteres Darzubietende gewonnen, als die Kenntniß des Procentgehaltes der hiesigen Biere an Alkohol, Extract und Asche.

Als Methode der Gehaltsermittelung wurde die sogenannte specifische Methode und zwar nicht „aus der Differenz", sondern „aus dem Verhältniß" der specifischen Gewichte des ungekochten und des gekochten Bieres gewählt. Diese Methode ist nicht allein am leichtesten auszuführen, sondern es sind ihre Resultate nach Otto's Versuchen (Handwörterb. der reinen u. angew. Chemie, 2. Auflage 1858) auch fast

völlig gleich denen der Destillationsmethode, welche letztere absolut richtig sind. Die specifischen Gewichte wurden auf das Genaueste durch directes Wägen eines immer gleichen Volumens Flüssigkeit ermittelt, und als Alkoholtabelle diejenige von Tralles, als Extracttabelle die von Balling benutzt, nachdem die Einflüsse der Temperatur sorgfältig berücksichtigt worden waren. Um die Methode selbst zu prüfen, controlirte ich eine Alkoholbestimmung durch directes Abdestilliren des Weingeistes, und mehrere Extractbestimmungen durch Verdampfen des Bieres und Trocknen des Rückstandes bei 100° C. Die erhaltenen Resultate stimmten fast genau mit einander überein. Die Bestimmung der Kohlensäure wurde unterlassen, weil die Menge derselben — in der Regel zwischen 0,14 % bis 0,18 % — ziemlich verschieden ist, je nach der Verschänkungsweise des Bieres.

Die Asche wurde durch Verdampfen einer gewägten Menge Bier und Verbrennen des Rückstandes erhalten.

Als Beobachtungen, die nicht in der Tabelle verzeichnet sind, führe ich noch an, daß die Biersorten Nr. 1, 2 und 5 die einzigen waren, welche sich beim Einkochen nicht trübten, während hingegen alle übrigen viele Flöckchen einer stickstoffhaltigen Substanz ausschieden. Es zeigte sich aber hierbei, daß bei dem bayerischen Biere der Niederschlag sehr gering war und daß derselbe beim Erwärmen des nach dem Einkochen wieder verdünnten Bieres gänzlich oder zum allergrößten Theile verschwand. Der stets beträchtlichere Niederschlag der Lagerbiere zeigte diese Löslichkeit nicht. Alle untersuchten Sorten reagirten nach dem Einkochen deutlich sauer, in der Asche war jedoch keine Kohlensäure zu erkennen. Die Asche endlich reagirte alkalisch, und ihre wesentlichen Bestandtheile waren: phosphorsaure Magnesia (mit wenig phosphorsaurem Kalk) und viel phosphorsaures Kali neben phosphorsaurem Natron.

	Gattung und Bezugsquelle des Bieres.	Preis von ½ Kan. Ngr.	100 Gth. des v. d. Kohlensäure befr. Bieres enthalten: Wasser.	Extract (Gummi, Zucker, Asche).	Alkohol.	Asche.	100 Gth. des Extractes enth. an Asche.
Bayerische Versandtbiere.	1. **Trautners Br. in Hof**, Dec. 1860, Gasth. z. Sonne	1,6	92,63	4,98	2,39	0,265	5,32
	2. **v. Tucher's Br. in Nürnberg**, Dec. 1860, Gasth. z. Stern .	2,0	92,92	4,63	2,45	0,260	5,62
	3. **v. Tucher's Br. in Nürnberg**, Dec. 1860, Voigtländers Rest.	2,5	93,36	3,85	2,79	0,291	7,56
	4. **v. Tucher's Br. in Nürnberg**, Dec. 1860, Hempels Rest. . .	2,4	94,08	3,53	2,39	0,280	7,93
	5. **Brauerei in Culmbach**, Dec. 1861, Stadt Wien	1,8	90,30	6,45	3,25	0,300	4,65
	6. **Trautner's Br. in Hof**, Dec. 1861, Franz's Rest.	1,6	90,71	6,50	2,79	0,270	4,15
	7. **v. Tucher's Br. in Nürnberg**, Dez. 1861, Voigtländer's Rest.	2,5	92,49	5,35	2,16	0,260	4,86
	8. **v. Tucher's Br. in Nürnberg**, Dec. 1861, Gasth. z. Stern . .	2,0	92,84	5,00	2,16	0,250	5,00
	9. **v. Tucher's Br. in Nürnberg**, Dec. 1861, Sped. Schickedantz .	—	92,97	5,10	1,93	0,250	4,90
Sächsische Lagerbiere.	10. **Salvator von d. Schloßbrauerei** i. Chemnitz, Dec. 1860, Stadt Wien	2,2	89,98	6,12	4,00	0,282	4,60
	11. **Schloßbrauerei in Chemnitz**, Dec. 1860, Stadt Wien	1,6	90,71	5,58	3,71	0,260	4,66
	12. **Märzbier von derselben Brauerei**, Dec. 1860, Müller's Rest. . .	1,8	90,72	5,63	3,65	0,309	5,49
	13. **Brauerei b. Coburg?** Nov. 1860, Schurig's Condit.	2,0	90,92	5,43	3,65	—	—
	14. **Dasselbe**, Juni 1861	2,0	92,99	4,45	2,56	0,190	4,27
	15. **Communbrauerei in Löbau**, Sept. 1860, Gasth. z. Anker	1,6	91,98	5,40	2,62	—	—
	16. **Dasselbe**, Juni 1861	1,6	92,68	5,10	2,22	0,269	5,27
	17. **Feldschlößchenbrauer. b. Dresden**, Dec. 1861, Singer's Rest. . .	1,5	90,57	5,50	3,93	0 220	4,00
	18. **Schloßbrauerei in Chemnitz**, Dec. 1861, Gasth. z Linde . . .	1,6	90,95	5,57	3,88	0,290	5,20
	19. **Medinger Br. b. Dresden**, Dec. 1861, Hengst's Rest	1,6	90,90	6,20	2,90	0,240	3,87
	20. **Aktienbrauerei in Plauen**, Dec. 1861, Gasth. z. Krone	1,6	91,46	5,75	2,79	0,220	3,83
	21. **Adler's Br. in Plohn**, Dec. 1861, Hengst's Rest.	1,6	91,95	5,10	2,95	0,220	4,31
	22. **Zinn's Br. in Chemnitz**, Dec. 1861	1,5	92,38	4,55	3,07	0,250	5,49
	23. **Waldschlößchenbr. b. Chemnitz**, Dec. 1861, Gasth z. Anker . .	1,6	92,50	4,88	2,62	0,220	4,51
	24. **Döllnitzer Gose**, Dec. 1861, Gasth. z Krone	1,8	93,15	4,80	2,05	0,370	7,71
Einf. B.	25. **Frankenberger Br.**, Dec. 1860, Müller's Rest.	0,8	96,23	2,50	1,27	—	—
	26. **Dasselbe**, Juni 1861	0,8	95,60	3,60	0,80	0,161	4,47

Mittheilungen aus dem agricultur-chemischen Laboratorium der k. k. patriot. ökonom. Gesellschaft in Böhmen

von

Dr. Robert Hoffmann in Prag.

IV.

Untersuchung von Samen-Zuckerrüben.

Es wurden Samenzuckerrüben (Rüben des zweiten Jahres) in vier verschiedenen Entwicklungsperioden einer Untersuchung unterzogen und zwar:

I. Rübe mit geringer Blattentwicklung, ohne Blüthe und Blüthenstengel;

II. Rübe mit etwas größerer Blattentwicklung, doch ebenfalls ohne Blüthe;

III. Rübe mit bedeutender Blattentwicklung und Blüthenansatz;

IV. Rübe mit sehr starker Blattentwicklung und starker Blüthe an Haupt- und Nebenstengeln.

Die Untersuchungsresultate finden sich in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

Gewicht und Länge der Rübenpflanze.

	I.		II.		III.		IV.	
	Grm.	Centm.	Grm.	Centm.	Grm.	Centm.	Grm.	Centim.
Rübe:	986,75	20,67	835,64	20,67	888,28	25,84	1137,52	25,84
Blätter:	490	40,34	525,00	77,53	717,51	82,70	1225,02	139,55

Es enthielten 100 Gewichtstheile der Rüben:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	90,80	95,20	92,00	93,60
Organische Stoffe	7,93	3,60	6,80	4,00
Asche	1,27	1,20	1,20	2,40

Eine eingehendere Untersuchung ergab:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	90,80	95,20	92,00	92,60
Proteinstoffe	1,07	?	1,31	1,31
(Enthaltend Stickstoff) . .	0,169	?	0,223	0,223
Asche	1,27	1,20	1,20	2,40
Zellstoff	2,00	2,20	1,20	2,40
Andere stickstofffreie Stoffe .	4,86	?	4,29	1,29
	100,00	100,00	100,00	100,00
Zucker im Safte	8,89	5,06	6,71	2,84
Aschengehalt des Saftes . .	1,07	1,16	1,25	1,52

Bei Nr. IV. enthielt der Saft Salpetersäure.

100 Gewichtstheile des Krautkopfes enthielten:

	I.	II.	III.	IV.
Wasser	91,60	92,40	92,40	87,00
Organische Stoffe	5,20	5,00	4,00	12,40
Asche	3,20	2,60	3,40	0,60

Aus diesen Untersuchungen ist eben nur eine entschiedene Abnahme des Zuckergehaltes in den Samenrüben mit fortschreitender Vegetation ersichtlich, eine Wahrnehmung die schon durch anderweitige Untersuchungen nachgewiesen, als eine Thatsache angesehen werden muß. Die Rübe

verliert im zweiten Jahre mit zunehmender Blatt- und Blüthenentwicklung immer mehr und mehr an Zucker und besitzt bei der Samenreife nur noch Spuren desselben. Weiter könnte man wohl auch noch auf eine Zunahme im Aschengehalt des Saftes und eine Abnahme der organischen Substanz überhaupt mit fortschreitendem Alter der Rüben annehmen. Bei den Blättern wären Folgerungen aus obigen Untersuchungen mehr als gewagt, indem die Auswahl des Materials zu viele Schwankungen in den Resultaten herbeiführen mußte. Zu sicheren Daten würde man die einzelnen Theile des Krautkopfes (Blätter, Stengel, Blüthenkopf) gesondert einer Untersuchung unterziehen müssen, was auch in der Folge geschehen soll.

V.

Untersuchungen von Zuckerrüben in acht verschiedenen Vegetations-Perioden.

Wie im Jahre 1859 wurde auch im vergangenen Jahre eine Reihe von Rübenuntersuchungen in verschiedenen Entwicklungsperioden der Pflanze und zwar am 5. und 25. August, 5. und 25. September, 5. und 25. October und 5. und 25. November ausgeführt.

Die Rüben wurden einem Felde auf der Gräflich Nostitz'schen Domäne Predlitz, unweit Teplitz in Böhmen gelegen, entnommen. Das Feld hatte eine Krume von 31,6 Centim.*) und einen humosen Lehmboden mit etwa 40% Sand. Im Frühjahr 1860 wurde das Feld in Reihen von 42,15 Centim. mit Rübensamen (peau rosa aus Quedlinburg bezogen) ohne Düngung bestellt. Die Vorfrucht war 1859 Sommerweizen, zu welchem auf 191,8 Quadratmeter 3289 Kilogrm. (pro Metze 65 Ctr.) Stallmist verwendet worden waren. Nach abgeerntetem Sommerweizen wurde die Stoppelfrucht unterpflügt und abgeeggt, sodann im Spätherbste überackert und mit dem Untergrundpfluge auf 31,6 Centim. vertieft.

In den acht verschiedenen Vegetations-Perioden wurden je zwölf Rüben einer Untersuchung unterzogen und zwar, wo dies die Größe derselben erlaubte, immer jede gesondert. Die Rübensendung am

*) 12 Zoll Wiener Maß.

5. December war bereits den Mieten entnommen. Die erhaltenen Durchschnittsresultate sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich.

