



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

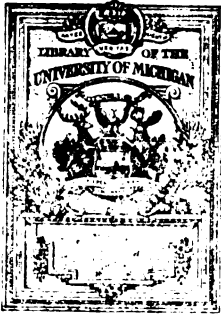
Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.



FROM THE LIBRARY OF
Professor Karl Heinrich Rau
OF THE UNIVERSITY OF HEIDELBERG

PRESENTED TO THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN

BY
Mr. Philo Parsons

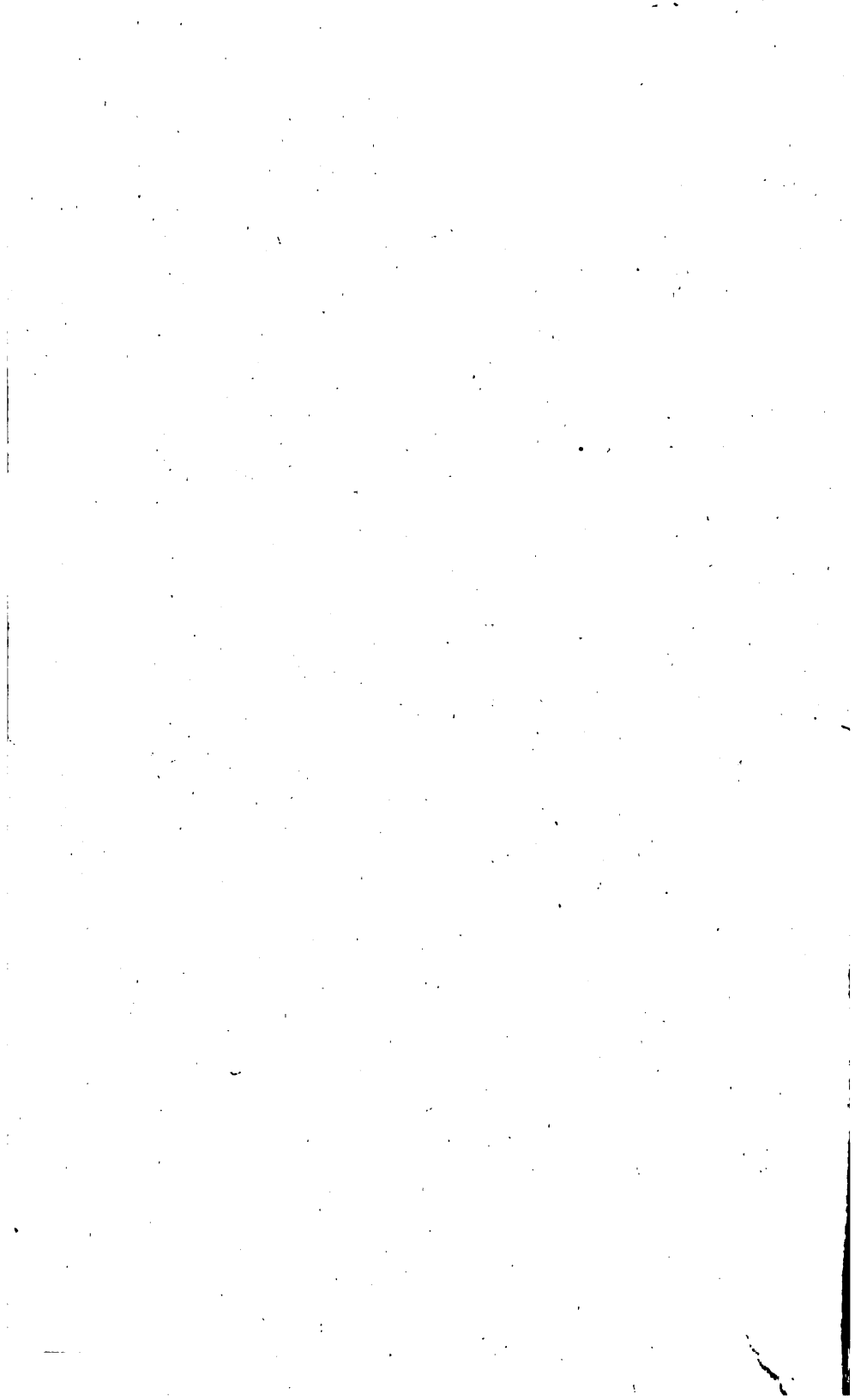
OF DETROIT

1871

S

7

.L2



№ 4 Ausgabe 1881
3



Die landwirthschaftlichen

Versuchs-Stationen.

Organ

für

wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete
der Landwirthschaft.

Siebentes Heft.

3-41-2

Vor Nachdruck wird gewarnt.

Heerden,

Verlag von G. Schönsfeld's Buchhandlung (E. A. Werner).

1861.

In H. Schönfeld's Buchhandlung (C. A. Werner) in Dresden erschienen und sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

Die landwirthschaftlichen Versuchs-Stationen.

Organ für wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete der Landwirthschaft.

Erstes bis drittes Heft. (Bd. I.)

Preis: Thlr. 1. 16 Ngr.

Inhalt: Agricultur-chemische Versuche, ausgeführt auf der Versuchs-Station zu Mödern, mitgetheilt durch Dr. W. Knop. — Studien über den Boden, aus dem Laboratorium zu Tharandt. I. Mitgetheilt von A. Stöckhardt. — Ueber ein phosphorhaltiges Del der Erbsen. Von Dr. W. Knop. — Untersuchungen über einige Vorgänge bei der Vegetation der Faserpflanze. Von R. Arendt, Assistenten am Laboratorium der Versuchs-Station zu Mödern. — Ueber die mineralischen Nährstoffe, insbesondere über die Erdbphosphate als Nährstoffe des jungen thierischen Organismus, von Dr. Julius Lehmann, in der Versuchs-Station des Königl. Sächs. Markgrasthums Oberlausitz. — Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium zu Wiesbaden. I. II. Von R. Fresenius. — Ueber die aus verschiedenen Desfrüchten, von Dr. G. Wunder in Chemnitz. — Anforderungen in Beziehung auf Fütterungsversuche, von H. v. Nathusius in Gänzburg. — Chemische Untersuchung des Rahms, von Dr. med. Hamburg in Stockholm, mitgetheilt von Alexander Müller. — Ueber die Bedeutung der vegetabilischen Fette bei der Rindviehfütterung, von Dr. Friedr. Crusius. — Beobachtungen über das chemische Verhalten des Stallmistes bei längerer Aufbewahrung, von Dr. Emil Wolff in Hohenheim. — Ueber einige Beziehungen zwischen Luft und Pflanze, von Dr. W. Knop. — Beitrag zur Beantwortung der Frage: „Athmet eine gesunde Pflanze Ammoniak aus?“ Von Dr. W. Knop. — Das Erhaltungsfutter volljährigen Rindviehes. Nach Versuchen auf der landwirthschaftlichen Versuchs-Station zu Weende bei Göttingen, von Dr. Senneberg. — Einige Analysen von Sommerrübsen, mitgetheilt von Dr. W. Knop. — Ueber ein vom Hüttenrauch getroffenes Heu, von Dr. Wunder in Chemnitz. — Studien über den Boden, aus dem Laboratorium zu Tharandt. II. Von A. Stöckhardt. — Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium zu Wiesbaden. III. Von R. Fresenius. — Ein Vegetationsversuch von Dr. W. Knop. — Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchsstation in Tharandt von Dr. Julius Sachs. — Zur Geschichte der Kunkelrüben. Von Alexander Müller; a. Gehalt der Blätter an Chlor und Oxalsäure; b. Verhalten der vergilbten zu den grünen Blättern; c. Welche Veränderungen erleiden die in Folge trockner Wärme welkenden Blätter? — Mittheilungen über einen Fütterungsversuch. Von Dr. W. Knop. — Untersuchung einiger Drainage-Quellwässer Schlaus. Von E. Breunlin in Schlan. — Aschenanalysen von Kleefamen von Theodor Siegert, Assistent bei der landwirthschaftlichen Versuchs-Station zu Chemnitz. — Ueber Flebermans-Guano, von Dr. W. Tod in Blansko. — Aschen- und Stickstoffgehalt der wichtigsten als Streumaterial verwendeten Moose. Von Rob. Hoffmann. — Einige analytische Daten zur Kenntniß der Ackererde. Von Rob. Hoffmann.

Viertes bis sechstes Heft (Bd. II.)

Preis Thlr. 1. 20 Ngr.

Inhalt: Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchs-Station in Tharandt von Dr. Julius Sachs. II. Wurzel-Studien. — Grasuntersuchungen von Dr. R. Arendt und Dr. W. Knop. — Ueber die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen bei Ausschluß des Bodens. Von Dr. W. Knop. — Untersuchung von Schlamm von Th. Siegert, Assistent bei der landwirthschaftlichen Versuchs-Station zu Chemnitz. — Ueber die in dem Boden enthaltenen Lösungen, von Dr. Wunder in Chemnitz. — Studien über den Boden, aus dem Laboratorium zu Tharandt. Ueber die Absorption von Kali durch Ackererde. Von Assistent Dr. E. Peters. — Ueber den Salzgehalt der landwirthschaftlichen Hausfängethiere. Von Dr. Julius Lehmann. — Bericht



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 Samenlorne 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 Lebens-thätigkeit 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 Del der ölhaltigen Samen geht nach Dr. Sachs bei der Keimung meistens entweder ganz oder zum Theil in Stärke über. In anderen Fällen geht das Del in Zucker über, und nur ein kleiner Theil des Dels verwandelt sich in Stärke, um für das letzte Keimungsstadium im Stärkeringe aufbewahrt zu werden. Die Stärke bildet sich direct aus dem Dole, 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 Dels in Zucker, denn bei der Keimung mancher Samen geht ein großer Theil des Dels direct in Zucker über, und nur ein kleiner Theil wird vorher in Stärke umgewandelt. Auch die entgegengesetzte Annahme, daß das Del 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 Dels, der Stärke und des Zuckers bei beendeter Streckung der betreffenden Pflanzentheile. Del, 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 größter 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 voranschicken 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 Prozesse 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 aufs feinste zerrieben und nochmals eine Zeit lang getrocknet. Bei den ungeleimten Samen und den Cotyledonen der ersten und zweiten Reimungsperiode 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 Zuderlösung mit basisch effigsaurem Bleioryd behandelt, auf ein bestimmtes Volumen gebracht und mit der Kupferlösung titirt. Bei der Berechnung wurde angenommen, daß 100 Theile Traubenzuder 90 Theilen Dextrin entsprechen. Die durch Ueberführung in Zuder 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 Zuder übergeführt, und die erhaltene Zuderlösung 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. Traubenzuder oder 0,045 Grm. Stärke entsprechen. Auf die Darstellung der Probestärke 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_2 , 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 Eindüsung 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 Glühitze verkohlt, die zusammengebadene, 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 kugelförmigen 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 leberartige Gebilde ist für die Keimpflanze ohne Wichtigkeit; es dient nur dazu, die im Samenneurone 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 verhältnismäßig leicht und ohne große Beschädigungen

von den Sägespähen trennen. Die letzten Antheile derselben wurden durch Abspählen mit Wasser und Ablefen mit der Pinzette 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 Sorden von Rohrgeflecht lufttrocken werden, um Veränderungen im Stoffgehalt durch Schwitzen vorzubringen.

Die geernteten 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 Entwicklung die gewünschte Größe erreicht hatte. Es ist nicht leicht eine genügende Anzahl Keimpflanzen in gleichem Entwicklungsstadium zu erzielen, da geringe Unterschiede in der Dike 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 Entwicklung 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 Entwicklungsstadien 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 vorzubemerkten ist, daß die Differenz, welche sich bei der Subtraction der abdirten Mengen von Zucker, Del, 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.	Erste Reinigungsperiode.		Zweite Reinigungsperiode.		Dritte Reinigungsperiode.	
	Kotphosphoren.	Hypocotylisches Ölfeib.	Kotphosphoren.	Hypocotylisches Ölfeib.	Kotphosphoren.	Hypocotylisches Ölfeib.
Ungereinigter Samen.						
Del	49,51	4,83	26,40	3,93	7,20	2,68
Zucker	Spur.	8,86	3,42	6,84	6,40	6,84
Gummi	Spur.	2,16	1,22	2,10	2,94	2,88
Stärke	0	3,80	7,00	7,62	3,28	2,92
Zellstoff	3,02	12,05	3,50	10,13	7,80	12,40
Proteinstoffe	39,88	40,26	40,26	39,88	43,93	43,17
Mineralstoffe	5,10	8,88	5,36	10,75	7,75	11,06
Extraktivstoff, Bitterstoff, Pectinstoffe zc.	2,49	19,96	12,84	19,75	20,70	18,05
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Stickstoffgehalt	6,30	6,24	6,36	6,30	6,14	6,82
						19,03
						100,00
						6,93

Wie bekannt erleidet der Samen bei der Keimung durch Drydation 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 Entwicklung verlangsamte, stellte sich der Verlust etwas höher, als die obigen Mittelzahlen angeben; bei wärmerer Witterung und daher rascherer Entwicklung 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 sieben tägiger 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 geringererem Maße 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.	Keimpflanzen der ersten Periode.		Keimpflanzen der zweiten Periode.		Keimpflanzen der dritten Periode.					
	Ungesamter Samen.	Kornabomen.	Sporenbild. Giltel.	Burgel.	Kornabomen.	Sporenbild. Giltel.	Burgel.			
Del	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, Dextrin, Pectinstoffe u.	6,86	18,43	2,52	2,01	26,83	3,18	3,00	32,76	4,85	5,87
Gesamtgewicht	276,00	252,60	12,10	10,10	209,00	16,10	20,00	158,20	26,90	30,80
Stärkegehalt	17,39	15,91	0,76	0,64	13,29	1,01	1,23	10,98	1,83	2,13

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

1000 Exemplare enthielten:

Bestandtheile.	Ungekeimter Samen.	Keimpflanzen der		
		ersten Periode	zweiten Periode.	dritten Periode.
Del	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 u.	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 Del.

Es ist wie wir sehen einer stetigen und rapiden Zersetzung unterworfen. Ein Theil des Dels 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 Dryde des Kohlenstoffs und außerdem Wasser. Durch diesen Oxydationsproceß wird die bei Entwicklung des Pflanzentheimes freierwerdende Wärme hervorgebracht. Die Verminderung des Dels 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. Sellriegel, welcher überhaupt die ersten genaueren quantitativen Untersuchungen über die im keimenden Samentorne vorgehenden Umwandlungen der näheren Pflanzenbestandtheile ausführte, beobachtete die Abnahme des fetten Oels und den Uebergang desselben in Zucker bei der Keimung des Rapsamens. Da die Wurzeln und das Stengelglied nur geringe Mengen von Oel enthalten, so scheint die Umwandlung desselben größtentheils schon in den Cotlebonen 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 Entwicklung 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 Kürbissöl 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 Samentorn mit Alkohol von 90 Procent aus, verdunstet den Alkohol und nimmt den Rückstand mit Wasser auf, so bekommt man auf Zusatz von Kupfersulfat und Natriumcarbonat 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 süglich 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 Mele bilden, da Dr. Sachs nachgewiesen hat, daß sie bei der Keimung blühender 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 Ähnlichkeit im Verhalten der leichter löslichen Zellstoffmodifikationen 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 Winterrapsstamens 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 Dubemans 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 Theils halber, den sie

an der Entwicklung der neuentwickelten Wüchsen 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 Wurzeln $\frac{1}{4}$ —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 Widensamen während einer 18 tägigen 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 Gesamtmenge durch Einäscherung der Substanzen beschränkt, ohne die in der Asche enthaltene Kohlensäure zu berücksichtigen. Hiernach scheint die Menge dieser Stoffe mit der Entwicklung 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 Widen bei 18 tägiger 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 Gesamtgewichte verbleibenden Rest. Mit fortschreitender Keimung vergrößert sich die Gesamtmenge 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 Kohlen säure 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 Entwicklung 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 Entwicklung 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 Entwicklung von Stärke, Zucker, Gummi, Zellstoff aus dem Del des Samens durch die quantitative Analyse ihre Bestätigung und Erweiterung gefunden, so ist dies auch für die Entstehung des Gerbstoffs bei der Keimung der Bl- 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, Sitzungsb. d. kais. Akademie der Wissensch. 1859, ferner in „physiologischen Untersuchungen über die Keimung der Schminkebohne“ (ebenda) und endlich in: botanische Zeitung von Mohl und Schlechtendal, 1859. Nr. 20 und 21, gezeigt. Besonders da, wo bei Delsamen 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 Versuchstation 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, andererseits 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 Ausfaat 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

der mikroskopischen Untersuchung sehr gut überein. Während man im ruhenden Samen und in den noch in Entwicklung 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 Entwicklung von Stärke, Zucker, Gummi, Zellstoff aus dem Del 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, Sitzungsb. d. kais. Akademie der Wissensch. 1859, ferner in „physiologischen Untersuchungen über die Keimung der Schminkebohne“ (ebenda) und endlich in: botanische Zeitung von Mohl und Schlechtendal, 1859. Nr. 20 und 21, gezeigt. Besonders da, wo bei Oelfamen 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 ungebüngt 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, andererseits 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 Ausfaat 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 Ader 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, beachtete 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 austrangirt und nur die normal entwickelten in Untersuchung genommen.

Sinsichtlich der bei der Analyse angewendeten Methoden bemerke ich nur, daß behufs der Phosphorsäure-Bestimmung eine gewogene Quantität Trodensubstanz 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 Trodensubstanz mit verdünnter Salpetersäure ausgezogen. Die erhaltenen Lösungen dienten zur Bestimmung der genannten Bestandtheile. —

Der Gehalt an den verschiedenen Mineralstoffen wurde hiernach auf 100 Trodensubstanz berechnet. — Da die Tabelle, welche den Gehalt an den verschiedenen Mineralsubstanzen in 100 Trodensubstanz 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. 3 Wochen.	II. 7 Wochen.	III. 13 Wochen.	IV. 18 Wochen.	V. 21 Wochen.
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
Chlorcalcium	—	—	—	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. 3 Wochen.	II. 7 Wochen.	III. 13 Wochen.	IV. 18 Wochen.	V. 21 Wochen.
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 Trockensub- } stanz in 100 frischer Wurzeln }	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 weß 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 Anfall 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 abieht) 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 kohlenstofffreier 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 Versuchstation in Chemnitz, jedoch auf andern Parzellen, Turnips gebaut und Pflanzen in einem sehr frühen Stadium ihrer Entwicklung, nämlich in einem Alter von 14 Tagen, und in einigen spätern 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 Röderrauer 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.

Alter der Pflanzen:	Blätter:				
	I. 2 Wochen.	II. 14 Wochen.	III. 17 Wochen.	IV. 20 Wochen.	V. 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	26,29	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	4,81	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

S u r z e i n :

Alter der Pflanzen:	S u r z e i n :				
	I. 2 Wochen.	II. 14 Wochen.	III. 17 Wochen.	IV. 20 Wochen.	V. 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	2,27
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Trockensubstanz in 100 } frischer Röhre }	—	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 abzüglich die dem Chlor äquivalente Menge Sauerstoff nicht abgezogen, da dieselbe meist nur $\frac{1}{2}$ Procent der Mineralsubstanz beträgt, also ohne beträchtlichen Fehler vernachlässigt werden kann, während durch die Einführung des Chlorkalium und Chloratrium die Uebersicht über den Kali- und Natrongehalt verloren geht.

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

Der Stickstoffgehalt der jungen trocknen 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 Wachstums der Pflanzen verdoppelt hatte, so ist es auch in der zweiten Versuchsreihe geschehen. Während der letzten Periode 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 $\frac{1}{3}$ 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 Verhältnis von 3 : 1 lehrt 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 Verhältnis

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

Der schäffische Acker lieferte in Bollpfund:

	Blätter.					Burgeln.					Blätter u. Burgeln gesammten.				
	3. Ernte. 6RSoden.	4. Ernte. 11RSoden.	5. Ernte. 14RSoden.	3. Ernte. 6RSoden.	4. Ernte. 11RSoden.	5. Ernte. 14RSoden.	3. Ernte. 6RSoden.	4. Ernte. 11RSoden.	5. Ernte. 14RSoden.	3. Ernte. 6RSoden.	4. Ernte. 11RSoden.	5. Ernte. 14RSoden.	3. Ernte. 6RSoden.	4. Ernte. 11RSoden.	5. Ernte. 14RSoden.
Regelungsperiode seit dem Tag der Auspflanzung.															
Gesamtertrag	5400	13200	25400	650	7000	27000	6050	20200	52400						
Erdenzufuhr	600	1240	3106	53	578	2403	653	1818	5509						
N-haltige Zufuhr	201	391	835	15	170	632	216	561	1467						
N-freie Zufuhr	303	655	1843	32	357	1551	335	1012	3394						
Mineralzufuhr	96	194	428	6	51	220	102	245	648						
Eisenerzb	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						
Stront	4,38	—	8,08	0,71	2,14	12,02	5,09	2,14	20,10						
Chlorcium	—	13,27	—	—	—	—	—	13,27	—						
Glucosium	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						

Subtrahirt man in vorstehender Tabelle die Zahlen der drittlezten Reihe von denen der vorletzten, und ebenso die Zahlen der vorletzten Reihe von den entsprechenden der letzten, so ergibt 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 ergibt 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. b. Berpflanzg.	der II. Periode n. b. Berpflanzg.	der III. Periode n. b. Berpflanzg.
an Kali	3 Pfd.	10 Pfd.	41 Pfd.
= Kali	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, bemerkte 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 Wachstums 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 Rübcultur, 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 überflügeln.

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 kümmernten. —

Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchstation in Charand

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 Versuchsserien haben nur diesen Zweck.

Vierte Versuchssreihe.

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 Versuchssreihe recht günstige Resultate geliefert hat. Eine schwarze Buchenwalderbe 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. Sandke 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 ₂ O ₃ . . .	Spur.	
NO ₅ . . .	4,80	"

$$100 \text{ C.-C.} = 8,229, 20 \text{ C.-C.} = 1,646.$$

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 Aus-treten der Wurzel in destillirtes Wasser gestellt, bis die Wurzel 2 bis 3 Zoll lang war; die Plumule war dabei noch innerhalb der Samen-schale; dann wurden die Keimpflanzen durch den seitlichen Spalt in die centralen Löcher der Rinde eingeführt und dort so mit Baumwolle be-festigt, 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 ver-dunkelt, 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 dürrig, wie in destillirtem Wasser, hellgrün.

2 Primordialblätter = 82 □-Ctm.

1 gebreites Blatt = 39 "

Summe der Blattflächen = 121 □-Ctm.

II. eine sehr dunkelgrüne, schöne Pflanze.

2 Primordialblätter	=	75	□=Ctm.
1. gebreites Blatt	=	75	"
2. gebreites Blatt	=	65	"

Summe der Blattflächen = 215 □=Ctm.

III. dunkelgrün, viel kräftiger als II.

2 Primordialblätter	=	94	□=Ctm.
1. gebreites Blatt	=	102	"
2. gebreites Blatt	=	95	"
3. gebreites Blatt	=	10	"

Summe der Blattflächen = 301 □=Ctm.

IV.

2 Primordialblätter	=	82	□=Ctm.
1. gebreites Blatt	=	105	"
2. gebreites Blatt	=	66	"
3. gebreites 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. gebreites Blatt . . .	41	75	102	105
2. gebreites Blatt . . .	15	81	141	110
3. gebreites Blatt . . .		53	94	88
4. gebreites Blatt . . .		5	34	27
5. gebreites 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 gedrehten 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
<hr/>				
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 trübem 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 Ausdüftung 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 Schermaier verdanke) die Samenschale und

die ausgefogenen 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 Humusertract 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 niedrigere Temperatur litten, so erscheint das Resultat als ein glänzendes für die Vegetation im Wasser.

Fünfte Versuchsreihe.

Schminkebohnen (*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 Einzelheiten 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 Schminkebohnen in wässrigen Lösungen namhafte Zunahmen an Trockensubstanz zeigen, daß diese Gewichtszunahmen den zugesetzten Nährstoffen zuzuschreiben sind, insofern die in destillirtem Wasser erzogene Pflanze als Gegenstand eine wesentlich andere Vegetation zeigt.

Die Samen hatten in Sägespänen die Wurzel ausgetrieben, in destillirtes Wasser wurden die Wurzeln zur nöthigen Entwicklung für den Versuch gebracht, der am 27. März 1860 begann. Die Gefäße (Zuckerläser) hatten ungefähr 950 Cub.-Ctm. Raum; die Rorte, welche zur Befestigung der Pflanzen dienen, 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 aufzusteden, 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 Versuches 800 Cub.-Ctm. Flüssigkeit; das mit I. bezeichnete erhielt immer nur destillirtes

Wasser. Die Angaben der Nährstoffzufüge 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 niedriger Temperatur im spärlichen Sonnenschein gewachsen waren, hatte I. seine Keimperiode noch nicht beendet, II. dagegen hatte die Keimung längst hinter sich und schon die Vegetation begonnen; es hatten, wie gewöhnlich, die Nährstoffe beschleunigend auf den Entwicklungsengang 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 Ammonialsalz vor, da ich erst später den ungünstigen Einfluß der Ammonialsalze auf die Bohnen kennen lernte; dagegen machte sich der ansehnliche

Gypshalt, wie gewöhnlich bei Bohnen, durch Entwicklung 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 Tausend.

Am 8. Juni: Die Pflanze I. in destillirtem Wasser hatte ihre Keimtheile entfaltet, nämlich die beiden Primordialblätter, und drei gedrehte, kleine, zierliche Blättchen, die Cotyledonen waren schon vorher abgefallen; jetzt sind auch jene der Keimperiode angehörigen Blätter gelb geworden und abgefallen, aber zwei neue Aelztriebe 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 Aelztriebe 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 Aeln der Primordialblätter; auch eines der gedrehten (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.-Etm. 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 Manganoxydhydrat.

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

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

800 Cub.-Etm. 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 28. August: Die Pflanze II. hat während des August immerfort zahlreiche, rothe große Blüthen entfaltet, die aber immer nach 1—2 Tagen abfielen; die Staubfadentröhre mit den eingeschlossnen Germen war spiralis 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 entwidelt; 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 Mutterkornens = 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 Mißgriff, 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: Gewichtövermehrung und Samen zugleich zu produziren.

Sechster Versuch.

Kunkelrübren.

Ich habe im Juli 1860 einen ersten Versuch mit Kunkelrübren 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 Dike 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.
Kalialpeter	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 Ammonial als Stickstoffquelle, bei III. und IV. wurde das Ammonial 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 zugefetzt.

Am 31. August: II. hat kleine, aber sehr dunkelgrüne Blätter (5), die früheren sind vertrocknet; es ist kein Anfaß 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 geerutet und getrocknet:

Trockensubstanz von	I. (destillirtem Wasser)	=	1,655 Grm.
"	" II. (mit Ammonial)	=	1,28 "
"	" III. (mit NO ₅)	=	5,45 "
"	" IV. (mit NO ₅)	=	5,17 "

Die schlechte Vegetation von II. schreibe ich einstweilen dem Ammonial 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 keine 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 86½ Milligramm Trockensubstanz assimiliert. 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 erzeugenen; 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 6 fache 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 Aedern erhält man Rüben, die das 6—10 fache dieser im Boden erwachsenen ergeben. Das erreichte absolute Gewicht kann nicht zur Norm der Vegetationsthätigkeit gemacht werden, sondern nur die Gewichtszunahme überhaupt und die Entwicklung der normalen Formen und Früchte.

Da ich die Besprechung meiner übrigen Versuche des Raumes wegen auf das nächste Heft versparen muß, so heulte ich die noch übrigen Zeilen dazu, gegenüber den Mißdeutungen 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 Versuchsmethode kurz zusammenzufassen.

Wasserswerth 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 Entwicklung 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 Adhäsionkräfte des festen Bodens nicht wesentlich begünstigend bei der Ernährung mitwirken; möglich ist es, daß die auffaugende Thätigkeit der Wurzelhaare wesentlich beeinflusst werde von den Anziehungskräften der festen Bodentheile, 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 Vorganges, 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 **Früherung** 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 auffammeln 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 Charandt am Ostabhange des Rienberges 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 Pinzette 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 nachgewordene 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 Verbunstung 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 Thanniederschlag zu betrachten sind; die Tropfen an der Spitze der jungen noch wachsenden Grasblätter sind kein Thau, sondern ausgeschiedenes Wasser, ebenso an den Zähnen der Rohlblätter, der Gänsefußeln 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 Bethaubbarkeit 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 Bethaubbarkeit 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 Ländersfläche sich bilden, muß der specifischen Bethaubbarkeit der sie bedeckenden Pflanzen zunächst Rechnung getragen werden; in derselben Nacht, bei gleicher Exposition wird die Thaumenge, welche sich auf einem

Alder Klee ablagert, eine wesentlich andere sein, als die auf einem Alder 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 $\frac{1}{4}$ —1 Stunde an einem Morgen eine Reihe vergleichbarer Beobachtungen zu machen und so die specifische Vertheilbarkeit 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 =
<hr/>		
	Thau =	2,55 Grm.
3 kleine Kunkelrübenblätter	mit Thau =	9,45 Grm.
	ohne =	8,05 =
<hr/>		
	Thau =	1,40 Grm.

Am 18. Juli 1860 um 6 Uhr früh:

5 mittelgroße Kirschblätter	mit Thau =	7,8 Grm.
	ohne =	4,9 =
<hr/>		
	Thau =	2,9 Grm.
5 Blätter von rother Lupine	mit Thau =	11,90 Grm.
	ohne =	8,35 =
<hr/>		
	Thau =	3,45 Grm.
10 Blätter von weißem Klee	mit Thau =	2,45 Grm.
	ohne =	1,73 =
<hr/>		
	Thau =	0,72 Grm.
5 Erbsenblätter (mit Stengeltheil)	mit Thau =	19,25 Grm.
	ohne =	16,60 =
<hr/>		
	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 reduciren 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 Kunkelrabe (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 spezifische Bethaubbarkeit 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, Weißborn 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 $\frac{1}{4}$ 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*), Gänsdistel (*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 *Schäffrautes* 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 wiederlehren 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 gradlinig, bei den Dicotylen netzartig. Auf den Nerven setzen sich die Tropfen in regelmäßigen Abständen an und gewähren das Ansehen von Perlenkugeln. 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 dies die kleinen Thäler, welche von den Blattnerven gebildet werden. An diesen Stellen adhärirt das Wasser, während es von der Epidermis der Blattgarencyms 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 hinaufstreiben, und zwar mehr als diese halten können; deshalb tritt es in Gestalt von Tropfen an 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 weick sind, so können sie auch den Thau auffaugen 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 angeben 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 Ammoniak im Thau

als kohlenfaures Salz enthalten sein soll, so ist es möglich, daß zwischen diesem und dem sauren Zellsaft Diffusionsströme stattfinden, welche einen Theil des Ammoniak 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 Auffangung vermittelt 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 Witt, 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, gebrängten 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 Landwirtschaft 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 aufs 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

schließen.“ 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 angesehen 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 ausgeföhrenen 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 ermitteln will. Die hier in Betracht kommenden allgemeinsten Gesetze des Stoffumsatzes haben Bischoff und Bott 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 Zersetzung 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 veranlassen nicht, die Zersetzung 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 benötigte Hund braucht, um den nothwendigen Eiweißumsatz zu bedecken, täglich mehr als 1500 Gramme 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 Zerwürbarkeit des in der Nahrung

aufgenommenen Eiweißes und obgleich der Körper das Bedürfnis 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 angelegte 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 wirkt 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 angelegt; ist dagegen mehr Sauerstoff vorhanden, so wirkt 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 Gewichteverlustes des Körpers nöthige Fleischmenge bei demselben Thiere verschieden, je nachdem dasselbe ausgehungert ist, oder sich in gutem Körperzustande befindet; denn ein ausgehungertes 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 herabgelommenen 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 angefaßt. 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 angefaßte Fett verhindert die Fleischerstörung 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 Principien 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 gefressenen Stickstoff wieder erhält, also weder Aufsaß 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, Raupp besprochen hat, geht er auf seine eigenen Ergebnisse über. Raupp hatte gezeigt, daß bei Fütterung mit verschiedenen Quantitäten von Salz, der Körper kleine Mengen aufspeichern könne, welche er, bei zu geringer Salzzufuhr, alsdann anspeit 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 andern Weg als den durch den Harn, den Roth oder die Haut. Der Roth 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 Einzelheiten 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, Veränderungen in den Ernährungsverhältnissen und Befindungen hervorruft? hat gerade gegenwärtig in der Landwirtschaft 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 vermindern scheint. 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 besteht, 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 fressen 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	Grm. 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 Abhilfe 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 Hilfe des getrunkenen Wassers austritt.

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

Der Verf. führt die Versuche von Bouffingault mit Kindern an. Drei Kinder erhielten dabei binnen 13 Monaten täglich 34 Grm. Kochsalz zu ihrem Futter; drei andere keines. Die ersteren nahmen um 516 Kilogramm zu, die letzteren um 452; aus 100 Kilogramm Futter produzierten jene 7,19 Kilogramm, diese 6,83 Kilogramm 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 Raupp'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 Raupp's Resultate mit denen von Voit im Allgemeinen, insofern sie eine Vermehrung des Umsatzes durch Salzgenuß anbeuten.

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

Aufgenommenes Kochsalz.	Ausgeschiedener Harnstoff:		
	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 Wassereinnahme 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 Säftströmung 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 ausgeathmeten und, wenn dies nicht reicht, von den Organen gewonnen; 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 narcotischen 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 Beweisraft der früheren Versuche in Zweifel, weil die

Der Verf. führt die Versuche von Bouffingault 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 Kilogramm zu, die letzteren um 452; aus 100 Kilogramm Futter produzierten jene 7,19 Kilogramm, diese 6,83 Kilogramm Körpermasse. Gegenüber diesen geringen Veränderungen 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 bebinge, weist Dr. Voit als in sich widersprechend (?) zurück.

Die Gültigkeit der Raupp'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 Raupp'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 Kochsalz.	Ausgeschiedener Harnstoff:		
	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 Wassereinnahme 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 ausgeathmeten 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 dem 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 narotischen 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 Beweisraft der früheren Versuche in Zweifel, weil die

früheren Beobachter sich nicht überzeugt haben, ob die zu den Versuchen benötigten Organismen auch einer genauen Beobachtung des Stickstoffumsatzes zugänglich seien, d. h. ob sie allen ungesetzten Stickstoff im Harn entleeren. Aus diesem Grunde machte er seine Versuche über den Kaffee wieder mit einem Hunde; er richtete einen gesunden ausgewachsenen Hossund von 27—30 Kilogramm Gewicht so ab, daß er zu bestimmten Tageszeiten an einem bestimmten Orte allen Harn in ein untergehaltene 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 Titrimethode, 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 Absatz 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.			
Roß	} 178,69	=	Wasser,
221,1 Grm.			

Zusammen = 12,5 Grm. Stickstoff.

Gant und Lunge: $\left\{ \begin{array}{l} 434,4 \text{ Grm. Wasser,} \\ 1106,5 \quad \left\{ \begin{array}{l} (230,0 = \text{ vom Wasserstoff,} \\ 672,1 = \text{ Kohlenfäure} = 183,3 \text{ Grm. Kohlenstoff,} \\ 531 = \text{ Sauerstoff von Außen.} \end{array} \right. \end{array} \right.$

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

Körpergewicht = 22,2 Kilogramm.; 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 Roth unzersehtes 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 Kaffeeansatz wurde aus 35 Grm. = 2 Loth Bahnen bereitet.

Die Ergebnisse dieser zweiten Reihe auf 24 Stunden berechnet ergaben:

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

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

Ausgaben: Harn $\left\{ \begin{array}{l} 961 \text{ Grm. Wasser,} \\ 994 \text{ Grm.} \left\{ \begin{array}{l} 21,54 = \text{ Harnstoff (10,4 Grm. Stickstoff).} \\ \text{Roth} \left\{ \begin{array}{l} 229,73 = \text{ Wasser,} \\ 279,2 \text{ Grm.} \left\{ \begin{array}{l} 49,47 = \text{ Festes (1,6 = Stickstoff).} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \right.$

Summa 12,0 Grm. Stickstoff.

Haut und Lungen: $\left\{ \begin{array}{l} 496,5 \text{ Grm. Wasser,} \\ 1197,5 \quad \left\{ \begin{array}{l} (242,1 = \text{vom Wasserstoff),} \\ 701,0 = \text{Kohlensäure (=191,2 Grm. Kohlenstoff).} \end{array} \right. \\ \hline 552 = \text{Sauerstoff von Lungen.} \end{array} \right.$

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

Körpergewicht: 29,8 Kilogramm.; Wärmeinheiten 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 zurückweist. 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, trug 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 Roth 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 Zerstückung 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 29487 auf 30395 Grm. zugenommen hatte während der ganzen vier Versuchsserien, hatte er doch 2060 Grm. Fleisch vom Körper verloren, während 2998 Grm. Wasser in die Zusammensetzung des Körpers eintraten. Der Organismus war also wasserförmig und zu größeren Kraftanstrengungen untauglich, wie es bei Kaffeetrinkern unter Menschen der Fall ist. Nehulich soll die Ernährung mit Kartoffeln oder ungenügender Kost wirken. Der Körper nimmt an Fleisch ab und wird wässriger 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 Versuchsserien mußte der Hund hungern, er erhielt 4 Tage lang täglich bloß 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. Kaffeeabzug von 25 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 nahrungsgewöhnliche Brodfütterung; der Körper verliert allmählich 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	99
IV. mit Kaffee	4,83	79

Es folgen endlich vier Versuchsserien, 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 eust sich zeigte, wie sehr er abgemagert war. Er gab bei besserer Kost das angefetzte Wasser ab und setzte dafür Fleisch an. In der ersten neuen Reihe wurden von den 1000 Grm. gefressenen Fleisches nur 287 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 abgefordert 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 man 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 Wasserabscheidung von Haut und Lunge gesteigert bei vermehrtem Trinken.

In diesen Versuchsergebnissen stellte sich der Stickstoffumsatz folgendermaßen:

	Stickstoff- einnahme.	Ausgabe von im Harn.	Stickstoff im Roth.	Fleisch am Körper.
I. ohne Kaffee	35,0	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 Stoffumsatzes 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 Weichen 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 E. G. Lehmann brachten 10 Gran Theein bei 5 Personen eine sehr starke Aufregung des Gefäß- und Kreislaufsystems hervor: Herzklopfen, raschen unregelmäßigen Puls, Brustbrennung, 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 Umrufe und Bittern.

J. F. F. Alber's brachte bei Fröschen citronensaures Theein und Kaffein unter die Schenkelhaut, worauf Starckampf eintrat. Diese Stoffe brachten einen vollständigeren und andauernderen Letanus 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 Stahlmann und Fald 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 erklären.

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 vermittelt 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 Factor (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 Kraftleistung um eine bestimmte Größe zunimmt. Helmholtz hatte nach dauernder und erschöpfender Contraction der Muskeln eine größere Wärmenentwicklung 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 Phosphorsäure-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 Spannkraften — freie Kraft entwickelt. Der Verf. führt nun eine Reihe Arbeiten von E. G. Leh-

mann, J. Fr. Simon, Mosler, 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 Kohlenäureausscheidung bei körperlicher Anstrengung eintritt, nimmt der Verf. nach den vorliegenden Arbeiten von Seguin, Bierort, 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 Leitrade zu laufen. Durch einen ziemlich weitläufigen Calcul wurde die geleistete Arbeit in Kilogrammetern ausgedrückt. Da der Hund sich durch zu rasches Gehen 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 Versuchreihe mit Arbeit in einer Stunde in runder Zahl 150,000 Kilogrammeter Arbeit, eine Anstrengung, die er ohne zwischenliegende Erholung nicht hätte anbringen 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 bloß 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 Abschnitt 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.

Nach 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 Wärmeverbrauch 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 Oxidation 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-

saßes zum Zwecke der Kraftämperung sein sollte, so wüßte offenbar für ein bestimmtes Maas 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 2mal 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 Darms während der äußeren Ruhe eine bei Weitem geringere Kraft beanspruchen, so wäre nicht einzusehen, was aus jener ungeheuren Kraftsumme wird, und somit fällt auch die Voraussetzung weg, daß die Zerföhrung 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 Zerföhrung des Fettes, sondern nur durch die Zerföhrung der Fleischmasse erzeugt werden. Die Zerföhrung des Eiweißes liefere Wärme, mechanische Arbeit und Electricität, die Verbrennung des Fettes blos Wärme. Aber die einmal entstandene Wärme bei der Zerföhrung des Eiweißes könne eben so wenig in mechanische Arbeit übergehen, wie die durch Fettverbindungen entstandene. Nach Voit's Ansicht wird bei der Zerföhrung des Eiweißes im Körper sogleich eine gewisse Quantität Wärme, Bewegung und Electricität entwickelt. Wenn man

eine äußere Arbeit geleistet werden soll, so Munde demnach die dazu nöthige Kraft nur dadurch disponibel werden, daß ein Theil der Electricität in mechanische Arbeit (Zusammenziehung der Muskeln) übergehe. Bekanntlich heissen in den Nerven und Muskeln fortwährend electricische 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 Endergebnat, 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 electricischen Ströme der Muskeln und Nerven während der Arbeit hinreicht, um die geleistete Arbeit selbst zu erklären, d. h. ob das mechanische Äquivalent der im Körper strömenden Electricität in seinem numerischen Ausdruck sich mit den Folgerungen Boits 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 Gantelen 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. P. Gilbert und G. Pugh.“ (On the sources of the nitrogen of vegetation; with special referenes 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 gemachten Stickstoffs sein können, weil nach einer Mee-

ernte, welche so enorme Mengen von stickstoffhaltiger Materie liefert, in diesem Falle ein Ausfall in Bezug auf den Stickstoff bei der folgenden Halmsfrucht eintreten müßte, während doch die Erfahrung lehrt, daß gerade nach dem Alee die Stickstofferträge der folgenden Halmsfrucht 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 Bonssingault, Georges, Bille, Méné, Roy, Cloëz, De Luca, Harting, Peholdt u. s. w. bearbeiteten Themas, ob die Pflanzen atmosphärischen, elementaren Stickstoff assimiliren, hinführte. 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 stickstoffhaltigen 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 Alee, 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 Hülsenfrüchtl. 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 Stickstofftrag 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 $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ mehr Stickstoff in den Ernten, als in dem Dünger geboten worden war. Seine höchsten Stickstoffträge 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 aere, 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 Stickstofftrag 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 $\frac{1}{4}$ des Uebrigen. Bei Wiefengras 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 nascentis; 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 ungeheuerere 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 gläsernen Ständer, auf welchem eine Pfanne stand, die den Blumentopf mit dem Boden enthielt. In die Glocke führten Röhren zur Ein- und Ausföhrung der Luft, für den Zusatz von Wasser und für die Hinwegnahme des durch Condensation entstandenen Wassers. Da die durchzuföhlende gewaschene Luft nicht durchgezogen, sondern durchgepreßt wurde, so war keine Gelegenheit gegeben zum unbemerkten Eintritt von ungewaschener Luft.

Die Möglichkeit der Vegetation unter den Versuchsbedingungen wurde in zweifacher 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, benüzt; in wenigen gewaschener und geglühter Bimsstein 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 gefehrten 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 Sodaauslösung geleitet; sie trat aus dem Apparate wieder durch Schwefelsäure aus. Die mit einguleitende 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 stattfindet.

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 Wälge 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 1859) 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 30fache dessen ohne solche Beigabe; auch war hierbei der Gewinn von assimilirtem Stickstoff entsprechend, in einem Falle erreichte er das 30fache 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 Leguminosen nicht so günstig waren, wie den Gräsern. Daher legen sie den negativen Resultaten, welche die letzteren lieferten, besonderen Werth bei.

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

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

lähen und thierischen Ursprunges, Leipzig 1859) untersuchte das Verhalten der Neuron-Kryalle gegen chemische Reagentien und gegen polarisirtes Licht, verglich dieselben mit dem Daomatokryallin, Ichthyu, Ichthydin, Embuin und zeigte zugleich, daß in den Zellkernen von Lathyrus (in dem Samenintegument, den Karpellen, dem Kelch, den Blüthenstücken, den Brakteen, und den unterirdischen Blättern der blühenden Sprossen) ein kryallisirter Körper auftritt, der mit jenen in naher Verwandtschaft steht. D. Maschke (Botanische Zeitung von Mohl und Schlechtendal, 1859. Dec.) studirte die chemische Natur der Neuron-Kryalle genauer. Er stellte dieselben aus der Paranaß (Bertholletia) in großer Menge dar und es gelang ihm sogar die Kryalle aus ihrer Lösung wieder zu gewinnen. Er kam zu dem Schluß, daß die Albertskryalle aus einer Verbindung von Casein mit einer unbekanntem Säure bestehen. Prof. Eohn hat nun einen kryallisirten 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 Kryalle eines Eiweißkörpers am leichtesten zu erkennen. Gewöhnlich liegt nur einer in einer Zelle, zuweilen zwei; mitunter findet man in einer Zelle zwei Kryalle zwillingsartig durcheinander gewachsen. Der Kryall 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 Kryall 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 Kryalle 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 Kryalle enthalten. Das Verhalten der Kryalle zeigt aufs Entschiedenste, daß sie aus einem eiweißartigen Stoff bestehen. Jed in Jodbalium 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 gängliche 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 Reagens 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 gelochten Krystalle gelb ohne sie zu lösen; wird dann Kali zugefetzt, so quellen sie auf und behalten ihre gelbe Farbe. Rohe Salzsäure färbt die gelochten 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 Nadelkofer's zu dem Satze: „Die Krystalle der Protein-Verbindungen sind ganz ebenso für Flüssigkeiten permicabel 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 Bauquelin neben Eimeiß und Kleber auch Asparagin in den Kartoffeln angegeben habe (Journal de phys. 85. 113), und daß Michaelis dasselbe bestätige (Archiv für Pharmazie 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 Osmolungsfähigkeit 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 Gläser 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* u. überzogen wird, während dicht daneben befindliche Partien des Gesteins dem Messer widerstehen. Der Granit, Glimmerschiefer und Seneß wird durch Zersetzung und theilweise Auflösung des Feldspathes unterhalb der Flechten in weichen Kaolin verwandelt, zum Theil der Feldspath gänzlich entfernt; zwischen den Haustorganen 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 Gläser 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 Felsenteßeln 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.)

S a c h s.

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

von

Dr. Ed. Peters,

Assistent am chemischen Laboratorium in Charaub.

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 Pfaunder*) und Fremy**) bereichert worden.

Der erstgenannte Chemiker ist bei seinen Untersuchungen von der Ansicht Plasiwet'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 Verbeil vor einiger Zeit darauf aufmerksam gemacht, daß das Chlorophyll, ähnlich wie der rothe Farbstoff des Blutes — das Hämatin — eisenhaltig ist. Auch Pfaunder fand Eisen in

*) Annalen der Chem. und Pharm. von Liebig & Co., 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 Pfaunder:

	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 Plasiweg'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. Sani o 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,

*) Potos-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 stattfindet. Wenn nach Dr. Sachs das im Plasma verteilte noch farblose Chromogen mit activem Sauerstoff, O₂, 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 zerlegt, 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. Töppler*) weitere Mittheilungen. — Bekanntlich hat schon früher Dr. Knop die Anwesenheit von Phosphor in dem fetten Oele der Zuckerbirse 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 Löpler'schen Untersuchungen zusammengestellt.

Ursprung des Fettes:	Phosphorgehalt in Procenten:	Eigenschaften des Fettes:
Gelbe Lupine	0,29	dickflüssig, 3. Thl. krystallisirt.
Knotenfrüchtige Erbe	0,47	3. Thl. krystallisirt.
Mai-Erbse	1,17	"
Schottische Pferdebohne	0,72	3. größten Thl. krystallisirt.
Behaarte Saatwilde	0,50	dickflüssig.
Rothwe Winterlinse	0,39	"
Kostastanie	0,30	dünnflüssig.
Cacaobohne	0	fest.
Wallnuß	Spur	dünnflüssig.
Olive	0	"
Englischer Weizen	0,25	3. Thl. krystallisirt.
St. Helena Weizen	0,28	"
Hafer	0,44	"
Sechszehnteilige nackte Gerste	0,28	"
Koggen	0,31	teigartig-krystallinisch.
Hirse	0	dünnflüssig.
Blauer Mohn	0	"
Lein	0	"
Raps	0	"
Hanf	0	"
Weißer Senf	0	"

Nach Dr. Löpler 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 Kostastanie eine größere und das Rußöl eine

sehr geringe Menge von Phosphor enthielt. Auch das feste Del 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 Töpler's 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 Lebensproceß 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 Reichtum mancher aus Riesen 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 Rickès und Ch. Méne ein häufig vorkommender Bestandtheil der Wässer ist.

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

**) Poggendorff'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 Zuckerrfabrikation 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 Morgens in einer Rübenerbnte 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 b. Zuckersfabrikation:	Bei b. 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 Rübenenerndten dem Aderboden 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 Aderboden enthalten ist, meistens gegen die der übrigen Stoffe sehr zurücktritt.

Die obigen Zahlen geben den Verlust des Aderbodens, 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 Zuckersfabrik verarbeitet und die eiweiß-, kalk-, magnesia- und phosphorsäurehaltigen Schaumpressenrückstände dem Düngerhaufen einverleibt werden. Noch günstiger, wenn die bei der Zuckersfabrikation 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. Karmrod*) 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 unzersezt, 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 Trester mit Zuckermasser versetzt vergährten ohne Hefenzusatz nur sehr unvollständig. Der Grund hierfür ist nach Karmerodt 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 Karmerodts, 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 unzersezten Zucker. Auch von anderen Chemikern ist in allen Weinen Zucker nachgewiesen worden. Nach den Untersuchungen von Fresenius beträgt der Zuckergehalt im Rheinweine $\frac{1}{2}$ von der Extractmenge, während die Salze und die übrigen nicht flüchtigen Bestandtheile nur $\frac{1}{4}$ 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 Stock 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 24 $\frac{1}{4}$ 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 gelehrten 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 Del ab; Karmrodt erhielt 8,24 Procent. Das Del ist durch einen geringen Chlorophyllgehalt grün gefärbt, es besitzt einen starken Baumölgeruch und einen süßlich krugenden 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 zerfällt 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 Denanthsäure, deren Aether der Wein seinen eigenthümlichen Weingeruch und Geschmack verdankt, ein Gemenge zweier fetter Säuren, der Capriusäure und der Caprylsäure, ist. Kleine Mengen von unzerfetztem Fett gehen übrigens in den Wein über; Dudemans fand 6 Theile Fett in 100,000 Theilen Vorbeaugwein.

Aus der Vergleichung der Mineralbestandtheile des Mostes und des gegohrenen Weines ergibt 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 Trester 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 wiedergefunden. 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 Benützung der Trester. 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 Tresterbranntwein gewonnen wird.

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

Die abgebrannten Tresteren 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 ergibt 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 Darmmalze	6,982	"	"

Die hierbei gelbsten 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 Kuhlgeleager.

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 Alkoholtract von Instmalz 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 Wassereextract. 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 Wassereextract 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 betragen 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 Alkoholtract, 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 bloß 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 Würlzelchen 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 dürfte. Genau läßt sich allerdings das Verhalten des Zellstoffes zur Zeit nicht nachweisen, da wir keine correcte Bestimmungsmethode für denselben besitzen.

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 stattfindet. 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, Pheolocyanin, welchen die Salzsäure aufnimmt, und einen gelben in dem Aether gelösten, Pheuloganthin. 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 zerlegt, 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, Phylloxanthin. 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 Phylloxanthin 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 Phylloxanthin 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 Phylloxanthin, noch Phylloxanthin, sondern nur noch Phylloxanthin.

Ueber das Vorkommen des Phosphors in den fetten Oelen.

Hierüber machte Dr. Töppler*) weitere Mittheilungen. — Bekanntlich hat schon früher Dr. Knop die Anwesenheit von Phosphor in dem fetten Oele der Zuckerrübe 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 Töppler'schen Untersuchungen zusammengestellt.

Ursprung des Fettes:	Phosphorgehalt in Procenten:	Eigenschaften des Fettes:
Gelbe Lupine	0,29	dickeflüssig, 3. Thl. krystallisirt.
Knotenfrüchtige Erve	0,47	3. Thl. krystallisirt.
Mai-Erbse	1,17	"
Schottische Pferdebohne	0,72	3. größten Thl. krystallisirt.
Behaarte Saatweide	0,50	dickeflüssig.
Roth Winterlinse	0,39	"
Roskastanie	0,30	dünneflüssig.
Cacaobohne	0	fest.
Wallnuß	Spur	dünneflüssig.
Olive	0	"
Englischer Weizen	0,25	3. Thl. krystallisirt.
St. Helena Weizen	0,28	"
Hafer	0,44	"
Sechszehnteilige nackte Gerste	0,28	"
Roggen	0,31	teigartig-krystallinisch.
Hirse	0	dünneflüssig.
Blauer Mohr	0	"
Lein	0	"
Raps	0	"
Hanf	0	"
Weißer Senf	0	"

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

sehr geringe Menge von Phosphor enthielt. Auch das feste Del 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 Töpler's 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 Lebensproceß 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 Arsenit und Fluor in den Pflanzen.

E. W. Davy*) untersuchte, veranlaßt durch den bekannten Reichtum mancher aus Kiesen bereiteten Schwefelsäure, solche Pflanzen, die in Düngungen mit Superphosphat gewachsen waren, auf Arsenit. 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 Nièlès und Ch. Méne ein häufig vorkommender Bestandtheil der Wässer ist.

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

**) Poggendorfs 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. Karmerodt*) 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 Zuckerrfabrikation 20 Theile kalt gepresste Rückstände, bei der Krautfabrikation 13,1 Theile nach dem Kochen abgepresste Preßlinge.

Diese enthielten in 100 Theilen:

	Bei der Zucker- fabrikation:	Bei der Kraut- fabrikation:
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 Rübenerbnte 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. Zuckersfabrikation:	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 Rübenenerndten 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 Zuckersfabrik verarbeitet und die eiweiß-, kalk-, magnesia- und phosphorsäurehaltigen Schaumpresserückstände dem Düngerhaufen einverleibt werden. Noch günstiger, wenn die bei der Zuckersfabrikation 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.

Auf diesen gibt Folgendes Antwort: Die Umsetzung des Traubenzuckers in Alkohol und Kohlendioxid geht bei einer Temperatur von 15—19° C. ohne Zusatz von Hefe nicht vollständig vor sich, eintheil, ob der Most für sich der Gärung unterworfen wird, oder die zerquetschten Beeren mit den Trebern gähren. Im letzteren Falle blieb jedoch etwas mehr Zucker ungerührt, wahrscheinlich, weil die in den Trebern enthaltene Gerbsäure mit den Einweichtoffen unlösliche Verbindungen einging und dadurch die Bildung von Hefenzellen aus diesen Stoffen beeinträchtigte. Aufgereichte Trebern mit Zuckersasser versetzt vergährten ohne Hefenzusatz nur sehr unvollständig. Der Grund hierfür ist nach Karmrodt in der Abwesenheit der Einweichtoffe, 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 Trebern enthalten ist, die Gärung gestört hat. Nach Anthon befördert die freie Weinsäure wie auch der Weinstein die Gärung nicht, sondern beide wirken im Gegentheil nachtheilig auf dieselbe ein. Mulder, Kose und andere Chemiker theilen dagegen die Ansicht Karmrodts, daß ein reichlicher Gehalt an Weinsäure die Gärung des Traubenzuckers fördere.

Die fertigen Weine, erhalten durch die Gärung der ganzen Traubenmasse und des Saftes für sich, enthalten noch ungersteten Zucker. Auch von anderen Chemikern ist in allen Weinen Zucker nachgewiesen worden. Nach den Untersuchungen von Fresenius beträgt der Zuckergehalt im Rheinweine $\frac{1}{2}$ von der Extractmenge, während die Salze und die übrigen nicht flüchtigen Bestandtheile nur $\frac{1}{4}$ ausmachen. In vier Rheinweinsorten wurden 3,6 Procent (Hattenheimer) bis 8,6 Procent (Steinberger Muslese) 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 Stode oder auf Strohhut austrocknen lassen, oder den Traubensaft durch Eindampfen von einem Theile seines Wassergehalts befreit hat, enthalten noch bedeutend mehr Zucker. So hat man im Muscat Niveosales 21 Procent Extract gefunden, wovon ungefähr 22 Proc. aus Zucker bestanden. Der Zuckergehalt ist für den Geschmack des Weines von hohem Werthe, da er die Gärung abtumpft und verdeckt. Nach Mulder ist der im Weine vorhandene 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 gelehrten 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 Farbensilance.

Die Kerne der Weinbeeren geben an Aether eine bedeutende Menge fettes Del ab; Karmrodt erhielt 8,24 Procent. Das Del ist durch einen geringen Chlorophyllgehalt grün gefärbt, es besitzt einen starken Baumölgeruch und einen süßlich tragenden 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 zerfällt 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 Denanthsäure, deren 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; Dudemans fand 6 Theile Fett in 100,000 Theilen Bordeauxwein.

Aus der Vergleichung der Mineralbestandtheile des Mostes und des gegohrenen Weines ergibt 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 Trester 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 Benützung der Trester. 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 Tresterbranntwein gewonnen wird.

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

Die abgebrannten Tresteren 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.	Lustmalz.	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 ergibt 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.

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 stattfindet. 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 zersezt, 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. Töppler*) weitere Mittheilungen. — Bekanntlich hat schon früher Dr. Knop die Anwesenheit von Phosphor in dem fetten Oele der Zuckerrübe nachgewiesen, und Professor Stein hat ebenfalls durch Extraction mit Aether aus Gerste und Malz ein phosphorhaltiges Oel dargestellt. Dr. Töpplers 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	dickeflüssig, 3. Thl. krystallisirt.
Knotenfrüchtige Erve	0,47	3. Thl. krystallisirt.
Mai-Erbse	1,17	"
Schottische Pferdebohne	0,72	3. größten Thl. krystallisirt.
Behaarte Saatwilde	0,50	dickeflüssig.
Rothwe Winterlinse	0,39	"
Kostastanie	0,30	dünneflüssig.
Cacaobohne	0	fest.
Wallnuß	Spur	dünneflüssig.
Olive	0	"
Englischer Weizen	0,25	3. Thl. krystallisirt.
St. Helena Weizen	0,28	"
Hafer	0,44	"
Sechszellige nackte Gerste	0,28	"
Roggen	0,31	teigartig-krystallinisch.
Hirse	0	dünneflüssig.
Blauer Mohn	0	"
Lein	0	"
Kaps	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 dickeflüssigen, namentlich die bei längerem Stehen theilweise krystallinisch werdenden Oele sich stets phosphorhaltig erwiesen, während von den dünneflüssigeren Oelen nur dasjenige der Kostastanie eine größere und das Rüböl eine

sehr geringe Menge von Phosphor enthielt. Auch das feste Del 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 Eöplers 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 Lebensproceß 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 Arsenit und Fluor in den Pflanzen.

E. W. Davy*) untersuchte, veranlaßt durch den bekannten Reichtum mancher aus Riesen bereiteten Schwefelsäure, solche Pflanzen, die in Düngungen mit Superphosphat gewachsen waren, auf Arsenit. 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 Niélos und Ch. Méne ein häufig vorkommender Bestandtheil der Wässer ist.

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

**) Poggendorff'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 Zuckers- 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 Zuckersfabrilation 20 Theile kalt gepreßte Rübsäfte, bei der Krautfabrilation 13,1 Theile nach dem Kochen abgepreßte Preßlinge.

Diese enthielten in 100 Theilen:

	Bei der Zuckersfabrilation:	Bei der Krautfabrilation:
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 Rübenernbte 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. Zuckersfabrilation:	Bei d. Krautfabrilation:
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 Rübenernndten 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 Zuckersfabrik verarbeitet und die einweiß-, kalk-, magnesia- und phosphorsäurehaltigen Schaumpressenrückstände dem Düngerhaufen einverleibt werden. Noch günstiger, wenn die bei der Zuckersfabrilation 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. Karmrod*) 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 unzersezt, 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 Trester 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 Traubensmostes fördere.

Die fertigen Weine, erhalten durch die Gährung der ganzen Traubenmasse und des Saftes für sich, enthielten noch unzersehten Zucker. Auch von anderen Chemikern ist in allen Weinen Zucker nachgewiesen worden. Nach den Untersuchungen von Fresenius beträgt der Zuckergehalt im Rheinweine $\frac{4}{5}$ von der Extractmenge, während die Salze und die übrigen nicht flüchtigen Bestandtheile nur $\frac{1}{5}$ 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 24 $\frac{1}{2}$ 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 gelehrten 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 Farbensilance.

Die Kerne der Weinbeeren geben an Aether eine bedeutende Menge fettes Del ab; Karmrodt erhielt 8,24 Procent. Das Del 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 zerfällt 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 Denanthsäure, deren 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; Dubemans fand 6 Theile Fett in 100,000 Theilen Bordeauxwein.

Aus der Vergleichung der Mineralbestandtheile des Mostes und des gegohrenen Weines ergibt 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 Trester 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 Benützung der Trester. 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 Tresterbranntwein gewonnen wird.

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

Die abgebrannten Trebern 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.	Lustmalz.	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 ergibt 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 Gesamtmenge 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 trodner Substanz erhaltenen Trebermengen enthielten:

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

Die hierbei gelbsten 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 Kuhlgeläger.

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 Erstmalz 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 Wassereextract. 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 Wassereextract 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 Malzen 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 betragen 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 bloß 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 Wirtzelchen 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 eingetrodnete Rückstand des Wasserausgusses 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.	Lustmalz.	Darrenmalz.	Keime.	Trebern:	
						v. Lustmalz	v. Darren.
Fettfreies Alkoholextract	1,236	4,080	4,662	5,078	18,912	0,417	0,365
Wassereextract	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 Qualität 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 trockenem 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 ungeleimter 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 Dubemans beobachtet worden ist. Der Grund hierfür ist nach Stein in einer Oxydation der Delsäure zu suchen. Der Zersetzung der Delsäure in Verbindung mit den vorhandenen Proteinsubstanzen ist nach ihm auch der eigenthümliche Geruch zuzuschreiben, der sich beim Darren des Malzes entwickelt. Fettfreies Alkohol- oder Wassereextract entwickelt den Geruch des Darrmalzes erst dann, wenn ihm noch der ätherische Auszug — das Fett — hinzugesetzt wird.

Die aus 100 Theilen trockenem 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 ergibt 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 Darmmalze 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 zersezt. 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 bitteren 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 Reserat 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. Schölsing 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 Kalisalze 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 Kali gebunden, giebt sie eine compactere Kohle, welche nicht lange im Glühen bleibt — die Cigarre klopft. 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 Kalisalz. 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 Chloride von Kali, 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 Ernte 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 Chloriden zu reichen Düngers beim Tabakbau zu vermeiden. Bei dem schwefelsauren Kali war nur das Alkali aufgenommen worden und die Schwefelsäure eliminiert, und gerade dieser Tabak enthielt die größte Kalimenge, dann folgte der mit dem Carbonat, mit Nitrat und zuletzt der mit Chlorid 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 ausgezeichneten 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 Kaltwasser schneller oder langsamer einen Niederschlag von wasserfreiem kohlensaurem Kalk in der Glasröhre, an der Eintrittsstelle der Luft in das Kaltwasser, hervor. Nach längerem Hindurchleiten der Luft bildeten sich auch Krystalle von kohlensaurem Kalk mit Krystallwasser. Bei einer Temperatur unter 10° R. trat keine Erhebung des Kaltwassers ein, es scheid sich kein wasserfreier kohlensaurer Kalk ab, statt dessen bildeten sich nach einiger Zeit keine prismatische Krystalle von wasserhaltigem kohlensaurem Kalk, welche in der Flüssigkeit erhitzt, in kleine Rhomboëder von wasserfreiem kohlensaurem Kalk zerfielen.

Durch Hindurchleiten 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 ozonisirter 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.

Gelüste und in Wasser vertheilte Kohlehydrate verhielten sich wie die trocknen Substanzen, nur war die Einwirkung der Luft auf die wassen 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) Kalkbaryt, 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 auszubenutzen. Folgendes Verfahren wird hierbei angewendet: Ein Gemenge von kohlensaurem Baryt, Eisenselle, Kohlentheerpech und Sägespähnen wird in einer thönernen Retorte anhaltend stark geglüht, wobei der kohlensaure Baryt größtentheils in Kalkbaryt 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 kalibriten 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 Poppelndorf, 3. Heft, Seite 17.



Substanz angefüllten Gefäßes versehen war. Am unteren offenen Ende wurde das Glasrohr durch Quecksilber abgesperrt und sodann mit trockenem 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 Molekülen 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 $\frac{1}{4}$ der von dem letzteren absorbirten Menge auf. Die feiner zerkleinerte 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 gegläht 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.

Überall 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 hygroskopischem 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 Broet*) 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 Lambberges.	1,11	0,30	0,18	0,25	0,21	0,76	0,43	0,51.
Melaphyr des Planen- schen Grundes.								
Spinit des Plauen- schen Grundes.								
Gneiß aus Tharand.								
Felsit aus Tharand.								
Thonschiefer aus Tha- rand.								
Thonschiefer aus Tharand.								
Kalkstein a. Schweins- dorf.								