Untersuchungszeit.	Größte Rübe. Grm.	Kleinste Rübe. Grm.	Mittelgewicht. Grm.	Sacharom. Anzeige des Saftes.	Zucker des Saftes.	Asche des Saftes.
5. August	647,50	280,00	323,75	11,2	8,62	0,870
25. "	770,00	245,00	498,75	12,19	9,30	0,636
5. September	805,00	168,25	420,00	12,25	9,53	0,593
25. "	1452,50	525,00	875,00	12,75	10,12	0,583
5. October	1032,50	358,75	647,50	15,39	12,17	0,864
25. "	747,50	507,50	665,00	16,16	13,30	0,760
5. November	1058,76	455,00	805,00	16,38	13,44	0,824
25. "	682,50	350,00	507,50	15,4	12,97	0,633
5. December	1137,50	472,50	717,50	17,3	14,78	0,645

Keine der Rüben hatte eine abnorme Größe erreicht. Sacharometergrädigkeit steht mit dem Zuckerprocentengehalt des Saftes in einem geraden Verhältniß. Vom 5. August bis 5. November,*) also in 92 Tagen, nahm der Zuckergehalt des Rübensaftes um 4,82 % zu und zwar täglich um 0,052 %. Die Zunahme erfolgte constant, wenn man die Durchschnittsresultate der in den einzelnen Perioden erlangten Resultate berücksichtigt. Die größte Zuckerzunahme fand statt vom 5. September bis 25. October. Der größte Zuckergehalt des Saftes bei allen untersuchten 96 Rüben (die aus den Mieten am 5. December nicht mit einbezogen) war 14,66 % (am 25. October, 5. November, 25. November). Den kleinsten Zuckergehalt des Saftes hatte eine Rübe am 5. August, er betrug 6,79 %. Zwischen Salzgehalt und Zuckergehalt des Saftes, wie zwischen Salzgehalt des Saftes und Größe der Rüben zeigen sich selbst in den Durchschnittsresultaten keine bestimmten Verhältnisse. Der größte Aschengehalt des Saftes war 1,368 %, der kleinste 0,312.

*) Der 25. November ist, obwohl die Rüben ebenfalls untersucht wurden, hier nicht in Betracht gezogen; der Rübensaft an diesem Datum war um 0,74 geringer, als am 5. November. Es ist diese Abnahme an Zucker wohl der abnormen feuchten Witterung vom 5.—20. November zuzuschreiben.

Die Rüben nach abnehmender Größe in den einzelnen Perioden geordnet, mit dem entsprechenden Zucker- und Aschengehalt im Safte finden sich im Folgenden zusammengestellt:

Datum.	Gewicht. Grm.	Sacharom.	Zucker-	Aschen-
		Gehalt des Saftes.		
5. August:	647,50	9,4	6,79	0,848
=	350,00			
=	358,75	11	8,05	0,813
=	341,25			
=	341,25			
=	280,00	12,1	9,68	1,147
=	262,50			
=	236,25			
=	240,62			
=	227,50	13	9,96	0,672
=	280,00			
Mittel:	323,75	11,2	8,62	0,870
25. August:	770,00	11,7	8,08	0,892
=	717,50	13,9	11,03	0,498
=	647,50	13	9,96	0,556
=	647,50	13	9,96	0,550
=	507,50	9,4	6,71	0,531
=	493,00	11,4	8,89	0,687
=	472,50	13,6	10,91	0,555
=	455,00			
=	420,00	10,6	7,32	0,705
=	402,50			
=	245,00	13,1	10,91	0,749
=	227,50			
Mittel:	498,75	12,19	9,30	0,636

Datum.	Gewicht. Grm.	Sacharom.	Zucker=	Aschen=
		Gehalt des Saftes.		
5. September:	805,00	11	8,34	0,431
=	586,25	11,4	8,60	0,500
=	542,50	10,4	7,54	0,546
=	472,50	13	10,51	0,581
=	463,75	15	12,88	0,347
=	437,50	13	9,13	0,730
=	341,25	12	9,41	0,774
=	341,25			
=	323,75	13,2	9,94	0,709
=	227,50			
=	192,50	12,3	9,41	0,761
=	166,25			
Mittel:	408,33	12,25	9,53	0,593
25. September:	1452,50	14,6	13,12	0,791
=	1032,50	12,8	9,13	0,704
=	1015,50	12	8,60	0,605
=	997,50	11	8,34	0,686
=	910,00	13,6	9,96	0,666
=	892,50	12,5	8,34	0,642
=	875,00	14,4	11,28	0,734
=	805,00	14,2	10,75	0,637
=	770,00	14,8	11,28	0,485
=	700,00	14,0	9,13	0,343
=	612,60	15,2	11,55	0,391
=	525,00	14,5	9,96	0,312
Mittel:	882, 3	12,75	10,12	0,583

Datum.	Gewicht. Grm.	Sacharom.	Zucker=	Aschen=
		Gehalt des Saftes.		
5. October:	1032,50	15	11,55	0,786
=	840,00	15	11,55	0,801
=	752,50	16	13,64	0,845
=	735,00	16,4	13,64	0,760
=	682,00	15,4	13,39	0,854
=	665,00	14,5	11,28	0,865
=	665,00	16	13,12	0,601
=	665,00	16	13,39	0,880
=	560,00	14	11,03	0,605
=	481,25	15,4	11,03	1,616
=	411,25	15,8	11,38	0,862
=	358,75	15,2	11,03	0,887
Mittel:	651,87	15,39	12,17	0,864
25. October:	962,50	16	13,39	0,961
=	892,50	14	10,51	1,368
=	708,75	16	13,39	0,440
=	691,25	15,2	11,83	0,510
=	682,50	16,4	14,17	0,491
=	682,50	15,8	12,34	0,611
=	665,00	16	13,64	0,896
=	603,75	17	14,66	0,712
=	595,00	15,4	12,34	0,711
=	577,50	16,8	14,17	0,834
=	560,00	17	14,66	0,713
=	507,50	16,4	14,17	0,882
Mittel:	679,58	16,16	13,30	0,760

Datum.	Gewicht. Grm.	Sacharom.	Zucker=	Aschen=
		Gehalt des Saftes.		
5. November:	1058,74	16,2	13,12	0,845
=	980,00	15	11,55	1,068
=	945,00	16,4	13,39	1,050
=	840,00	16,8	12,08	0,911
=	848,75	16,8	13,92	0,892
=	735,00	17	14,17	0,742
=	726,25	16	12,34	0,664
=	708,75	15,4	12,88	0,544
=	700,00	16	13,64	0,662
=	630,00	17	14,66	0,898
=	638,75	17,2	13,64	0,841
=	1015,50	16,8	14,93	0,777
Mittel:	818,12	16,38	13,44	0,824
25. November:	682,50	12,8	10,23	0,539
=	665,00	15,2	12,34	0,487
=	647,75	16,3	13,64	0,757
=	612,50	16,4	13,64	0,808
=	560,00	14,0	10,03	0,727
=	507,50	15,4	13,39	0,652
=	452,50	15	13,39	0,580
=	437,50	15	13,39	0,587
=	402,50	14,8	13,39	0,657
=	367,50	15,8	13,12	0,518
=	358,75	17	14,66	0,632
=	350,00	17	14,43	0,661
Mittel:	519,62	15,4	12,77	0,633

Datum.	Gewicht. Grm.	Sacharom.	Zucker=	Aschen=
		Gehalt des Saftes.		
5. December:	1137,50	17	14,43	0,844
=	857,50	18,2	15,16	0,535
=	840,00	16,4	13,92	0,511
=	787,50	15,2	14,43	0,918
=	787,50	18,2	14,02	0,556
=	787,50	16,8	14,93	0,554
=	700,00	16,8	14,93	0,462
=	630,00	16,6	14,66	0,680
=	595,00	17,4	15,16	0,557
=	560,00	16,8	15,16	0,651
=	507,50	18	15,16	0,764
=	472,50	17,8	15,42	0,708
Mittel:	686,87	17,3	14,78	0,645

Ersichtlich ist ein bestimmtes Verhältniß zwischen der Größe der Rüben und dem Zucker= und Aschengehalt derselben nicht, d. h. bei Rüben von der Größe, wie sie zur Untersuchung verwendet wurden.

VI.

Analysen von Koprolithen und Brandschiefern aus Böhmen.

In Böhmen kommen Koprolithen sowohl im Rothliegenden wie in der Kreideformation vor. Leider ist jedoch ihr Vorkommen, wenigstens das zur Stunde bekannte, nur ein ungemein sporadisches und keinesfalls zu vergleichen mit dem massenhaften Vorkommen der Koprolithen an einzelnen Orten in England und Frankreich. Wenn auch immerhin bei dem nur geringen Vorkommen die Kothsteine in Böhmen nur in sehr beschränktem Maße Verwendung finden, so ist es doch nicht unmöglich, daß Lager derselben von bedeutenderer Mächtigkeit später aufgefunden werden können.

Es wurden die Koprolithen der folgenden Fundorte einer Untersuchung unterzogen:

1) Koprolithen aus Starkenbach. Dieselben sind einzeln in den sogenannten Brandschiefern des Rothliegenden des nordöstlichen Böhmens eingelagert.

2) Koprolithen aus dem Rakonitzer Rothliegenden. Finden sich auf den Feldern dieser Gegend einzeln in der Ackerkrume zerstreut. Fundort zwischen Kruschowitz und Hředl; sie liegen lose in den Feldern. Die eigentlichen Koprolithen sind immer im Innern eines braunen eisenhaltigen Gesteines von eiförmiger Gestalt und etwa der Größe eines Taubeneies eingeschlossen. Außengestein mit den Koprolithen wurden gepulvert und das Pulver zur Untersuchung verwendet.

3) Koprolithen aus der Kreideformation bei Kostitz.

Es enthielten 100 Gewichtstheile der Koprolithen aus:

	Starkenbach.	Hředl.	Kostitz.
Kali	0,98	0,31	0,49
Natron	0,36		
Magnesia	1,04	2,09	6,41
Kalkerde	31,85	4,48	34,66
Thonerde (Eisenoxyd)	15,41	57,21	1,00
Kieselsäure (löslich)	0,48	—	0,03
Phosphorsäure	16,35	4,79	18,50
Schwefelsäure	Spur.	—	4,48
Kohlensäure	8,32	8,00	6,98
Chlor	Spur.	Spur.	0,08
Fluor	—	—	—
Unlöslicher Rückstand	6,02	11,75	14,60
Organische Stoffe	18,75	8,87	11,01
Wasser	—	2,5	1,76
Gesammtstickstoff	0,05	Spur.	Spur.
	100,00	100,00	100,00

Der Schiefer (Brandschiefer), in welchem die Koprolithen vorkommen, zeigte die folgende Zusammensetzung.

Starkenbach:

Chlornatrium	Spur.
Natron	0,76
Kali	0,01
Talkerde	2,70
Kalkerde	22,88
Thonerde	8,47
Eisenoxyd	1,48
Kohlensäure	13,86
Schwefelsäure	0,93
Phosphorsäure	0,89
Kieselsäure	—
In verdünnten Säuren unlöslicher Rückstand	47,68
	99,66

Von Stickstoff waren nur Spuren vorhanden.

VII.

Analysen des Viehsalzes aus Wieliczka und Gmunden und des Dungsalzes aus Wieliczka.

Ich unterzog das von der österreichischen Regierung auf den Salzwerken von Wieliczka und Gmunden erzeugte, leider noch immer zu theure, Dung- und Viehsalz einer Analyse, wobei sich die folgenden Resultate ergaben.

100 Gewichtstheile enthielten:

	Viehsalz von Wieliczka.	Viehsalz von Gmunden.	Dungsalz von Wieliczka.
Wasser	1,00	2,00	2,00
Chlornatrium (Kochsalz) . .	93,08	92,76	91,27*)
Eisenoxyd (Thonerde) . . .	0,17	0,22	0,55
Schwefelsauren Kalk (Gyps) .	2,09	2,25	0,63
Kohle (Enzian)	2,44	1,44	2,00
Sand und in Säuren unlöslicher Rückstand	1,22	1,33	3,55
	100,00	100,00	100,00

Von vielen Landwirthen wird behauptet, das Gmundener Viehsalz werde von dem Viehe nicht gefressen. Andererseits wurde wieder behauptet, das Vieh sei nach dem Genusse des Salzes erkrankt. Es wurde bei der Untersuchung dieser Umstand besonders berücksichtigt, es konnte aber durchaus kein schädlicher Stoff in dem Salze nachgewiesen werden, und es liegt die Vermuthung ziemlich nahe, daß in den Fällen, wo in der That der Genuß des Salzes eine Erkrankung zur Folge hatte, durch Zufall eine Verunreinigung in das Salz gekommen sei, etwa durch Verwechselung beim Einsammeln der ähnlichen Wurzeln von Enzian mit „Germer" (Veratrum album Bernh. und Veratrum nigrum L.), zweien sehr giftigen Pflanzenspecies.