Ebenso wurden auch im Feldspath, Gneiß, Granulit und Granit aus der Gegend von Penig bedeutende Mengen von Phosphorsäure gefunden (Landw. Versuchstationen, 1. Bb. S. 176). Auch von anderen Analytikern ist sowohl in sedimentären, 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 Ausfällung eines Ganges, welcher

*) Chemisch. Adersmann. 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, oberer anscheinend gleichartiger Phosphorit, der hier und da einzelne eingesprengte, rostfarbene Partikelchen zeigte, hatte nach einer von mir ausgeführten Analyse folgende Zusammensetzung:

Phosphorsäure	34,83
Kalkerde	42,92
Thonerde	0,11
Eisenerde	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 Kohleneisensteinflözes 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 Flöz durch Grubenbau und Schurarbeiten aufgeschlossen ist.

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

Phosphorsäure	19,69
Kohlenäure	12,30
Kalkerde	24,07
Eisenoxydul	18,77
Unlösliche Silicate	21,70
Bituminöse Stoffe	3,47

100,00

Die landwirthschaftlichen
Versuchs-Stationen.

Organ

für

wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete
der Landwirthschaft.

Zweiter Band.

Dresden,

Verlag von G. Schönfeld's Buchhandlung (E. A. Werner).

1860.



Inhalt.

	Seite
Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchs-Station in Tharandt von Dr. Julius Sachs	1
Grasuntersuchungen von Dr. R. Arendt und Dr. W. Knop	32
Ueber die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen bei Ausschluß des Bodens. Von Dr. W. Knop	65
Untersuchung von Schlamm von Th. Siegert, Assistent bei der landwirtschaftlichen Versuchs-Station zu Chemnitz	99
Ueber die in dem Boden enthaltenen Lösungen, von Dr. Wunder in Chemnitz	104
Studien über den Boden, aus dem Laboratorium zu Tharandt. Ueber die Absorption von Kali durch Ackererde. Von Assistent Dr. C. Peters	113
Ueber den Salzgehalt der landwirtschaftlichen Hausfügethiere. Von Dr. Julius Lehmann	152
Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchs-Station in Tharandt. III. Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen. Von Dr. Julius Sachs	167
Ueber die Hindernisse bei Vegetationsversuchen in geschlossenen Räumen. Von Dr. Julius Sachs	201
Mittheilungen aus dem agriculturchem. Laboratorium der k. k. patr. Hon. Gesellschaft in Böhmen von Dr. Robert Hoffmann, Chemiker der Gesellschaft	209
Ueber Trocknung des Getreides von Alexander Müller	217

IV

	Seite
Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchs-Station in Tharandt, von Dr. Julius Sachs (Fortsetzung)	219
Notiz über die Bedeutung der Kieselsäure für die Gramineen von Dr. W. Knop	268
Ueber die Ernährung der Pflanze durch wässrige Lösungen bei Ausschluß des Bodens, von Dr. W. Knop	270
Ueber das Staffurter Abraum Salz, von Dr. Ed. Peters, Assistent am Chemischen Laboratorium in Tharandt	293

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 Maße 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.	Nr. 2.
	Frisch abgelagerter Schlamm von 1858.	Äckererde von einem Mohrfelde bei Cairo.
Gesamtgehalt an Kalk	1638	1368
" " Natron	561	562
" " Kalkerde	6464	5040
In Salzsäure löslich: Kali	166	216
Natron	22	26
Kalkerde	1725	1602
Tallerde	46	40
Phosphorsäure	143	231
Schwefelsäure	66	103

*) Chemisch. Adersmann 1860. S. 84.

Bestandtheile in 100,000 Gewichtstheilen.	Nr. 1.	Nr. 2.
	Frisch abgelagerter Schlamm von 1858.	Ältere Erde von einem Mochafelde bei Cairo.
In Salzsäure löslich: Chlor	260	185
Rieselerde	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 ½	63 ½

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 Schlick (mit eingemengten Glanmerblättchen) 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 bindiger und reicher zu machen.



Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniak 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 Nahrungsaft 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 fortbauern 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 Ammonial 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 Ammonial als letztes Glied unter den stickstoffhaltigen Zerlegungsproducten erscheint, in welche die complexen Materien des Pflanzen- und Thierreichs zerfallen, und auf eine Reihe von älteren Bestimmungen des Ammonials in der Ackererde, denen zufolge diese eine verhältnißmäßig nicht unbedeutende Menge Ammonial enthalten soll.

Ich hatte zufolge einiger schon vor einigen Jahren gemachten Erfahrungen Grund anzunehmen, daß alle diese Bestimmungen, welche den Ammonialgehalt 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 Ammonial verhältnißmäßig leicht zu Salpetersäure oder salpetriger Säure verbrannt werden kann, so schien es mir, daß das Ammonial 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 Ammonials.

Es ist bekannt, daß Ammonial in porösem Kalkstein in salpetersauren Kalk umgewandelt wird, die Salpeterpflanze beweist seine Verbrennbarkeit unter dem Einfluß der Erde allein schon zur Geringe, und

der Schönbein'sche Versuch gestattet es im Kleinen, sich davon zu überzeugen, daß das Ammonial 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 Ammonial bestehen.

Bedenkt man nun ferner, daß die Versuche Waz's und die v. Liebig's erwiesen haben, daß das Ammonial 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 Ammonial?

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 Ammonial, salpetrige Säure und Salpetersäure ($\text{NH}_3 + \text{NO}_2$; $\text{NH}_3 + \text{NO}_5$) Verbindungen sind, die, indem sie aufeinander wirken, den Stickstoff, den sie beide einschließen, verbindungs-fähig ausscheiden können, insofern das salpetersaure Ammonial = Stickstoffoxydul + Wasser, das salpetrigsaure aber Stickstoff + Wasser seiner Formel nach ist. Das Ammonial 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 Ammonial 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. D., nämlich „Chemisches Centralblatt“, 1860, in Nr. 16, 17 u. 34, ausführlich beschrieben, so daß ich hier ein näheres Eingehen darauf untergehen kann, nur so viel mag zum Verständniß der folgenden Versuche hier darüber bemerkt werden, daß diese Ammoniakbestimmungsmethode auf der Auffindung der Thatfache beruht, daß freies Ammoniak und das

Ammoniak der Ammoniaksalze durch bromirte alkalische Lösung von unterchlorigsaurem Natron so vollständig zerlegt 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 Cubiccentimetern, 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 Volumen Stickgas wird zunächst auf das Volumen berechnet, das es bei 0° Temperatur einnehmen würde. Ein Cubiccentimeter Stickgas von 0° aber wiegt $1\frac{1}{2}$ Milligramm. (genauer 1,256 Milligramm.) und 1 Milligramm. Stickstoff entspricht 1,21428 Milligramm. 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 Ammoniakbestimmung 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 Verwehen 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 ausgaben, 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 Ammonialsalzen im Boden enthaltenen Ammonials auch in den Fällen erhält, wo der zur Untersuchung gezogenen Probe Erde Pflanzenüberreste oder beliebige Materien thierischen Ursprungs, selbst Insecten und Würmer, beigemischt wären. Sobald das Ammonial 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 Vorstichsmaßregeln, die in Nr. 16, 17 und 34 des Chem. Centralblattes von 1860 angegeben sind, ausgeführt wird, als vollkommen geeignet, gerade das Ammonial 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 Ammonial 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 Untersuchungsergebnat 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 Cubiccentimetern 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 $\frac{1}{4}$ Stunde flussabwärts von Leipzig, und das Wasser eines kleinen Teiches im Garten des Societätsgutes zu Mäckeru 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. Lnft 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 Cubiccentimeter eingedunstet, mit Kalilauge übersättigt und dann mittelst der bromirten Lauge geschüttelt und das dabei entwickelte Stickgas gemessen.

Die Regenwässer wurden in einem kupfernen trichterförmigen Udo- meter von kreisförmiger Oeffnung bei 52 Centim. Durchmesser und folglich 2123,7 Quadracentim. Flächeninhalt aufgefangen, sie flossen sogleich in eine untergesezte 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 $+2^{\circ}$ bis $+3^{\circ}$ im Maximo, und zwar mäßig intensiv; es hatten sich abends den 17. April bis 21. April mittags 2 Litre und einige Cubiccentim. 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 dreis- bis viertägiger Regen vorausging. In dieser Zeit fielen 1300 Cubit-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 größtens tropfend 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 Gewitterplazregen, die Gewitterwolken vertical über uns. Von 5 Uhr abends bis zum andern Morgen früh hatten sich im Regenmesser 3500 Cubit-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 größtens tropfend. Es fielen in dieser Zeit 1350 Cubit-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 intensivsten 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 emnente Hagelwetter, das an diesem Tage in der Stadt Leipzig so große Verwüstung anrichtete, fing gerade in der Entfernung des Dorfes Mäckeru 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 $\frac{1}{2}$ 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 ansuchte, wog 45 Grm., die meisten, wenigstens $\frac{2}{3}$ der ganzen Masse, hatten nicht über 15—20 Grm. Gewicht; $\frac{1}{3}$ 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-rundlich. 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 schneeyiger 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 kugliger 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 Lackmustrinctur. 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 Ammoniak's, 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 gefallenem Schloßen geschmolzen sein konnten, abgemessen und, mit Schwefelsäure versetzt, eingebunstet.

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 besondern, vom Laboratorio entfernten Zimmer;
- Spalte D. die im Azotometer aufgefangene Menge des mittelst bromirter alkalischer Lösung von unterchlorigsaurem Natron entwickelte Menge Stidgas in Cubit-Centimetern;
- Spalte E. die zufällige Temperatur des Wassers und Stidgases im Azotometer zur Zeit der Messung und Ablebung;
- Spalte F. vorstehendes Volum Stidgas berechnet auf 0° Temperatur;
- Spalte G. vorstehendes Volum Stidgas von 0° multiplicirt mit 0,001256 Grm., dem Gewichte von 1 Cubit-Centimeter Stidgas von 0°; diese Spalte giebt also das Gewicht des gefundenen Stidstoffs in Grammen an;
- Spalte H. vorstehendes Gewicht multiplicirt mit $\frac{1}{4}$ 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	0,000256	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. Auguß. Schloßen .	2000	3,0	20°	2,79	0,003504	0,00213	2
12	28. Auguß. 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

Uebersieht 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 Ammonial 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 Ammonial 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 Ammonialgehaltes der Regenwässer ableiten, welche nach Boussingault, Barral und Dineau 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 Ammonial 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 Ammonial im Regen am Versuch 5 ist schon darin begründet, daß im Verlaufe einer kurzen Zeit eine große Menge Regen niederfiel. Die Verarmung an Ammonial in solchem Regen hat einmal die Ursache, daß die Tropfen rasch durch die Atmosphäre fallen und somit nur dasjenige Ammonial aufnehmen können, das sie auf ihrem Wege im Falle mechanisch treffen, oder ein andermal den Grund, daß das in der Luft vorhandene Ammonial 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

Ammonialgehalt am vollständigsten aus der letzteren aufgenommen werden und folglich das Maximum an Ammonial 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 Ammonialgehalt 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 Ammonial 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 ammonialarm. 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 Ammonial 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 Ammonialgehalt 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 Ammonial und fand im Juni z. B. Schwankungen von 3 bis 1 Milliontel Ammonial.

Im Schnee fand Bouffingault im November 1857 zu Tief-
 frauenberg und Paris etwas mehr Ammoniak, als im Regen. Auch
 dieses Resultat kann mit dem unfrigen vom April übereinstimmend an-
 gesehen werden.

Im Hagel und dem damit gefallenem Regen am 30. April 1858
 zu Paris fand Bouffingault in 1 Litre Hagelwasser 2,16 Milligrm.,
 in 1 Litre des mit dem Hagel gefallenem Regen 2,08 Milligrm. Am-
 moniak. Diese Zahlen stimmen so auffallend mit den unfrigen überein,
 als deuteten sie auf eine Constanz im Ammoniakgehalte solcher Nieder-
 schläge.

Was die Vertheilung des Ammoniaks in der Atmosphäre anbetrifft,
 so ist es wohl nicht zu bezweifeln, daß die Quantitäten Ammoniak,
 welche 1 Cubit-Metre Luft enthält, am meisten von der Flüssigkeit der
 Condensation des Wasserdampfes zu Wasser abhängen müssen; bei hän-
 figen 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 Regen-
 wasser von 1 bis 2 Milliontel Ammoniakgehalt fallen zu lassen.

Wäre an einem solchen Orte z. B. die Luft bei 15° mit Wasser-
 dampf 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 braucht folglich jedes Cub.-Metre Luft nur $\frac{1}{131,6} = 0,0015$ 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 Am-
 moniak 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 ent-
 halten braucht, um unter obiger Voraussetzung einen Regen von 2 Mil-
 liontel Ammoniakgehalt zu liefern.

B. T h ä u.

Obgleich 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 Grafe 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 Krytallirschale (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 Grafe der Wiesen an der Elster abgeschöpft.

Nr. 2 sammelten wir am 1. Juni von jungem Grafe 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 Eisküden, 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 Grafe nachgefroren. 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	0,002851	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 Wasser 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 Auffammelns 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 Augustplatz ebendasselbst;
- 5) einen Brunnen auf der Schützenstraße ebendasselbst;
- 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, obgleich 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 ergibt 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.)

N a c h t r a g

zu dem Aufsatze: „Ueber die Zusammensetzung der Turnips-
pflanze in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation“.

Von

Dr. Gustav Wunder.

Ich habe mich in meiner früheren Mittheilung über die Turnips-
pflanze (diese Zeitschrift, 1861, Heft 7, Seite 19) über die Schwän-
kungen des Stickstoffgehalts der trockenen Blätter während der verschie-
denen Vegetationsperioden nicht ausgesprochen, weil ich die Stickstoff-
bestimmungen in den Blättern der jüngsten Pflanzen für nicht ganz sicher
hielt. Neuerdings durch Th. Siegert ausgeführte Controlerversuche,
sowie die Stickstoffbestimmungen in der bei einem Keimversuche erhaltenen
Plumula haben jedoch jeden Zweifel beseitigt. Es ergab sich der Stick-
stoffgehalt in 100 Theilen trockener Blätter wie folgt:

Plumula	2 Wochen alte Pflanzen.	3 Wochen alte Pflanzen.	Ältere Pflanzen.
	II. Versuchsreihe. I. Versuchsreihe. 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 Siebert,

Assistenten an der landwirthschaftlichen Versuchstation 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 Entwicklung der Pflanzensubstanz nöthig sind, und Boussingault, Salm-Horstmar, Wolff, Stöckhardt, Henneberg u. 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-

Verhältniß der einzelnen Organe gleich sei, oder noch besser, man wird die einzelnen wohlcharacterisirten Organe der Pflanze getrennt analysiren; man wird nicht Pflanzenorgane von ungleicher Entwicklung, von verschiedenen Pflanzenvarietäten, oder solche von Pflanzen, die sich unter verschiedenen Witterungseinflüssen, in verschiedenen unbekanntem Bodenverhältnissen und Klimaten entwickelt haben, gegen einander halten dürfen. Man wird im Gegentheil bei jedem Versuch diese Factoren mit ihren unbekanntem 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 unbekanntem Einzelbeziehungen diese zusammengesetzt sein muß. Solche Bauschanalysen mögen der practischen Landwirtschaft 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 Versuchstation, 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 Felsituff 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. Marx's Goldweizen (Trit. vulg.) und sechs mit je 500 Grm. holsteiner Winterroggen (Sec. cereale) besät, 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 Versuchsbete 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 Versuchsbete 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 Ausbrusches sind in folgende Tabelle zusammengefaßt.

	ungebüngt	Schwefelsäur. Ammon	salpetersäur. Kalk.	saurer phosphor. Kalk	f. phosphor. Kalk u. schwefels. Ammon.	f. phosphor. Kalk u. salpeters. Kalk.
Winterweizen	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.	Gramm.
Körner	2750	4750	2750	2500	4000	3000
Stroh	7750	11000	6500	6750	11600	9500
Spren	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
Spren	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
Spren	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 Verhältniszahlen:

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. phosphorf. Kalk	2,70 : 0,24	1,79 : 0,07	1,79 : 0,40
f. phosphorf. Kalk + schwefels. Ammon	2,90 : 0,21	2,44 : 0,12	1,83 : 0,71
f. phosphorf. 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 Versuchstation, 2. Heft); hingegen ist in den Versuchen des Genannten und in denen von Bischof (Chem. Ackermann, 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. Stalm + 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 "
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	1,78 "	2,22 "	1,35 "
f. phosphorf. K. + salpeterf. 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 Gesamterntegewichts durch das Gewicht einer Pflanze ergibt 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
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	9210	6580	5520
f. phosphorf. K. + salpeterf. 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 Samenfrüchte 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 hervor- gebracht habe, wurden 500 Körner von jeder Ernte abgezählt und ge- wägt; die folgenden Zahlen sind meist Mittel aus mehreren Wägungs- resultaten.

Es wiegen 500 Körner vom:

Düngung.	Winterweizen.	Winterroggen.	Sommerweizen.
ungeüngt	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 "
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	18,3 "	15,7 "	12,1 "
f. phosphorf. K. + salpeterf. 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.
ungeüngt	66000	123000	83000
schwefelsaures Ammon .	124000	169000	100000
salpetersaurer Kalk . . .	68000	155000	88000
saurer phosphorsaurer Kalk	61000	121000	83000
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	109000	131000	87000
f. phosphorf. K. + salpeterf. K.	73000	165000	87000

Aus der Vergleichung dieser Zahlen mit denen der vorhergehenden Tabelle ergibt sich, daß durchgängig die leichteren Körner in der größeren 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 Zuhilfenahme der vorletzten Tabelle.

Es kommen auf eine Pflanze Körner bei:

Düngung.	Winterweizen.		Winterroggen.		Sommerweizen.	
	Grm.	Stück.	Grm.	Stück.	Grm.	Stück.
ungebügnt	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
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	0,43	12	0,62	20	0,38	16
f. phosphorf. 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 dürrigere Aehren gebildet hat, als der salpetersaure Kalk, beim Roggen sogar auch als der ungebügte Boden.

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

Düngung.	Winterweizen.		Winterroggen.		Sommerweizen.	
	Grm.	Stück.	Grm.	Stück.	Grm.	Stück.
ungebügnt	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	"
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	1,35	"	1,60	"	0,97	"
f. phosphorf. 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 ergibt 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 verhältnismäßig mehr auf die Erzeugung von Stroh als von Korn; sie hat ferner zwar die meisten Pflanzen und die größte Körnerzahl hervor gebracht, aber die Körner und die Halme sind leicht und die Aehren sind dürrtig.

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 Versuchssreihen.

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, Gesamtnitrostoff und Kleber ausgebehnt, 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 rüchsrändige 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,

schon 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 veräuimt, 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.; Unterschlebe, die diese Größe überschreiten, werden demnach in der Natur des Materials begründet sein müssen.

Die Bestimmung der Gesamtmenge der Proteinsubstanzen geschah durch Reduction aus dem Gewicht des Gesamtstickstoffs. Die Körner wurden zur Ermittlung dieses Letzteren in einem Mörser so lange zerstoßen, bis das erhaltene Pulver durch ein feines Blechsieb ging; vor 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, ungebüugt	0,0192	0,0195
schwefelsaures Ammon	0,0177	0,0180
salpetersaurer Kalk	0,0184	0,0185
Sommerweizen, f. 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 Aufindung einer zuverlässigen und genauen Methode bereitet einige Schwierigkeiten. Auf die Methode des Ausknetens wurde von vorn herein verzichtet, weil diese einestheils zu roh, andernteils 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 abfäh; 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 andererseits der Wassereextract bei dem Eintrocknen leicht gebräunt wird und der dabei hinterbleibende Rückstand nichts weniger als eine pulverförmige Beschaffenheit zeigt; der letzte Uebelstand ließe sich indes 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 glähen, 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. ausfügte, bis die ablaufende Flüssigkeit mit Zusatz einiger Tropfen Salpetersäure keine Trübung oder Opalistrung 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 gegläht 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 Mehles löslich werde, welche Vermuthung bei länger andauerndem Ausfüßen 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 enthielt, 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 Zersetzung der unlöslichen Proteinsubstanzen auf der Hut sein muß.

Winterweizen ergab an unlöslichem Stickstoff in 100 Theilen Trockensubstanz:

	Parzelle: ungedüngt:	schwefel. 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 ergibt sich aus mehreren Controlebestimmungen für 1 Grm. Substanz zu ungefähr $\frac{1}{4}$ 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.					
+ schwefel. A.		0,0176	0,0172	0,0171	

Daß derartige Fehlergrenzen bei der Auffuchung 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, ergibt 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 luft-trocknen Zustande.

Winterweizenstroh.

Düngung.	Wasser.	Trocken- substanz.	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
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	13,98	86,02	3,43	82,59
f. phosphorf. K. + salpetersf. 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
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	13,58	86,42	3,84	82,58
f. phosphorf. K. + salpetersf. 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
f. phosphorf. K. + schwefels. A.	14,54	85,46	2,00	83,46
f. phosphorf. K. + salpetersf. 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.		Winterroggen.		Sommerweizen	
	Nsche.	Organ. Stoffe.	Nsche.	Organ. Stoffe.	Nsche.	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
f. phosphorf. R. + schwefels. A.	4,00	96,00	4,44	95,56	2,33	97,67
f. phosphorf. R. + salpeterf. R.	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.	Trocken- substanz.	Nsche.	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
	f. phosphorf. R. + schwefels. A.	15,90	84,10	1,63	82,47
	f. phosphorf. R. + salpeterf. R.	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
	f. phosphorf. R. + schwefels. A.	18,11	81,89	1,70	80,19
	f. phosphorf. R. + salpeterf. R.	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
	f. phosphorf. R. + schwefels. A.	15,68	84,32	1,69	82,63
	f. phosphorf. R. + salpeterf. R.	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.	nische.	Organische Stoffe.	Phosphorsäure.	Stickstoff.		
				im Ganzen	unlöslich	löslich
unge düngt	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
f. phosphorf. R. + schwefel. A.	1,94	98,06	0,91	2,12	1,45	0,67
f. phosphorf. R. + salpeterf. R.	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	Verhältnis der Proteinstoffe zu den stickstofflosen Bestandtheilen.
	im Ganzen	unlösliche	lösliche		
unge düngt	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
f. phosphorf. R. + schwefel. A.	13,25	9,06	4,19	84,81	1 : 6,40
f. phosphorf. R. + salpeterf. R.	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.	Verhältnis der Phosphorsäure				Verhältnis des Stickstoffes		
	Phosphorsäure	bes. Stick.	unlöslich. Stick.	löslich. Stick.	bes. Stick.	unlöslich. Stick.	löslich. Stick.
unge düngt	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
f. phosphorf. R. + schwef. A.	1	2,32	1,59	0,73	1	0,684	0,316
f. phosphorf. R. + salp. R.	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.	Nfche.	Organische Stoffe.	Phosphorsäure.	Stickstoff.		
				im Ganzen	unlöslich	löslich
unge düngt	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
f. phosphors. K. + schwefel. A.	2,08	97,92	0,90	2,38	1,31	1,07
f. phosphors. K. + salpeterf. 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.			Stickstoffe Bestandtheile	Verhältniß der Proteinstoffe zu den stickstofflosen Bestandtheilen.
	im Ganzen	unlösliche	lösliche		
unge düngt	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
f. phosphors. K. + schwefel. A.	14,88	8,19	6,69	83,04	1 : 5,58
f. phosphors. K. + salpeterf. 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		
	Phosphorsäure	Def. Stick.	unlöslich Stick.	löslich Stick.	Def. Stick.	unlöslich Stick.	löslich Stick.
unge düngt	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
f. phosphors. K. + schwef. A.	1	2,64	1,45	1,19	1	0,550	0,450
f. 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.	Ktze.	Organische Stoffe.	Phosphor- säure.	Stickstoff.		
				im Ganzen	unlöslich	löslich
ungeüngt	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
f. phosphors. K. + schwefel. A.	2,00	98,00	0,89	2,62	2,02	0,60
f. phosphors. K. + salpeterf. 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	Verhältnis der Proteinstoffe zu den stickstofflosen Bestandtheilen.
	im Ganzen	unlös- liche	lösliche		
ungeüngt	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
f. phosphors. K. + schwefel. A.	16,38	12,63	3,75	81,62	1 : 4,98
f. phosphors. K. + salpeterf. 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.	Verhältnis der				Verhältnis des		
	phosph. säure	gef. Stickst.	unlös. Stickst.	löslich. Stickst.	gef. Stickst.	unlös. Stickst.	löslich. Stickst.
ungeüngt	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
f. phosphors. K. + schwef. A.	1	2,94	2,27	0,67	1	0,771	0,229
f. 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 Roggenforten aus verschiedenen Gegenden Bayerns; veröffentlicht in den Ergebnissen landw. und agrilkulturchem. Versuche der Münchener Versuchstation, 1. Heft (auch Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. CI. S. 129).

Fehling und Faigt publicirten in Riede's Wochenblatt f. Land- und Forstwirtschaft, 1852, Nr. 15, 2 Weizen- und 7 Roggenanalysen; das Material war 1850 und 1851 an verschiedenen Orten Württembergs erbaud worden.

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

Vibra hat in einer Monographie über die Getreidearten und das Brot eine größere Zahl Analysen von Weizen- und Roggenforten 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 Weizenforten 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 Weizenforten der Untersuchung (Pharm. Centralbl. 1854, S. 134; landw. Centralbl. 1854, Bd. I. S. 169).

R o g g e n.

	Wasser, Schwankt von	Afche.	Phosphor- säure.	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 Faust	12,62—14,70	1,82—2,30	0,67—0,97	1,60—2,45	1 : 1,97—3,06
Vibra		1,97—2,51	0,83—1,19	1,50—3,64	1 : 1,68—2,81

W e i z e n.

Mayer	10,97—14,33	1,89—2,36	0,93—1,18	1,93—2,32	1 : 1,83—2,19
Fehling und Faust	14,78—16,08	1,97—1,97	0,71—0,72	2,05—1,95	1 : 2,86—2,71
Böller	14,26—14,12	2,16—2,12	1,07—1,19	2,31—2,40	1 : 2,16—2,02
Vibra		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	
Véligot	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 Böller über die Beziehungen der organischen zu den unorganischen Bestandtheilen in der Gerste, und über den Einfluß, welchen Boden und Dünger auf deren Zusammensetzung äußern (*Milch. 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 Gerstentorn folgende Bestandtheile:

Düngung.	Wasser.	Afche in Trodenfubftanz.	Stidkftoff in Trodenfubftanz.
Peruguano	12,5 Proc.	2,8 Proc.	1,70 Proc.
fchwefelfaures Knochenmehl	13,1 "	2,9 "	1,66 "
Chilifalpetet	12,5 "	2,8 "	1,67 "
ausgeleimtes Knochenmehl	13,8 "	3,2 "	1,76 "
reines Knochenmehl	13,7 "	3,0 "	1,76 "
Leintuchenmehl	13,2 "	2,8 "	1,57 "
Rindviehdüngung	13,5 "	3,0 "	1,70 "
fächfifcher Guano	13,6 "	2,9 "	1,66 "

Zöller erhielt für die auf den Verfuchsfeldern von Bogenhauſen, Schleißheim und Weißenſtephan erbauten Gerſtenförner nachſtehende Werthe:

Düngung.	Waffer.	Afche in Troden- fubftanz.	Phosph. ſäure in Troden- fubftanz.	Stidkftoff in Troden- fubftanz.	Phosph. ſäure : Stidkftoff	Phosph. ſäure : Afche	
	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
	fchwefelfaures Ammon	13,62	2,99	1,03	2,17	2,11	2,90
	fchwefelf. Ammon u. Kochfalz	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. Stidkftoff gefällter Phosphorit u. Gyps	13,40 13,46	3,03 3,05	1,00 0,97	2,20 2,13	2,20	3,03 3,15
Schleiß- heim.	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
	fchwefelfaures Ammon, Koch- falz u. Superphosphat	13,64	2,91	0,92	2,07	2,25	3,16
Weißen- ſtephan.	Saatfrucht	13,42	2,93	0,97	2,05	2,11	3,02
	Chilifalpetet	13,47	2,91	0,93	1,96	2,11	3,13
	Kalifalpetet	13,54	2,90	0,90	1,92	2,13	3,22

In den einzelnen Reihen meiner Verfuche laffen ſich folgende Beziehungen erkennen.

Was zunächſt das Stroh betrifft, ſo iſt der Waſſergehalt ziemlich conſtant, die Afchenmenge 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 Zöllner 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 ergibt, 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 Ergebnis, daß Stickstoffdüngung den procentischen Gehalt an Stickstoff in der Ernte erhöhe, wurde für die Halmsfrüchte 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 $\frac{1}{2}$, bei einem Gemenge von Guano und Salpeter aber $\frac{1}{3}$ mal so viel Stickstoff als in dem Korn des ungedüngten Bodens nach (Chem. Ackermann, 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 Mäller'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 stickstoffreichem 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 Böller'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 Düngertstoffe zeigendes. Wenn aber andere Chemiker bedeutendere Schwankungen fanden, als sich aus meinen Versuchen ergeben, so rührt dies jedenfalls daher, daß jene die Untersuchungsergebnisse 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 Verhältniß zu der Gesamtmenge der Proteinstoffen, 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 Weizenarten verschiedenen Ursprungs den Kleber durch Auskneten und fand, daß die Menge desselben gänzlich unabhängig vom Stickstoffgehalt sei, dagegen mit dem Unterschied in hornartigen und mehligem 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.

Peligoz prüfte verschiedene Weizenarten 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 Weizenarten. 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. Peligoz fand in 100 Theilen Trodrensubstanz 1,52 bis 3,65 Theile in Wasser unlöslichen und 0,26 bis 0,45 Theile in Wasser löslichen Stickstoff; 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 Versuchssreihen 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 Ähnlichkeit, 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:		Asche in:		Phosphorsäure in:		Stickstoff in:	
	Grörn.	Stroh u. Spreu	Grörn.	Stroh u. Spreu	Grörn.	Stroh u. Spreu	Grörn.	Stroh u. Spreu
	Grörn.	Grörn.	Grörn.	Grörn.	Grörn.	Grörn.	Grörn.	Grörn.
ungebängt	2300	9600	47	367	21	15	53	29
schwefelloses Ammon	4000	14150	77	388	37	20	84	41
salpetersaurer Kalk	2300	6300	45	231	21	13	50	25
saurer phosphorsaurer Kalk	2100	6350	42	305	20	13	45	25
saur. phosphori. Kalk + schwefel. S.	3350	10700	65	425	31	21	71	43
saur. phosphori. Kalk + salpeterf. S.	2500	8900	46	378	22	18	58	36

Winterroggen.

ungebängt	3100	9400	66	359	29	8	70	19
schwefelloses Ammon	3400	13300	71	361	31	13	77	30
salpetersaurer Kalk	3750	11200	77	358	31	10	91	22
saurer phosphorsaurer Kalk	3050	9000	64	301	29	8	68	18
saur. phosphori. Kalk + schwefel. S.	3350	12400	70	403	30	12	80	27
saur. phosphori. Kalk + salpeterf. S.	3450	10950	71	310	31	10	76	23

Sommerweizen.

ungebängt	1700	3400	37	132	17	7	40	14
schwefelloses Ammon	2000	7250	38	226	17	10	54	21
salpetersaurer Kalk	1750	4050	34	137	15	8	50	16
saurer phosphorsaurer Kalk	1750	3900	38	125	18	8	44	16
saur. phosphori. Kalk + schwefel. S.	1750	4550	35	107	16	9	46	18
saur. phosphori. Kalk + salpeterf. S.	1750	4200	32	96	15	8	49	17

Wenn diesen Zahlen auch nur eine annähernde Wichtigkeit zugeflanden 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 Ammonsalses, 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 ergibt 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 oxydierende Ammonial 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, and 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, bemerktlich 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 andertheils 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. Ebenso wenig 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 ergibt 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 ergibt, 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, ergibt 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 Gesamtphosphorsäure, 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.

Gesammtenge der Phosphorsäure.

Düngung.	Berechnet aus		Gefunden.	
	Kleber und Albumin.	Kleber und Legumin.		
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
	f. phosphorf. K. + schwefels. A.	0,92	0,85	0,91
	f. phosphorf. K. + salpeterf. 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
	f. phosphorf. K. + schwefels. A.	0,97	0,86	0,90
	f. phosphorf. K. + salpeterf. 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
	f. phosphorf. K. + schwefels. A.	1,19	1,13	0,89
	f. phosphorf. K. + salpeterf. 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 stickstoffreicher, 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 Gesamtstickstoff 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.

Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipsamen.

Von

Dr. Gustav Wunder.

Ich habe früher eine Anzahl Aschen von Turnipspflanzen, die in verschiedenen Stadien ihres Wachstums 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 Wachstums 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 Turnipsamen keimen. Dies geschah, indem ich die Samen auf feiner Gaze, die über Porzellschalen 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 Porzellschalen 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.	Samen- hüllen.	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 ge- samnten 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 überflüssigem Baryt verascht wurde.

**) Die Stickstoffbestimmungen sind von L. h. Siegert ausgeführt.

Bestandtheile in 100 Mineralsubstanz.

Bestandtheile:	Keimversuch				Pflänzchen im Boden gewachsen.	
	Plumula.	Radicula.	Samen- hüllen.	in Wasser gelöst.	Pflänzchen im Boden gewachsen.	
					Blätter.	Wurzeln.
Eisenoryd	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 ergibt sich unter Anderem, daß in der Plumula der größere Theil der Phosphorsäure in Form eines sauren Phosphats von der Formel $MO, 2HO, PO_3$ 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 gekleitete 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 Vorsichtsmaßregeln 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 Delgehalte der Turnipsamen 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. Krop 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 Versuchsanstalt zu Raiz-Blansko.

Die Unhaltbarkeit der Feuerwerthsberechnungen 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 Staube, den Organismus auf die Dauer zu erhalten.

Man fragt nicht mehr: Wie viel Pfund Feuerwerth bedarf dieses oder jenes Thier? sondern: Wie viel Pfund an Trodensubstanz, 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 Unbekanntheit vieler Landwirthe mit diesen neuesten Forschungen, anderen Theils daran, daß letztere noch nicht zu einem abgerundeten Ganzen gebiehn 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 Protein-Körper, Kohlehydrate und Fette, nebst der Trodensubstanzquantität. 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 vorfinden; 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 schwächer und leichter. Nach einer Beobachtung E. 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 gewissermaßen 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. Verbeil)	Ochsenblut, (Dr. Stöckel)	Weißkraut, (Stammer)	weiße Hülsen, (Stammer)	Kartoffeln, (Dr. Griespenkerl)
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	18,55	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 Knochengerißt 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 Kalphosphat enthalten war.

Tritt die Biegsamkeit der Knochen nicht ein, so wird wenigstens eine vollkommene Ausbildung des Knochengerißtes 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 Knochengerißt 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 erhielt.

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 Maischrot. In der zweiten Versuchswoche belamen 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 Maischrot nur 6 Pfund Mineralsubstanz verzehrt wurden), gab man dieser Abtheilung alle 14 Tage ein Gemisch von 5 Pfund Holzasche, 1 Pfund Kochsalz und $\frac{1}{4}$ 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 Rheinheffens 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 trodnen Jahr unvollständig ausgebildeten, zu wenig umorganische Salze enthaltenden Futters war. Die Wissenschaft bot hier Anhaltspunkte zur Abhülfe, und wirklich ist durch Zusatz von Knochenmehl diese Krankheit geheilt worden.

Der Veterinärarzt Verner 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 Erdbphosphaten 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 Erdbphosphate 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 Eberfeln, von denen 2 periodisch zu dem übrigen ganz gleichen Futter eine Beigabe von 16,66 Grm. (1 Loth) aus feinst präparirter Knochenerde erhielten, ergab nach einer Versuchszeit von 259 Tagen ein Plus von 11,500 Kilogramm (23 Pfund) und resp. 5,500 Kilogramm. (11 Pfund) im Verhältniß zu dem dritten Thiere, welches diese Beigabe nicht erhalten hatte.

2. Aus einem in der schlesischen Vereinschrift 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. (3¼ 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

Lagen (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 B. 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 nächstern 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.
	Kilogramm.	Kilogramm.	Kilogramm.	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.
	Kilogramm.	Kilogramm.	Kilogramm.	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 Knochen-
erde gefüttert, dann mit einem solchen Zusatz. Das Ergebniß zeigen
folgende Zusammenstellungen.

1. Ohne Zusatz von Knochenerde.

Schaf	Gewicht	Gewicht	Gewichtszunahme	Zunahme
Nr. 4.	am 7. Mai.	am 21. Juli.	in 71 Tagen.	in 1 Tage.
	15,050 Kil.	18,480 Kil.	3,430 Kil.	48,30 Grm.

2. Mit Zusatz von Knochenerde zum täglichen Futter.

Schaf	Gewicht	Gewicht	Gewichtszunahme	Zunahme
Nr. 4.	am 21. Juli.	am 4. Sept.	in 45 Tagen.	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 Erdbphosphaten 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 Bouffingault 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 $\frac{1}{4}$ Pfund Roggen-schrot 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 Widder-lamm an und für sich vielleicht zu viel. 3. Lehmann wandte bei Kälbern täglich bis 8,33 Grm. ($\frac{1}{4}$ 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 erzdirt. Je mehr es seine alkalische Beschaffenheit verliert durch die Phosphorsäure, eine desto geringere Menge normaler Secretions-producte 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 ergibt 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. 5. W., so kommt das Pfund Zunahme an Lebendgewicht 6 $\frac{1}{2}$ Kreuzer; oder 11 $\frac{1}{4}$ 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 Erlebigung finden.

Zu diesem Zwecke wurde Schaf Nr. 2 am 14. Juli 1860 in einen besonders dazu construirten größeren Versuchslasten 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 Kästen 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 Kästen 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 zusammenzulegen und überhaupt für den ordentlichen Fortgang des Versuchs zu sorgen. Vom 21. bis 28. Juli erhielt das Schaf außer seiner täglichen Heurration 10 Grm. Erdbosphate, die auf die früher beschriebene Weise dargestellt worden waren. Dem Verstäuben wurde durch das Besuchen des Heues begegnet.

Folgende Tabelle giebt das während der Versuchszeit erhaltene Gewicht an festen und flüssigen Ausleerungen an:

Ohne Zusatz von Erdbosphaten.			Mit Zusatz von Erdbosphaten.		
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 Erdbosphaten. 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 Kilogramm. Wasser, also im Durchschnitt täglich 607 Grm.; vom 21. bis 28. Juli 4,700 Kilogramm., also täglich 671 Grm.

Schaf Nr. 5 vom 21. bis 28. Juli 5,000 Kilogramm., 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 Kilogramm. 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 "
	<hr/> 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.
Afche:	11,1 "
Organische Substanz:	47,0 "
	<hr/> 100,0 Grm.

210,219 Grm. enthielten 23,500 Grm. Afche, 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. Afche, in dieser:

Kalk:	7,028 Grm.
Magnesia:	2,074 "
Phosphorsäure:	2,884 "

Die Gesamtmenge Harn (967,121 Grm.) wurde verdampft und verascht. Die Analyse der Afche 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
Afche:	10,4
Organifche Subftanz:	47,3
	<hr/>
	100,0

210,219 feſte Excremente enthielten 21,919 Grm. Afche, und in
derfelben:

Kalk:	4,047 Grm.
Magneſia:	0,879 "
Phosphorſäure:	2,403 "

Nach dieſen Reſultaten berechnet müſſen 479,866 Grm. feſte Ex-
cremente enthalten: 50,034 Afche, 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 Thos. 2 übersichtlich zusammen:

A. Ohne Zusatz von Erbsphosphaten zum Futter. (14. bis 21. Juli.)

Feststoffgehalt.	Durchschnittliche tägliche Einnahme.			Durchschnittliche tägliche Ausgabe.			
	Im Futter.	Im Wasser.	Summa.	In den festen Excrementen.	Im Darm.	Summa.	Mehr oder 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. Erbsphosphaten täglich zum Futter. (21. bis 28. Juli.)

Feststoffgehalt.	Durchschnittliche tägliche Einnahme.			Durchschnittliche tägliche Ausgabe.				
	Im Futter.	Im Wasser.	In den Erbsphosphaten.	Summa.	In den festen Excrementen.	Im Darm.	Summa.	Mehr oder Einnahme als Ausgabe.
Kalk	7,045 Grm.	0,041 Grm.	3,335 Grm.	10,421 Grm.	9,238 Grm.	—	9,238 Grm.	+ 1,183 Grm.
Magnesia	2,395 "	—	0,033 Grm.	2,428 "	2,006 "	0,147 "	2,153 "	+ 0,275 "
Phosphorsäure	3,187 "	—	4,253 Grm.	7,440 "	5,485 Grm.	0,134 "	5,619 Grm.	+ 1,821 Grm.

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 zugefetzte 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 "
Unverdaunt 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 sämtliche Magnesia der Erdphosphate verdaunt worden, sondern auch noch ein Theil der bei dem Futter ohne Zusatz von Knochenerde unverdaunt 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.)
Afche:	8,2 "
Organische Substanz:	49,6 "
	<hr/> 100,0 Grm.

210,219 Grm. wurden verascht, sie ergaben 17,250 Grm. Afche, 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 Gesamtmenge 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:

Bestandtheile.	Einnahme.			Ausgabe.			Mehrer Einnahme als der Ausgabe.
	Im Futter.	Im Wasser.	Summa.	In den festen Excrementen.	Im Harn.	Summa:	
	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	3,129	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 Verbrauch der Gewebe. Wirklich hatte auch dieses Schaf Nr. 5 in den 7 Versuchstagen, sei es, weil doch die Einstellung in den Kästen 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 Kilogramm., 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 Kilogramm., am 28. Juli 15,330 Kilogramm.

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 &c. 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. Gesamtexcremente; 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 Mädkern 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 zugefetzt werden, im jungen thierischen Organismus verdaulich.

Während die Phosphorsäure sich bei den Fleischfressern zum großen Theil im Harn findet, wurde sie bei den Grassfressern 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 ergibt 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 Entwicklung der weißen schlesischen Zuckerrübe (*Beta cicla* L.) unter dem Einfluß einzelner relativ überschüssigen Mineralsalze.

Von

Dr. Friedrich Kobbe.

Die auf die Zuckerrübe bezüglichen Cultur-Versuche und Berichte, welche bereits einen ansehnlichen Bruchtheil der landwirthschaftlichen Literatur ausmachen, gewinnen alljährlich eine größere Ausdehnung, parallel mit der sich steigenden 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 Ergebnis derselben dereinst seine organische Stelle und Bedeutung angewiesen werden wird. Und abgesehen von

etwaigen momentan verwerthbaren Wirken für die Landwirtschaft 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 ursächlich zusammenhängenden 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 überwiegender Mineralsalze auf die Zuckerrübe in einem Boden hervorruft, 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 kohlenfauren Kalk und kohlenfaure 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 Rauhohl (*Brassica oleracea viridis*) bestellt gewesen. Mit dem Beginn des Frühlings 1858 wurden drei neben einander gelegene Parcellen, jede zu 6 Quadratmetern Fläche, abgesteckt und bis zu einer Tiefe von 4 bis 5 Decimetern 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 abzubirenden Düngsalze, vorbereitet waren. — Zur Trennung der einzelnen Abtheilungen scheint bei Versuchen dieser Art gebräuchliche Festsämpfen 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 glasterte Steingiegel 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 unverfehrt gezeigt, und ist diese einfache und vollkommen sichere Trennungsmethode in vielen Fällen den löslichen und unter atmosphärischem Einfluß vergänglichen „Versuchslästen“ 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 Böcher 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 künstlichen 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 Controlle ungedüngt gelassen und auf den übrigen 16 Parcellen drei Kohlenäuresalze, vier Phosphorsäure- und zwei Salpetersäuresalze, drei Chloride, drei Schwefelsäuresalze und ein Kieselsäuresalz (sechs Kalisalze, fünf Natronsalze, vier Ammonialsalze, ein Kaltsalz) in folgenden Verbindungen in Anwendung gebracht.

- I. 1. kohlenäures Kali; 2. kohlenäures Natron; 3. kohlenäures Ammoniumoxyd.
- II. 4. phosphoräures Kali; 5. phosphoräures Natron; 6. phosphoräurer Kalk ($3 \text{CaO} + \text{PO}_5$); 7. phosphorsaure Ammonial-Magnesia.
- III. 8. salpetersäures Kali; 9. salpetersäures Natron.
- IV. 10. Chlorkalkum; 11. Chlornatrium; 12. Chlorammonium.
- V. 13. schwefelsäures Kali; 14. schwefelsäures Natron; 15. schwefelsäures Ammoniumoxyd.
- VI. 16. kieselsäures 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 trodene Bitterung 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 Kothledonen zum Vorschein, und am 21. Tage waren die Pflänzchen aller Parcellen aufgegangen, mit Ausnahme der mit kohlenäurem Ammonial 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 Entwicklungsperiode 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 unbekanntem 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 Abhilfe 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 Parcellen aufs sorgfältigste von den Thieren befreit. Die Anzahl der gesund gebliebenen Rübenpflanzen, deren Blattentwicklung ohnehin die zum Auslichten erforderliche Ausbildung erlangt hatte, war hinreichend, um eine Auswahl von je vier vollkommen gesunden Exemplaren für eine Parcellen zu gestatten und außerdem den Ausfall der nicht geleimten Samen auf der mit kohlensaurem Ammoniak gebüngten Parcellen zu decken. Es wurden hierzu vier Pflanzen von der Parcellen des kohlen-sauren Natron entnommen.

Diese durch den räuberischen Eingriff des Tausendfüßers gebotene wiederholte Durcharbeitung des Versuchsbodens zeigte für die fernere Entwicklung der Rübenpflanzen einen nur günstigen Erfolg. Denn im Ganzen wurzelten die umgekehrten 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 kohlen-saures Ammo-

nial*) blieb augenfällig zurück; von diesem, wie von dem phosphorsauren Magnesia-Ammonial, dem schwefelsauren Ammonial und einer der beiden ungedüngten Parcellen kümmerle 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 Entwicklung 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. Wachstum der Laubkronen kräftig; Stiele der Blattrosetten hoch und stark.
2. Kohlensaures Natron. Wachstum 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. Entwicklung reichlich mittel; Stiele mäßig lang; Blattflächen eiförmig, glatt.
6. Phosphorsaure 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 geröhret, nicht alle so aufgerichtet, wie bei folgendem.
9. Natronsalpeter. Sehr kräftige Blattentwicklung; Stiele lang, hoch aufstrebend; Blattflächen groß, länglich.

*) Verstärkter Ausdruck für die Pflanzen, welche auf der mit dem bezeichneten Mineralsalze gedüngten Parcellen vegetirten.

10. Chlorkalium. Sehr beträchtliche Kronen; Stiele kräftig und schlank; Blattflächen getrunken, von länglicher Form.
11. Chlornatrium. Entwicklung einer Pflanze mittel, der drei übrigen entschieden zurückgeblieben; Blattstiele kurz und düstig; Lamina der Blätter klein, franz.
12. Chlorammonium. Hauptstamm kaum mittel; Blattstiele lang und zart bei zwei Individuen, etwas getrunken bei den beiden übrigen.
13. Schwefelsaures Kali. Sehr maffige Blattrössetten; Stiele lang, straff, aufgerichtet; Lamina groß, ihre Form die normale eirunde der Beta cicla L.
14. Schwefelsaures Natrium. Mittlere Entwicklung; 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 Blattrössetten kurz und dick.
16. Kieselsaures Kali. Reichlich mittel; Blattstiele langgezogen aber schwach, etwas niedergebogen.
17. Ohne Düngung I. Laubkronen reichlich mittel; Stiele ziemlich hoch und stark; Lamellen der Blätter normal, breit.
18. Ohne Düngung II. Rössetten spitzig; Stiele hoch und straff, zwei derselben rotbgestreift; 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 Parteeen einzeln gewägt. Die Rüben hatten durchgehends die normale birnenförmige 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 Ermittlung des Zuckergehaltes wurden Rüben von möglicher (mittler) Größe ausgewählt, von jeder ein Querschnitt, etwa 2 Zentimeter Höhe der Längsachse, im Gewicht von etwa 10 Grammen

Rühenkeisich entnommen, auf einer kleinen mit Alkohol benetzten Reibe über einem Glasrichter zerrieben, mit Alkohol in ein dasselbe Lösungsmittel enthaltendes Kochfläschchen hinabgespült und dieses verschlossen. Nach 24stündiger Einwirkung wurde filtrirt, der Alkohol im Wasserbade verdunstet, 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 Probestoffigkeit 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 Mengenvhältnissen 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 Verhältnißquantia die Beobachtungsgrenzen bis zu sehr geringen Größen engeren. Zahlreiche Wiederholungen dieses Prüfungsverfahrens haben mich gelehrt, daß dasselbe unter solchen Umständen, 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 angewendete, enthielt in einem Litre 3,575 Grm. Kupferoxyd. Zehn Äquivalente

Kupferoxyd bedürfen, um reducirt zu werden, eines Aequivalents Traubenzucker. Dithin berechnet sich aus der Menge des Kupferoxyds, welche durch 1 CC. der zu prüfenden Zuckerslösung reducirt wurde, die aequivalente Menge des in 1 CC. gelösten Traubenzuckers. Die absolute, in der durch Kochen mit Schwefelsäure gewonnenen Gesamtlösung enthaltene Menge Traubenzuckers ist sodann procentisch auf das Gewicht der zur Prüfung verwendeten Rübenlamelle zu beziehen und endlich der Traubenzucker ($C_{12} H_{22} O_{11} + 2 HO$) auf krystallisirbaren Zucker ($C_{12} H_{22} O_{11} + HO$) zu berechnen.

Für die Stickstoffbestimmung wurde die trodene Substanz zerrieben, bei $110^{\circ} C.$ völlig wieder ausgetrocknet und ein Quantum derselben (etwa 0,2 Grm.), mittelst Rückwägung bestimmt, unter Natronalkali gemengt und bei gelindem Feuer, wie üblich, geglüht. Das so entwickelte Ammoniak nebst einigen Kohlenwasserstoffen, welche stets in die Vorlage mit übergangen 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=Ertragnisse, 2) auf die procentische Zusammensetzung der gewonnenen Rüben bieten die folgenden beiden Tabellen dar.

I. Absolute Ernte-Erträge in Kilogrammen.

Nr.	Düngsalz.	Bah per geernt.Küb.	Gef. - Ertrag an Rüben auf 1 Qu.-Metre.	Frische Blätter.	Frische Rüben.	Mittl. Ver- hältnis 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	Kohlenf. 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	Phosphorsaures Kali	4	8,949	4,094	4,855	1,19	1214
7	Phosphor. Ammonial- Kalkerde	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	Ehloralkalium	4	15,885	4,625	11,260	2,43	2815
11	Ehloratrium	4	9,645	3,875	5,770	1,48	1442
12	Ehlorammonium	4	7,545	2,250	5,295	2,35	1324
13	Schwefelsaures Kali	4	15,346	5,888	9,658	1,74	2414
14	Schwefelsaures Natron	4	7,425	3,735	3,690	0,99	922
15	Schwefel. 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	Nsche.	Stick- stoff.	Albu- minat.	Pectin u. Holz- safer.*)	Zucker.	Gef. - Menge des auf 1 Qu.- 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	Kohlenf. Amm.-Oxyd	79,564	1,544	0,6567	4,1044	10,619	4,169	65,92
4	Phosphor. Kali	83,132	1,582	0,4897	3,0524	1,029	11,205	861,11
5	Phosphor. Natron	85,016	2,107	0,3268	2,0425	6,647	4,187	159,74
6	Phosphor. Kalk	84,252	2,104	0,5693	3,5581	1,331	8,755	425,05
7	Phosphor. Ammon.- Magnesia	86,913	1,565	0,5406	3,3787	1,716	6,427	408,13
8	Salpeterf. Kali	83,752	2,421	0,4115	2,5719	3,970	7,285	704,83
9	Salpeterf. Natron	83,260	1,915	0,4048	2,5525	5,269	7,004	479,91
10	Ehloralkalium	86,527	1,569	0,3432	2,1450	2,706	7,053	794,17
11	Ehloratrium	87,497	2,155	0,4142	2,5888	1,142	6,617	381,80
12	Ehlorammonium	84,885	1,666	0,5540	3,4625	1,010	8,977	475,33
13	Schwefel. Kali	84,150	1,292	0,5464	3,4150	3,324	7,859	759,02
14	Schwefel. Natron	83,107	1,282	0,4581	2,8631	5,368	7,380	272,33
15	Schwefel. Ammon	85,398	1,528	0,3659	2,2869	2,184	8,603	280,46
16	Kieself. 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 Gesamternte 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 Rübenerte 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 kohlen-sauren 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 Kohlen-säure 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:	Gesamtertrag.	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 Ammoniasalzen .	6,865	2,782	4,104	1255 "	1,63
1 Kalksalz	8,949	4,094	4,855	1214 "	1,19
3 Kohlenäuresalzen	7,138	3,117	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. ($\frac{I+II}{2}$)	13,246	4,893	8,353	2431 "	1,72
Absolutes Mittel:	19,573	4,095	6,478	1708 Grm.	1 : 1,62

In der Qualität der producirten Rüben (s. Tab. II.) tritt eine Anormität 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 Resultat nicht unbetheilt. Denn es zeigen zwar den größten Procentgehalt an Asche der Kalisalpeter (fast $\frac{2}{4}$ Proc.), das phosphorsaure Kali und Natron und das Chlornatrum; allein von den beiden ungebängten 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 kohlen saure Ammoniak, der phosphorsaure Kalk und das Chlorammonium prädominiren. Doch stehen letztere Beide schon dem Stickstoffgehalte der ungebängten 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 Ammoniak aber eine mindestens zweifelhafte Wirkung hervorgebracht. Denn die durchweg krankhafte Natur der unter Mitwirkung von kohlen saurem Ammoniak erzeugten Pflanzen läßt dieselben vielleicht besser von allen Berechnungen dieser Art ausschließen.

Nach ist der absolute Stickstoffgehalt unter Einfluss vom kohlensauren Ammonial (99 Grm. auf den Quadratmetre) bei weitem der geringste, da schon das kohlensaure Kali, dessen relativer Stickstoffgehalt nur 48 Proc. desjenigen des kohlensauren Ammonials repräsentirt, auf derselben Fläche 230 Grm. Stickstoff erzeugt hat. Das schwefelsaure Ammonial aber rangirt unter den relativ stickstoffärmsten Rüben.

Ueberblicken wir endlich die Tabelle II. mit Rücksicht auf den procentischen Gehalt der Rüben an kristallisirbarem 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 Ammonial und phosphorsaures Natron dieselbe zum Minimum deprimirt haben. Das mittlere Verhalten der einzelnen Basen und Säuren in der Zuckerscretion, 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	0,4089	6,184	297,30 "
4 Ammonialsalzen	1,576	0,5293	7,044	307,46 "
1 Kalksalz	2,104	0,5693	8,755	425,05 "
3 Kohlenäuresalzen	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	487,27 "
Ohne Düngung $\left(\frac{I. + II.}{2}\right)$	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 Heranziehung 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 Ammonial, sowie von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Salzsäure eine erhöhende Wirkung auf die Zuckerscretion 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 Zuckerscretion 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-Procentsgehalt 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 Ammonial, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron, welche die absolut tiefsten Stellen einnehmen.

Der Ermittlung 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 Versuchsergebnissen abgeleitet, bedeuten die Stelle, welche das einzelne Düngesalz 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 Zuder.

Nr.	Düngsalz.	Durchschn. Gewicht einer Rübe.	Asche.	Stickstoff.	Zuder.
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	Phosphorsaures Kalk	13	5	2	3
7	Phosphor. Magnesia-Ammoniat	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 Verhältnisziffern ergeben in keiner Weise konstante oder bestimmte ausgesprochene Relationen zwischen dem Zudergehalt und Stickstoff, dem Stickstoff und der Aschenmenge, dem Durchschnittsgewicht einer Rübe und dem procentischen Zudergehalt, 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 sämtlichen Verhältnisziffern keinen exacten Ausdruck gesetzlicher Relationen darstellen. Unter Verzichtleistung jedoch auf die Ermittlung feinerer relativen Differenzen innerhalb der Versuchsreihen selbst ergibt sich, mit Recursion auf Tab. I. und II., zwanglos aus unserm Versuche das allgemeine Resultat, daß der ein gewisses Maaß überschreitenden

Massenentwicklung 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 Fehmann.

Da die Krankheit des Kindes, welche mit dem Namen Perlsucht bezeichnet wird, leider eine ziemlich 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 Röhren, 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 Natronalkali 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 Milchsücker 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 eingetrodnet = 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 ergibt sich demnach die Zusammensetzung der Milch einer perlflüchtigen Kuh im Vergleich zu der*) einer gesunden Kuh, wie folgt:

	Milch einer perlflüchtigen Kuh.	Milch einer gesunden Kuh.
Wasser	88,93 Proc.	87,5 Proc.
Fett (Butter)	2,98 "	3,5 "
Käsestoff	2,70 "	3,8 "
Milchsücker	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 Perlflucht 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 perlflüchtigen Kuh ärmer ist; es beträgt dieses Minus aber 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 Kitzhausen.

der Saughaut besteht, welche zu ihrem Aufbau ganz besonders der Proteinstoffe 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 Proteinstoffe 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 Milchsücker 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 Dualität 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 Leintuchen mit Kapselkuchen.

Von

Dr. Julius Lehmann.

Wegen der bedeutend höheren Preise der Leintuchen im Verhältniß zu den Kapselkuchen hört man häufig in der Praxis die Befürchtung aussprechen, daß eine Verfälschung jener mit diesen wohl vorkommen dürfte. Es sind auch bereits schon Leintuchen an hiesige landwirthschaftliche Versuchs-Station mit dem Bemerkten 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 aufgefundenene mitzutheilen.

Wenn zu grossem Pulver gestampfte Kapselkuchen 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 Kapselkörner 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.

Beführt 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 löst. Diese Schicht hat vollständig das Aeußere einer mit Wasser angerührten Roggenkleie; die Schalen der Leinsamen erscheinen bläugelbbraun. 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 Kapstuchen in Verbindung mit Wasser, sowie der darüber stehenden Flüssigkeiten mit Kali- oder Natronlauge ist man im Stande, ganz sicher bis zu 5 Procent Kapstuchen in den Leinkuchen zu entdecken; man verfährt hierbei auf folgende Weise:

Die fraglichen Leinkuchen müssen zuvörderst in gräßliches 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 Kapstuchen hindeutet; selbst bei einem Gehalt von 2 Proc. der letzteren sind die Kapstörnerschalen noch deutlich wahrzunehmen.

Um einen weiteren Anhaltspunkt 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 Sodablösung hinzu, wird die Flüssigkeit citronen- bis curcume-gelb gefärbt, so ist hierdurch die Verfälschung weiter bestätigt.

Bei 8 Proc. Kapstuchenmehl giebt auch der demselben eigenthümliche, in Verbindung 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 Kapstamen 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. Markgraftthum Oberlausitz zu Weiblich,
im August 1861.

Die landwirthschaftlichen
Versuchs-Stationen.



Organ

für

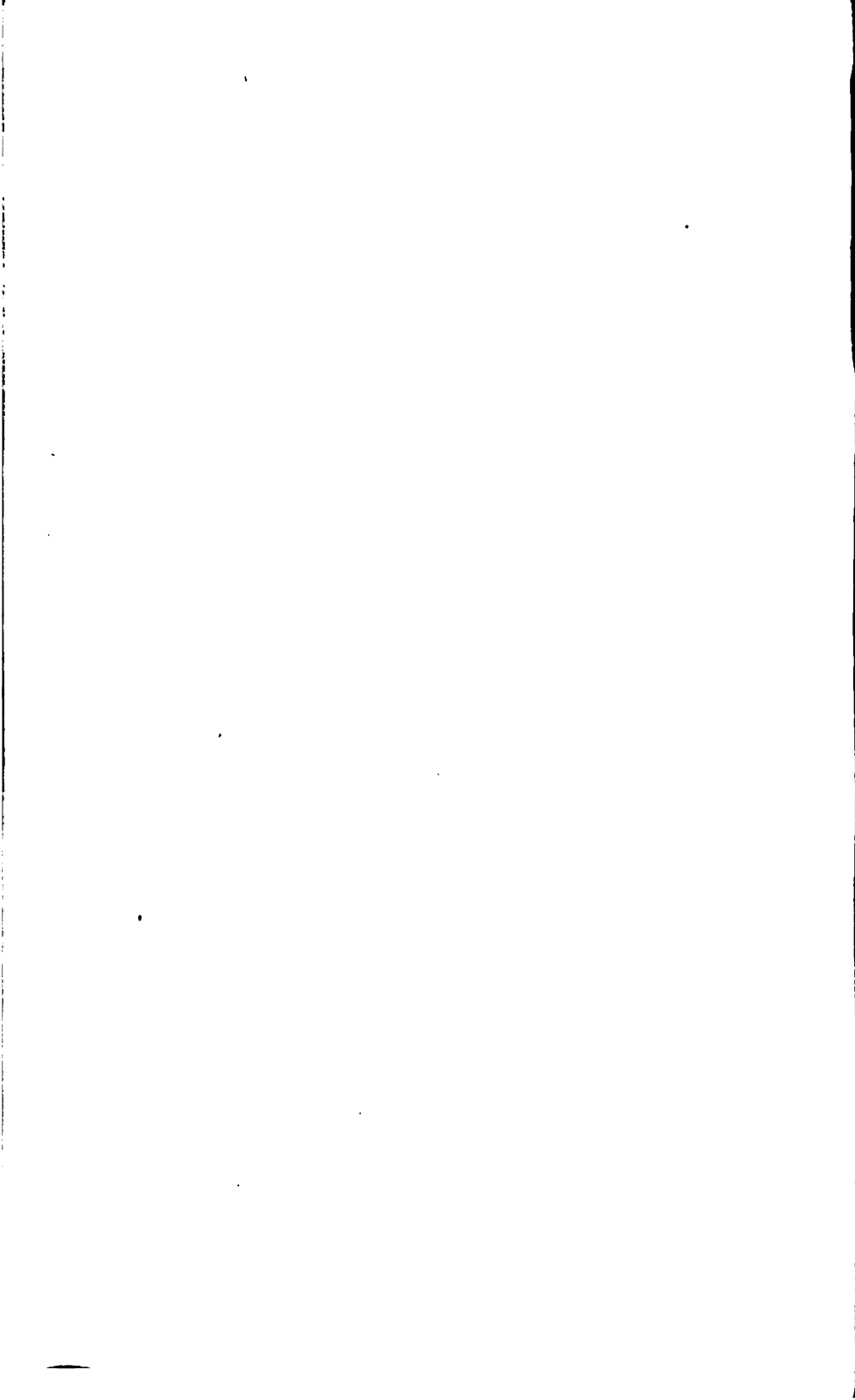
wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete
der Landwirthschaft.

~~~~~

Dritter Band.

---

Bresden,  
Verlag von G. Schönsfeld's Buchhandlung (E. A. Werner).  
1861.



# Inhalt.

---

|                                                                                                                                                                                     | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ✓ Zur Keimungsgeschichte des Kürbissamens, von Dr. Eduard Peters in Tharandt . . . . .                                                                                              | 1     |
| ✓ Ueber die Zusammensetzungen der Turnipspflanze ( <i>Brassica Rapa depressa</i> D. C.) in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation von Dr. Gustav Wunder . . . . .              | 19    |
| Bericht über die physiologische Thätigkeit an der Versuchstation 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 Proteinkryalle in den Kartoffeln.                                                                                                                                    |       |
| d. Soppert, 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 Ammoniak in der Ackererde von Dr. W. Knop und W. Wolf. (Von Ersterem mitgetheilt.) . . . . .                                      | 109   |
| Nachtrag zu dem Aufsätze: „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 Versuchstation zu Chemnitz . . . | 128   |
| Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipsamen von Dr. Gustav Wunder . . . . .                                                                                                                                                   | 159   |
| Ueber eine Beigabe von Knochenerde zum Futter der Thiere, nebst einem physiologisch-chemischen Versuch über deren Verdaulichkeit von Dr. Theodor v. Söhren, Chemiker an der mährisch-schlesischen Versuchstation zu Raib-Blaustel . . . . .                        | 161   |
| Die Entwicklung der weißen schlesischen Zuckerrübe ( <i>Beta cicla</i> L.) unter dem Einfluß einzelner relativ überschüssigen Mineralsalze von Dr. Friedrich Robbe in Chemnitz . . . . .                                                                           | 178   |
| Ueber die Zusammensetzung der Milch einer persüchtigen Kuh von Dr. Julius Lehmann . . . . .                                                                                                                                                                        | 193   |
| Ueber die Erkennung einer Verfälschung der Feinkuchen mit Kapuskuchen von Dr. Julius Lehmann . . . . .                                                                                                                                                             | 195   |
| Die Aufnahme der gelösten Nahrungstoffe in die Pflanze von Dr. Wilh. Schumacher in Randerath (Aachen) . . . . .                                                                                                                                                    | 197   |
| Ueber das Vorkommen und Verhalten des Ammoniak 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 Rothklee in den verschiedenen Perioden seines Wachstums von R. Ulbricht, Assistenten . . . . .                        | 241   |
| Untersuchung einer Anzahl in Chemnitz bräuchlicher Biersorten von Gustav Merz, Assistenten am chem. Laboratorium der Königl. Gewerbeschule zu Chemnitz . . . . .                                                                                                   | 280   |
| Mittheilungen aus dem agriculturchemischen Laboratorium der k. l. 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   |

# Die Aufnahme der gelösten Nahrungstoffe 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 Nahrungstoffe durch die Verdunstung des Wassers aus den Blättern bedingt sei, daß der durch die Verdunstung hervorgerufene, aus der äußern Nahrungslüssigkeit 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. Kny\*). Derselbe ist aber den später zu entwickelnden physikalischen Gesetzen gegenüber nicht als entscheidend zu betrachten. Uebrigens sind auch andere exacte Versuche bekannt, die

\*) Landwirthschaftliche Versuchstationen. 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 Gegensatz 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; läme 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 fortbauern, 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. D.)

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. Ähnliches 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 concentrirtere 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 Gleichgewichtsförderung, die aber sofort wieder ausgeglichen wird, so daß das Resultat des Versuches 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 mißversteh 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 Gleichgewichtstreben 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 andererseits 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 Nahrungslüssigkeit 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 Kalis 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 Nahrungslüssigkeit. 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 Zelllüssigkeit 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 Nahrungslüssigkeit und Zelllüssigkeit hergestellt hat. Der durch die Verdunstung veranlaßte, aus der Nahrungslüssigkeit 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 entschieden Landpflanze, setzte ich, nachdem sie in Wasser neue Wurzeln — Wasserwurzeln — getrieben hatte und alle in ihr gelösten Stoffe aus ihr herausdiffundirt waren, in eine  $\frac{1}{4}$ 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<sub>3</sub> gelöst hatte. Wenn 40—50 CC. Wasser durch die Pflanze verdunstet waren, wurden diese der äußeren Lösung wieder zugefetzt. 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 Versuches 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  $\frac{1}{4}$ 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  $\frac{1}{4}$ procentiger Lösung von schwefelsaurem Kali versetzt (in 100 CC. Lösung 0,0992 Grm. KO, SO<sub>3</sub>). 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 zugefetzt 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<sub>3</sub> enthalten hatte, zeigte nun in 100 CC. 0,1003 Grm. KO, SO<sub>3</sub>,

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 Pflanzung 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 trockenem Wetter wird die Concentration derselben stärker durch die beständige Fortführung des Wassers aus ihr, und alle gelösten 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 Nahrungstoffe 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 Nahrungstoffe.

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 verhalten 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, dieselb 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 diesen 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 Gleichgewichtsförderung, 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 Gleichgewichtsförderungen in der Pflanze, in dem Zellwasser der Pflanze, sind Consumption der gelösten Stoffe im Stoffwechsel, wodurch gelöste Stoffe aus der Nahrungsflüssigkeit eingeführt

\*) Landwirtschaftliche Versuchstationen 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 zellinhaltigen Wasser in die Pflanze aus der Nahrungssäufigkeit eintreten macht;

die vorzüglichsten Störungen in der Nahrungssäufigkeit 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 Ammoniak's 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 Düngersstoffe. 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 Vegetation erzeugt? kann eine Abnahme des Ammoniakgehaltes in derselben in dem Maße, 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 Botanistkapsel 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 Vegetation 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 bindiger Sandboden, fast als weißer Sand zu bezeichnen. Aufgenommen unter Birkenwald auf dem Bienenz, zwei Stunden von Leipzig.

**Boden B**, Walberde aus dem Buchenwalde über dem Badoerte Bsen in Thüringen, kalk- und humusreich. Die Formation dort ist Muschelkalk.

**Boden C**, sandiger, etwas humoser Lehmboden aus dem Landholzwalde 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, umgeaderte Wiese aus der Aue bei dem Forsthanse bei Ehrenberg. Rother, humoser, sandiger Lehmboden, auf dem zwei Sommer hinter einander keine Gerste gebaut werden konnte. Kartoffeln gedeihen 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 Cubiccentimetern 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  $\frac{1}{17}$ , oder das Gewicht des in der Erde enthaltenen Ammonials in Grammen.

**Spalte H** giebt an, wie viel Gramm Ammonial 100 Grm. feuchter Erde enthielten;

**Spalte I**, die Zahlen, welche ergeben, wie viel Ammonial 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 Ammonialgehalte erleidet, untersuchten wir in den verschiedenen Monaten die Erde eines Beetes in unserem Garten. Dieses Beet enthielt eine im vorigen Jahre gebüngte und zubereitete gute Erde und dient dem Gärtner als Vorrath, um gelegentlich Mistbeete damit anzufüllen. Die mechanische Analyse (nach Schulz angeführt) dieser Erde ergab folgende Mischung:

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| Wasser . . . . .             | 16,0  |
| Kies . . . . .               | 10,5  |
| Grandiger Sand . . . . .     | 15,5  |
| Streusand . . . . .          | 37,7  |
| Staubsand . . . . .          | 12,3  |
| Feinste abgeschläumte Theile | 8,0   |
|                              | <hr/> |
|                              | 100,0 |

Der Boden ist seiner chemischen Natur nach kalkreicher, sandiger Lehmboden, durch organische Materie von der gewöhnlichen Schwärze guter Gartenerde. 100<sup>o</sup> 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 Ammoniat untersucht. Derselbe hat alle Regengüsse dieses Sommers aufgenommen und, da er gebüngt war und organische Substanz genug enthielt, Quellen zur Ammoniakbildung und Ursachen zur Anhäufung desselben gehabt; dagegen haben keine Ammoniat 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 Ammoniat in Grammen an.

|               | A.     | B.      | C.                  | D.                  | E.      | F.      | G.      | H.      | I.      |
|---------------|--------|---------|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mai.          | 1 300  | Orn. 19 | Proc. 0,9           | bei 13 <sup>u</sup> | 0,8     | 0,00100 | 0,00122 | 0,00040 | 0,00049 |
|               | 2 300  | 16      | 1,1                 | bei 13 <sup>v</sup> | 1,0     | 0,00126 | 0,00150 | 0,00050 | 0,00059 |
|               | 3 300  | 14      | 0,75                | bei 17 <sup>u</sup> | 0,7     | 0,00085 | 0,00104 | 0,00035 | 0,00040 |
|               | 4 300  | 20      | 1,25                | bei 15 <sup>v</sup> | 1,2     | 0,00150 | 0,00180 | 0,00060 | 0,00075 |
|               | 5 300  | 14      | 1,75                | bei 18 <sup>v</sup> | 1,6     | 0,00200 | 0,00240 | 0,00081 | 0,00094 |
|               | 6 300  | 17      | 1,5                 | bei 15 <sup>v</sup> | 1,4     | 0,00176 | 0,00200 | 0,00066 | 0,00079 |
| Juni.         | 7 300  | 18      | 1,0                 | bei 19 <sup>v</sup> | 0,9     | 0,00113 | 0,00130 | 0,00040 | 0,00048 |
|               | 8 300  | 24      | 1,2                 | bei 20 <sup>v</sup> | 1,1     | 0,00138 | 0,00167 | 0,00055 | 0,00072 |
|               | 9 300  | 12      | 1,1                 | bei 22 <sup>v</sup> | 1,0     | 0,00126 | 0,00150 | 0,00050 | 0,00057 |
| Juli.         | 10 300 | 19      | 0,75                | bei 20 <sup>v</sup> | 0,7     | 0,00088 | 0,00106 | 0,00035 | 0,00043 |
|               | 11 300 | 15      | 0,8                 | bei 19 <sup>v</sup> | 0,75    | 0,00094 | 0,00110 | 0,00040 | 0,00047 |
|               | 12 600 | 15      | 2,5                 | bei 20 <sup>v</sup> | 2,3     | 0,00289 | 0,00350 | 0,00060 | 0,00070 |
| Sept. August. | 13 300 | 9       | 0,9                 | bei 21 <sup>v</sup> | 0,8     | 0,00100 | 0,00122 | 0,00040 | 0,00044 |
|               | 14 300 | 19      | 1,2                 | bei 20 <sup>v</sup> | 1,1     | 0,00138 | 0,00167 | 0,00055 | 0,00068 |
|               | 15 400 | 19      | 1,1                 | bei 22 <sup>v</sup> | 1,0     | 0,00126 | 0,00150 | 0,00040 | 0,00049 |
|               | 16 300 | 10      | 1,2                 | bei 20 <sup>v</sup> | 1,1     | 0,00138 | 0,00167 | 0,00055 | 0,00061 |
| 17 300        | 14     | 0,7     | bei 20 <sup>v</sup> | 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 Zusammenhang, 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  |
| Grändiger 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 Ammonial sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt, deren Spalten die oben Seite 209 erklärte Bedeutung haben. Spalte I giebt dieser zufolge an, wie viel Gramme Ammonial 100 Grm. wasserfreie Erde enthalten.

|            | 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 |    |
| Sept. Aug. | 7 600 | 14          | 2,5 bei 20°  | 2,3     | 0,00289 | 0,00350 | 0,00060 | 0,00070 |    |
|            | 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 Ammonial 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 Ammonial (1—2 Milligramm. per Liter Regenwasser) zugeführt wird, mußte es von Interesse sein, zu prüfen, wie es sich in der Tiefe mit dem Ammonialgehalt 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 abstecken und nahmen Proben des Lehmbodens  $\frac{1}{4}$  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 einzusehen 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 Proder. 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-Oekonomicollegiums von längeren Jahren angestellt und 1849 veröffentlicht worden sind:

## Tabelle I.

|                                      |                |
|--------------------------------------|----------------|
| Boden von Illinois (Kroder)          | 0,12 %         |
| Schwarzerde von Rußland (Kroder)     | 0,2 bis 0,5    |
| Thonboden vor dem Düngen (Kroder)    | 0,170          |
| Thonboden (Kroder)                   | 0,163          |
| Boden von Hohenheim (Kroder)         | 0,156          |
| Untergrund von Hohenheim (Kroder)    | 0,104          |
| Thonboden vor dem Düngen (Kroder)    | 0,149          |
| Lehm Boden (Kroder)                  | 0,135          |
| Angehängte Erde aus Amerika (Kroder) | 0,116          |
| Sandboden (Kroder)                   | 0,096          |
| Fast reiner Sand (Kroder)            | 0,031          |
| Mergel (Kroder)                      | 0,099<br>0,005 |

## Tabelle II.

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| Boden von Eibena (Weidenbusch)        | 0,11 % |
| Boden von Bollup (Kammelsberg)        | 0,200  |
| Boden von Beesbau (Kammelsberg)       | 0,108  |
| Boden von Neuenfund (Karchanb)        | 0,103  |
| Boden von Cartlow (Bödder)            | 0,076  |
| Boden von Neuhof (Krop)               | 0,011  |
| Boden von Savizbec (Erdmann)          | 0,400  |
| Boden von Burg Bornheim (Schulze)     | 0,102  |
| Boden von Turwe (Heing)               | 0,13   |
| Boden von Laasan (Schulze)            | 0,112  |
| Boden von Burg Wegelerben (Kose)      | 0,432  |
| Boden von Frankensfelde (Kammelsberg) | 0,079  |
| Boden von Jurgaitzchen (Kammelsberg)  | 0,240  |
| Boden von Dalheim (Sonnenstein)       | 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 Blonic (Ackertrume) zu 0,0094 Proc., ebendasselbst (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 Ammoniak 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 Weizenfelde ebendasselbst                            | 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 deshalb den unsrigen am nächsten. R. Hoffmann hat gewissenhaft angegeben, daß seine Resultate in Folge 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 Düngersstoffe 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 Ammonialgehalte nachweisbar wird. Dies kann nur daher kommen, daß das Ammonial 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 Ammonial wieder zum Verschwinden gebracht wird, und eben diese Thätigkeit scheint sich uns in einer continuirlichen Oxydation des Ammoniak's 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 Ammonial im Boden spielt.

Um nun über diese Ursachen, welche das fortwährende Verschwinden des Ammoniak's im Boden bedingen, weitere Aufschlüsse zu erlangen, wurden folgende weitere Versuchsreihen ausgeführt.

1) Zuerst prüften wir das Verhalten des vom Boden absorbirten Ammoniak's bei Ausschluß flüssigen Wassers unter Einwirkung der atmosphärischen Luft. Bei dieser Versuchsreihe wurde Boden in lufttrocknem Zustande mit bekanntem Ammonialgehalt 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 Ammonialgehalte 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 Ammoniak's bewerkstelligt, oder ob dieselbe 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 gestebt) ausbreitete, eine Schale mit Ammonial darauf stellte, dieselbe mit einem Kasten überdeckte und so vorbereitet 24 Stunden stehen ließ, in welcher Zeit sich diese Erden hinreichend mit Ammonial 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 Ammonialgehalt.

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 gestiebte Gartenerde oder Ackererde von der oben angegebenen Beschaffenheit und 4—6 Proc. Wassergehalt mit Ammoniak, bis die Erde stark nach Ammoniak riecht, schiebt 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 einbringender 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 graudiger 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 reinem Quarzsande, sondern erst bei dem thonigen feinsten Theile des Bodens, dem Staubjeinen Theile vorhanden.

C. In Verbindung mit vorstehenden Versuchen wurden nun die einzelnen chemischen näheren Bestandtheile des Bodens bezüglich ihres Verhaltens zum Ammonial näher geprüft, und zu diesem Behufe folgende Versuchsreihe angestellt:

1) Verhalten der Kieselsäure zu Ammonial. 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 Ammonial 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 Ammonial 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 Ammonial.

Dieses Ammonial 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 Ammonial zu prüfen, schien uns von größerer Wichtigkeit, weil über dasselbe einander widersprechende 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 Kohlenensäure die Ansicht ausgesprochen, die gallertartige Kieselsäure mächte das Ammonial als kieselbares Ammonial 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 ausfalle, und daß man der gefällten Kieselsäure durch Waschen mit Wasser alles Ammonial entziehen könne.

Diese Angaben beziehen sich, streng genommen, wohl beide auf die noch völlig gallertförmige Säure. Wenn diese aber Ammonial 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 Ammoniacs in gleichem Maße, 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 gesättigt und der Niederschlag durch Decantiren lange gewaschen. Darauf wurde derselbe auf ein Seibetuch 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 Ammoniac zu binden vermag, in der Zeit, wo der nasse Niederschlag lufttrocken wird, kieselbares Ammoniac 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 Ammoniacgehalt zeigte, etwa noch etwas Chlorammonium anhing, oder ob jenes Ammoniac 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 vorher 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 größte 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 Ammoniak zum Brei angerührt worden, und, nachdem derselbe mehrere Tage gestanden hatte, auf Filzpapier 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 Filzpapiers einen festen Kuchen, der nach Verlauf von 4 Wochen Trocknens an der Luft noch 7½ Wasser enthielt und zahlreiche Hohlräume einschloß. In diesem Zustande zu Pulver zerrieben, gaben 100 Grm. der mit Ammoniak behandelten Schlammkreide 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 Eintritt feuchter Luft in ihre Poren nicht in letzterer sich verweilt. Mit dem Entweichen 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 Schlammkreide geschah, mit Wasser zum Brei angerührt, diesem wurden ungefähr 4 Unzen Ammoniakflüssigkeit zugesetzt; man ließ von Drei 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 unfres Hauses liegen.

Es ist bekannt, daß Gypslösung, mit kohlensaurem Ammonial ver-  
setzt, einen Niederschlag von kohlensaurem Kalk bildet, während schwefel-  
saures Ammonial in Lösung geht. Aus diesem Grunde hat man mehr  
als einmal empfohlen, den Dünger mit Gyps zu versetzen, um das flüch-  
tige kohlen-saure Ammonial in schwefelsaures Ammonial, das nicht flüchtig  
ist, umzuwandeln. Das kohlen-saure Ammonial, das man bei der trocknen  
Destillation thierischer Stoffe enthält, läßt man über schwefelsauren Kalk  
fließen, um es fabrikmäßig im Großen in schwefelsaures Ammonial  
umzusetzen.

Diesen Erfahrungen nach erwarteten wir, daß der Gyps ein  
gewisses Quantum schwefelsaures Ammonial beigemengt enthalten müsse,  
denn das Azhammonial mußte aus der Atmosphäre doch Kohlen-säure  
aufnehmen und in der längeren Zeit, während der Gyps trocknete, war  
zu erwarten, daß dieses kohlen-saure Ammonial mit dem Gyps in kohlen-  
sauren Kalk und schwefelsaures Ammonial sich umsetzen müsse.

Als aber nach Verlauf von zwei Monaten 100 Grm. des Gyps-  
pulvers mit stark alkalischer bromirter Lösung des unterchlorigsauren  
Natrums geschüttelt wurde, entwickelte sich die ganz unbedeutende Menge  
von 0,5 CC. Stickgas.

Demnach wird der feste Gyps nur äußerst unvollkommen von  
kohlen-saurem Ammonial zer-setzt, und die Wirkung, welche letzteres auf  
den Gyps ausübt, beruht wohl immer erst darauf, daß eine hinreichende  
Menge Gypslösung erzeugt wird, um das kohlen-saure Ammonial durch  
Wechselwirkung vollständig zer-setzen zu können.

Pulverförmiger Gyps, den man unter eine Glocke stellt, unter welche  
auch ein Schälchen mit Azhammonialflüssigkeit gebracht worden ist, zeigt  
sich des anderen Tags zwar schon stark ammonialhaltig, dieser Ammonial-  
gehalt besteht aber lediglich in condensirter Ammonialflüssigkeit, die sich  
ebenso an die innere Wandung der Glasglocke niederschlagen kann. Das  
Ammonial aber wird vom festen Gyps nicht chemisch gebunden, und das  
gasförmige Ammonial vermag eben so wenig die Basis Kalk von der  
Schwefel-säure zu trennen, um Aetzkalk auszuscheiden und mit der Schwefel-  
säure sich zu verbinden.

Endlich hat die Flächenattraction des Gypspulvers keine specifische Wirkung auf Ammonial. Luftwechsel treibt das im Gypspulver verbreitete Ammonial wieder aus.

4) Kohlensaure Talkerde. Die lockere wasserhaltige kohlen-saure Talkerde (*Magnesia alba*) wurde wie die vorigen Körper mit Negammonial zum Brei angemacht und einige Monate lang unter wiederholtem Zerreiben an der Luft liegen gelassen. Dieser Körper verliert alles Ammonial wieder, so daß man bei der Anwendung von 15 Grm. keine ablesbare Menge Stidgas mehr enthält.

5) Keine Thonerde. Dieselbe wurde durch Fällen einer Alaunlösung mit Ammonial 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. Stidgas. Wir vermutheten indessen, daß diese, obschon das Auswaschen sehr lange betrieben war, doch nur von mechanisch von der Gallert eingeschlossenem schwefelsaurem Ammonial herrühre, und digerirten daher die ganze zur Untersuchung genommene Menge Thonerde einige Tage lang mit bromirter jabelle'scher Lauge, so daß nun alles anhaftende Ammonial zerstört werden mußte, wuschen dieselbe von Neuem mit Wasser, tränkten sie darauf mit Ammonial und ließen sie an der Luft liegen.

Mit der Zeit verlor nun die Thonerde das Ammonial auch, obschon sehr langsam. Als wir nach etwa 14 Tagen etwa 5 Grm. prüften, gab diese Menge noch einige CC. Stidgas, nach nochmals etwa 14 Tagen gaben 10 Grm. auch noch einige CC. Stidgas, der Rest von 10 Grm., noch später aber nur noch  $\frac{1}{2}$  CC. Nachdem dieselbe nochmals 14 Tage gelegen hatte, gaben 10 Grm. wieder  $\frac{1}{2}$  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 Ammonial 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 Ammonial 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, Ammonial 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 Löpferthon. Ganz fein geschlämmter, mit ammoniakalischem Wasser angemachter Löpferthon verliert anfangs rasch an seinem Ammoniakgehalt. Ebenso Thon von 7  $\frac{1}{2}$  Wassergehalt, den man gleichförmig gekörnt und einige Tage unter einer Glocke mit Aetzammoniak zusammen hat stehen lassen, bis er etwa 15  $\frac{1}{2}$  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  $\frac{1}{2}$  Wassergehalt zuerst von 2 Grm. 5 CC. Stidgas 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  $\frac{1}{2}$  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. Stidgas, 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. Stidgas.

b) Selber (eisenoxydhaltiger) geschlämmter Ziegelthon. Ganz feiner von organischen Substanzen freier Ziegelthon verhält sich ganz so, wie der eisenarme grauweiße Löpferthon. Bei 5 bis 8  $\frac{1}{2}$  Wassergehalt behalten 100 Grm. desselben eine Ammoniakmenge, welche 4 bis 5 CC. Stidgas 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  $\frac{1}{2}$  Wasser.

Im Verlaufe von drei Tagen nahm dieselbe täglich mehr Ammoniak auf. Am dritten Tage gaben 2 Grm. Erde 28 CC. Stickgas von  $10^{\circ} = 27,2$  CC. von  $0^{\circ}$  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  $\frac{1}{2}$  Wasser und folglich 37  $\frac{1}{2}$  von ihrem ursprünglichen Wassergehalt verloren. 3 Grm. dieser humosen Erde gaben nun 21 CC. Stickgas bei  $11,5^{\circ}$  oder 20,6 CC. von  $0^{\circ} = 0,031425$  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 Humusssäure 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 einigermaßen 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 ergibt 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, zuschreiben 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  $\frac{1}{2}$  Sauerstoff enthielt; daß
- 2) bei den mit A. bezeichneten Versuchen zu Anfang eine 10,6 CC. Stickgas (bei 18°) entsprechende Menge Ammonial mit eingeschlossen wurde; und
- 3) die Kohlsäure 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 Kohlsäurebestimmung keine Rede sein, in einigen Fällen, wo der ganze Sauerstoff in Kohlsäure umgewandelt war, zeigen die Absorptionen durch Kali übrigens genau genug ein Fünftel Kohlsäuregehalt.)

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die Spalten derselben geben an:

- A. das dem Versuche unterworfenene Material;
- B. die schließlich im Gefäße wiedergefundene Menge Sauerstoff;
- C. diese Menge von 21  $\frac{1}{2}$  subtrahirt, also das Quantum, welches von dem eingeschlossenen Material und dem Ammonial absorbirt worden;
- D. die in der über Wasser aufgefangenen Luft gefundene Menge Kohlsäure;
- 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 Ammonial, 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 Liter der Ammoniallösung 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 Azammoniak, die dritte C. ist mit kohlensaurem Ammoniak angesetzt.

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. Stidgas 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 Fällung 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 Kohlenensäure 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. Stidgas von 15° entwickelten, angesetzt. Sie sollte nur dazu dienen, zu prüfen, ob bei einem sehr großen Ammoniakgehalt andere Erscheinungen eintreten. Hierbei konnte nur die Veränderung der Luft als Maßstab dienen, denn die ganze Menge Stidgas, 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 = Schlammkreide                        | 18 | 3  | 0  | 9  | 1,6  |
| 3   | 100 = Gyps                                 | 19 | 2  | 0  | 10 | 0,6  |
| 4   | 10 = kohlen saure Tonerde                  | 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 = Walberde                             | 0  | 21 | 4  | 0  | 10,6 |
| 11  | 100 = Walberde                             | 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 Ammonial eingeschlossen blieben:

|    |                  |   |   |   |   |     |
|----|------------------|---|---|---|---|-----|
| 15 | 50 Grm. Moorerde | 0 | — | — | 4 | 6,6 |
| 16 | 50 = Moorerde    | 0 | — | — | 6 | 4,6 |
| 17 | 50 = Ackererde   | 0 | — | — | 5 | 5,6 |

Uebersieht 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 Ammonial 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 Ammonials reducirt und durch den Sauerstoff der mit eingeschlossener 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 absorbiert, und auch alles Ammoniak verschwunden.

Beim Öffnen eines Glases mit Mooreerde 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 Mooreerde und Ackererde verzehrt ist, bevor das Ammoniak verschwindet. Da bei längerer Dauer man 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 unterphosphorigsauren Natron nicht zerlegt. 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 bloß 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  $\frac{1}{2}$  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. ockergelber Sand . . . . . | 20 | 1  |
| 2   | 100 = Schlammkreide . . . . .       | 14 | 7  |
| 3   | 100 = Gyps . . . . .                | 15 | 6  |
| 4   | 10 = kohlensaure Tonerde . . . . .  | 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 Schlammkreide erhitzen sich hierbei auffallend, indessen dürften dieselben (es waren künstliche) organische Materie beigemengt enthalten haben.

Versuchsreihe C. Zur Vergleichung mit Aequiammoniak wurde man auch die Lösung vom künstlichen kohlensauren Ammoniak mit verschiedenen Mineralkörpern und Erden eingeschlossen. Die Gläser hatten je 100 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. eingeseigt. 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 kohlenfauren 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 Versuchreihe 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.                         | Sauerstoff-<br>gehalt der<br>im Glase<br>bestehenden<br>Luft in %. | Sauerstoff-<br>verlust<br>in %. | Kohlenstoff-<br>gehalt der<br>im Glase<br>bestehenden<br>Luft in %. | Menge bei<br>widerstand-<br>losen Schil-<br>des auf 0°<br>reduc. in G.C. | Knie vorfr-<br>herdem ge-<br>lum berechn-<br>tes Gewicht<br>des Sauerstoff<br>in Gm. | Dem vorfrh-<br>gew. Sild-<br>gas entwie-<br>dendes gew.<br>als Sauerstoff<br>in Gm. | Sauerstoff-<br>verlust<br>in Gm. |
|-----|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1   | 100 Gm. Thon . . . . .                | 18,5                                                               | 2,5                             | 1,0                                                                 | 21,0                                                                     | 0,0263                                                                               | 0,0319                                                                              | 0                                |
| 2   | 100 = Biegethon gefchlammmt . . . . . | 11,5                                                               | 9,5                             | 2,5                                                                 | 13,0                                                                     | 0,0162                                                                               | 0,0196                                                                              | 0,0123                           |
| 3   | 100 = weißer Sand, Drg. 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 = Schlammreihe . . . . .          | 0,0                                                                | 21,0                            | 10,5                                                                | 21,0                                                                     | 0,0263                                                                               | 0,0319                                                                              | 0                                |
| 6   | 100 = geriebene 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 = Öpse . . . . .                  | 16,0                                                               | 5,0                             | 5,3                                                                 | 21,0                                                                     | 0,0263                                                                               | 0,0319                                                                              | 0                                |
| 9   | 100 = Kalkerde . . . . .              | 0,0                                                                | 21,0                            | 10,6                                                                | 15,0                                                                     | 0,0187                                                                               | 0,0227                                                                              | 0,0092                           |
| 10  | 100 = Erde vom Meißnig . . . . .      | 7,5                                                                | 13,5                            | 15,8                                                                | 19,0                                                                     | 0,0238                                                                               | 0,0290                                                                              | 0,0030                           |
| 11  | 100 = Quarterde . . . . .             | 0,0                                                                | 21,0                            | 15,3                                                                | 15,0                                                                     | 0,0187                                                                               | 0,0227                                                                              | 0,0092                           |
| 12  | 50 = Mooreerde . . . . .              | 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                                |

Diese Zahlen zeigen wiederum, daß das Eisenoxydhydrat und der Eisenoxydhydrat enthaltende Thon und Sand unter dem Einflusse von Ammonial Sauerstoff zum Verschwinden bringen, was nur auf einer Oxydation des Ammonials beruhen kann.

Am vollständigsten ist der Sauerstoff in Verbindung mit dem Humus verschwunden, und wo viel Sauerstoff absorbiert wurde, da findet sich ein reichlicher Kohlensäuregehalt, der, mit Ausnahme der Fälle, wo humushaltige Körper dem Versuche unterworfen waren, nur von der im kohlensauren Ammonial vorher enthaltenen Kohlensäure herrühren kann.

Ganz auffallend ist in dieser Beziehung der Versuch mit der Schlammkreide, 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 Ammonial bei Gegenwart von Wasser verhält, geprüft.

Diese Erde wurde zuerst auf ihren Ammonialgehalt 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 Ammonialgehalt möglicherweise schon an eine andere Erdschicht abgegeben hatte.

Zu diesen Versuchen diente eine Erde, die vorher Ammoniakdämpfen ausgesetzt gewesen war, und 0,005 Grm. Ammonial 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 Ammonialgehalt 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 Absorptionfähigkeit gegen das Ammoniak zu haben, als ein feuchter, welches Factum durch folgenden Versuch dargelegt werden kann. Man brachte ganz lufttrockene Erde (4  $\frac{1}{2}$  HO) auf einem Brett ausgebreitet in einen Kuhstall; daneben legte man eine Quantität derselben Erde, welche aber 26  $\frac{1}{2}$  Feuchtigkeit enthielt. Nachdem beide Erden einen Tag in dem Kuhstalle gelegen hatten, wurden sie auf ihren Ammoniakgehalt untersucht.

Erde I. 100 Grm. der lufttrockenen Erde (4  $\frac{1}{2}$  HO) hatten  
11 CC. N = 0,016 Grm. NH<sub>3</sub> aufgenommen.

Erde II. 100 Grm. der feuchteren Erde (26  $\frac{1}{2}$  HO) hatten  
8 CC. N = 0,012 Grm. NH<sub>3</sub> aufgenommen.

Nach zwei Tagen enthielten:

Erde I. 100 Grm. 4  $\frac{1}{2}$  feucht 20,25 CC. N = 0,030 Grm. NH<sub>3</sub>,  
= II. 100 = 20  $\frac{1}{2}$  = nur 10,0 = = = 0,014 = =

Nach vier Tagen enthielt die Erde I. 5  $\frac{1}{2}$  Wasser, die Erde II. noch 12  $\frac{1}{2}$ ; ihr Ammoniakgehalt war folgender:

Erde I. 100 Grm. gaben 27,0 CC. N = 0,040 Grm. NH<sub>3</sub>,  
= II. 100 = = 18,5 = = = 0,028 = =

Nach sechs Tagen enthielt die Erde I. 5  $\frac{1}{2}$ , die Erde II. nur noch 9  $\frac{1}{2}$  Wasser, und an Ammoniak hatten die Erden aufgenommen:

Erde I. 100 Grm. 31,2 CC. N = 0,047 Grm. NH<sub>3</sub>,  
= II. 100 = 20,7 = = = 0,030 = =

Nach dreizehn Tagen enthielt die Erde I. noch 5  $\frac{1}{2}$  Wasser, die Erde II. noch 9  $\frac{1}{2}$ ; der Ammoniakgehalt war folgender:

100 Grm. der Erde I. gaben 32,0 CC. N = 0,048 Grm. NH<sub>3</sub>,  
100 = = = II. = 24,5 = = = 0,037 = =

Nach sechzehn Tagen enthielt Erde I. 6 g Wasser, Erde II. 9 g.

100 Grm. der Erde I. gaben 31 C.C. N = 0,046 Grm. NH<sub>3</sub>,  
 100 = = = II. = 24 = = = 0,036 = = :

Nach achtzehn Tagen hatten

100 Grm. der Erde I. 32 C.C. N. = 0,048 Grm. NH<sub>3</sub> aufgenommen.  
 100 = = = II. 24,5 = = = 0,037 = = =

Nach zwanzig Tagen gaben

100 Grm. der Erde I. 33 C.C. N = 0,049 Grm. NH<sub>3</sub>,  
 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 g, Erde II. 8 g Feuchtigkeit; beide Erden kann man sonach als lufttrocken annehmen. Nach vierzehn Tagen gaben

100 Grm. der Erde I. noch 20 C.C. N = 0,030 Grm. NH<sub>3</sub>,  
 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 C.C. N = 0,014 Grm. NH<sub>3</sub>,  
 = 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 g 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 C.C. N = 0,015 Grm. NH<sub>3</sub>,  
 10,0 = = = = 40,0 = = = 0,061 = = =

Die Erde enthielt somit Anfangs 0,6 g 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 C.C. N = 0,018 NH<sub>3</sub>, demnach hat diese Erde in 24 Stunden an Ammoniak verloren 0,042 Grm. oder 0,42 g.

Anderer 10 Grm. der 0,6  $\frac{1}{2}$  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.  $\text{NH}_3$ ; die Erde hatte also über Schwefelsäure nur 0,39  $\frac{1}{2}$ , etwas weniger, als in freier Luft, an Ammoniak verloren.

Nach drei Tagen hatten 10 Grm. der Erde an der Luft verloren 20,0  $\frac{1}{2}$  Wasser; an Ammoniak hielt die Erde noch 5,7 CC. N = 0,0086 Grm.  $\text{NH}_3$ .

Ueber Schwefelsäure verlor die Erde 13  $\frac{1}{2}$  Wasser; an Ammoniak hielt sie noch 9,2 CC. N = 0,014 Grm.  $\text{NH}_3$ .

Die Erde hatte somit an der Luft nach drei Tagen an Ammoniak verloren 0,052 Grm. od. 0,52  $\frac{1}{2}$ .  
 Ab: 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.  $\text{NH}_3$ , hatte also 0,649 Grm. oder 0,49  $\frac{1}{2}$  an Ammoniak verloren. Der Wassergehalt der Erde betrug 10  $\frac{1}{2}$ .

Nach zehn Tagen war die an der Luft liegende Erde lufttrocken, sie hatte noch 5  $\frac{1}{2}$  Wasser, somit 21  $\frac{1}{2}$  verloren; 10 Grm. gaben noch 5,2 CC. N = 0,0078 Grm.  $\text{NH}_3$ , folglich Verlust an Ammoniak 0,054 Grm. oder 0,54  $\frac{1}{2}$ .

Die über Schwefelsäure befindliche Erde hatte noch 9  $\frac{1}{2}$  Feuchtigkeit und gab noch 7,4 CC. N = 0,011 Grm.  $\text{NH}_3$ , diese hatte sonach an Ammoniak 0,049 Grm. oder 0,49  $\frac{1}{2}$  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. Eisenfluck in Stockholm.

Von den zu vorliegender Untersuchung dienenden Materialien sind Erbsen, Roggen, Roggenstroh, Wiesenheu, Leinsamen und Kartoffeln auf einem eine halbe Meile von Entköping im mittleren Schweden belegenen Gute kultivirt worden; die Kaps- und Leinsuchen wurden aus einer hiesigen Delmühle bezogen, und zwar sind zwei Sorten der ersteren von deutschen Ostseehäfen einverschrieben, die andern beiden Sorten Kapsuchen aber sind hauptsächlich aus ausländischem Kaps geschlagen worden; der Leinsuchen dagegen ist ein echt schwedisches Produkt.

Die Bestimmungen selbst betreffend, sind im Allgemeinen die bekannten Methoden angewendet worden; so für Asche, Wasser und Sticksstoff; 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. Kapsuchen = 10,82 Proc. Fette; dagegen nach dreitägiger kalter Digestion bei

1,2205 Grm. desselben Kapstuchens 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 Ermittlung 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 Dillkuchen 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 mühsamsten 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 Wasserfäule 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 Natronalkali lieferten, auf Protein dient die Zahl 6,25.

Folgende Tabelle enthält die procentisch berechneten Ergebniszahlen 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<br>1,37   | 1,36     | 8,5   | 2,29           | 1,47  |       |
| Roggenstroh    | 12,39   | 4,79         | 82,82          | 0,41<br>0,45   | 0,43     | 2,68  | 1,43           | 36,05 |       |
| Wiesenheu .    | 12,87   | 7,33         | 79,80          | 1,52<br>1,59   | 1,56     | 9,75  | 4,20           | 22,09 |       |
| Kartoffeln .   | 75,74   | 1,27         | 22,99          | 0,259<br>0,278 | 0,268    | 1,70  | —              | 0,64  |       |
| Leinsamen .    | 9,28    | 3,33<br>3,32 | 87,39          | 3,58<br>3,60   | 3,59     | 22,4  | 35,29<br>35,82 | 35,56 | 4,16  |
| Leinkuchen .   | 13,49   | 6,99         | 79,52          | 4,87<br>5,07   | 4,97     | 31,1  | 11,49<br>11,59 | 11,54 | 7,87  |
| Kapstuchena.   | 13,71   | 8,07         | 78,22          | 5,19<br>5,38   | 5,28     | 33,0  | 10,97<br>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<br>10,16 | 10,24 | —     |

Zur nähern Bezeichnung der Qualität dieser Futtermittel, welche sorgsam gereinigt zur Analyse verwandt wurden, und als Vorausscheidung zu der in nächster Tabelle aufgeführten procentischen Zusammensetzung derselben, mögen noch einige weitere Zahlenverhältnisse folgen.

1 sächf. Scheffel Erbsen hiervon würde 123,075 Kilogr. 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 Pfleehäfen bezogen.



ließ, nach der von Herrn Dr. Elman 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 angustifolia Roth . . . . .    | 44,49  | =  |
| 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   | =  |
| Bonchus 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  | =  |
|                                      | <hr/>  |    |
|                                      | 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  $\frac{1}{4}$  = 14,3 Proc. Wasser berechnet) befindliche Quantität Protein als Einheit in Relation zu Fett, Holzfaser und den übrigen stickstofffreien Nährstoffen.

| Futterstoff.  | Wasser. | Mineral-<br>Bestand-<br>theile. | Pro-<br>tein. | Fett. | Holz-<br>faser. | Uebrige<br>Stickstoff-<br>freie Sub-<br>stanzen. | Verhältnisse zwischen<br>Prot., Fett, Holz-<br>und N.-freie Subst. |
|---------------|---------|---------------------------------|---------------|-------|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Erbsen . . .  | 15,03   | 2,78                            | 24,3          | 1,51  | 4,30            | 52,08                                            | 1:0,061: 0,177: 2,148                                              |
| 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                                              |
| Leinfuchsen . | 13,49   | 6,99                            | 31,1          | 11,54 | 7,87            | 29,01                                            | 1:0,371: 0,258: 0,923                                              |
| Kapstüchsen   |         |                                 |               |       |                 |                                                  |                                                                    |
| 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 | 37,88           |                                                  | 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 Rothkleeß in den verschiedenen Perioden seines Wachsthums

von

R. Albricht, Affiktent.

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 Sennebier's, Ingenhous's, vor Allen aber durch die streng wissen-

schäftlichen 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 Lassaigue. Kein 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 Gaggeri 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 Bedürfnis 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, veröffentlichte Boussingault, Landwirth und Gelehrter zugleich, seine „*Economia rurale*“. Was dieser mächtige Geist, so Praktiker wie vertraut mit den Grundlehren aller Zweige der Naturwissenschaften, unter den verschiedenlichsten 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, Schwertz 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 angehäuften Material im Gebiete der Agriculturchemie, die Ausbeute zahlreicher Untersuchungen und Versuche, hat zwar den Praktikern schon manche materiellen Vortheile gewährt, auch einzelne Naturgesetze aufzuhellen gebietet, 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 Faserpflanze“ 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 u. 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.

#### Methodo 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 Nahrungsfaß 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 Entwicklung der primitiven Gebilde der neuen Pflanze; das Wurzelschen 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 aufzufangen und einen Theil unbrauchbar gewordener Körper auszuschleiden 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 Wurzelschen 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 Lebensperiode des Rothkleees 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 Entwicklung 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 angefaet werden: bei günstiger Witterung gelangt er häufig schon im ersten Jahre zur Blüthe. Ich behüte 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 angefaete 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 Blüthenknospen 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 Rothkleees zu einander kennen zu lernen, wurde ein Theil des Versuchsfeldes zur Zeit der Blüthe gemähet, und die jetzt aus der Wurzel neu herauswachsende Pflanze durchließ normal die Perioden des ersten Schnittes.

Ein richtiges 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 anliegenden häutigen Verbreiterung) und Blätter; die der zweiten in Stengel und die beiden vorgenannten Organe, zu denen sich in der dritten Periode noch die Blüthen (Blüthenknospen, Blüthen in voller Entwicklung und solche, die bereits abzustarben begonnen, gemischt) gesellten, welche letztere in der vierten Periode in Blüthenheile 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  $110^{\circ}$  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, wogte und trocknete bei  $110^{\circ}$  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 Platinsalmial und Berechnung des Stickstoffs aus dem hieraus durch Glühen erhaltenen Platin.

Zur Ermittlung der Schwefelsäure- und Chlormenge bediente ich mich des von R. Arendt in seiner Arbeit „Ueber das Wachsthum der Faserpflanze“ 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 fällt ich heiß mit salpetersaurem Baryt. Das vom schwefelsauren Baryt

getrennte Filtrat wurde mit Silberalpeter 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 gelbsten 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 Glascolben 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 trodrene Pflanzenmasse 6,0 Grm. eines Gemisches von 1 Theile wasserfreien kohlenfauren Natrons und 3 Theilen salpetersfauren Kalis, löste in Wasser und verdampfte zur Trodne; die hellbraune oder gelbgefärbte grobkrümlige Salzmasse ward bei 110° C. längere Zeit getrodnet 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 Gesamtschwefelsäure 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 schwefelsfauren Baryt getrennten Flüssigkeit die überschüssige Schwereerde durch ein möglichst geringes Plus von schwefelsfaurem Natron, filtrirt, concentrirt und trennt die Phosphorsäure mittelst molybdaensauren Ammons, löst den Niederschlag in reinem Ammon und fällt mit schwefelsfaurer 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 alkalischen Erden, daß ein Verlust an Phosphor beim Versaschen nicht wohl zu fürchten war, und habe ich deshalb 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.    | 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 Gesamtschwefelsäure 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 abgetrieben. 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 Vierteltheile dienten zur Bestimmung des Eisens, Kalks u., ein Vierteltheil zur Alkalienbestimmung. Das Eisen ward durch essigsaures Natron abgetrieben und als phosphorsaures Eisenoxyd ( $\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{PO}_2$ ) bestimmt, der Kalk aus dem erkalteten essigsauren Filtrat als oxalsaure gefällt und als kohlensaurem gewogen. Das Filtrat vom Kalniederschlag wurde in zwei Hälften getheilt; aus der einen durch phosphorsaures Natron und Ammon die Magnesia, aus der anderen mittelst schwefelsaurer Ammonmagnesia die Phosphorsäure abgetrieben. 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 Lösbarkeit 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 Rothklee in sich, mit Ausschluß des in den Proteinstoffen enthaltenen Schwefels und nach Abzug der dem Chlor äquivalenten Menge Sauerstoff.

Bevor ich zu den Untersuchungsergebnissen 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, Mähklee, Weizen (Kroggen), 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 Versuchstation, 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 besät. 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 Stode 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 abgeseibter 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      | nach dem Fuß weber Sand noch Grub. |

Dieser Schilderung der beiden Bodenarten mag zuvörderst eine genauere Charakteristik der darauf zur Entwicklung gelangten Kleeperioden folgen; in der ersten Tabelle die absoluten Gewichtsverhältnisse der verschiedenen Organe für je 10,000 frische oder wasserfreie Pflanzen in Zolpfunden, in der zweiten die entsprechenden relativen Verhältnisse.

\*) Ueber die Bestimmung des Ammoniak der Ackererden cf. „Btschr. f. d. anw. Verf.-Stat.“ Bd. III. S. 213 ff. Die Red.

Tabelle I.

|                    |                                  | Tag der Ernte.                     | Entwicklungsdauer<br>der Periode. | Temperaturmittel<br>in °R. | Regenmenge in par-<br>tiser Zollen. |
|--------------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Reise 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<br>Tagen d. August. | —                                 | —                          | —                                   |
|                    | " 2 " 1                          | 26. Juni. *)                       | —                                 | —                          | —                                   |
|                    | " " 2                            | 26. Juni. *)                       | —                                 | —                          | —                                   |
|                    | " " 3**)                         | 1. Juli.                           | —                                 | —                          | —                                   |
| Reise II. 1859/60. | Jahrgang 1, Schnitt 1, Periode 1 | 22. Juli.                          | 63 Tage                           | 15,40                      | 2" 0,18"                            |
|                    | " 2 " 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 allmähliche Raub 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 Entwicklungsdauer der Perioden, die mittlere Temperatur und den Regenfall anzugeben.

\*\*\*) Die vierte Periode des zweiten Schnittes konnte nicht gesammelt werden, weil vor der Reise 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.

|                                  |  | reif:    |                  |          |          |         | maßfertig: |                  |          |          |         |
|----------------------------------|--|----------|------------------|----------|----------|---------|------------|------------------|----------|----------|---------|
| Ge enthalten 10,000 Tpeile       |  | Stengel. | Blatt-<br>fielc. | Blätter. | Blüthen. | Sa.     | Stengel.   | Blatt-<br>fielc. | Blätter. | Blüthen. | Sa.     |
| gange Pflangen.                  |  |          |                  |          |          |         |            |                  |          |          |         |
| Jahrgang 2, Schnitt 1, Periode 2 |  | 4979,2   | 1897,6           | 3123,2   | —        | 10000   | 3680,5     | 1911,8           | 4407,7   | —        | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 4433,7   | 1077,3           | 2251,4   | 2237,6   | 10000   | 4517,4     | 840,8            | 2296,6   | 2345,2   | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 4986,1   | 674,4            | 867,6    | 3451,9   | 10000   | 4817,8     | 690,9            | 869,3    | 3622,0   | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | —        | 4431,2           | 5588,8   | —        | 10000   | —          | 3294,2           | 6705,8   | —        | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 2994,1   | 2919,5           | 4086,5   | —        | 10000,1 | 2126,5     | 2523,5           | 5349,9   | —        | 9999,9  |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 5217,8   | 730,6            | 1740,3   | 2311,2   | 9999,9  | 5196,8     | 718,8            | 1950,8   | 2133,6   | 10000   |
| Jahrgang 1, Schnitt 1, Periode 1 |  | —        | 5953,4           | 4046,6   | —        | 10000   | —          | 5349,5           | 4650,5   | —        | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | —        | 4874,3           | 5125,7   | —        | 10000   | —          | 3835,6           | 6164,4   | —        | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 4853,8   | 2438,6           | 2707,6   | —        | 10000   | 4359,5     | 2226,7           | 3414,0   | —        | 10000,2 |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 6163,3   | 1110,6           | 1692,6   | 1033,5   | 10000   | 6450,4     | 826,6            | 1821,1   | 901,9    | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | —        | 5291,9           | 4708,1   | —        | 10000   | —          | 4368,4           | 5631,6   | —        | 10000   |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 3644,1   | 3195,4           | 3160,5   | —        | 10000   | 3120,1     | 2949,1           | 3930,7   | —        | 9999,9  |
| " " " " " " " " " " " "          |  | 5648,4   | 1203,1           | 1380,8   | 1767,7   | 10000   | 5629,3     | 779,3            | 1535,3   | 2056,1   | 10000   |

Reihe I. 1858/59. | Reihe II. 1859/60.

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 Kleeplanzen 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 Entwicklung der Kleeplanze zeigen.

Die Rothkleeplanze nimmt an Trockenmasse zu von Beendigung der Keimungsperiode an bis zur vollendeten Ausbildung des Samens. Der ganzen Planze folgen hierin ausnahmslos der Stengel und die Blätter; Blattstiele und Blätter wachsen bis zur Entwicklung der Stengel, worauf sie von unten herauf abzustarben 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 aufstehenden Blättchen in Mitleidenschaft. Die Blätter nun, als die eigentlichen Transpiratoren des von den Wurzeln reichlich zugeführten, wichtigen Nährstoffe zubringenden Wassers, bilden sich in dem Maße, 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 Planze, wie ihre Organe besigen 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 Entwicklung des ersten Schnittes beim Rothklee bedingt ist. Den größten Einfluß üben sehr wahrscheinlich Witterungsverhältnisse und die hiervon bedingte Entwicklungsdauer. In Reihe 2 ist in der That die Zeit der Entwicklung 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 Klee- pflanze 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 Alerorgane und der ganzen Pflanze am  
Schluß der verschiedenen Wachstumsperioden, Schnitte und  
Reihen.

## Das Wasser.

## Reihe I. Jahrgang 2.

| Es enthalten<br>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<br>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       | 8283       | 8191       | 8430       | 8157       | 7757       |
| Blüthen . . . . .       | —          | —          | —          | 8533       | —          | —          | 7654       |
| Ganze Pflanze . . . . . | 8084       | 8558       | 8642       | 8318,5     | 8088       | 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<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>wasserfrei. | Schnitt 1.    |               |                  | Schnitt 1.       |                   |                   |
|----------------------------------------------|---------------|---------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                                              | Periode<br>2. | Periode<br>3. | Periode<br>4. *) | Periode<br>1. *) | Periode<br>2. **) | Periode<br>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<br>10,000 Theile<br>wasserfrei. | 1859:      |            |           | 1860:      |            |            |            |
|----------------------------------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|                                              | Schnitt 1. |            |           | Schnitt 2. |            |            |            |
|                                              | Periode 1. | Periode 1. | Periode 2 | Periode 3  | Periode 1. | Periode 2. | Periode 3. |
| Stengel . . . . .                            | —          | —          | 9055      | 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 . .                            | 8905       | 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 ergibt. Für die ganze Pflanze muß nothwendig der Fehler noch geringer sein, als für die betreffenden Organe.

Für die organische Trodensubstanz 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 Versuchreihe 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 Kleeplanze 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 Entwicklung 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 Gesamtmenge 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 ersterem 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 Gesamtmenge integrierender 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<br>10,000 Theile<br>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     | 242,97     |
| Blätter . . . . .                            | 398,56     | 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<br>10,000 Theile<br>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     | 284,66     | 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     | 449,60     | 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<br>Theilen<br>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<br>Theilen<br>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      | 19,44   | 17,925  | —       |  |
| Blüthentheile<br>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 Gesamtmenge der Mineralstoffe.

## Reihe I.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>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     | 1236,2  | 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   | —       |
| Blüthenheile<br>ohne Samen                   | —          | —       | —       | —          | 623,4   | —       | —       | —       | 688,5   |
| Samen . . . . .                              | —          | —       | —       | —          | 491,2   | —       | —       | —       | 470,3   |

In der ersten Periode enthalten die Blattstiele ausnahmslos mehr Mineralstoffe, als die Blätter. Periode 2 zeigt erhebliche Schwankungen: in der ersten Versuchreihe 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 Blüten; 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 Blüten ergibt sich Gleichheit, für die unreifen Blüten geringes Minus. Um so entschiedener ist der Einfluß des Bodens auf den Mineralstoffgehalt ausgeprägt: Blattstiele, Blätter, Blüten und ganze Pflanze der zweiten Reihe sind daran erheblich reicher.

### Das Kali.

#### Reihe I.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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     |
| Blüten . . . . .                             | —          | 199,17     | 142,66     | —          | —          | 263,675    |
| Ganze Pflanze .                              | 352,885    | 112,86     | 68,41      | 270,57     | 235,71     | 261,74     |

## Reihe II.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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  | 608,08  | 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     | —       | —       | 255,33  | 162,83  |
| Ganze Pflanze                                | 413,75     | 481,23  | 477,925 | 378,49  | —          | 488,08  | 392,10  | 250,80  | —       |
| Blüthenheile<br>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 an 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 Entwicklung gelangten Individuen. Die Differenzen sind erheblich, ihr mittlerer 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 Natrium.

### Reihe I.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>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   | —       |
| Blüthenheile<br>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 Kothflee, 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 Kothflees. Nur die Blätter der zweiten Reihe scheinen mehr davon zu enthalten, als die der ersten Reihe.

## Die Kalkerbe.

## Reihe I.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>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<br>ohne Samen                  | —          | —       | —       | —       | 308,20  | —          | —       | —       | 330,73  |
| 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 unbedeutend. 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 Maße aufgenommen haben, enthalten die in Ackererde entwickelten relativ mehr Kalkerde.

## Die Magnesia.

## Reihe I.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>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   | —       |
| Blüthenheile<br>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 Tallyerhältnissen für die Organe der beiden letztbesprochenen Perioden ihre Erklärung. Die Stengel und Blattstiele wurden 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 Tallyerde, 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 Tallyerde (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 Versuchreihe 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<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>wasserfrei. | 1859:      |         |         |         | 1860:      |         |         |         |         |
|----------------------------------------------|------------|---------|---------|---------|------------|---------|---------|---------|---------|
|                                              | Schnitt 1. |         |         |         | Schnitt 2. |         |         |         |         |
|                                              | Ver. 1.    | Ver. 1. | Ver. 2. | Ver. 3. | Ver. 4.    | Ver. 1. | Ver. 2. | Ver. 3. | Ver. 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 . . . . .                            | —          | —       | —       | 17,81   | 21,10      | —       | —       | 16,01   | 10,93   |
| Ganze Pflanze . . . . .                      | 6,51       | 8,46    | 6,31    | 6,65    | —          | 11,10   | 6,49    | 10,50   | —       |
| Blüthentheile ohne<br>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 Analytikern 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 deshalb 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<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Theile<br>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<br>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, Blüten, während in der Blütenperiode der übrigen drei Schnitte Blüten und Blattstiele (von fast gleichem Phosphorsäuregehalt) über die Blätter, diese über die Stengel sich stellen. Am phosphorreichsten ist der Same des Rothklee.

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 Blüten stehen in beiden Perioden fast gleich hoch im Gehalt an Phosphorsäure.

Nur die Blüten 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<br>10,000 Theile<br>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       |
| Blüten . . . . .                            | —          | 1,31       | 1,56       | —          | —          | 7,71.      |
| Ganze Pflanze . . . . .                     | 6,73       | 0,60       | 0,565 ?    | ?          | ?          | 5,285      |

## Reihe II.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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    | —       |
| Blüthenheile<br>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<br>10,000 Theile<br>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       | 12,86      | 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<br>10,000 Theile<br>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<br>ohne Samen }                | —          | —       | —       | —       | 7,47    | —          | —       | —       | 9,77    |  |
| Samen . . . . .                              | —          | —       | —       | —       | Spur.   | —          | —       | —       | 0,41    |  |

Aus den großen Schwankungen in der Vertheilung der Kieselsäure über die Kleorgane und aus dem geringen Gehalt derselben an dieser Säure möchte ich folgern, daß sie bei dem Aufbau des Rothklee 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 Raps-pflanze 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 Haferspflanze, Scheven für die der Gerste schließt.

Die Blätter mehrerer Urtica-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. Wiedt\*\*) beobachtet, daß beim Ausziehen der Asche der Blätter von *Urtica dioica*, *urens*, *biloba* u. a. mit Salzsäure ein vollständiges Kieselstelett der Brennhaare dieser Pflanzen zurückbleibe. Er dehnte seine Untersuchungen auf eine größere Reihe anderer Pflanzen

\*) Mittheilungen aus Hohenheim, 1860, Heft 5.

\*\*) E. „Chem. Centralblatt“ 1861, Nr. 10; aus: „Nachrichten von der G. A.-Universität u. d. Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen.“ 1861. Nr. 4. Landw. Versuchs. Stat. III.

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 Kieselsäurefreslett 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 Versuchreihe I. in beiden Schnitten eine procentische Zunahme an Kieselsäure mit fortschreitendem Alter der Reebblätter, doch weicht hiervon Reihe II. wieder zu bedeutend ab, um auf Gefeszmäßigkeit schließen zu lassen. Bei der Faserpflanze 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 gefunden und abgestorbenen Zustand untersuchte, zeigten die toten Organe einen höheren Kieselerdegehalt.

Es enthielten 100 Theile (wasserfrei) an Kieselsäure:

Reihe I., Schnitt 1, Periode 3. Blattstiele. Blätter.  
 gesund. todt. gesund. todt.  
 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 voraus, die eine substantielle Veränderung letzterer zur Folge habe.

### Das Chlor.

#### Reihe I.

| Es enthalten<br>10,000 Theile<br>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<br>10,000 Teile<br>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 . . . . .                           | —          | —       | —       | 38,06   | 7,215      | —       | —       | 25,84   | 5,99    |  |
| Ganze Pflanze . . .                         | 46,70      | 22,70   | 34,64   | 28,48   | —          | 26,31   | 16,94   | 16,35   | —       |  |
| Blüthenhülle<br>ohne Samen } . . . .        | —          | —       | —       | —       | 7,65       | —       | —       | —       | 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 Bierorten,

von

Gustav Merz,

Affistenten am chem. Laboratorium der Königl. Gewerbschule zu Chemnitz.

Man findet im hierconsumirenden 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 berregten 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 Gehaltsermittlung 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  $100^{\circ}$  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  $\frac{1}{2}$  bis 0,18  $\frac{1}{2}$  — ziemlich verschieden ist, je nach der Verschäntungsweise 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 Bierforten Nr. 1, 2 und 5 die einzigen waren, welche sich beim Einlochen nicht trübten, während hingegen alle übrigen viele Flocken 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 Einlochen wieder verdünnten Bieres gänzlich oder zum allergrößten Theile verschwand. Der stets beträchtlichere Niederschlag der Lagerbiere zeigte diese Eölichkeit nicht. Alle untersuchten Sorten reagirten nach dem Einlochen 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 phosphorfaurem Kalk) und viel phosphorsaures Kalk neben phosphorsaurem Natron.

|                            | Gattung und Bezugsquelle<br>des<br>Bieres.                               | Preis<br>von<br>$\frac{1}{2}$ Squ.<br>Rgt. | 100 Gth. des v. d. Rohlfensäure<br>befr. Bieres enthalten: |                                           |               |       | 100 Gth.<br>des<br>Extractes<br>enth. an<br>Wäße. |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|-------|---------------------------------------------------|
|                            |                                                                          |                                            | Wasser.                                                    | Extract<br>(Gummig.,<br>Zucker,<br>Wäße). | Wäße-<br>hol. | Wäße. |                                                   |
|                            |                                                                          |                                            |                                                            |                                           |               |       |                                                   |
| Jugertische<br>Verfärbere. | 1. Trautner's Br. in Hof, Dec. 1860,<br>Gasth. j. Sonne                  | 1,6                                        | 92,68                                                      | 4,96                                      | 2,39          | 0,265 | 5,28                                              |
|                            | 2. v. Tucher's Br. in Nürnberg,<br>Dec. 1860, Gasth. j. Stern            | 2,0                                        | 92,92                                                      | 4,68                                      | 2,45          | 0,260 | 5,62                                              |
|                            | 3. v. Tucher's Br. in Nürnberg,<br>Dec. 1860, Boigtländer's Rest.        | 2,5                                        | 93,26                                                      | 3,95                                      | 2,79          | 0,221 | 7,56                                              |
|                            | 4. v. Tucher's Br. in Nürnberg,<br>Dec. 1860, Hempel's Rest.             | 2,4                                        | 94,06                                                      | 3,53                                      | 2,29          | 0,220 | 7,98                                              |
|                            | 5. Brauerei in Culmbach, Dec. 1861,<br>Stadt Wien                        | 1,9                                        | 90,50                                                      | 6,45                                      | 3,25          | 0,300 | 4,65                                              |
|                            | 6. Trautner's Br. in Hof, Dec. 1861,<br>Franz's Rest.                    | 1,6                                        | 90,71                                                      | 6,50                                      | 2,79          | 0,270 | 4,15                                              |
|                            | 7. v. Tucher's Br. in Nürnberg,<br>Fzj. 1861, Boigtländer's Rest.        | 2,5                                        | 92,49                                                      | 5,35                                      | 2,16          | 0,222 | 4,86                                              |
|                            | 8. v. Tucher's Br. in Nürnberg,<br>Dec. 1861, Gasth. j. Stern            | 2,0                                        | 92,84                                                      | 5,00                                      | 2,16          | 0,250 | 5,00                                              |
|                            | 9. v. Tucher's Br. in Nürnberg,<br>Dec. 1861, Sped. Schildebach          | —                                          | 92,97                                                      | 5,10                                      | 1,98          | 0,250 | 4,50                                              |
|                            | 10. Salzbauer von d. Schloßbrauerei<br>i Chemnitz, Dec. 1860, Stadt Wien | 2,2                                        | 89,96                                                      | 6,12                                      | 4,00          | 0,223 | 4,60                                              |