*) Mit 1,13 Chlormagnesium.

Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsproceß der Pflanzen.

Von

Dr. W. Knop.

I.

Durch Fortsetzung der in dieser Zeitschrift seit 1859 von mir publicirten Untersuchungen über den Ernährungsproceß der Pflanze, bin ich, und zwar im Laufe dieses Jahres erst, so weit gekommen, daß ich für einige Landpflanzen die Bedingungen, unter welchen sie durch die Atmosphärilien und einige wenige Mineralsalze ernährt werden, mit wissenschaftlicher Strenge angeben kann.

Bei dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft halte ich es für nothwendig, zur Vermeidung jeder Unklarheit, einige der leitenden Principien an diesem Orte nochmals, wenn auch in äußerster Kürze zu besprechen.

1) Bekanntlich war es unter allen Naturforschern v. Liebig, der mit besonderem Nachdruck den Satz vertheidigte: nicht der Humus der Ackererde als solcher, sondern die Kohlensäure, welche sich daraus durch Verbrennung bildet, und die Mineralien des Bodens ernähren die Pflanze.

2) Bekanntlich sprach derselbe Forscher im Jahre 1858 den Satz aus: der im Boden vegetirenden Landpflanze werden die erforderlichen Nährstoffe nicht in Form der im Boden circulirenden Lösungen geboten, die Pflanze saugt bei ihrer Ernährung diese Lösung nicht „ähnlich wie ein Schwamm" auf, sondern als organisirtes Wesen nimmt sie selbstthätig Antheil an der Zubereitung der sie ernährenden Lösung. Sie greift den festen Boden nach Bedürfniß durch Wurzelausscheidungen an, und erst hierdurch werde, meint Liebig, die im Boden vorhandene Lösung zur Nährstofflösung.

3) Stehen wir, täusche ich mich nicht, bezüglich der Stickstofffrage auf dem Standpunkte, daß man im Allgemeinen wohl zuläßt, Salpetersäure und Ammoniak dürften beide assimilirbare Formen sein, indessen

scheinen sich die Ernährungstheorien meist auf die Nothwendigkeit der Gegenwart des vom Ackerboden gebundenen Ammoniaks und der Ammoniaksalze zu gründen. Die Frage, ob das Ammoniak der Atmosphäre mit der Kohlensäure durch die Blätter in den Kreislauf des Stoffwechsels gelangt, ist meiner Ansicht nach bis zur Stunde eine Hypothese, die durch keine Thatsache unterstützt ist, obschon sie richtig sein kann.

Was nun den ersten Punkt anbelangt, so hat sich seit der Zeit, wo man, namentlich in England, anfing, künstliche Mineraldünger auf dem Felde anzuwenden, und der Erfolg den gehegten Erwartungen nicht entsprach, die Meinung geltend gemacht, v. Liebig's Theorie der Mineraldüngung sei widerlegt.

Bezüglich des dritten Punktes, so habe ich über denselben mehr als ein Jahr lang selbst gearbeitet; berührten meine Versuche auch nur die äußersten Grenzen des fraglichen Gebietes, so kam ich doch zu dem Entschlusse, der Salpetersäure als Mineralien lösender Säure eine größere Bedeutung, denn als stickstoffzuführendem Körper, übrigens aber auch gerade dieser Säure die Fähigkeit zuzuschreiben, im Organismus zersetzt zu werden. Hinsichtlich der Specialien kann ich auf meine Abhandlung in dem vorigen Hefte, S. 109 und auf die Fortsetzung derselben in diesem Hefte S. 207 verweisen.

Was endlich den zweiten oben berührten Punkt anbetrifft, so halte ich es für unerläßlich, gerade an diesem Orte näher auf seinen Inhalt einzugehen.

Ich muß es nämlich mit allem Nachdruck hervorheben, daß v. Liebig's Satz nirgends so ausgesprochen ist, daß derselbe zu der Annahme berechtigte, es habe der große Lehrer damit geläugnet, daß die Pflanze durch eine Lösung ihrer Nährstoffe ernährt werden könne. Der Liebig'sche Satz heißt: die den Ackerboden durchdringende Flüssigkeit ist keine vollständige Nährstofflösung und wird erst durch selbstthätiges Mitwirken der Wurzel zu einer solchen verarbeitet.

In dieser Bedeutung habe ich den Liebig'schen Satz stets genommen, und im dritten Hefte der „landw. Versuchsstationen" S. 182, wo ich denselben zuerst als Motiv zu meinen Versuchen, Pflanzen bei Ausschluß des Bodens zu ziehen, angeführt habe, sprach ich von nichts Anderem als der wässerigen Lösung der Bodenbestandtheile, als einer Lösung, in welcher die Landpflanze nicht gedeihen möchte, und das Hinzusetzen verschiedener Salze, zu einem Brunnenwasser, das seiner Natur nach in

einer Lösung der Bodenbestandtheile bestand, entsprang aus der Ueberzeugung, daß jenes allein eben nicht als eine Nährstofflösung zu betrachten sei.

Weiterhin, so namentlich im 6. Hefte dieser Zeitschr. S. 290 bis 293, habe ich meine Ansichten, in wiefern von der Cultur der Landpflanze in wässerigen Lösungen etwas zu hoffen sei, ganz unzweideutig ausgesprochen, ich schrieb dort nieder, daß es gelingen müsse, Pflanzen in wässerigen Lösungen zum Wachsen zu bringen, falls man zur Einsicht darüber gelangte, was für Functionen der Boden bei der Pflanzenernährung ausübe, und es dann ermöglichte, eben diesen Functionen mit der Hand Genüge zu leisten.

Ich habe also stets den Boden als ein nothwendiges Werkzeug bei der Ernährung der Pflanze in der Natur betrachtet, die künstliche Ernährung der Pflanze in wässerigen Lösungen sah ich dagegen im Einklange damit als eine Ernährung der Pflanze unter abnormen Lebensbedingungen an, welche der normalen im Boden statthabenden nur in dem Maße näher zu bringen sei, als man auf künstlichem Wege eine solche Lösung nach und nach mit demselben Erfolg, wie die Natur ihn durch den Boden erzielt, mit der Hand in eine Nährstofflösung umzuwandeln vermöchte.

Dies ist der Standpunkt, den ich bei diesen Versuchen einnahm, und auf dem ich noch jetzt stehe. Alle meine Unternehmungen sind von der Idee geleitet, daß man vom Boden ablesen müsse, was er bei der Ernährung der Pflanze in der Natur für eine Rolle spielt und jeder Einfluß desselben auf die Wurzel, und jede Rückwirkung irgend welcher Wurzelthätigkeit auf den Boden müsse studirt, und der Erfolg solcher Thätigkeiten auch bei der Cultur der Pflanzen in wässerigen Lösungen durch irgend welche andern Mittel bedingt werden, bevor man sich der Hoffnung hingeben dürfe, eine jede Landpflanze in wässerigen Lösungen zu einer normalen Vegetation zu bringen. Damit ist zugleich ein Zweifel ausgesprochen, daß Versuche der Art mit jeder beliebigen Landpflanze vollkommen gelingen dürften.

Von den Functionen nun, welche der Boden bei der Pflanzenernährung hat, kann man eine gewisse Anzahl aus bekannten Eigenschaften des Bodens als porösem Körper erschließen. Ich übergehe die Aufzählung derselben, da diese zur Genüge schon besprochen worden sind, und beschränke mich hier nur auf die Angaben einiger Eigenschaften

von künstlichen Bodenarten, welche ich bei genaueren Vegetationsversuchen häufig angewandt habe. Solche künstliche Böden sind bei derartigen Versuchen sehr nützlich, ich brauche im Grunde nur zweierlei:

1) Glasperlen von weißem oder farblosem Glase, von der Größe, daß ungefähr 15 Stück 1 Grm. wiegen. Man füllt 6 bis 10 Pfund derselben in eine Krystallisirschale und begießt sie mit Wasser. Dies Material ist besser als gewaschener Sand, gestoßener Quarz u. dgl. geeignet, um beim Keimen den jungen Pflanzen eine feste Stellung zu geben, und man kann die Pflanzen leicht ohne Verletzung der Wurzel wieder herausnehmen. Diesem künstlichen Boden schreibe ich bloß die Eigenschaft zu, den Pflanzen eine feste Stellung zu geben, den Luftzutritt zu dem keimenden Samen und den Wurzeln zu gestatten und den Pflanzen stets eine dünne Wasserschicht in den Zwischenräumen und Augen zuzuführen. Durch Flächenattraction, durch Abgabe von Nährstoffen kann er nicht wirken, und ich wende denselben daher in allen den Fällen an, wo ich kleinere Pflanzen einigermaßen bewurzelt zu weiteren Versuchen ankeimen lassen will; außer einer Spur Kali, Natron, Kalk und Kiesel können die Pflanzen von diesem Material nichts aufnehmen und von den genannten Stoffen jedenfalls auch nur unwägbare Mengen.

2) Eine auf besondere Weise präparirte Holzkohle. Bekanntlich hat man ausgelaugte Holzkohle schon mehrfach als künstlichen Boden, dem man nach und nach Auflösungen hinzusetzte, benutzt. Ich habe umgekehrt Kohlenpulver dadurch zu einem fruchtbaren Boden gemacht, daß ich es gleich Anfangs mit gewissen Salzen imprägnirte. 10 Pfd. Holzkohlenpulver tränkt man mit einer Lösung von 20 Grm. phosphorsauren Kalis in Wasser, läßt trocknen und wirft die Kohle dann in eine Lösung von 500 Grm. salpetersauren Kalks, 200 Grm. salpetersaurer Talkerde und 50 Grm. Bittersalz in 250 Liter Wasser. Man läßt 3 Wochen lang stehen, seiht die Kohle ab und läßt sie auf dem Seihetuche trocknen.

In diesem Boden bildet die Kohle den porösen Körper; durch die angegebene Behandlung ist ihr Gehalt an kohlensaurem Kali unschädlich gemacht, denn das kohlensaure Kali ist dadurch in Salpeter umgewandelt, sie ist dafür mit allen erforderlichen Salzen durchdrungen und zwar im Ueberflusse. Man wird meist die nach vorstehender Vorschrift dargestellte Kohle, wenn Pflanzen darin gut gedeihen sollen, nochmals in Wasser

werfen, abseihen und trocknen müssen, um den Gehalt an löslichen Salzen abzuschwächen.

Man kann diesen Boden benutzen, um sich davon zu überzeugen, daß der poröse feste Bodenkörper nicht ohne Einfluß auf die Thätigkeit der Wurzel ist.

Die Wurzel einer in solchem Boden cultivirten Pflanze liegt in dem Kohlenpulver, ähnlich wie es im fruchtbaren natürlichen Boden der Fall ist, in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre, während sie bei der Cultur derselben Pflanze in wässerigen Lösungen von der unmittelbaren Berührung mit der Luft abgeschlossen ist. Ich glaube nicht, daß jede Landpflanze diesen völligen Abschluß verträgt, und kann mir nicht denken, daß z. B. Knollengewächse, wie etwa Kartoffeln, gedeihen werden, wenn die Wurzeln und Knollen ganz untergetaucht in wässerigen Lösungen liegen.

Man kann, indem man eine gewogene Menge solchen Kohlenpulvers mit Wasser auswäscht, durch Analyse finden, welche Salze das in den Poren der Kohle circulirende Wasser enthält, durch Einäschern der ausgewaschenen Kohle aber auch die ungelösten ermitteln, und somit am Schlusse des Versuchs bestimmen, ob die Pflanze die aufgenommenen Mineralsalze aus der Lösung entnommen oder durch Wurzelausscheidungen von den an und für sich in Wasser unlöslichen Mineralsalzen aufgelöst hat; überdies kann man ein größeres Quantum solcher Kohle mit destillirtem Wasser auswaschen und versuchen, ob in einer solchen Lösung, wie sie in dem Kohlenboden circulirt, dieselbe Pflanze fortkommt, die bei gleichzeitigem Versuche in dem präparirten Kohlenboden sehr gut gedeiht.

Versuche dieser Art habe ich mit verschiedenen Pflanzen, namentlich Gräsern, ferner mit Kohl, Hanf, Kresse u. a. angestellt.

Kresse gedieh in solchem künstlichen Kohlenboden ganz vollkommen so gut wie im Garten, während dieselbe Pflanze in der durch Auslaugen desselben Kohlenmaterials erhaltenen Lösung nicht fortkam, obschon dafür gesorgt wurde, daß diese Lösung ganz dieselbe Concentration hatte, wie diejenige, welche nach dem Begießen des Kohlenbodens mit destillirtem Wasser in dem letzteren vorhanden sein mußte. Ich schloß hieraus, daß der Boden als fester Körper eine Mitwirkung bei der Ernährung der Pflanze haben müsse, und es gelang mir noch in vorigem Frühjahre, einige Hauptpunkte aufzufinden, welche diese Ansicht unterstützen.

Ich hatte mit diesen Versuchen zugleich andere angestellt, bei welchen ich Kresse, Gerste, Roggen, Hafer, Mais, Hanf und Kohlarten in wässerigen Salzlösungen, also bei Ausschluß des festen Bodens cultivirte, und es gelang mir zuerst mit Kresse und Gerste ein erhebliches Resultat zu erzielen. Die Kresse (Lepidium sativum L.) war im Mai und die Gerste im Juni reif, die Exemplare der ersteren hatten ganz volle Trauben von Fruchtschötchen und die Gersten trugen Aehren mit 20 und 24 ganz vollen Körnern und waren nahezu 1 Meter hoch. Von allen Pflanzen, welche ich auf diesem Wege bis jetzt erzeugte, war diese Gerste am meisten den normalen, in demselben Jahre im freien Felde wachsenden Exemplaren gleicher Species ähnlich.

Indem ich nun bei diesen Versuchen die Reaction der Lösungen, in welchen diese Pflanzen vegetirten, genauer verfolgte, stellte sich heraus, daß die Wurzeln, deren Saft selbst stets sauer ist, in den angewandten Lösungen Alkalien aussonderten oder gleich bei der Aufnahme der Salze an der Wurzeloberfläche von der Säure trennten, es zeigte sich wenigstens, daß die Lösungen in dem Maße wie die Pflanzen heranwuchsen, nach und nach eine immer stärkere alkalische Reaction annahmen, bis die Alkalität der Lösung es zur Folge hatte, daß die Pflanzen chlorotisch wurden. Dieselbe Erscheinung stellte sich auch als Ursache davon heraus, daß in der durch Auslaugen des oben erwähnten Kohlenbodens erhaltenen Lösung Kressen erst chlorotisch wurden und später abstarben. Ich fand ferner, daß in dem Kohlenboden, wenn er viel salpetersaure Salze enthielt, Kressen ebenfalls chlorotisch und krank wurden, während sie bei mäßigem Gehalt daran vollkommen grün und normal in demselben aufwuchsen.

Kurz es stellte sich heraus, daß die salpetersauren Salze in der Pflanze zersetzt werden, wodurch deren Basen frei werden und als solche, oder auch als kohlensaure Salze, auf das Chlorophyll eine schädliche Wirkung ausüben.

Indem ich nun bei allen meinen Versuchen von der Idee ausging, daß bei der natürlichen Ernährung einer Pflanze im Ackerboden, der in seinen Poren Kali, Ammoniak und Phosphorsäure durch Flächenattraction bindet, nachdem das Ammoniak zu Salpetersäure verbrannt ist, und die Wurzel durch Ausscheidungen jene Stoffe, welche in den im Boden vorhandenen Wässern eben gar nicht oder doch in zu geringer Menge angetroffen werden, gelöst hat, unter Mitwirkung der Pflanze eine voll-

ständige Nährstofflösung erzeugt werde, habe ich eigentlich immer die Lösung des Problems mir zur Aufgabe gemacht, dieselbe Nährstofflösung künstlich herzustellen.

Allein die erwähnten beiden Thatsachen, daß die Wurzeln alkalische Flüssigkeiten ausscheiden und daß in einigermaßen stark alkalischen Lösungen keine Pflanze gedeiht, zeigen nun, daß man eine Nährstofflösung für Pflanzen nicht mit der einzigen Arbeit des Lösens von verschiedenen Salzen herstellen kann, daß man vielmehr jene Arbeit, die der Ackerboden continuirlich verrichtet, indem er zunächst durch Flächenattraction das von den Wurzeln aus- oder abgesonderte Alkali bindet, das späterhin sich durch herzugeführte Salpetersäure, Phosphorsäure und Kieselsäure sättigen und von Neuem in aufsaugbare Salze verwandeln mag, übernehmen und von Zeit zu Zeit jene Alkalität der die Wurzeln umgebenden Lösung aufheben muß, wenn man in wässerigen Lösungen Pflanzen cultiviren will. Man kann diesen schädlichen Einfluß bei kleinen Pflanzen allerdings dadurch beseitigen, daß man verhältnißmäßig eine große Menge der Salzlösung gleich zu Anfang den Pflanzen darbietet, wodurch die Ausscheidungen sehr verdünnt und in gleichem Maaße weniger schädlich auf die Beschaffenheit der ganzen Nährstofflösung wirken, allein rationeller ist es, die Lösungen selbst von Zeit zu Zeit wieder richtig herzustellen, und wenn man die eintretenden Veränderungen eben studiren will, so ist dieser Weg der einzige, auf welchem man zur Beobachtung jener Veränderungen gelangen kann.

Meine Versuche waren ferner schon in diesem Frühjahre so weit variirt, daß sie deutlich genug einsehen ließen, daß eine Anzahl von Stoffen, denen man bisher eine gewisse Bedeutung bei der Pflanzenernährung zugeschrieben hat, als ganz bedeutungslos für den eigentlichen Ernährungsproceß anzusehen seien.

Die Kieselsäure, die man als einen nothwendigen Bestandtheil für die Ausbildung der Organe der Gräser angesehen hat, zeigte sich als einen bloßen Begleiter der dazu erforderlichen Stoffe, und obschon ich nicht läugnen will, daß die Ablagerung derselben in den Blattscheiden diesen letzteren eine größere Festigkeit gebe, als dieselben ohne Kieselsäure bekommen können, so muß ich doch behaupten, daß sie nicht zu den Nährstoffen gehört.

Das Natron erwies sich bei jenen Versuchen gleichfalls als ein nicht nothwendiges Material zur Erzeugung der organischen Masse der Landpflanze.

Das Ammoniak, das man als die assimilirbare Form, in der der Stickstoff in die Pflanze gelangt, ansieht, kann unter den Stoffen, welche von der Wurzel aufgenommen werden, ganz fehlen.

Diese Thatsache hat ein allgemeineres naturwissenschaftliches Interesse. Denn unläugbar war unsere Erdoberfläche einmal in feurigem Fluß, sie ist uns als ein Aschenring hinterblieben, der aus lauter verbrannten Stoffen besteht. Wir wissen ferner, daß beim Blitzschlage in der Natur Oxyde vom Stickstoff erzeugt werden, die mit dem Regen auf die Erde gelangen, und aus dieser Anhäufung verbrannter Stoffe mußte die erste Vegetation ihre Nahrung schöpfen. Während nun Niemand mehr daran zweifelt, daß der Kohlenstoff aus dem höchsten Oxyde des Kohlenstoffs, das in der Natur sich bilden kann, der Kohlensäure, durch Reduction im Pflanzenorganismus assimilirt wird, und daß alle Mineralkörper als Oxydsalze in die Pflanze eintreten, steht das Ammoniak als der einzige brennbare Körper unter den Nährstoffen der Pflanze da. Meine Versuche liefern aber den Beweis, daß, wie schon oben bemerkt, unter den Stoffen, welche durch die Wurzel in die Pflanze gelangen, das Ammoniak ganz fehlen kann, daß aber die Salpetersäure, also ein Oxyd des Stickstoffs, nicht fehlen darf, und daß dieses letztere von der Pflanze zersetzt wird. Wenn die Pflanze daher das Ammoniak beim Stoffwechsel nöthig hat, so vermag sie dieses selbst, ebenso wie sie ihre Kohlenstoffverbindungen aus Kohlensäure herstellt, durch Reduction aus der Salpetersäure zu erzeugen.

Ich glaubte, nachdem diese Erscheinungen sich bei der Cultur von Kresse und Gerste herausgestellt hatten, von den obengenannten Stoffen ganz absehen zu können. Nach Entfernung derselben aber blieben nur noch Kali, Kalk, Talkerde (und Eisen?), Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure als scheinbar nothwendige Mineralkörper übrig, und in der That habe ich nun Gerste, Hafer, Mais, Hanf, Kresse zu einer bedeutenden Entwicklung in der Lösung dieser wenigen Stoffe gebracht; ich wandte sie an in der Form von: 1) Kalisalpeter, 2) Kalksalpeter, 3) phosphorsaurem Kali, 4) Bittersalz, 5) phosphorsaurem Eisen, so daß man also den folgenden allgemeinen Satz aufstellen kann: die Pflanze ernährt sich durch Verarbeitung vollkommen verbrannter Stoffe. Der Thierwelt gegenüber hat es noch Interesse, darauf hinzuweisen, daß alle die Stoffe, welche bei Lebzeiten einer Pflanze aus dem Organismus als Secrete oder Excrete austreten, so wie diejenigen,

die ihr Körper nach dem Absterben hinterläßt, alle wieder verbrennen, so daß man mit Bezugnahme hierauf auch sagen kann, die Pflanze lebt von ihren eignen vollkommen verbrannten Excrementen und Verwesungsproducten.

Nach diesen vorläufigen allgemeinen Bemerkungen, mit welchen ich indessen bereits auf die Einfachheit der Mischungen, welche zu einer Nährstofflösung gestaltet werden können, hingewiesen habe, gehe ich zur Beschreibung desjenigen meiner Versuche über, bei welchem ich die einzelnen Acte der Vegetation am genauesten und vollständigsten verfolgt habe. Es ist dies ein mit einer Maispflanze angestellter Versuch, im Verlaufe dessen ich übrigens mehrere besondere Fragen durch Experimentiren theils mit anderen Maisexemplaren, theils mit Gerste, Hafer und andern Pflanzen zu lösen gesucht habe. Ich will mit dem Hauptversuche beginnen.

Plan war dabei ursprünglich, die Säuren und Salze durch alle Perioden der Vegetation zu einander stets in denselben Verhältnissen der Pflanze darzubieten, nur sollte die Lösung der ganz jungen Pflanze in größerer Verdünnung gegeben werden, um eine bessere Bewurzelung zu erzielen. Die erste Periode zerfällt durch diese Anordnung in drei Abschnitte, in deren Aufeinanderfolge bloß die Concentration der Lösung gesteigert wird, bis die beabsichtigte Concentration von ungefähr 5 pro Mille erreicht war. Nun sollte zwar nach dem ursprünglichen Plane dieselbe Lösung beibehalten werden, als sich aber später zeigte, daß die Phosphorsäure ganz und gar aus der Lösung verschwand, wurde der Zusatz an phosphorsaurem Kali verdoppelt und endlich verdreifacht.

Die Aenderungen, welche also die Mischung in den relativen Verhältnissen erfuhr, bestanden bei diesem Versuche darin, daß im Laufe der ersten Perioden die Concentration bis zu ca. 5 pro Mille gesteigert ward, und daß, nachdem diese Concentration in der zweiten Periode beibehalten worden war, in der dritten und vierten die doppelte Menge und in der fünften, wo die Pflanze blühte, die dreifache Menge phosphorsaures Kali zu der Lösung derselben übrigen Salze hinzugesetzt wurde. Nach Ablauf der fünften Periode gab ich der Pflanze keine Nährstoffe mehr, sondern nur noch destillirtes Wasser, aus Gründen, welche weiter unten genauer angegeben werden sollen. Eine Periode der Vegetation beendigte ich jedesmal, wenn die Pflanze 1 Liter Wasser verdunstet hatte. Die Mischung der Salze bei diesen Versuchen habe ich nicht beliebig, sondern

nach chemischen Aequivalenten zusammengesetzt. Hat dies auch bezüglich der Pflanze keine besondere Bedeutung, so erleichtert es die Beurtheilung der Frage, in welchem Sättigungszustande die Basen in den Lösungen angetroffen werden, nachdem Pflanzen eine Zeit lang darin vegetirt haben. Ich wählte, um mehr Kalk als Talkerde, und mehr Kali als Kalk in der Lösung zu haben, die chemische Proportion:

$$MgO,SO_3 + 2\,CaO,NO_5 + 2\,KO,NO_5$$

als Norm zur Herstellung einer für alle Perioden beizubehaltenden Lösung von Bittersalz, Kalksalpeter und Kalisalpeter, in welcher beim Versuch frisch gefälltes phosphorsaures Eisen aufgeschlämmt und zu welcher außerdem noch auf je 500 Cub.-Centim. ein bestimmtes Volum einer Lösung von phosphorsaurem Kali hinzugesetzt wurde, welche in 10 CC. 0,0625 Grm. Phosphorsäure und 0,0409 Kali enthielt oder 0,1034 Grm phosphorsaures Kali $= KO,PO_5$, welches als $(KO, 2\,HO)\,PO_5$ in destillirtem Wasser aufgelöst wurde.