|                            | 11. Schloßbrauerei in Chemnitz, Dec.<br>1860, Stadt Wien                 | 1,6                                        | 90,71                                                      | 5,58                                      | 3,71          | 0,260 | 4,66                                              |
|                            | 12. Würzler von derselben Brauerei,<br>Dec. 1860, Müller's Rest.         | 1,8                                        | 90,72                                                      | 5,63                                      | 3,85          | 0,269 | 5,43                                              |
|                            | 13. Brauerei d. Cohnig? Nov. 1860,<br>Schurig's Condit.                  | 2,0                                        | 90,92                                                      | 5,43                                      | 3,65          | —     | —                                                 |
| Schloßische<br>Lagerbier.  | 14. Dasselbe, Juni 1861                                                  | 2,0                                        | 92,99                                                      | 4,45                                      | 2,56          | 0,190 | 4,27                                              |
|                            | 15. Communbrauerei in Söban, Sept.<br>1860, Gasth. j. Anfer              | 1,6                                        | 91,96                                                      | 6,40                                      | 2,63          | —     | —                                                 |
|                            | 16. Dasselbe, Juni 1861                                                  | 1,6                                        | 92,68                                                      | 5,10                                      | 2,22          | 0,269 | 5,27                                              |
|                            | 17. Heilichschloßbrauer. d. Dresden,<br>Dec. 1861, Singer's Rest.        | 1,5                                        | 90,57                                                      | 5,50                                      | 3,28          | 0,220 | 4,60                                              |
|                            | 18. Schloßbrauerei in Chemnitz, Dec.<br>1861, Gasth. j. Linde            | 1,6                                        | 90,95                                                      | 5,57                                      | 3,68          | 0,220 | 5,20                                              |
|                            | 19. Weibinger Br. d. Dresden, Dec.<br>1861, Bengel's Rest.               | 1,6                                        | 90,99                                                      | 6,20                                      | 2,90          | 0,240 | 3,97                                              |
|                            | 20. Aktienbrauerei in Pilsen, Dec.<br>1861, Gasth. j. Krone              | 1,6                                        | 91,46                                                      | 5,75                                      | 2,79          | 0,220 | 3,23                                              |
|                            | 21. Adler's Br. in Pilsen, Dec. 1861,<br>Bengel's Rest.                  | 1,6                                        | 91,96                                                      | 5,10                                      | 2,95          | 0,220 | 4,21                                              |
|                            | 22. Rinn's Br. in Chemnitz, Dec. 1861                                    | 1,5                                        | 92,36                                                      | 4,55                                      | 3,07          | 0,250 | 5,49                                              |
|                            | 23. Heilichschloßbrauer. d. Chemnitz,<br>Dec. 1861, Gasth. j. Anfer      | 1,6                                        | 92,50                                                      | 4,28                                      | 2,82          | 0,220 | 4,51                                              |
| Einf. B.                   | 24. Dänischer Wäße, Dec. 1861, Gasth.<br>j. Krone                        | 1,8                                        | 93,15                                                      | 4,99                                      | 2,05          | 0,270 | 7,71                                              |
|                            | 25. Frankfurter Br., Dec. 1860,<br>Müller's Rest.                        | 0,8                                        | 96,23                                                      | 2,50                                      | 1,27          | —     | —                                                 |
|                            | 26. Dasselbe, Juni 1861                                                  | 0,8                                        | 95,00                                                      | 3,00                                      | 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 Nebienstengeln.

Die Untersuchungsergebnisse finden sich in den folgenden Tabellen zusammengestellt.

**Gewicht und Länge der Rübenpflanze.**

|          | I.     |        | II.    |        | III.   |        | IV.     |        |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
|          | Grm.   | Centm. | Grm.   | Centm. | Grm.   | Centm. | Grm.    | Centm. |
| 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   |
| Anderer stickstofffreie Stoffe . . . . . | 4,86   | ?      | 4,29   | 1,29   |
|                                          | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Zucker im Saft . . . . .                 | 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 Samentrüben 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 Blütenentwicklung 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, Blütenkopf) 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 Gräflisch-Rostitz'schen Domäne Přebitz, unweit Teplitz in Böhmen gelegen, entnommen. Das Feld hatte eine Krume von 31,6 Centim.<sup>\*)</sup> und einen humosen Lehmboden mit etwa 40% Sand. Im Frühjahr 1860 wurde das Feld in Reihen von 42,15 Centim. mit Rübensamen (peau rose aus Quedlinburg bezogen) ohne Düngung bestellt. Die Vorfrucht war 1859 Sommerweizen, zu welchem auf 191,8 Quadratmeter 3289 Kilogramm (pro Metze 65 Etr.) Stallmist verwendet worden waren. Nach abgeerntetem Sommerweizen wurde die Stoppelfrucht unterpflügt und abgeeggt, sodann im Spätherbste überadert 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

<sup>\*)</sup> 12 Zoll Wiener Maß.

5. December war bereits den Rüben entnommen. Die erhaltenen Durchschnittsergebnisse sind aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich.

| Unter-<br>suchungszeit. | Größe    | Kleinste | Mittel- | Sacharom. | Zucker      | Äsche |
|-------------------------|----------|----------|---------|-----------|-------------|-------|
|                         | R ü b e. |          |         | Angabe    | des Saftes. |       |
|                         | Grm.     | Grm.     | Grm.    |           |             |       |
| 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       | 0,664 |
| 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   | 398,00   | 507,50  | 15,4      | 12,97       | 0,833 |
| 5. December             | 1137,50  | 472,50   | 717,50  | 17,3      | 14,78       | 0,645 |

Keine der Rüben hatte eine abnorme Größe erreicht. Saccharometergradigkeit 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 Durchschnittsergebnisse der in den einzelnen Perioden erlangten Resultate berücksichtigt. Die größte Zuckernahme fand statt vom 5. September bis 25. October. Der größte Zuckergehalt des Saftes bei allen untersuchten 96 Rüben (die aus den Rieten am 5. December nicht mit einbezogen) war 14,66 ‰ (am 25. October, 5. November, 25. November). Dem 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 Durchschnittsergebnissen keine bestimmten Verhältnisse. Der größte Äschengehalt 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 Stüben nach abnehmender Größe in den einzelnen Perioden geordnet, mit dem entsprechenden Zucker- und Aschengehalt im Saftes finden sich im Folgenden zusammengestellt:

| Datum.      | Gewicht.<br>Grm. | Sacharom. Zucker- Aschen-<br>Gehalt des Saftes. |       |       |
|-------------|------------------|-------------------------------------------------|-------|-------|
|             |                  |                                                 |       |       |
| 5. August:  | 647,50           | 9,4                                             | 6,79  | 0,848 |
| "           | 350,00           | 11                                              | 8,05  | 0,813 |
| "           | 358,75           |                                                 |       |       |
| "           | 341,25           |                                                 |       |       |
| "           | 341,25           |                                                 |       |       |
| "           | 280,00           | 12,1                                            | 9,68  | 1,147 |
| "           | 262,50           |                                                 |       |       |
| "           | 236,25           |                                                 |       |       |
| "           | 240,62           | 13                                              | 9,96  | 0,672 |
| "           | 227,50           |                                                 |       |       |
| "           | 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.<br>Gm. | Sacharom.          | Zucker- | Äpfel- |
|----------------|-----------------|--------------------|---------|--------|
|                |                 | 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          |                    |         |        |
| "              | 328,75          | 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.<br>Gm. | Gehalt des Saftes: |         |         |
|--------------|-----------------|--------------------|---------|---------|
|              |                 | Sacharom.          | Zucker- | Aschen- |
| 8. 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   |
| 23. 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.<br>Grm. | Gehalt des Saftes. |        |        |
|---------------|------------------|--------------------|--------|--------|
|               |                  | Sacharom.          | Zuder- | Äpfel- |
| 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. | Sacharom.          | Zuder- | Aschen- |
|--------------|----------|--------------------|--------|---------|
|              | Grm.     | 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 Zuder- und Aschengehalt derselben nicht, d. h. bei Rüben von der Größe, wie sie zur Untersuchung verwendet wurden.

## VI.

### Analysen von Koproolithen und Brandschiefern aus Böhmen.

In Böhmen kommen Koproolithen 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 Koproolithen an einzelnen Orten in England und Frankreich. Wenn auch immerhin bei dem nur geringen Vorkommen die Rothsteine 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 Koproolithen der folgenden Fundorte einer Untersuchung unterzogen:

1) Koproolithen aus Starckenbach. Dieselben sind einzeln in den sogenannten Brandschiefern des Rothliegenden des nordöstlichen Böhmens eingelagert.

2) Koproolithen aus dem Raconitzer Rothliegenden. Finden sich auf den Feldern dieser Gegend einzeln in der Ackertrume zerstreut. Fundort zwischen Kruschowitz und Friedl; sie liegen lose in den Feldern. Die eigentlichen Koproolithen sind immer im Innern eines braunen eisenhaltigen Gesteines von eisförmiger Gestalt und etwa der Größe eines Taubeneies eingeschlossen. Außengestein mit den Koproolithen wurden gepulvert und das Pulver zur Untersuchung verwendet.

3) Koproolithen aus der Kreideformation bei Kostitz.

Es enthielten 100 Gewichtstheile der Koproolithen aus:

|                                 | Starckenbach. | Friedl. | Kostitz. |
|---------------------------------|---------------|---------|----------|
| Kali . . . . .                  | 0,98          | }       | 0,31     |
| Natron . . . . .                | 0,36          |         |          |
| Magnesia . . . . .              | 1,04          | 2,09    | 6,41     |
| Kallerde . . . . .              | 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 (Braunschiefer), in welchem die Saprolithen vorkommen, zeigt die folgende Zusammensetzung.

Starkenbach:

|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| Chlornatrium . . . . .                     | Spur. |
| Natron . . . . .                           | 0,76  |
| Kali . . . . .                             | 0,01  |
| Kalkerde . . . . .                         | 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 |
|                                            | <hr/> |
|                                            | 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:

|                                                         | Biehsalz   |          | Dungsalz   |
|---------------------------------------------------------|------------|----------|------------|
|                                                         | von        |          | von        |
|                                                         | Wieliczka. | Gmunden. | 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 unlös-<br>licher Rückstand . . . . . | 1,22       | 1,33     | 3,55       |
|                                                         | 100,00     | 100,00   | 100,00     |

Von vielen Landwirthen wird behauptet, das Gmündener Biehsalz 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 Verwechslung 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 Atmosphärrillen 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 Wurzelabscheidungen 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 Ammonial dürften beide assimilirbare Formen sein, indessen



scheinen sich die Ernährungstheorien meist auf die Nothwendigkeit der Gegenwart des vom Ackerboden gebundenen Ammoniak 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, anfang, 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 Hinzufügen verschiedener Salze, zu einem Brunnenwasser, das seiner Natur nach in

etwer Lösung der Bodenbestandtheile bestand, entsprang aus der Ueberszeugung, 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 fällt 6 bis 10 Pfund derselben in eine Krystallirrschale 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 ausgelangte 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 Kalis, 200 Grm. salpetersaurer Tallerde und 50 Grm. Bittersalz in 250 Liter Wasser. Man läßt 3 Wochen lang stehen, seigt 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 kohlen-saure 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 Einsäuern 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 Wurzelabscheidungen von den an und für sich in Wasser unlöslichen Mineralsalzen aufgelöst hat; Aberdies 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, ob schon 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 Frühjahr, 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 Kohlarthen 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, noch und noch 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 enthält, 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 zerlegt 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 ausschleiden und daß in einigermaßen stark alkalischen Lösungen keine Pflanze gedeiht, zeigen nun, daß man eine Nährstofflösung für Pflanzen nicht mit der einzigen Arbeit des Lösen 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 abgeforderte Alkali bindet, das späterhin sich durch herzugeführte Salpetersäure, Phosphorsäure und Kieselsäure sättigen und von Neuem in auffaugbare Salze verwandeln mag, übernehmen und von Zeit zu Zeit jene Alkalität der die Wurzeln umgebenden Lösung aufheben muß, wenn man in wässrigen Lösungen Pflanzen cultiviren will. Man kann diesen schädlichen Einfluß bei kleinen Pflanzen allerdings dadurch beseitigen, daß man verhältnismäßig eine große Menge der Salzlösung gleich zu Anfang den Pflanzen darbietet, wodurch die Ausscheidungen sehr verdünnt und in gleichem Maße 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 Frühjahr so weit vorwärt, 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 notwendigen Bestandtheil für die Ausbildung der Organe der Gräser angesehen hat, zeigte sich als einen bloßen Begleiter der dazu erforderlichen Stoffe, und obgleich 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 notwendiges Material zur Erzeugung der organischen Masse der Sumpfpflanze.

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 unlängbar 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 Dryde 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 Dryde des Kohlenstoffs, das in der Natur sich bilden kann, der Kohlen säure, durch Reduction im Pflanzenorganismus assimilirt wird, und daß alle Mineralkörper als Drydsalze 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 Dryd 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 Kohlen säure 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, Tollerde (und Eisen?), Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure als scheinbar nothwendige Mineralkörper übrig, und in der That habe ich nun Gerste, Hafer, Weis, 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 ihre Aether nach dem Absterben hinterläßt, alle wieder verbrennen, so daß man mit Bezagnahme hierauf auch sagen kann, die Pflanze lebt von ihren eignen vollkommen verbrannten Excrementen und Verwesungsproducten.

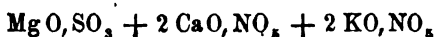
Nach diesen vorläufigen allgemeinen Bemerkungen, mit welchen ich indessen bereits auf die Einfachheit der Mischungen, welche zu einer Nährstofflösung gestaltet werden können, hingewiesen habe, gehe ich zur Beschreibung desjenigen meiner Versuche über, bei welchem ich die einzelnen Acte der Vegetation 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 andern 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 Verwurzelung 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 Tausend 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 Tausend 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 Äquivalenten zusammengefasst. Hat dies auch bezüglich der Pflanze keine besondere Bedeutung, so erleichtert es die Beurtheilung der Frage, in welchem Ernährungszustande die Wäsen in den Lösungen angetroffen werden, nachdem Pflanzen eine Zeit lang darin vegetirt haben. Ich wählte, um mehr Kalk als Kalkerde, und mehr Kali als Kalk in der Lösung zu haben, die chemische Proportion:



als Norm zur Herstellung einer für alle Perioden beizubehaltenden Lösung von Bittersalz, Kalisalpeter und Kalksalpeter, in welcher beim Versub frisch gefälltes phosphorsaures Eisen aufgeschlämmt und zu welcher auferdem noch auf je 500 Cub.-Centim. ein bestimmtes Volumen einer Lösung von phosphorsauerm Kali hinzugesetzt wurde, welche in 10 CC. 0,0625 Grm. Phosphorsäure und 0,0409 Kali enthielt oder 0,1034 Grm phosphorsaures Kali =  $\text{KO, PO}_3$ , welches als  $(\text{KO, 2HO}) \text{PO}_3$  in desillirtem Wasser aufgelöst wurde.

Mit jedem Zusatze von 10 CC. dieser Lösung erhielt also die ganze Mischung ein Quantum von genau genug 0,1 Grm. phosphorsauerm Kali ( $\text{KO, PO}_3$ ).

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   | $\text{BaOSO}_3$             | = 0,0495 | Schwefelsäure, |
| = 0,065          | $(\text{MgO})_2 \text{PO}_3$ | = 0,0233 | Kalkerde,      |
| = 0,166          | $\text{CaO, SO}_3$           | = 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.<br>Normallösung A. | 500 CC.<br>Normallösung A. | 600 CC.<br>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 =                   |
| Tallerde      | 0,0293 =                   | 0,1165 =                   | 0,1398 =                   |
| Kali          | 0,0940 =                   | 0,4700 =                   | 0,5640 =                   |
|               | <u>0,4512 Grm.</u>         | <u>2,2560 Grm.</u>         | <u>2,7072 Grm.</u>         |

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 Gesamttzusammensetzung. Das Kali, welches als  $\text{KO}$ ,  $\text{PO}_5$  und dasjenige, welches als  $\text{KO}$ ,  $\text{NO}_5$  zugesetzt wurden, sind getrennt aufgeführt und durch eine Klammer verbunden.

|               | Periode I.<br>12 CC. Lösung von $\text{KO}$ , $\text{PO}_5$ ,<br>600 CC. Normallösung A. | Periode II.<br>10 CC. Lösung von $\text{KO}$ , $\text{PO}_5$ ,<br>500 CC. Normallösung A. |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | Darin sind enthalten:                                                                    | Darin sind enthalten: •                                                                   |
| Salpetersäure | 1,2960 Grm.                                                                              | 1,0800 Grm.                                                                               |
| Schwefelsäure | 0,2970 =                                                                                 | 0,2475 =                                                                                  |
| Phosphorsäure | 0,0750 =                                                                                 | 0,0625 =                                                                                  |
| Kalk          | 0,4104 =                                                                                 | 0,3420 =                                                                                  |
| Tallerde      | 0,1398 =                                                                                 | 0,1165 =                                                                                  |
| Kali          | { 0,5640 =<br>0,0490 =                                                                   | { 0,4700 =<br>0,0408 =                                                                    |
|               | <u>2,8312 Grm.</u>                                                                       | <u>2,3593 Grm.</u>                                                                        |

| Periode III. und IV.                         |             | Periode V.                                   |             |
|----------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------|-------------|
| 20 CC. Lösung von $\text{KO}, \text{PO}_3$ , |             | 30 CC. Lösung von $\text{KO}, \text{PO}_3$ , |             |
| 500 CC. Normallösung A.                      |             | 500 CC. Normallösung A.                      |             |
| Darin sind enthalten:                        |             | Darin sind enthalten:                        |             |
| Salpetersäure                                | 1,0800 Grm. | Salpetersäure                                | 1,0800 Grm. |
| Schwefelsäure                                | 0,2475 "    | Schwefelsäure                                | 0,2475 "    |
| Phosphorsäure                                | 0,1250 "    | Phosphorsäure                                | 0,1875 "    |
| Kalserde                                     | 0,3420 "    | Kalserde                                     | 0,3420 "    |
| Kalserde                                     | 0,1165 "    | Kalserde                                     | 0,1165 "    |
| Kali                                         | {0,4700 "   | Kali                                         | {0,4700 "   |
|                                              | {0,0816 "   |                                              | {0,1224 "   |
| <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>    |             | <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/>    |             |
| 2,4626 Grm.                                  |             | 2,5659 Grm.                                  |             |

In jeder Mischung mit Ausschluß der von Periode V wurde dann noch 0,1 Grm. phosphor. Eisen aufgeschlämmt.

Die zu den einzelnen Perioden zubereiteten Lösungen, so wie sie in Vorstehendem aufgeführt sind, haben die Beschaffenheit, daß wenn eine Weispflanze 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 Weispflanze darin vegetirt.

Auf diese Eigenschaft der Lösungen, kein Salz an den Gefäßwänden 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 sämtlichen Perioden durchaus neutral, sie reagiren auf empfindliches geröthetes Lakmus in Folge etwas gelbsten kohlensauren Kalis ganz schwach alkalisch.

Herzvorzuheben 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 Glaszylinder von 400 CC. Inhalt mit weiter Mündung. Man durchbohrt einen Spundloch, schneidet ihn in zwei Hälften, nimmt den Stamm der Pflanze in der Durchbohrung auf und schließt damit die Mündung des Glaszylinders. 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 Spundloch sammt dem Glasrande mit befeuchtem 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 kohlenstoffhaltigen Luft erhalten werden kann. In diesem Gefäße verbleibt 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

kräft durch wiederholtes Wägen die Zunahmen am Lebendgewicht bei der Versuchspflanze verfolgen.

Während des Verlaufs dieser ersten Periode, die man mit verdünnter Salzlösung (ohne deren relative Salzmenge 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 Mark, wo der Wasserpiegel steht und mißt so viel destillirtes Wasser in einer besonderen Flasche ab, daß, wenn dieses, indem man es nach Bedürfnis 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 Kork befestigt worden war, ist die heiläufige 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 absteicht 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 zersezt 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 Salzfäure eingeblüht. Bevor ich neue Lösungen in das Versuchsgesäß eingoß, wurden die Wurzeln der Versuchspflanze einmal mit destillirtem Wasser abgospült 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 Gesamtflüssigkeit, die mittels der Tubulatur unten aus dem Versuchsgesäß 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 eingeblunztet. Die Lösung überzieht sich, so wie die Kohlenäure in der Hitze entweicht, sofort mit einer Haut von kohlenäurem Kalk, und wenn das Wasser ganz verschwunden ist, findet man in der Schale einen theils pulverförmigen, theils krustenförmig abgesetzten Niederschlag von kohlenäurer Kalk- und Talkerde. Zieht man diesen Rückstand mit Wasser aus, so fällt oxalsaures Ammoniak aus der mit Essigsäure angesäuerten Lösung nur einige Milligramme kohlenäuren Kalk, und phosphorsaures Ammoniak und Aetzammoniak ebenfalls nur Milligramme von phosphorsaurer Ammoniakalkerde. 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 kohlenäure Salze die Zersetzung der Salpetersäure bewiesen.

2) Die Bestimmung der Kieselsäure geschah mit dem zweiten Viertel. Dieses ward mit Salzsäure zur Trockne eingeblunztet, 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 kohlenäurem Natron versetzt, einblunztet 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 Tallerde zusammen und filtrirt ab. Den Niederschlag auf dem Filter löst man in Salzsäure und bestimmt darin den Kalk und die Tallerde, 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 Trodne eingedunstet und im Filtrate das Alkali bestimmt. Zugleich habe ich das Alkali in Chlormetall umgewandelt und dieses später in das Platinschlorid doppelsalz, um zu sehen, ob etwa Natron wesentlich durch das Brunnenwasser und durch Vermitteln 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 Hilfe eines kieselstoffsäuren 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 <sub>3</sub>                | = 0,031 SO <sub>3</sub> |
|                                          | = 0,000 PO <sub>5</sub> |
| 0,090 Ca O, SO <sub>3</sub>              | = 0,037 CaO             |
| 0,045 (MgO) <sub>2</sub> PO <sub>5</sub> | = 0,016 MgO             |
| 0,090 K Cl.                              | = 0,057 KO              |



## Periode II.

|                                          |                          |
|------------------------------------------|--------------------------|
| 0,124 Ba O SO <sub>3</sub>               | = 0,0426 SO <sub>3</sub> |
|                                          | = 0,0000 PO <sub>5</sub> |
| 0,116 Ca O SO <sub>3</sub>               | = 0,0178 CaO             |
| 0,060 (MgO) <sub>2</sub> PO <sub>5</sub> | = 0,0215 MgO             |
| 0,124 KCl                                | = 0,078 KO               |

## Periode III.

|                                          |                          |
|------------------------------------------|--------------------------|
| 0,125 BaO SO <sub>3</sub>                | = 0,0429 SO <sub>3</sub> |
|                                          | = 0,0000 PO <sub>5</sub> |
| 0,088 CaO SO <sub>3</sub>                | = 0,036 CaO              |
| 0,060 (MgO) <sub>2</sub> PO <sub>5</sub> | = 0,0215 MgO             |
| 0,100 KO, SO <sub>3</sub>                | = 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 kohlen-saure 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 kohlen-sauren 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 eingetrodnet, 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 eingetrodnet, um alle kohlen-saure 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 phosphorsäurem 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) $\frac{1}{4}$ 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 Ammoniak und phosphorsaurem Ammoniak fiel (vom Gemenge der phosphorsauren Kalkerde und phosphorsauren Ammoniakalkerde), 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 gegläht und gewogen (der Kalk war in diesem Falle als kohlensaurer, die Talkerde wie sonst als phosphorsaure Ammoniakalkerde erhalten) wieder auf, brachte die Lösung auf gerade 150 CC. und wandte nun zu den Einzelbestimmungen wiederum jedesmal 50 CC. an, um den Gesamtgehalt der Bestandtheile ebenso wie bei den früheren Analysen, für  $\frac{1}{4}$  der Lösung zu erhalten. Es werden gewonnen:

|                                                                |                       |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Als Gesamtgehalt von $\frac{1}{4}$ der Lösung                  | Im Ganzen also        |
| 0,100 BaO SO <sub>3</sub> = 0,03435 SO <sub>3</sub> . . .      | 0,1374 Schwefelsäure, |
| = 0,0000 PO <sub>5</sub> . . .                                 | 0,0000 Phosphorsäure, |
| 0,0720 CaO SO <sub>3</sub> = 0,0297 CaO . . .                  | 0,1188 Kalk,          |
| 0,0500 (MgO) <sub>3</sub> PO <sub>5</sub> = 0,017968 MgO . . . | 0,0719 Talkerde,      |
| 0,060 KO SO <sub>3</sub> = 0,0324 KO . . .                     | 0,1296 Kali.          |

Und von dem Gesamtkalkgehalt = 0,1188 waren also nur 0,006, und von dem Gesamttalkerdegehalt = 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 Kohlenensäure gebunden waren. Es ist hier aber noch die Schwefelsäure in zwei Theilen besonders bestimmt. Die Lösung, so wie sie von den Wurzeln abließ, 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 $\frac{1}{4}$ der ganzen Lösung:                                  | Folglich im Ganzen:   |
| 0,120 BaO, SO <sub>3</sub> = 0,041 SO <sub>3</sub>                                 | 0,1640 Schwefelsäure, |
| 0,0025 (Ur <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), PO <sub>5</sub> = 0,0005 PO <sub>5</sub> | 0,0020 Phosphorsäure. |

2) In den zweiten 50 CC. das Kali, nachdem Kalk- und Tallerde entfernt waren. Es wurde durch die oben erwähnte Fluorkieselverbindung ausgefällt, und als schwefelsaures Kali gewogen:

|                                             |                               |
|---------------------------------------------|-------------------------------|
| Erhalten von also $\frac{1}{4}$ der Lösung: | Folglich im Ganzen enthalten: |
| 0,0876 KO SO <sub>3</sub> = 0,04735 KO      | 0,18940 Kali.                 |

3) Wurden die 100 CC. Lösung eingebunstet, bis der kohlen saure Kalk und die kohlen saure Tallerde 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 <sub>3</sub>          | = 0,0028 CaO             |
| 0,020 (MgO), PO <sub>5</sub>       | = 0,00718 MgO            |
| 0,224 BaOSO <sub>3</sub>           | = 0,0769 SO <sub>3</sub> |

In der ganzen ursprünglichen Lösung waren folglich als in Wasser lösliche nicht kohlen saure Salze:

|                       |                           |
|-----------------------|---------------------------|
| 0,0056 Kalk,          | } Dazu das Kali von oben. |
| 0,0144 Tallerde,      |                           |
| 0,1538 Schwefelsäure. |                           |

Es ist hier zunächst darauf hinzuweisen, daß die Schwefelsäure fast völlig in der Lösung enthalten ist, denn die unter 1 angeführte, mit  $\frac{1}{4}$  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 Tallerde nebst etwas Gyps bestehen konnte, wurde in Salzsäure gelöst analysirt:

B. Folglich berechnet für das Ganze,

B. Man erhält daraus:

$$0,145 \text{ CaO SO}_3 = 0,0590 \text{ CaO}$$

$$0,009 (\text{MgO})_2 \text{ PO}_5 = 0,0323 \text{ MgO}$$

$$0,014 \text{ BaO SO}_3 = 0,0048 \text{ SO}_3$$

d. h. mit 2 multiplicirt:

$$0,1180 \text{ Kalk,}$$

$$0,0646 \text{ Tallerde,}$$

$$0,0096 \text{ Schwefelsäure.}$$

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:

$$\text{SO}_3 \dots\dots = 0,1640$$

$$\text{PO}_5 \dots\dots = 0,0020$$

$$\text{CaO} \left\{ \begin{array}{l} 0,0056 \\ 0,1180 \end{array} \right\} = 0,1236$$

$$\text{MgO} \left\{ \begin{array}{l} 0,0144 \\ 0,0646 \end{array} \right\} = 0,0790$$

$$\text{KO} \dots\dots = 0,1894$$

und von dem ganzen Kalkgehalte = 0,1236 können möglich nur die 0,0056 und ebenso von dem ganzen Tallerdegehalte = 0,0790 nur die 0,0144 als salpetersaure Salze übrig geblieben sein, während die Salpetersäure von 0,1180 Kalk und 0,0646 Tallerde 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 Salzengen, welche die

Pflanze in den einzelnen Perioden im Verhältnis 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 Salz mengen sie an destillirtes Wasser, während sie noch vegetirte, zurück liefern würde. Im Laufe der sechsten Periode, in der sie bloß destillirtes Wasser bekam, schwoh 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 bemerkte 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 Lallerde 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 u.

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

Abchnitt 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.

Abchnitt 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.

Abchnitt III., vom 1. Juli bis 12. Juli:

8 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       |
|               | <hr/> 2,8313 | <hr/> 0,5640 | <hr/> 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:

$$\text{gegeben: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 2,9; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,5; \quad \frac{\text{SO}_2}{\text{MgO}} = 2,1.$$

$$\text{aufgesogen: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 3,4; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,5; \quad \frac{\text{SO}_2}{\text{MgO}} = 2,2.$$

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       |
|               | <hr/> 2,3595 | <hr/> 0,7596 | <hr/> 0,5199 |

Verhältnisse von Basen und Säuren zu einander:

$$\text{Gegeben: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 2,9; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,5; \quad \frac{\text{SO}_2}{\text{MgO}} = 2,1.$$

$$\text{Aufgesogen: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 5,0; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,3; \quad \frac{\text{SO}_2}{\text{MgO}} = 2,5.$$

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        |
|               | <u>2,4628</u> | <u>0,6176</u> | <u>0,7652</u> |

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

$$\text{Gegeben: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 2,9; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,5; \quad \frac{\text{SO}_2}{\text{MgO}} = 2,1.$$

$$\text{Aufgefogen: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 6,1; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,7; \quad \frac{\text{SO}_2}{\text{MgO}} = 2,4.$$

IV. Periode. Anfang den 27. Juli, Ende den 1. August. Die Pflanze hat zu Anfang 147 Grm. Lebendgewicht; — elf Blätter von 1160 Quadratcentim. Fläche; — ein Liter Wasser verdunstet; — 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        |