Mit jedem Zusatze von 10 CC. dieser Lösung erhielt also die ganze Mischung ein Quantum von genau genug 0,1 Grm. phophorsaurem Kali (KO,PO_5).

Die erstgenannte Lösung von Bittersalz, Kalisalpeter und Kalksalpeter, welche in Folgendem stets als Normallösung A bezeichnet ist, wurde durch Auflösen der drei vollkommen neutral gemachten Salze in dem angegebenen Verhältnisse in Brunnenwasser hergestellt und dann analysirt, indem zu jeder Einzelbestimmung 100 CC. verwandt wurden. Die Analyse ergab in 100 CC.:

gefunden	0,144	$BaOSO_3$	= 0,0495	Schwefelsäure,
=	0,065	$(Mgo)_2\,PO_5$	= 0,0233	Talkerde,
=	0,166	CaO,SO_3	= 0,0684	Kalkerde,
hinzugesetzt als Salpeter			= 0,0940	Kali.

Kali und Kalkerde sind als salpetersaure Salze dem Wasser, das an und für sich nur Spuren von Kali und Natron enthielt, hinzugesetzt. Die Menge Salpetersäure, welche an Kalk gebunden, hinzugesetzt worden war, betrug 0,108 Grm. und ebensoviel diejenige Menge, welche als Salpeter zur Lösung gebracht wurde. Addirt man alle diese Bestandtheile zusammen, so enthielten:

	100 CC. Normallösung A.	500 CC. Normallösung A.	600 CC. Normallösung A.
Salpetersäure	0,2160 Grm.	1,0800 Grm.	1,2960 Grm.
Schwefelsäure	0,0495 =	0,2475 =	0,2970 =
Kalk	0,0684 =	0,3420 =	0,4104 =
Talkerde	0,0233 =	0,1165 =	0,1398 =
Kali	0,0940 =	0,4700 =	0,5640 =
	0,4512 Grm.	2,2560 Grm.	2,7072 Grm.

Der Umstand, daß in der ersten Periode mit verdünnterer Lösung gearbeitet wurde, brachte es mit sich, daß von der obengenannten Lösung in dieser Periode 600 CC. verbraucht wurden, in allen übrigen Perioden wurden 500 derselben abgemessen, und auf dieses letztere Quantum ist dann die Lösung von phosphorsaurem Kali noch in den angegebenen Rationen hinzugesetzt. Hierdurch erhielten die Mischungen in den 5 Perioden folgende Gesammtzusammensetzung. Das Kali, welches als KO, PO_5 und dasjenige, welches als KO, NO_5 zugesetzt wurden, sind getrennt aufgeführt und durch eine Klammer verbunden.

	Periode I. 12 CC. Lösung von KO, PO_5, 600 CC. Normallösung A. Darin sind enthalten:	Periode II. 10 CC. Lösung von KO, PO_5, 500 CC. Normallösung A. Darin sind enthalten:
Salpetersäure	1,2960 Grm.	1,0800 Grm.
Schwefelsäure	0,2970 =	0,2475 =
Phosphorsäure	0,0750 =	0,0625 =
Kalkerde	0,4104 =	0,3420 =
Talkerde	0,1398 =	0,1165 =
Kali	0,5640 / 0,0490 =	0,4700 / 0,0408 =
	2,8312 Grm.	2,3593 Grm.

	Periode III. und IV. 20 CC. Lösung von KO, PO_5, 500 CC. Normallösung A. Darin sind enthalten:	Periode V. 30 CC. Lösung von KO, PO_5, 500 CC. Normallösung A. Darin sind enthalten:
Salpetersäure	1,0800 Grm.	1,0800 Grm.
Schwefelsäure	0,2475 =	0,2475 =
Phosphorsäure	0,1250 =	0,1875 =
Kalkerde	0,3420 =	0,3420 =
Talkerde	0,1165 =	0,1165 =
Kali	0,4700 0,0816 =	0,4700 0,1224 =
	2,4626 Grm.	2,5659 Grm.

In jeder Mischung mit Ausschluß der von Periode V wurde dann noch 0,1 Grm. phosphors. Eisen aufgeschlämmt.

Die zu den einzelnen Perioden zubereiteten Lösungen, so wie sie in Vorstehendem aufgeführt sind, haben die Beschaffenheit, daß wenn eine Maispflanze in denselben vegetirt, keine derselben phosphorsauren Kalk absetzt. Zu Anfang des Versuchs, wo die Pflanze noch wenig bewurzelt ist, beträgt der Zusatz von phosphorsaurem Kali das Minimum, das Maximum ist am Ende gegeben, und obschon die Lösung ohne Pflanze die in Periode V zugesetzte Menge phosphorsauren Kalis nicht ohne Ausscheidung von phosphorsaurem Kalk erträgt, so erfolgt eine solche Ausscheidung nicht mehr, sobald die stark bewurzelte Maispflanze darin vegetirt.

Auf diese Eigenschaft der Lösungen, kein Salz an den Gefäßwandungen oder auf dem Boden abzusetzen, habe ich ein besonderes Gewicht gelegt, weil man einzig und allein bei solcher Beschaffenheit derselben berechtigt ist, zu behaupten, daß die der Pflanze gegebene Lösung auch die ihrer Nährstoffe war, während, falls diese an und für sich Veränderungen in ihrer Zusammensetzung erleidet, man am Schlusse des Versuchs nicht angeben kann, welche Veränderungen die Thätigkeit der Pflanze allein darin hervorgerufen hat.

Die so vorbereiteten Salzmischungen sind zu Anfang in sämmtlichen Perioden durchaus neutral, sie reagiren auf empfindliches geröthetes Lakmus in Folge etwas gelösten kohlensauren Kalks ganz schwach alkalisch.

Hervorzuheben ist ferner, daß die Salzlösung keinerlei Einwirkung auf den in ihr suspendirten Niederschlag von phosphorsaurem Eisenoxyd hat. Dieses Salz, das fast weiß (etwas gelblich) aussieht, ändert unter der Lösung seine Farbe und Zusammensetzung durchaus nicht, und es ist in derselben so unlöslich, daß 500 CC. der Lösung, nachdem sie lange mit dem Niederschlage gestanden haben, noch keine wägbare Menge phosphorsaures Eisen bei der Analyse geben.

Somit ist die gestellte Bedingung, daß die Lösung in sich selbst nicht den Keim zu nicht controlirbaren Veränderungen in sich trage, erfüllt, und jede am Schlusse einer Periode sich herausstellende Veränderung, die die Salzmischung erlitten hat, kann nun mit Fug und Recht als Wirkung der in der Lösung arbeitenden Wurzel betrachtet werden.

Ueber die Handhabung der Pflanze beim Versuche und das Gefäß, worin sie vegetirt, sei in aller Kürze Folgendes bemerkt.

Zuerst bringt man die Pflanze in einen mit der Lösung bereits versehenen Glascylinder von 400 CC. Inhalt mit weiter Mündung. Man durchbohrt einen Spundkork, schneidet ihn in zwei Hälften, nimmt den Stamm der Pflanze in der Durchbohrung auf und schließt damit die Mündung des Glascylinders. In der Mitte der einen Hälfte des Korkes hat man noch eine engere Durchbohrung angebracht, in welche man ein Trichterrohr einsetzt. Unten dicht über dem Boden hat man den Cylinder durchbohrt und diese Tubulatur, die zum Ablassen der Flüssigkeit später dienen soll, mittelst eines Korkes geschlossen. Man stopft um den Stamm der Pflanze Baumwolle so dicht als nur möglich, ohne den Stamm zu drücken, und stopft auch das Trichterrohr, wenn die Füllung ganz vollendet ist, mit einem Baumwollenpfropfe zu. Hierauf wird der Spuntkork sammt dem Glasrande mit bekleistertem Papiere überall beklebt. Es ist nämlich von der größten Wichtigkeit, daß das Gefäß so viel als möglich oben verdichtet wird, damit der obere Theil der Wurzeln in einer mit Wasserdampf gesättigten kohlensäurehaltigen Luft erhalten werden kann. In diesem Gefäße verlebt die Pflanze ihre erste Periode, die beendet ist, wenn sie das erste Liter Wasser verdunstet hat. Zuerst wird die Pflanze einmal für sich mit feuchter Wurzel gewogen. Nachdem sie in das Versuchsgefäß gebracht und dieses mit der erforderlichen Menge Lösung angefüllt ist, wägt man den ganzen Apparat mit der Pflanze. Indem man den Stand des Wasserspiegels bezeichnet und das Gefäß bis an die Marke mit Wasser füllt, kann man dann

leicht durch wiederholtes Wägen die Zunahmen an Lebendgewicht bei der Versuchspflanze verfolgen.

Während des Verlaufs dieser ersten Periode, die man mit verdünnter Salzlösung (ohne deren relative Salzmengen anders als in der zweiten Periode zu nehmen) beginnt, steigert man, wie bemerkt, die Concentration bis zu dem beabsichtigten Grade, was bei meinem Versuche in drei Abschnitten erfolgte, und setzt die nun stark bewurzelte Pflanze zu Anfang der zweiten Periode in ein größeres Gefäß von 600 CC. Inhalt, welches übrigens genau ebenso wie dieses erstere eingerichtet ist und das Abzapfen der Lösung, ohne daß die Pflanze aus ihrer Stellung gebracht würde, gestattet. Man macht an den Gefäßen eine Marke, wo der Wasserspiegel steht und mißt so viel destillirtes Wasser in einer besonderen Flasche ab, daß, wenn dieses, indem man es nach Bedürfniß nachgießt, verbraucht und der Spiegel im Gefäße auf den beabsichtigten Grad gebracht ist, gerade 1 Liter Wasser von der Pflanze verdunstet worden ist. In den 3 Abschnitten der ersten Periode betrug der Rückstand der Lösungen stets 300 Cub.-Centim., weil ich, um die Lösung verdünnt zu erhalten, den Spiegel immer so wieder herstellte, wie er ursprünglich stand. Von der zweiten Periode an ließ ich zuletzt die Lösung bis auf etwas weniger als 200 CC. einsaugen und zapfte dann diesen Rest behufs der Analyse ab. Da in diesen letzten Perioden stets 500 CC. Lösung der Versuchspflanze von neuem geboten wurden, so betrug die für die 2., 3. und 4. Periode abgemessene Menge Wasser 700 CC., so daß nach Abzug der 195 bis 200 CC. Rückstand also jede dieser Perioden durch eine Verdunstung von gerade 1 Liter Wasser charakterisirt ist. Bei der Art und Weise, wie der Stamm der Versuchspflanze in dem Korke befestigt worden war, ist die beiläufige Verdunstung des Wassers durch den Kork und die Baumwolle = 0 zu setzen. In der 5. Periode ließ ich 2 Liter Wasser und in den späteren, wo die Pflanze nur noch destillirtes Wasser erhielt, noch mehr verdunsten.

Zu Anfang einer jeden Periode zeichnete ich die Blätter auf untergelegte Papierstreifen ab, schnitt die Zeichnung aus und hob die durch Papier dargestellten Blätter auf, um sie später auszumessen. Dies geschieht dadurch, daß man auf diesen Papieren nach Centimetern in Länge und Breite Rechtecke absticht und ausschneidet, so lange dieses möglich ist, deren Flächeninhalt man ohne Weiteres dann berechnet. Diese geradlinigen Papierstreifen werden gewogen. Man wägt darauf die zum

Theil von krummen Linien begränzten Abfälle der erhaltenen Rechtecke und berechnet deren Flächeninhalt nach der Proportion ihres Gewichts zu dem der erst ausgeschnittenen Rechtecke. Auf diesem Wege sind die Zahlen für den Flächeninhalt der Blätter, welche unten bei jeder einzelnen Periode mit aufgeführt werden, erhalten.

Den Gang der Analysen betreffend, konnte derselbe bei den einzelnen Rückständen von verschiedenen Perioden nicht ganz derselbe bleiben. Als gleich bei der Untersuchung der Rückstände von den ersten Perioden sich herausstellte, daß der Kalk und die Talkerde, die in Form von salpetersauren Salzen der Pflanze gegeben worden waren, als kohlensaure Salze in der Lösung zurückblieben, mußte dieser Vorgang näher verfolgt werden, weil damit, so viel ich weiß, der erste thatsächliche Beweis für die schon mehrfach ausgesprochene Vermuthung, daß die Salpetersäure von der Pflanze zersetzt werde, geliefert werden konnte.

In der ersten Periode, wo die Salze in den erwähnten drei Abschnitten in verdünnteren Lösungen gegeben werden, sind die Rückstände von allen drei Vegetationsabschnitten in ein und derselben Abdampfschale hinter einander mit Zusatz von etwas Salzsäure eingedunstet. Bevor ich neue Lösungen in das Versuchsgefäß eingoß, wurden die Wurzeln der Versuchspflanze einmal mit destillirtem Wasser abgespült und dieses Waschwasser mit den rückständigen Lösungen, die untersucht werden sollten, vereinigt abgedunstet, später unterließ ich dies und ließ die rückständige Lösung von den Wurzelfasern bloß gut abtropfen. Ich habe bei der ersten Periode also nicht drei Analysen von den einzelnen Flüssigkeiten, sondern eine von der Vereinigung der drei Flüssigkeiten gemacht, weil andernfalls in Folge der geringen Mengen von Salzen, die zu bestimmen waren, die Resultate doch vielleicht nicht zuverlässig genug ausgefallen sein würden.

Die Analysen der drei folgenden Perioden sind, im Ganzen ähnlich wie die obenerwähnte erste, folgendermaßen gemacht.

Die Gesammtflüssigkeit, die mittels der Tubulatur unten aus dem Versuchsgefäß abgelassen wurde, und welche stets etwas weniger als 200 CC. betrug, wurde zuerst filtrirt. Auf dem Filter bleiben abgestoßene Membranen und das phosphorsaure Eisenoxyd.

Man sammelt das Filtrat, so wie es vom phosphorsauren Eisen abläuft, im 200=Kolben und theilt es mit der 50=Pipette in vier gleiche

Theile und macht Einzelbestimmungen mit je einem Viertel der ganzen Flüssigkeit.

1) Nachweisung, daß die Salpetersäure zersetzt worden ist. Das erste Viertel wird für sich eingedunstet. Die Lösung überzieht sich, so wie die Kohlensäure in der Hitze entweicht, sofort mit einer Haut von kohlensaurem Kalk, und wenn das Wasser ganz verschwunden ist, findet man in der Schale einen theils pulverförmigen, theils krustenförmig abgesetzten Niederschlag von kohlensaurer Kalk- und Talkerde. Zieht man diesen Rückstand mit Wasser aus, so fällt oxalsaures Ammoniak aus der mit Essigsäure angesäuerten Lösung nur einige Milligramme kohlensauren Kalk, und phosphorsaures Ammoniak und Aetzammoniak ebenfalls nur Milligramme von phosphorsaurer Ammoniaktalkerde. Da beide Basen als salpetersaure und schwefelsaure, also in Wasser lösliche Salze, der Pflanze gegeben wurden, so ist mit dieser Nachweisung ihrer Umwandlung in unlösliche kohlensaure Salze die Zersetzung der Salpetersäure bewiesen.

2) Die Bestimmung der Kieselsäure geschah mit dem zweiten Viertel. Dieses ward mit Salzsäure zur Trockne eingedunstet, der Rückstand mit Salzsäure gelöst und filtrirt und darauf das Filter verbrannt. Ich erhielt bei Miteinrechnung von 2 Milligrammen Filterasche gar keinen oder 0,5 bis 1 Milligramm Ueberschuß, also keine Kieselsäure.

Es liegt hierin der Beweis, daß in der Zeit einer Periode die Glasgefäße so gut wie Nichts an die Lösung abgegeben haben.

3) Die Bestimmung der Schwefelsäure erfolgt im Filtrate von der vorigen Kieselsäurebestimmung mittels Chlorbarium.

4) Die Nachweisung der von der Pflanze ausgeschiedenen organischen Substanz geschieht dadurch, daß man das dritte Viertel der Lösung, mit etwas kohlensaurem Natron versetzt, eindunstet und erhitzt. In allen Perioden schwärzte sich der Rückstand, in den letzten sehr bedeutend, so daß beim schwachen Glühen sich der Rückstand aufblähte, ungefähr so, wie wenn Zucker vorhanden wäre. Man verbrennt die organische Substanz und benutzt den mit etwas Salpeter weißgebrannten Rückstand zur folgenden Bestimmung:

5) Die Phosphorsäure wurde mit essigsaurem Uranoxyd bestimmt, nachdem der natronhaltige Rückstand von vorigem Versuch in Essigsäure gelöst und mit essigsaurem Ammoniak versetzt worden war.

6) Das vierte Viertel wurde auf 25 CC. eingedunstet. Man fällt durch Zusatz von phosphorsaurem Ammoniak und Aetzammoniak Kalk und Talkerde zusammen und filtrirt ab. Den Niederschlag auf dem Filter löst man in Salzsäure und bestimmt darin den Kalk und die Talkerde, wie gewöhnlich. Der Kalk ist stets in schwefelsauren verwandelt und als solcher gewogen.

Im Filtrate hat man nun noch Kali und Natron. In den beiden ersten Analysen habe ich das Filtrat mit Aetzbaryt zur Trockne eingedunstet und im Filtrate das Alkali bestimmt. Zugleich habe ich das Alkali in Chlormetall umgewandelt und dieses später in das Platinchloriddoppelsalz, um zu sehen, ob etwa Natron wesentlich durch das Brunnenwasser und durch Verwittern der Glasgefäße hinzugekommen war. Als sich zeigte, daß dies nicht der Fall war, habe ich später das Kali als schwefelsaures bestimmt. Bei den letzten Analysen habe ich es mit Hülfe eines kieselflußsauren Kupferoxyds, das ich in Nr. 57 des chem. Centralblattes für 1861 beschrieben habe, bestimmt.

7) Eisen ist in der Lösung nicht in wägbarer Menge vorhanden; die auf dem Filter beim Filtriren der Lösung, so wie diese von den Wurzeln abtropft, zurückbleibende Menge von phosphorsaurem Eisenoxyd ist eine zufällige, da mechanisch immer ein Theil auf der Wurzel haften bleibt. Es kann also nichts nützen, den Rückstand davon zu wägen, man muß die Bedeutung des Eisens dadurch ermitteln, daß man von der erzeugten Pflanze die Wurzel, den Stamm und die Blätter, jedes Organ für sich, später auf Eisen untersucht. Ich habe das phosphorsaure Eisen auf dem Filter aber immer noch mit Essigsäure ausgezogen, und mich überzeugt, ob phosphorsaurer Kalk unter dasselbe gefallen war oder nicht

Nach diesen Darlegungen gebe ich in Nachfolgendem zuerst die unmittelbaren Ergebnisse der Analysen, von jedesmal $\frac{1}{4}$ der rückständigen Lösungen, von den drei ersten Perioden. Es wurden gewonnen, in Grammen:

Periode I.

0,092	$BaO\,SO_3$	=	0,031 SO_3
		=	0,000 PO_5
0,090	$Ca\,O,\,SO_3$	=	0,037 CaO
0,045	$(MgO)_2\,PO_5$	=	0,016 MgO
0,090	$K\,Cl.$	=	0,057 KO

Periode II.

0,124 $BaO\,SO_3$	= 0,0426	SO_3
	= 0,0000	PO_5
0,116 $CaO\,SO_3$	= 0,0178	CaO
0,060 $(MgO)_2\,PO_5$	= 0,0215	MgO
0,124 KCl	= 0,078	KO

Periode III.

0,125 $BaO\,SO_3$	= 0,0429	SO_3
	= 0,0000	PO_5
0,088 $CaO\,SO_3$	= 0,036	CaO
0,060 $(MgO)_2\,PO_5$	= 0,0215	MgO
0,100 $KO,\,SO_3$	= 0,054	KO

Da es sich nun bei allen diesen drei Analysen herausstellte, daß die Phosphorsäure ganz in diesen Rückständen fehlte, obschon in der dritten Periode die doppelte Menge derjenigen in der zweiten gegeben worden war, und daß die rückständige Kalk- und Talkerde beim Verdampfen der Lösung als kohlensaure Salze in der Abdampfschale zurückblieben, so wurde in der vierten und fünften Periode auf die Phosphorsäure noch besonders geachtet und die Menge der beiden genannten Erden, welche nach Entfernung der kohlensauren Kalk- und Talkerde gelöst blieben, besonders bestimmt.

Die betreffenden beiden Analysen sind folgendermaßen ausgeführt worden:

Analyse des Rückstandes von Periode IV. Die Lösung, so wie sie von der Wurzel abtropft, ward filtrirt und auf gerade 200 CC. mit Wasser verdünnt.

1) 50 CC. werden mit Natron eingetrocknet, geglüht, und hierin wird die Schwefelsäure und die Phosphorsäure bestimmt, welche letztere wiederum vollkommen verschwunden war, während von der Schwefelsäure ein wesentlicher Theil noch vorgefunden wurde.

Die übrigen 150 CC. werden in der Schale für sich eingetrocknet, um alle kohlensaure Kalk- und Talkerde in der Schale niederzuschlagen.

Man zieht hierauf den Absatz in der Schale mit Wasser aus und bestimmt in dieser Lösung den Kalk und die Talkerde, indem beide zusammen erst einmal durch ein Gemisch von Aetzammoniak und phosphorsaurem Ammoniak ausgefällt wurden. Nach dem Auswaschen wurde

dieser Niederschlag für sich in Salzsäure gelöst und die Kalkerde von der Talkerde getrennt. Man erhält auf diese Weise aus:

2)	$\frac{3}{4}$ der ganzen Lösung	berechnet aufs Ganze
	0,0045 CaO	0,006 CaO
	0,009 MgO	0,012 MgO

Das Filtrat von dem Niederschlage, der auf Zusatz vom Aetzammoniak und phosphorsaurem Ammoniak fiel (vom Gemenge der phosphorsauren Kalkerde und phosphorsauren Ammoniaktalkerde), ließ ich sogleich in die Porzellanschale, in der sich der Absatz von der kohlensauren Kalk- und Talkerde befand, zurückfließen, fügte Salzsäure dazu, löste darin auch die oben unter 2 beschriebenen Niederschläge, nachdem sie geglüht und gewogen (der Kalk war in diesem Falle als kohlensaurer, die Talkerde wie sonst als phosphorsaure Ammoniaktalkerde erhalten) wieder auf, brachte die Lösung auf gerade 150 CC. und wandte nun zu den Einzelbestimmungen wiederum jedesmal 50 CC. an, um den Gesammtgehalt der Bestandtheile ebenso wie bei den früheren Analysen, für $\frac{1}{4}$ der Lösung zu erhalten. Es werden gewonnen:

Als Gesammtgehalt von $\frac{1}{4}$ der Lösung			Im Ganzen also
0,100 $BaO\,SO_3$	= 0,03435	SO_3	. . . 0,1374 Schwefelsäure,
	= 0,0000	PO_5	. . . 0,0000 Phosphorsäure,
0,0720 $CaO\,SO_3$	= 0,0297	CaO	. . . 0,1188 Kalk,
0,0500 $(MgO)_2\,PO_5$	= 0,017968	MgO	. . . 0,0719 Talkerde,
0,060 $KO\,SO_3$	= 0,0324	KO	. . . 0,1296 Kali.

Und von dem Gesammtkalkgehalt = 0,1188 waren also nur 0,006, und von dem Gesammttalkerdegehalt = 0,0719 nur 0,012 in anderer Form, als der kohlensaurer Salze in dem Lösungsrückstande von der vierten Periode vorhanden.

Analyse des Rückstandes von Periode V. Diese Analyse hatte denselben Zweck wie die vorige, es sollte bestimmt werden, wie viel von der salpetersauren Kalk- und Talkerde als solche in der Lösung übrig geblieben und wie viel davon an Kohlensäure gebunden waren. Es ist hier aber noch die Schwefelsäure in zwei Theilen besonders bestimmt. Die Lösung, so wie sie von den Wurzeln ablief, betrug 192 CC. Sie wurde auf 200 gebracht und in drei Theile, in zweimal 50 und einmal 100 CC. getheilt. Es wurden bestimmt:

1) in den ersten 50 CC. Schwefelsäure und Phosphorsäure:

Gefunden also in ¼ der ganzen Lösung:		Folglich im Ganzen:
0,120 BaO, SO_3	= 0,041 SO_3	0,1640 Schwefelsäure,
0,0025 $(Ur_2 O_3)_2 PO_5$	= 0,0005 PO_5	0,0020 Phosphorsäure.

2) In den zweiten 50 CC. das Kali, nachdem Kalk- und Talkerde entfernt waren. Es wurde durch die oben erwähnte Fluorkieselverbindung ausgefällt, und als schwefelsaures Kali gewogen:

Erhalten von also ¼ der Lösung:		Folglich im Ganzen enthalten:
0,0876 KO SO_3	= 0,04735 KO	0,18940 Kali.

3) Wurden die 100 CC. Lösung eingedunstet, bis der kohlensaure Kalk und die kohlensaure Talkerde sich als Kruste an die Schale festgesetzt hatten. Der Inhalt der Schale wird nun mit Wasser ausgezogen und:

A. Die wässrige Lösung, die nun alle noch vorhandenen salpetersauren und schwefelsauren Salze enthalten mußte, für sich analysirt:

Aus dieser Lösung wurden gewonnen:

0,007 CaO SO_3	= 0,0028 CaO
0,020 $(MgO)_2 PO_5$	= 0,00718 MgO
0,224 BaO SO_3	= 0,0769 SO_3

In der ganzen ursprünglichen Lösung waren folglich als in Wasser lösliche nicht kohlensaure Salze:

0,0056 Kalk,
0,0144 Talkerde,
0,1538 Schwefelsäure. } Dazu das Kali von oben.

Es ist hier zunächst darauf hinzuweisen, daß die Schwefelsäure fast völlig in der Lösung enthalten ist, denn die unter 1 angeführte, mit ¼ der ganzen Lösung vor dem Eindunsten ausgeführte Bestimmung gab 0,1640 Schwefelsäure, so daß in der Schale nur 0,1640 — 0,1534 = 0,0102 Schwefelsäure in Form von Gyps zurückgeblieben sein konnte.

Es ist ferner selbstverständlich, daß das Kali, das für sich, wie oben unter 2 schon angegeben, mit 50 CC. der ursprünglichen Lösung bestimmt worden war, bei der unter A angegebenen Behandlung des Inhaltes der Schale mit Wasser mit in Lösung gehen mußte. Die unter 2 aufgeführten 0,1894 Kali aber fordern 0,1600 Schwefelsäure, um schwefelsaures Kali zu bilden, während die directe Bestimmung dieser Säure in dem wässrigen Auszuge in der That nahezu diese Zahl, nämlich 0,1538 giebt.

B. Der Rückstand in der Schale, der nach dem Eindunsten von 100 CC. ursprünglicher Lösung nach dem Ausziehen mit Wasser noch blieb, und in nichts Anderem als kohlensaurer Kalk- und Talkerde nebst etwas Gyps bestehen konnte, wurde in Salzsäure gelöst analysirt:

B. Man erhielt daraus:		B. Folglich berechnet für das Ganze, d. h. mit 2 multiplicirt:
0,145 $CaO\,SO_3$	= 0,0590 CaO	0,1180 Kalk,
0,009 $(MgO)_2\,PO_5$	= 0,0323 MgO	0,0646 Talkerde,
0,014 $BaO\,SO_3$	= 0,0048 SO_3	0,0096 Schwefelsäure.

Stellen wir die in den einzelnen Fractionen A und B aus der Hälfte der ganzen Lösung erhaltenen Basen und Säuren mit den unter 1 und 2 aufgefangenen Mengen für das Ganze, d. h. die ursprünglichen 200 CC. Lösung, zusammen, so sind wiedergefunden im Reste von der fünften Periode:

$$SO_3 \ldots\ldots = 0{,}1640$$

$$PO_5 \ldots\ldots = 0{,}0020$$

$$CaO \begin{Bmatrix} 0{,}0056 \\ 0{,}1180 \end{Bmatrix} = 0{,}1236$$

$$MgO \begin{Bmatrix} 0{,}0144 \\ 0{,}0646 \end{Bmatrix} = 0{,}0790$$

$$KO \ldots\ldots = 0{,}1894$$

und von dem ganzen Kalkgehalte = 0,1236 können möglich nur die 0,0056 und ebenso von dem ganzen Talkerdegehalte = 0,0790 nur die 0,0144 als salpetersaure Salze übrig geblieben sein, während die Salpetersäure von 0,1180 Kalk und 0,0646 Talkerde nothwendig zersetzt sein muß.

Dieser Schluß folgt daraus mit aller Sicherheit, daß diese letzteren Mengen sich nach bloßem Eindunsten der ursprünglichen Lösung in der Schale als kohlensaure Salze unlöslich in Wasser vorfanden, während beim Ausziehen dieses Rückstandes mit Wasser 0,1538 Schwefelsäure mit einer Menge Kali (= 0,1894) zugleich gelöst wurden, welches Kali jenes Quantum Schwefelsäure beinahe gerade zur Erzeugung von schwefelsaurem Kali bedarf.

Im Laufe der 5. Periode blühte die Pflanze. Da nun die im vorigen Jahre angestellten Versuche gezeigt hatten, daß zur Blüthezeit aus der Erde ausgegrabene Maispflanzen in bloßem Brunnenwasser noch reife Samen brachten, so setzte ich die Pflanze von nun an in destillirtes Wasser. Durch Zusammenaddiren der Salzmengen, welche die

Pflanze in den einzelnen Perioden im Verhältniß zu ihrer Zunahme an Lebendgewicht in den ersten vier Perioden aufgenommen hatte, ergab sich aus den ausgeführten Analysen, daß sie so viel Salze, wie die normale Pflanze im Felde aufnimmt, reichlich enthalten mußte. Zu Anfang der fünften Periode waren die Wurzeln, die das Gefäß fast erfüllten, stark rostgelb gefärbt, und aus diesem Grunde wurde in derselben Periode gar kein phosphorsaures Eisen mehr hinzugesetzt.

Die folgenden Perioden haben schließlich dazu gedient, bezüglich dieser Maispflanze, deren Salzgehalt im Wesentlichen als bekannt angesehen werden konnte, zu ermitteln, welche Salzmengen sie an destillirtes Wasser, während sie noch vegetirte, zurück liefern würde. Im Laufe der sechsten Periode, in der sie bloß destillirtes Wasser bekam, schwoll der Kolben an, und in der siebenten Periode war der Kolben, der nun 12 vollständig geschlossene Reihen großer, gesunder, reifer Samen, und in den einzelnen Reihen 10—15 Stück derselben hatte, vollkommen ausgebildet.

Am Schlusse jeder dieser ferneren Perioden dunstete ich das rückständige Wasser ab und analysirte den Rückstand. Da die Bestimmungen hier sehr einfach sind, so zähle ich sie nicht einzeln hier auf, sondern stelle die Ergebnisse der Analysen mit den Hauptmomenten der ganzen Anlage des Versuchs in Folgendem übersichtlich zusammen. Behufs der dabei aufgeführten analytischen Resultate sub A, B, C bemerke ich noch, daß in der ersten mit A bezeichneten Spalte jedesmal die ganzen Mengen der einzelnen Säuren und Salze aufgeführt sind, welche die Pflanze in der betreffenden Periode erhielt, die zweite Spalte B, die durch Analyse der zurückgelassenen Reste der Lösung noch vorgefundenen Mengen Basen und Säuren angiebt, und die dritte Spalte C die Differenzen A — B enthält, d. h. die von der Pflanze aufgesogenen Quantitäten Basen und Säuren. Unter der letzten Rubrik sind endlich die Verhältnisse der Basen zu einander, und das der Talkerde zur Schwefelsäure (berechnet aus Spalte A) angegeben, die Quotienten drücken also die Verhältnisse aus, in welchen diese Stoffe den Pflanzen zu Anfang der Periode gegeben wurden. Zugleich sind in derselben Rubrik mit der Bezeichnung „Aufgesogen" dieselben Verhältnisse, aus Spalte C berechnet, aufgeführt, um überblicken zu lassen, in welchen Verhältnissen die Pflanze (falls sie ein quantitatives Auswählungsvermögen hätte) jene Stoffe aufgesogen hat.

Uebersicht über die der Maispflanze gegebenen und von ihr verbrauchten Nährstoffe 2c.

Periode I. Anfang den 12. Mai, Ende den 12. Juli. Die Pflanze hat zu Anfang 8 Grm. Lebendgewicht; — sechs Blätter, von 264 Quadratcentim. Flächeninhalt; — verdunstetes Wasser in der Periode = 1 Liter. — Diese Periode zerfiel in drei Abschnitte, in welchen zuerst verdünnte Lösungen der Pflanze gegeben wurden, es waren nämlich die Mischungen in

Abschnitt I., vom 22. Mai bis 1. Juni:
2 CC. Lösung von phosphorf. Kali,
100 CC. Normallösung A,
198 CC. destill. Wasser.
300 CC. Flüssigkeit,
0,1 Grm. phosphorf. Eisen.

Abschnitt II., vom 1. Juni bis 1. Juli:
4 CC. Lösung von phosphorf. Kali,
200 CC. Normallösung A,
96 CC. destill. Wasser.
300 CC. Flüssigkeit,
0,1 Grm. phosphorf. Eisen.

Abschnitt III., vom 1. Juli bis 12. Juli:
6 CC. Lösung von phosphorf. Kali,
300 CC. Normallösung A.
306 CC. Flüssigkeit,
0,1 Grm. phosphorf. Eisen.

Nachgegossen wurden, in dem Maße, wie die Lösungen von der Pflanze aufgesogen wurden, im

I. Abschnitte = 80 CC. destill. Wasser,
II. Abschnitte = 350 CC. destill. Wasser,
III. Abschnitte = 570 CC. destill. Wasser.
1000 CC. = 1 Liter.

Darauf sind, wie oben schon bemerkt, die 300 restirenden CC. von jedem der drei Abschnitte in dieselbe Schale filtrirt und darin eingedunstet und es ist die Analyse darauf von den vereinigten 900 CC. Lösungen gemacht. Es folgen nun die Resultate der Analyse von den zurückge-

lassenen 900 CC. Flüssigkeit, zusammengestellt mit den gegebenen Mengen Säuren und Basen, und den Differenzen zwischen gegebenen und wiedergefundenen Mengen:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,2960	?	?
Schwefelsäure	0,2970	0,1240	0,1730
Phosphorsäure	0,0750	0,0000	0,0750
Kalkerde	0,4104	0,1480	0,0624
Talkerde	0,1398	0,0640	0,0758
Kali	0,6131	0,2280	0,3851
	2,8313	0,5640	0,9713

Aus der Spalte A berechnen sich die der Pflanze gegebenen Verhältnisse, so wie sie in der ersten Zeile aufgeführt sind; die in der zweiten Zeile aufgeführten sind aus Spalte C. berechnet:

gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2,9$; $\frac{KO}{CaO} = 1,5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,1$.

aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 3,4$; $\frac{KO}{CaO} = 1,5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,2$.

II. Periode. Anfang den 12. Juli, Ende den 20. Juli. Lebendgewicht der Pflanze zu Anfang = 65 Grm.; neun Blätter von 648 Quadratcentim. Fläche; — ein Liter Wasser verdunstet; — die Pflanze erhält 0,1 Grm. phosphorsaures Eisen, das auf die Wurzeln aufgeschlämmt wird, die Wurzeln färben sich rostgelb.

Zusammenstellung der Spalten A, B, C wie oben:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1704	0,0771
Phosphorsäure	0,0625	0,0000	0,0625
Kalkerde	0,3420	0,1912	0,1508
Talkerde	0,1165	0,0860	0,0305
Kali	0,5110	0,3120	0,1990
	2,3595	0,7596	0,5199

Verhältnisse von Basen und Säuren zu einander:

Gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2,9$; $\frac{KO}{CaO} = 1,5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,1$.

Aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5,0$; $\frac{KO}{CaO} = 1,3$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,5$.

III. Periode. Anfang den 20. Juli, Ende den 27. Juli. Die Pflanze hat zu Anfang der Periode 73 Grm. Lebendgewicht; elf Blätter von 720 Quadratcent. Flächeninhalt; — ein Liter Wasser verdunstet; — zur Lösung hat sie 0,1 Grm. phosphorsaures Eisen erhalten, ist stark bewurzelt, alle Wurzeln gesund. Diese Periode ist dadurch von der vorigen verschieden, daß die doppelte Menge phosphorsaures Kali gegeben wurde.

Zusammenstellung der Spalten A, B, C:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1716	0,0759
Phosphorsäure	0,1250	0,0000	0,1250
Kalkerde	0,3420	0,1440	0,1980
Talkerde	0,1165	0,0860	0,0305
Kali	0,5518	0,2160	0,3358
	2,4628	0,6176	0,7652

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

Gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2,9$; $\frac{KO}{CaO} = 1,5$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,1$.

Aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 6,1$; $\frac{KO}{CaO} = 1,7$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,4$.

IV. Periode. Anfang den 27. Juli, Ende den 1. August. Die Pflanze hat zu Anfang 147 Grm. Lebendgewicht; — eilf Blätter von 1160 Quadratcentim. Fläche; — ein Liter Wasser verdundet; — zur Lösung noch 0,1 Grm. phosphors. Eisen erhalten; — die Wurzeln färben sich deutlicher rostgelb. Die Pflanze erhält nochmals doppelt so viel phosphorsaures Kali, als in der zweiten Periode.

Zusammenstellung der Spalten A, B, C:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1374	0,1101
Phosphorsäure	0,1250	0,0000	0,1250
Kalkerde	0,3420	0,1188	0,2232
Talkerde	0,1165	0,0719	0,0446
Kali	0,5518	0,1296	0,4222
	2,4628	0,4617	0,9211

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

Gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2,9$; $\frac{KO}{CaO} = 1,6$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,1$;

Aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5,0$; $\frac{KO}{CaO} = 1,8$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,3$.

V. Periode. Anfang am 1. August, Ende am 10. August. Lebendgewicht zu Anfang = 173 Grm.; — in der Mitte der Periode hat sie 15 große und schön grüne Blätter, von 1420 Quadratcentim. Flächeninhalt. — In dieser Periode ließ ich die doppelte Menge Wasser (2 Liter) verdunsten, und da die älteren Wurzeln deutlich rostgelb waren, erhielt die Pflanze kein phosphorsaures Eisen mehr, aber die dreifache Menge phosphorsaures Kali von der in der zweiten Periode.

Am 6. und 7. August ragt die männliche Blüthe, aus 7 einzelnen Aehren bestehend, aus den Blattscheiden ganz hervor, bei 70 Centim. Höhe des starken Stammes. Am 7. August erscheint eine vollkommene weibliche Blüthe. Am 9. beginnen die Antheren zu stäuben.

Zusammenstellung der Spalten A. B. C.:

	A.	B.	C.
Salpetersäure	1,0800	?	?
Schwefelsäure	0,2475	0,1640	0,0835
Phosphorsäure	0,1875	0,0020	0,1855
Kalkerde	0,3420	0,1230	0,2190
Talkerde	0,1165	0,0790	0,0370
Kali	0,5927	0,1894	0,4033
	2,5662	0,5574	0,9283

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren untereinander:

Gegeben: $\frac{CaO}{MgO} = 2,9$; $\frac{KO}{CaO} = 1,7$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2,1$;

Aufgesogen: $\frac{CaO}{MgO} = 5,9$; $\frac{KO}{CaO} = 1,8$; $\frac{SO_3}{MgO} = 2.3$.

VI. Periode. Anfang den 10. August, Ende den 16. August. Lebendgewicht zu Anfang 255 Grm.; — fünfzehn nun vollkommen entwickelte Blätter von 2645 Quadratcentim. Flächeninhalt, — zwei Liter Wasser verdunstet. — Die Pflanze bekommt keine Salze mehr, sondern nur destillirtes Wasser.

Am 10. August stäuben die Antheren fast vollkommen aus. Der Stamm streckt sich schnell und ist am 12., vom Kork an bis zur Blüthenspitze gemessen, 1 Meter hoch. Am 13. erscheint eine zweite weibliche Blüthe, die ich in Papier einwickelte, damit sie nicht bestäubt werden konnte. Am 16. August ist die Pflanze 1,1 Meter hoch und später wuchs sie nicht mehr, der befruchtete Kolben ist am 16. August bereits 2 Decimeter lang und hat unten 4 Centim. Durchmesser.

Am 16. August zog ich das Wasser ab, darin fanden sich

wieder:	nicht wieder:
0,016 Grm. Kali	Schwefelsäure (zweifelhafte Trübung mit Chlorbarium),
0,008 = Kalk	Talkerde,
0,001 = Phosphorsäure	Eisen und Kieselsäure.

Aus dem Umstande, daß in dieser Lösung keine Kieselsäure enthalten war, ergiebt sich, daß das Glasgefäß im Laufe von 1—2 Wochen so gut wie Nichts durch Verwittern an die Lösungen abgiebt.

VII. Periode. Anfang den 16. August, Ende den 4. September.

Die Pflanze hat am 16. August	280	Grm.	Lebendgewicht,	
Morgens 9 Uhr am 22. =	316	=	=	
Abends 9 Uhr am 22. =	320	=	=	
am 28. =	330	=	=	
am 1. September	327	=	=	
am 4. =	317	=	=	

vom 1. September an ging das Gewicht zurück, indem die Blätter trockneten, und es wurde fernerhin, da diese Abnahmen zufällige sind, nicht weiter gewogen.

Die Blätter schrumpfen ein. Die Pflanze hat in der Periode 3½ Liter Wasser verdunstet. Sie ist in dieser Periode, um sicherer zu ermitteln, was für Salze durch Endosmose in das Wasser zurückgingen in ein Gefäß von 1,5 Liter Inhalt gestellt, man hat das Wasser durch tägliches Nachgießen auf demselben Niveau erhalten und zum Schlusse nur soweit aufsaugen lassen, daß 1 Liter Rückstand blieb. In diesem Liter Wasser wurde wiedergefunden:

0,031 als kohlens. Kalk in der Lösung vorhanden gewesener Kalk,
0,007 als kohlens. Talkerde in der Lösung vorhanden gewesene Talkerde,

welche Mengen beider Salze mit einander in der Schale, nach dem Ab-

dunsten des Wassers, ungelöst zurückbleiben, wenn der eingetrocknete Rückstand mit Wasser ausgezogen wird.

In dem Wasser, womit der Rückstand in der Schale ausgezogen wurde, fanden sich gelöst folgende Stoffe:

0,020 Kalkerde		nebst einer organischen Materie,
0,0006 Phosphorsäure	}	welche die Kupferoxydkalilösung
0,0034 Kali		reducirte.

In dieser letzten Lösung fand sich keine Spur Eisen, Schwefelsäure und Talkerde.

Hiermit habe ich das Wesentlichste aus meiner Arbeit über die Vegetation der Maispflanze, die am 4. September 140 Stück vollkommen ausgebildeter Samen, nebst einer Anzahl unvollkommener an der Spitze des Kolbens zur Reife gebracht hatte, mitgetheilt.

Diese Arbeit aber erhält ihre Vervollständigung erst durch die Analyse der Wurzel, des Stammes, der Blätter und des Kolbens, welche Fortsetzung ich als zweiten Theil derselben später veröffentlichen will. Die Folgerungen, die sich übrigens größeren Theils aus der bloßen Durchsicht der vorstehenden Zahlen ergeben, sollen erst am Schlusse der Arbeit zusammengestellt werden, nur noch einige wenige Bemerkungen, die behufs der im nächsten Jahre anzustellenden neuen Versuche als bestimmte Anleitungen dienen können, lasse ich zum Schlusse hier folgen.

1) Was die Lösung des Problems anbetrifft, eine Flüssigkeit herzustellen, von der ein abgemessenes Quantum in der Pflanze als Ganzes „so wie ein Schwamm es auffaugen würde", aufstiege, so halte ich es durch vorstehende Versuche für bewiesen, daß dieses Problem nicht zu lösen ist. Es giebt keine Nährstofflösung, welche in der Umgebung der Wurzel unverändert bleiben könnte, sei nun die Ursache davon eine wahre Excretion durch die Wurzel, oder eine Absonderung gewisser Basen gleich beim Eintritte in die Zellenmembran der Wurzel, was noch weiter ermittelt werden muß. Gewiß ist, daß, sobald die Pflanze sich ernährt, dieselbe selbstthätig auf die die Wurzel umgebende Lösung einwirkt.

2) Vergleicht man aber die von der Maispflanze zurückgelassenen Salzmengen mit den nach der Proportion

$$MgO\ SO_3 + 2\ CaO\ NO_5 + 2\ KO\ NO_5$$

ihr gegebenen, so findet man, daß Kalk und Kali so ziemlich in dem-

selben Verhältnisse, wie ich diese Basen der Pflanze gegeben hatte, in dieselbe eintraten, während von dem Bittersalze die Hälfte bis zwei Drittel zurückblieben. Man darf daher wohl schließen, daß für neu anzustellende Versuche die Normallösungen nach den beiden folgenden Proportionen:

1) $MgO\ SO_3 + 4\ CaO\ NO_5 + 4\ KO\ NO_5 + x.\ KO, PO_5$,
2) $MgO\ NO_5 + 4\ CaO\ NO_5 + 4\ KO\ NO_5 + x.\ KO, PO_5$

herzustellen seien, die erstere müßte, nach dem mitgetheilten Versuche zu urtheilen, dann alle Basen einigermaßen in denselben Verhältnissen zurücklassen, wie sie der Pflanze geboten werden, falls die Pflanze nicht ein specifisches Auswählungsvermögen hat, und die zweite Mischung kann dazu dienen, die Frage zu entscheiden, ob nicht auch die Schwefelsäure ganz fehlen kann.

3) Dem Eisen hat man irrthümlich die Fähigkeit, die Pflanze ergrünen zu machen, zugeschrieben. Herr Wolf brachte in diesem Sommer eine ganze Reihe Maispflanzen zu schönen Entwicklungen, obschon er denselben kein Eisen gegeben hatte. Ich habe ferner gefunden, daß man die Chlorose bei Pflanzen sowohl durch Ammoniaksalze als freie Phosphorsäure aufheben kann, und schreibe daher die Wirkung der Eisensalze dem Umstande zu, daß das Eisenoxyd derselben sich in der Wurzel und dem unteren Theile des Stammes in der Zellenmembran niederschlägt, während die Säure frei wird und den Pflanzensaft zweckmäßig säuert. Das in die Wurzelzellenmembran niedergeschlagene Eisen wirkt übrigens vortrefflich als Ueberträger, um die Phosphorsäure aus der die Wurzel außen umgebenden Lösung in's Innere der Wurzel zu befördern, denn nur dadurch, daß das Eisenoxyd mit der Phosphorsäure ein unlösliches Salz bildet, das sich in die Wurzelzellenmembran niederschlägt und seine Säure an den Wurzelsaft abgiebt, und sich durch die die Wurzel umspühlende Lösung von phosphorsaurem Kali und Kalk immer wieder sättigt, ist es möglich, daß von dieser Säure in allen fünf ersten Perioden keine Spur in der Lösung zurückblieb, während doch von der Schwefelsäure des Bittersalzes (weil diese Säure mit Eisenoxyd unter den gegebenen Umständen kein unlösliches Salz geben konnte) stets ein aliquoter Theil in der übrigbleibenden Lösung vorgefunden wurde. Vielleicht läßt sich die zur Ernährung der Maispflanze und Gramineen nothwendige Anzahl von Mineralsalzen noch auf die durch die Formel

$MgO, NO_5 + 4. CaO\ NO_5 + 4\ KO\ NO_5 + x. KO, PO_5$ ausgedrückten beschränken und sind alle übrigen Mineralstoffe nicht als nothwendige zu betrachten. Ich werde diese Frage durch neue, im nächsten Sommer anzustellende Versuche, zu entscheiden suchen.

(Fortsetzung folgt.)

Unter Verantwortlichkeit von Dr. Reuning.
Dresden, Druck von E. Blochmann und Sohn.

159

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ

SLUB
Wir führen Wissen.
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