|               | <u>2,4628</u> | <u>0,4617</u> | <u>0,9211</u> |



Verhältnisse zwischen Basen und Säuren unter einander:

$$\begin{array}{l} \text{Gegeben: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 2,9; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,6; \quad \frac{\text{SO}_3}{\text{MgO}} = 2,1; \\ \text{Aufgeflogen: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 5,0; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,8; \quad \frac{\text{SO}_3}{\text{MgO}} = 2,3. \end{array}$$

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 Nehren bestehend, aus den Blattcheiden ganz hervor, bei 70 Centim. Höhe des starken Stammes. Am 7. August erscheint eine vollkommene weibliche Blüthe. Am 9. beginnen die Antheren zu säuben.

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       |
|               | <hr/> 2,5662 | <hr/> 0,5574 | <hr/> 0,9283 |

Verhältnisse zwischen Basen und Säuren untereinander:

$$\begin{array}{l} \text{Gegeben: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 2,9; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,7; \quad \frac{\text{SO}_3}{\text{MgO}} = 2,1; \\ \text{Aufgeflogen: } \frac{\text{CaO}}{\text{MgO}} = 5,9; \quad \frac{\text{KO}}{\text{CaO}} = 1,8; \quad \frac{\text{SO}_3}{\text{MgO}} = 2,3. \end{array}$$

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 stäubten die Antheren fast vollkommen aus. Der Stamm streckt sich schnell und ist am 12., vom Kork an bis zur Blüthen Spitze 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 Erübung mit  
Ehlorbarium),

0,008 = Kalk Talkerde,

0,001 = Phosphorsäure Eisen und Kieselsäure.

Aus dem Umstande, daß in dieser Lösung keine Kieselsäure enthalten war, ergibt 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  $3\frac{1}{2}$  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 Schlasse nur soweit auffangen lassen, daß 1 Liter Rückstand blieb. In diesem Liter Wasser wurde wiedergefunden:

0,031 als kohlenf. Kalk in der Lösung vorhandener gewesener Kalk,

0,007 als kohlenf. Talkerde in der Lösung vorhandener gewesene

Talkerde,

welche Mengen beider Salze mit einander in der Schale, nach dem Ab-

drunten des Wassers, ungelöst zurückbleiben, wenn der eingetrodnete 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,<br>welche die Kupferoxydalkilösung<br>reducirte. |
| 0,0006 Phosphorsäure |                                                                                     |
| 0,0034 Kali          |                                                                                     |

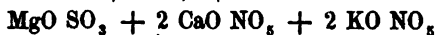
In dieser letzten Lösung fand sich keine Spur Eisen, Schwefelsäure und Kalkerde.

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.

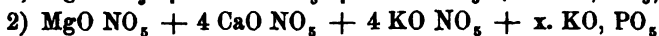
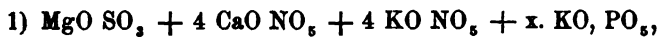
1) Was die Lösung des Problems anbetrifft, eine Flüssigkeit herzustellen, von der ein abgemessenes Quantum in der Pflanze als Ganzes „so wie ein Schwamm es auffaugen würde“, aufstiege, so halte ich es durch vorstehende Versuche für bewiesen, daß dieses Problem nicht zu lösen ist. Es giebt keine Nährstofflösung, 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 Salzengen mit den nach der Proportion



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:



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 spezifisches 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, obgleich er denselben kein Eisen gegeben hatte. Ich habe ferner gefunden, daß man die Chlorose bei Pflanzen sowohl durch Ammonialsalze 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 Wurzelast abgibt, 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

$MgO, NO_2 + 4. CaO NO_2 + 4 KO NO_2 + x. KO, PO_2$  angedrückten beschränken und sind alle übrigen Mineralstoffe nicht als notwendige zu betrachten. Ich werde diese Frage durch neue, im nächsten Sommer anzustellende Versuche, zu entscheiden suchen.

(Fortsetzung folgt.)



## Mittheilungen aus der Station Dahme.

### I.

# Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothkleeß in den verschiedenen Perioden seines Wachsthums

von

R. Albricht, Assistenten.

(S c h l u ß.)

Die folgenden Zahlenreihen enthalten die mineralischen Kleebestandtheile, mit Ausnahme des Eisenoxyds und der Kieselsäure, auf 100 Gesamtmineralstoffe berechnet. Letztere beiden Körper ließ ich fort, weil voraussichtlich sich keine Reihe für sie ergeben konnte, und weil die erhaltenen Zahlen für beide aus früher erwähnten Gründen in ihrem Werth nicht hoch anzuschlagen sind.

In nachstehenden Tabellen bedeutet

- A. = Reihe 2, Jahrgang 1, Schnitt 1.
- B. = " 1, " 2, " 1.
- C. = " 2, " 2, " 1.
- D. = " 1, " 2, " 2.
- E. = " 2, " 2, " 2.



Periode 4.

100 Gesamtminerale  
enthalten:

|                               | Stengel.     |      | Blätter. |    | Blüthen. |      |      | Samen. |    |      |
|-------------------------------|--------------|------|----------|----|----------|------|------|--------|----|------|
|                               | Blattstiele. |      | Blätter. |    | B.       | C.   | E.   | B.     | C. | E.   |
|                               | B.           | E.   | B.       | E. | B.       | C.   | E.   | B.     | C. | E.   |
| Natrium . . . . .             | 7,2          | 9,4  | 4,3      |    | 30,9     | 20,1 | 27,0 | 31,4   |    | 34,5 |
| Kalium . . . . .              | 3,7          | 0    | 1,3      |    | 1,0      | 2,1  | 0,8  | 2,1    |    | 0,3  |
| Kalke . . . . .               | 40,9         | 50,0 | 70,4     |    | 28,7     | 41,7 | 34,7 | 7,9    |    | 6,2  |
| Phosphorsäure . . . . .       | 33,1         | 20,6 | 12,2     |    | 10,6     | 10,3 | 10,3 | 12,9   |    | 13,5 |
| Schwefelsäure . . . . .       | 9,2          | 11,8 | 8,3      |    | 20,2     | 20,1 | 22,4 | 41,9   |    | 43,4 |
| Schwefelwasserstoff . . . . . | Spur         | 0    | ?        |    | 0,3      | 0,04 | 0,2  | 0,2    |    | Spur |
| Chlor . . . . .               | 2,3          | 3,3  | 0,4      |    | 3,0      | 1,2  | 1,8  | 1,0    |    | 1,3  |

Stängel.

100 Gesamtminerale  
enthalten:

|                               | Periode 2.        |      |      | Periode 3. |      |      | Per. 4. |      |      | Periode 1. |      |      | Periode 2. |      |      | Periode 3. |      |      | Per. 4. |     |    |    |
|-------------------------------|-------------------|------|------|------------|------|------|---------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|---------|-----|----|----|
|                               | B.                | C.   | E.   | B.         | C.   | E.   | B.      | C.   | E.   | A.         | C.   | E.   | B.         | C.   | D.   | E.         | B.   | C.   | E.      | B.  | C. | E. |
|                               | Natrium . . . . . | 58,1 | 59,3 | 58,8       | 19,4 | 58,8 | 48,1    | 46,8 | 7,2  | 45,2       | 54,8 | 56,1 | 44,4       | 55,5 | 33,1 | 49,9       | 23,2 | 52,5 | 53,6    | 9,4 |    |    |
| Kalium . . . . .              | 1,5               | 1,1  | 1,4  | 3,1        | 1,7  | 3,0  | 2,4     | 3,7  | 3,3  | 4,3        | 1,0  | 0,9  | 1,3        | 2,4  | 1,9  | 1,8        | 1,7  | 1,5  | 0       |     |    |    |
| Kalke . . . . .               | 17,4              | 12,3 | 15,6 | 34,0       | 15,8 | 19,1 | 24,1    | 40,9 | 20,7 | 15,2       | 17,9 | 29,7 | 17,3       | 29,0 | 22,9 | 41,9       | 22,6 | 19,2 | 60,0    |     |    |    |
| Phosphorsäure . . . . .       | 8,0               | 6,7  | 9,2  | 24,3       | 6,2  | 10,2 | 10,1    | 33,1 | 9,3  | 7,6        | 7,7  | 9,6  | 7,5        | 15,8 | 9,6  | 16,8       | 5,8  | 7,0  | 20,6    |     |    |    |
| Schwefelsäure . . . . .       | 8,9               | 12,2 | 11,2 | 10,0       | 11,5 | 9,6  | 11,8    | 9,2  | 13,6 | 13,1       | 10,7 | 9,9  | 12,3       | 13,5 | 10,5 | 8,7        | 11,6 | 13,6 | 11,8    |     |    |    |
| Schwefelwasserstoff . . . . . | 1,8               | 3,4  | 1,9  | Spur       | 1,2  | 1,2  | 0,5     | Spur | 0,4  | 0,3        | 2,0  | 0,4  | 0,6        | 0    | 0,7  | Spur       | Spur | 0,1  | 0       |     |    |    |
| Chlor . . . . .               | 3,5               | 4,5  | 1,1  | 6,2        | 4,4  | 7,7  | 2,3     | 2,3  | 5,7  | 9,5        | 3,2  | 3,1  | 4,2        | 4,6  | 3,2  | 5,1        | 4,0  | 4,0  | 3,3     |     |    |    |

Blätter.



| 100 @efamtmineralPoffe<br>enthalten: | Ernter.    |      |      |            |      |      |            |      |      |         |      |      | Erntben.   |      |            |      | Zamen. |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|---------|------|------|------------|------|------------|------|--------|------|------|------|------|------|------|
|                                      | Periode 1. |      |      | Periode 2. |      |      | Periode 3. |      |      | Per. 4. |      |      | Periode 3. |      | Periode 4. |      |        |      |      |      |      |      |      |
|                                      | A.         | C.   | D.   | B.         | C.   | D.   | B.         | C.   | D.   | B.      | C.   | D.   | B.         | C.   | E.         | B.   |        | C.   | E.   |      |      |      |      |
| Gall . . . . .                       | 34,6       | 40,3 | 27,0 | 36,4       | 23,6 | 42,3 | 26,2       | 25,2 | 32,8 | 14,9    | 41,5 | 28,6 | 29,3       | 4,3  | 39,0       | 34,9 | 41,1   | 41,1 | 30,9 | 20,1 | 27,0 | 31,4 | 34,5 |
| Straton . . . . .                    | 25         | 20   | 0    | 1,1        | 0    | 1,9  | 0,6        | 1,4  | 0,3  | 2,2     | 2,5  | 1,4  | 1,4        | 1,3  | 0,2        | 3,1  | 2,7    | 4,0  | 1,0  | 2,1  | 0,8  | 2,1  | 0,8  |
| Kaltbe . . . . .                     | 33,2       | 30,5 | 36,9 | 35,5       | 48,2 | 34,5 | 42,1       | 40,3 | 61,4 | 33,8    | 40,0 | 44,7 | 44,7       | 70,4 | 24,7       | 23,8 | 16,6   | 23,1 | 28,7 | 41,7 | 34,7 | 7,9  | 6,2  |
| Kaltbe . . . . .                     | 10,2       | 7,4  | 10,5 | 8,8        | 8,7  | 8,5  | 10,4       | 9,3  | 11,3 | 8,7     | 9,5  | 8,4  | 12,2       | 12,2 | 9,4        | 9,1  | 9,9    | 8,65 | 10,6 | 10,3 | 10,3 | 12,9 | 13,5 |
| Spaebportfaure . . . . .             | 13,6       | 16,1 | 17,4 | 13,0       | 15,8 | 14,7 | 14,9       | 12,8 | 7,5  | 8,9     | 11,5 | 12,4 | 8,3        | 8,3  | 17,8       | 18,7 | 20,0   | 19,2 | 20,2 | 20,1 | 22,4 | 11,9 | 43,4 |
| Schwefelhaure . . . . .              | 0          | 0    | 0    | 1,4        | 0    | 0    | 0          | 0    | 0,2  | 0       | 0,2  | 0,3  | 0,3        | ?    | 0,3        | 1,2  | 1,2    | 0,3  | 0,4  | 0,2  | 0,2  | 0,2  | 0,2  |
| Spur . . . . .                       | 3,0        | 1,1  | 4,1  | 1,8        | 0,9  | 2,3  | 2,4        | 1,7  | 2,3  | 2,4     | 3,5  | 1,7  | 1,7        | 0,4  | 6,6        | 5,3  | 5,9    | 4,1  | 3,0  | 1,2  | 1,8  | 1,0  | 1,3  |

100 @efamtmineralPoffe  
enthalten:

| 100 @efamtmineralPoffe<br>enthalten: | Ernter.    |      |      |            |      |      |            |      |      |         |    |    | Erntben.   |    |            |    | Zamen. |
|--------------------------------------|------------|------|------|------------|------|------|------------|------|------|---------|----|----|------------|----|------------|----|--------|
|                                      | Periode 1. |      |      | Periode 2. |      |      | Periode 3. |      |      | Per. 4. |    |    | Periode 3. |    | Periode 4. |    |        |
|                                      | A.         | C.   | E.   | B.         | C.   | E.   | B.         | C.   | E.   | B.      | C. | E. | B.         | C. | E.         | B. |        |
| Gall . . . . .                       | 40,8       | 47,1 | 46,0 | 42,0       | 51,2 | 45,8 | 22,9       | 52,0 | 42,6 | 16,3    |    |    |            |    |            |    |        |
| Straton . . . . .                    | 3,0        | 3,1  | 1,1  | 0,8        | 1,4  | 1,6  | 1,2        | 1,9  | 1,7  | 1,8     |    |    |            |    |            |    |        |
| Kaltbe . . . . .                     | 26,0       | 23,3 | 26,9 | 31,8       | 20,4 | 27,7 | 43,2       | 21,6 | 27,8 | 42,5    |    |    |            |    |            |    |        |
| Kaltbe . . . . .                     | 9,7        | 7,5  | 8,3  | 8,6        | 7,5  | 9,3  | 14,8       | 7,0  | 9,0  | 18,9    |    |    |            |    |            |    |        |
| Spaebportfaure . . . . .             | 13,6       | 14,7 | 11,9 | 11,8       | 13,0 | 11,6 | 10,8       | 11,4 | 13,8 | 13,7    |    |    |            |    |            |    |        |
| Schwefelhaure . . . . .              | 0,2        | 0,1  | 1,7  | 0,8        | 1,6  | 0,8  | 0,1        | 0,7  | 0,3  | ?       |    |    |            |    |            |    |        |
| Spur . . . . .                       | 4,6        | 2,2  | 2,5  | 2,4        | 3,7  | 2,0  | 4,7        | 3,9  | 2,8  | 2,3     |    |    |            |    |            |    |        |

Ernter.

Erntben.

In der Kleeasche nehmen Kali und Kalkerde die erste Stelle ein, ersteres vorwiegend den gefäßreicheren Stengeln und Blattstielen, letzteres den parenchymreicheren Blättern zufallend.

Für dieselbe Periode ist die Asche der Blätter immer am ärmsten an Kali, die der Stengel in der jüngeren Pflanze am reichsten, zur Zeit der Blüthe jedoch stellen sich diese den Blattstielen fast gleich, und in der vierten Periode ist sogar die Asche des Blattstieles um eine Kleinigkeit reicher an Kali. In Periode 3 stehen die Blüthen zwischen den Blattstielen und Blättern, zur Reifezeit aber enthalten sie im Mittel circa 3—4 mal mehr Kali in der Asche, als die übrigen Organe.

In Periode 4 enthalten die Aschen der Stengel, Blattstiele, Blätter und der ganzen Pflanze nur noch wenige Procente Kali, doch hat diese starke Abnahme erst zwischen Blüthe- und Reifezeit statt, denn in den früheren drei Perioden zeigen die Kleepflanze, wie ihre Organe, nur einen bedeutenden Ausfall an Kali. Die Blüthenasche ist zur Zeit der Reife nur mäßig niedriger im Kaligehalt, als in der vorhergehenden Periode, bedingt durch die Ausbildung des kalireichen Samens.

Die Kleeorgane unter einander verglichen, ergiebt sich für ihren Kalkgehalt fast genau das Umgekehrte von dem, was eben vom Kali gesagt ist: es enthält die Stengelasche die geringste, die Blätterasche die höchste Kalkmenge, die Blattstiele stehen etwas über, die Blüthen wenig unter den Stengeln (zur Zeit der Reife), oder um ein Kleines höher (zur Blüthezeit).

Auch beim Kalk ist die Zunahme zur Reife hin am stärksten von der dritten zur vierten Periode.

Die Kalkerde läßt in der Asche für die verschiedenen Organe keine erheblichen Unterschiede erkennen; verglichen mit den drei ersten Perioden tritt sie in Periode 4 mit der höchsten Procentzahl in der Asche auf.

Den größten Gehalt an Phosphorsäure zeigen in der Jugend der Pflanze die Aschen der Blätter, ihnen folgen die Blattstiele. Zur Blüthezeit sind die Aschen beider Organe und der Stengel im Phosphorsäuregehalt wenig verschieden, erheblich reicher daran aber jetzt die der Blüthe. Die größte Phosphorsäuremenge ergiebt die Asche des Samens (42—43 %).

Die Stengel- und Blattstielaschen verlieren bis zur Reife hin unerheblich an Phosphorsäure. Bei den Blättern ist der Austritt be-

deutender. Die Blütenasche wird mit der fortschreitenden Reife des Organs reicher an Phosphorsäure.

Den durchschnittlich höchsten Gehalt an Chlor zeigen die Organe der Kleeplanze in der Zeit der Blüthe.

Sehen wir ab von Periode 3. B., so zeigt sich, daß die ganze Kleeplanze während der ersten drei Vegetationsperioden keine bedeutenden Differenzen in der Zusammensetzung ihrer Asche zeigt, dasselbe Resultat, zu welchem C. Wolff gelangte. Meine Untersuchung läßt nicht einmal die „regelmäßige, wenn auch nur unbedeutende Steigerung im Magnesiumgehalt“ erkennen, und die ganz junge Pflanze zeigt bei mir in keinem Fall „einen fast doppelt so hohen Gehalt der Asche an Phosphorsäure, als später“, wie Wolff es beobachtet hat. —

Ich gehe jetzt zur Betrachtung der directen Verhältnisse einzelner Mineralstoffe im Rothklee zu einander über, die ich berechnete, weil es mir zu wissen wichtig schien, ob auch der Gesamtgehalt eines Körpers in der Kleeplanze und ihren Organen, im Vergleich mit einem zweiten, einem bestimmten Gesetz der Aufnahme und Assimilation unterworfen sei, oder ob vielleicht, wie spätere Untersuchungen lehren werden, nur die im Zellsaft gelösten oder unlöslich abgelagerten Stoffe hierin Gesetzmäßigkeit erkennen lassen.

### Die Alkalien und die Kalkerde.

| Es kommen<br>auf 100 Theile<br>Alkalien<br>in | an Kalkerde:  |     |     |     |            |    |     |     |            |    |     |     |            |     |     |  |
|-----------------------------------------------|---------------|-----|-----|-----|------------|----|-----|-----|------------|----|-----|-----|------------|-----|-----|--|
|                                               | in Periode 1. |     |     |     | Periode 2. |    |     |     | Periode 3. |    |     |     | Periode 4. |     |     |  |
|                                               | A.*           | C.* | D.* | E.* | B.*        | C. | D.  | E.  | B.         | C. | D.  | E.  | B.         | C.  | E.  |  |
| Stengel . .                                   | —             | —   | —   | —   | 29         | 20 | 52  | 26  | 151        | 26 | 37  | 49  | 376        | —   | —   |  |
| Blattstiel . .                                | 43            | 26  | 57  | 31  | 65,5       | 30 | 82  | 44  | 167        | 42 | 58  | 35  | 529        | —   | —   |  |
| Blatt . . .                                   | 90            | 72  | 136 | 95  | 204        | 90 | 163 | 118 | 404        | 77 | 128 | 146 | 1274       | —   | —   |  |
| Blüthe . . .                                  | —             | —   | —   | —   | —          | —  | —   | —   | 63         | 63 | 38  | 55  | 90         | 188 | 125 |  |
| Samen . . .                                   | —             | —   | —   | —   | —          | —  | —   | —   | —          | —  | —   | —   | —          | 24  | 18  |  |
| Ganze Pflanze                                 | 59            | 47  | 100 | 57  | 74         | 39 | 107 | 58  | 179        | 40 | 55  | 63  | 235        | —   | —   |  |

\* Die Bedeutung von A—E. ist hier und in der Folge dieselbe wie früher.

Wir sehen hier nochmals recht deutlich das Vorherrschen der Kalkerde in den Blättern; das Verhältniß derselben zu den Alkalien zeigt sich (einzig ausgenommen E. in Periode 3) für dies Organ 2—2½—3 mal größer, als in den Blattstielen, und 2½—3—3½—4½, einmal selbst 7 mal höher, als in den Stengeln.

Zieht man aus obigen Zahlen für die correspondirenden Versuchsreihen (B. und D. einerseits, C. und E. andererseits) die Mittel, so ergeben sich die folgenden Mengen von Kalkerde für 100 Alkali:

|                   | Periode 1. |         | Periode 2. |         | Periode 3.* |         | Periode 4. |         |
|-------------------|------------|---------|------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
|                   | Reihe 1    | Reihe 2 | Reihe 1    | Reihe 2 | Reihe 1     | Reihe 2 | Reihe 1    | Reihe 2 |
| Stengel . . .     | —          | —       | 40,5       | 23      | 37          | 37,5    | 376        | —       |
| Blattstiele . . . | 57         | 28,5    | 74         | 37      | 58          | 39,5    | 529        | —       |
| Blatt . . .       | 136        | 83,5    | 163,5      | 109     | 128         | 111,5   | 1274       | —       |
| Blüthe . . .      | —          | —       | —          | —       | 38          | 59      | 90         | 156,5   |
| Ganze Pflanze .   | 100        | 52      | 90,5       | 48,5    | 55          | 51,5    | 235        | —       |

und sprechen diese Zahlen ohne Schwankungen mit ziemlicher Schärfe wiederholt dafür, daß in den im Gartenboden gewachsenen Pflanzen und ihren Stengeln, Blattstielen und Blättern das Verhältniß des Kalks zu den Alkalien ein niedrigeres, als in den im Ackerboden gewachsenen ist, während das Umgekehrte bei den Blüthen statt hat.

Nach der Untersuchung E. Wolffs (Mittheilungen aus Hohenheim, Heft 5. 1860) war die Relation der Alkalien zur Kalkerde für die ganze Klee pflanze in

|            |            |            |
|------------|------------|------------|
| Periode 1. | Periode 2. | Periode 3. |
| 100:53.    | 100:50.    | 100:50.    |

Diese Verhältnisse stimmen sehr gut mit den von mir für im Gartenboden gewachsenen Klee erhaltenen überein. Der von Wolff ausgeführten Analyse zufolge scheint sein Klee in einem durchschnittlich mindestens eben so reichen Boden gewachsen zu sein, wie der von mir untersuchte.

\*) Schnitt 1 erster Reihe ausgenommen, wegen der entschieden abnorm ernährten Pflanzen.

## Die Alkalien und die Talkerde.

| 100 Alkalien<br>entsprechen | an Talkerde:  |    |      |    |            |    |    |    |            |    |      |    |            |    |    |
|-----------------------------|---------------|----|------|----|------------|----|----|----|------------|----|------|----|------------|----|----|
|                             | in Periode 1. |    |      |    | Periode 2. |    |    |    | Periode 3. |    |      |    | Periode 4. |    |    |
|                             | A.            | C. | D.   | E. | B.         | C. | D. | E. | B.         | C. | D.   | E. | B.         | C. | E. |
| Stengel . . .               | —             | —  | —    | —  | 13         | 11 | 36 | 15 | 108        | 10 | 20   | 21 | 305        | —  | —  |
| Blattstiele . . .           | 19            | 13 | 40   | 13 | 21         | 13 | 45 | 18 | 67         | 11 | 28   | 13 | 218        | —  | —  |
| Blatt . . .                 | 28            | 18 | 39   | 23 | 37         | 22 | 40 | 27 | 74         | 20 | 30,5 | 27 | 220        | —  | —  |
| Blüthe . . .                | —             | —  | —    | —  | —          | —  | —  | —  | 24         | 24 | 22,5 | 21 | 33         | 47 | 37 |
| Samen . . .                 | —             | —  | —    | —  | —          | —  | —  | —  | —          | —  | —    | —  | —          | 39 | 39 |
| Ganze Pflanze               | 22            | 15 | 39,5 | 18 | 20         | 14 | 40 | 20 | 62         | 13 | 23   | 20 | 104        | —  | —  |

Auch das Verhältniß der Talkerde zu den Alkalien ist am größten in den Blättern, niedriger in den Blattstielen, denen die Stengel folgen. Die unreife Blüthe schwankt, die reife stellt sich tief unter den Stengel der vierten Periode, dem das höchste Verhältniß zuzukommen scheint.

Mit dem Auftreten der Stengel wird das Verhältniß der Magnesia zu Kali und Natron in Blattstiel und Blatt um sehr wenig höher und sinkt dann wieder ebenso unbeträchtlich mit der Bildung der Blüthe. Zur Zeit der Reife enthalten alle Organe sehr viel mehr Talkerde auf 100 Alkali, als in jeder der früheren Perioden.

Es zeigt in der nämlichen Versuchsreihe der erste Schnitt ein niedrigeres Talkerdeverhältniß als der zweite, oder beide sind gleich. Dies gilt für die ganze Pflanze wie ihre Organe, ausgenommen die Blüthen, bei denen das Verhältniß sich umkehrt. Dagegen ist die Proportion der Talkerde zu den Alkalien für Reihe I. und II. gleich, wie in den jungen Blüthen, oder in Reihe I. höher, als in den übrigen Organen und der ganzen Pflanze.

Es mögen zum Vergleich die aus E. Wolff's Untersuchungen der ganzen Rothkleeypflanze berechneten Verhältnisse der Alkalien zur Magnesia neben die von mir für den im Gartenboden gewachsenen Klee gefundenen gestellt werden.

|            | Wolff.  | Ulbricht. |
|------------|---------|-----------|
| Periode 1. | 100:13. | 100:16,5. |
| Periode 2. | 100:13. | 100:17.   |
| Periode 3. | 100:15. | 100:16,5. |

## Die Kalk- und Talkerde.

| Es kommen auf<br>100 Kalkerde<br>in: | an Talkerde:  |    |    |    |            |    |      |    |            |    |    |    |            |     |     |
|--------------------------------------|---------------|----|----|----|------------|----|------|----|------------|----|----|----|------------|-----|-----|
|                                      | in Periode 1. |    |    |    | Periode 2. |    |      |    | Periode 3. |    |    |    | Periode 4. |     |     |
|                                      | A.            | C. | D. | E. | B.         | C. | D.   | E. | B.         | C. | D. | E. | B.         | C.  | E.  |
| Stengel . . .                        | —             | —  | —  | —  | 46         | 54 | 70   | 59 | 71         | 39 | 54 | 42 | 81         | —   | —   |
| Blattstiel . . .                     | 45            | 50 | 70 | 43 | 32         | 44 | 51,5 | 42 | 40         | 26 | 47 | 36 | 41         | —   | —   |
| Blatt . . .                          | 31            | 24 | 29 | 45 | 18         | 25 | 25   | 23 | 18         | 26 | 24 | 19 | 17         | —   | —   |
| Blüthe . . .                         | —             | —  | —  | —  | —          | —  | —    | —  | 38         | 38 | 59 | 37 | 37         | 25  | 30  |
| Samen . . .                          | —             | —  | —  | —  | —          | —  | —    | —  | —          | —  | —  | —  | —          | 164 | 216 |
| Ganze Pflanze                        | 37            | 32 | 40 | 31 | 27         | 37 | 37   | 34 | 34         | 32 | 42 | 33 | 45         | —   | —   |

Die Stengel zeigen für die nämliche Periode das größte Verhältniß der Talkerde zur Kalkerde; ihnen folgen absteigend die Blattstiele, diesen die Blätter. Die Blüthen schwanken, stehen aber, wenigstens in Periode 3, stets über den Blattstielen und Blättern.

Mit zunehmendem Alter der Pflanze sinkt das Verhältniß der Magnesia zur Kalkerde bis zur vollen Blüthe hin in den Stengeln um 15—17 pro 100, in den Blattstielen durchschnittlich um 9, endlich in den Blättern im Durchschnitt um nur  $1\frac{1}{4}$ . Die ganze Pflanze schwankt unbedeutend und ergiebt im Mittel für die drei ersten Perioden Constanz. Ob zur Zeit der Reife für die Magnesia ein Wachsen oder Sinken sich geltend macht, muß fraglich bleiben, doch fällt diese jedenfalls mit der Reife der Blüthen, trotzdem daß im Kleesamen die Bittererde gegen die Kalkerde 64—116 % mehr beträgt. Dies Verhältniß erklärt sich dadurch, daß die Blüthe der vierten Periode 0,6—1,0 % Kalkerde, dagegen nur 0,05—0,08 % Magnesia mehr enthält, als die der dritten, und daß dieses Plus sonst nur in den Samenhüllen abgelagert ist, in denen auf 100 Kalkerde kommen an Talkerde in C. 20, in E. 18.

Im Mittel ergiebt sich aus den obigen Zahlen für die Kleepflanze des Gartenbodens ein Verhältniß der Kalkerde zur Magnesia

für Periode 1. Periode 2. Periode 3.

von 100:31,5. 100:35,5. 100:32,5.

Nach E. Wolff's Angaben berechnen sich die folgenden Verhältnisse:

1857. 100:24. 100:26. 100:29.

1859. 100:27. 100:24,5. 100:34.

Wie bei so vielen anderen Samen von Pflanzen der verschiedensten Familien, beträgt auch im Samen des Rothklee's die Magnesia mehr, als die Kalkerde. Nach den Analysen Th. Siegert's (die landwirthschaftlichen Versuchstationen, 1859, Seite 262) berechnen sich für den Samen des Rothklee, steyrischen Klee und Weißklee die folgenden Verhältnisse der Kalk- zur Kalkerde:

$$\text{Weißklee} = 100 : 159.$$

$$\text{Steyr. Klee} = 100 : 199.$$

$$\text{Rothklee} = 100 : 246.$$

Weitere Untersuchungen müssen lehren, welche Zellen oder Zellen-complexe im Samen den größeren Procentgehalt an Kalkerde bedingen, und welche Bedeutung dieselbe für die Ausbildung einzelner Theile des Samens hat.

### Der Stickstoff und die Gesammtmenge der Mineralstoffe.

| Es kommen auf<br>10 Stickstoff<br>in | an Gesammtmineralstoffen: |    |    |    |            |    |    |    |            |    |    |    |            |     |     |  |
|--------------------------------------|---------------------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|----|----|----|------------|-----|-----|--|
|                                      | in Periode 1.             |    |    |    | Periode 2. |    |    |    | Periode 3. |    |    |    | Periode 4. |     |     |  |
|                                      | A.                        | C. | D. | E. | B.         | C. | D. | E. | B.         | C. | D. | E. | B.         | C.  | E.  |  |
| Stengel . .                          | —                         | —  | —  | —  | 51         | 39 | ?  | 36 | 22         | 39 | 32 | 40 | 22         | —   | —   |  |
| Blattstiel . .                       | 45                        | 40 | ?  | 44 | 33         | 38 | 34 | 38 | 33         | 34 | ?  | 37 | 30         | —   | —   |  |
| Blatt . . .                          | 21                        | 16 | 15 | 19 | 19         | 15 | 16 | 18 | 24         | 20 | 19 | 18 | 31         | —   | —   |  |
| Blüthe, . .                          | —                         | —  | —  | —  | —          | —  | —  | —  | 16         | 16 | 17 | 18 | 12         | 13  | 14  |  |
| Samen . . .                          | —                         | —  | —  | —  | —          | —  | —  | —  | —          | —  | —  | —  | —          | 8,5 | 7,8 |  |
| Ganze Pflanze                        | 30                        | 23 | ?  | 26 | 29         | 26 | ?  | 27 | 21         | 28 | ?  | 26 | 19         | —   | —   |  |

Sieht man ab von den Zahlen für die Stengel von B. in Periode 2 und 3, dann dürfte es wohl erlaubt sein, nach obigen Verhältnissen anzunehmen, daß für jedes Kleeorgan in seinen verschiedenen Vegetationsperioden ein bestimmtes, eng begrenztes Verhältniß des Stickstoffs zu den Mineralstoffen bestehe, das sogar wenig abhängig davon zu sein scheint, ob das Organ dem ersten oder zweiten Schnitt angehört, ob letzteres von Pflanzen auf reicheren oder ärmeren Boden gewachsen genommen ist, mit einem Wort, daß in vorliegendem Fall die Aufnahme der Mineralstoffe die des Stickstoffs direct bedingt habe, oder umgekehrt.

Folgende sind die Durchschnittsverhältnisse obiger Tabelle.

| Auf 10 Theile<br>Stickstoff | an Mineralstoffen in |            |            |            |
|-----------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
|                             | Periode 1.           | Periode 2. | Periode 3. | Periode 4. |
| Stengel . . . . .           | —                    | 37,5       | 37         | 22         |
| Blattstiel . . . . .        | 43                   | 36         | 35         | 30         |
| Blatt . . . . .             | 18                   | 17         | 20         | 31         |
| Blüthe . . . . .            | —                    | —          | 17         | 13         |
| Ganze Pflanze . . .         | 26                   | 27         | 27 ?       | 19         |

Nach Th. Siegert's Analyse ergibt sich für den Rothkeesamen die Proportion:

$$\text{Stickstoff} : \text{Mineralstoffe} = 10 : 7,7.$$

Der Stickstoff und die Gesamtmenge der Alkalien und alkalischen Erden.

Die enge Beziehung, welche für die von mir untersuchten Klee-  
pflanzen zwischen Stickstoff und Mineralstoffen besteht, ist überraschend.  
Wegen des Fehlens einiger Chlor- und Schwefelsäurebestimmungen ließ  
sich in drei Fällen (Periode 1, 2 und 3, D.) das Verhältniß nicht  
genau ermitteln. Die fehlenden Reihen nun mit den übrigen vergleichbar  
zu machen, dann aber auch um zu sehen, ob vielleicht schon zwischen  
den Alkalien + den alkalischen Erden einerseits und dem Stickstoff  
andererseits eine bestimmte Beziehung sich ergäbe, berechnete ich die  
Summe des Kali's, Natron's, der Kalkerde und Magnesia für 10 Theile  
Stickstoff. Die so gefundenen Größen mußten kleiner sein, als die vor-  
stehender Tabelle, sie mußten aber unter sich in demselben, mindestens  
in einem nur ganz wenig abweichenden Verhältniß stehen, wie die voriger  
Zahlenreihe, wenn für Stickstoff zu Alkali und alkalischer Erde dasselbe  
Gesetz der Aufnahme und Assimilation gelten sollte, das oben für Stick-  
stoff und Mineralstoff ausgedrückt ist. In der That fanden wir eine  
so genügende Uebereinstimmung, als nur immer sich erwarten ließ. So



ist zum Beispiel die Relation des Stickstoffs zu den Mineralstoffen in den Blättern der dritten Periode für:

$$\begin{array}{cccc} \text{B.} & \text{C.} & \text{D.} & \text{E.} \\ = 10 & : & 24 & : & 20 & : & 19 & : & 18, \end{array}$$

das des Stickstoffs zu den Alkalien und alkalischen Erden im nämlichen Organ

$$= 10 : 21 : 17 : 16 : 15.$$

Setzt man nun an

$$\text{B.} : (\text{C. D. E.}) = \text{B.} : (\text{C. D. E.})$$

$$24 : (20 \quad 19 \quad 18) = 21 : (\quad \quad \quad \text{x})$$

so ergeben sich für C. D. und E. auf 10 Theile Stickstoff 17,5—15,8 und 15,0 Theile obiger vier Basen: Mengen, die mit den aus den analytischen Resultaten direct berechneten genügend übereinstimmen. Die größte Differenz, die sich bei solcher Vergleichung der Zahlen vorhergehender und folgender Tabelle ergab, betrug 2 (in Periode 3. D., wo sich für die Blüthe 14 Theile Basen berechnen, während nur 12 Theile gefunden sind).

| Es kommen<br>auf 10 Stick-<br>stoff in | an Kali, Natron, Kalk- und Talkerde: |    |    |      |            |    |    |      |            |    |    |      |            |     |     |
|----------------------------------------|--------------------------------------|----|----|------|------------|----|----|------|------------|----|----|------|------------|-----|-----|
|                                        | in Periode 1.                        |    |    |      | Periode 2. |    |    |      | Periode 3. |    |    |      | Periode 4. |     |     |
|                                        | A.                                   | C. | D. | E.   | B.         | C. | D. | E.   | B.         | C. | D. | E.   | B.         | C.  | E.  |
| Stengel . .                            | —                                    | —  | —  | —    | 44         | 32 | 34 | 31   | 18         | 32 | 26 | 33   | 18         | —   | —   |
| Blattstiel . .                         | 36                                   | 33 | 26 | 36,5 | 28         | 31 | 28 | 32   | 28         | 28 | 26 | 30,5 | 24         | —   | —   |
| Blatt . . .                            | 17                                   | 13 | 11 | 15,5 | 15         | 12 | 13 | 16   | 21         | 17 | 16 | 15   | 27,5       | —   | —   |
| Blüthe . . .                           | —                                    | —  | —  | —    | —          | —  | —  | —    | 12         | 12 | 12 | 14   | 8,5        | 9,4 | 10  |
| Samen . . .                            | —                                    | —  | —  | —    | —          | —  | —  | —    | —          | —  | —  | —    | —          | 4,6 | 4,3 |
| Ganze Pflanze                          | 24                                   | 18 | 14 | 22   | 24         | 21 | 18 | 22,5 | 18         | 24 | 19 | 21   | 14         | —   | —   |

Es scheint hiernach schon zwischen Stickstoff und Alkali nebst alkalischer Erde für den Rothklee derselbe innige Zusammenhang zu bestehen, wie zwischen Stickstoff und der Gesamtmenge der Mineralstoffe. Daß in Folge abnormer Entwicklung eines Organs oder einer Pflanze diese Beziehungen Schwankungen unterliegen, darf nicht Wunder

nehmen. So zeigte B. in Periode 3 auch nach anderen Richtungen hin so große Abweichungen, daß anzunehmen war, in seinen Pflanzen, besonders im Stengel, sei in Folge unbekannter Ursachen eine ganz anormale Nährstoffassimilation erfolgt. Auch der Stengel B. in Periode 2 steht in seinem Verhältniß der Mineralstoffe zum Stickstoff etwas zu hoch, die ganze Pflanze D. in Periode 1 dagegen den anderen von A. C. und E. gegenüber zu niedrig. Bei den folgenden Vergleichen sind die angeführten vier abweichenden Verhältnisse ausgeschlossen.

Sehen wir zuvörderst, welchen Einfluß die Verschiedenheit des Schnittes auf die mehrerwähnten Beziehungen ausübt.

In der zweiten Versuchsreihe ist in den Stengeln des ersten und zweiten Schnittes (C. und E.) das Verhältniß der Alkalien und alkalischen Erden zum Stickstoff so wenig verschieden, daß man wohl Gleichheit annehmen darf; die Blattstiele von C. und E. differiren ebenfalls in allen drei Perioden nur unbedeutend, noch weniger die von B. und D. in Periode 2 und 3. Die Blätter schwanken um ein Kleines; in Periode 1 und 2 ist E. größer, als C., in Periode 3 kleiner. Im Mittel aller drei Perioden ergibt sich für die Blätter die Proportion:

|            |            |
|------------|------------|
| Schnitt 1. | Schnitt 2. |
| C.         | E.         |
| 10:14,0.   | 10:15,5.   |

Der erste Schnitt erster Versuchsreihe zeigt in Periode 2 und 3 ein größeres Verhältniß als der zweite. Die Blüthen sind unreif und reif in beiden Schnitten unerheblich verschieden und die ganze Pflanze schwankt in Reihe II., wie die Blätter.

#### Beziehung der Versuchsreihen zu einander.

Reihe I. mit Reihe II. verglichen, schwanken die Stengel, Blätter und ganzen Pflanzen; Blattstiele und Blüthen ergeben entweder Constanz oder unbedeutendes Mehr in Reihe II. Für Periode 2 und 3 ergibt sich folgendes Durchschnittsverhältniß:

| Für:           | Mittel aus:                                 | Größe<br>der<br>Schwankung. | Mittelzahl für |           |
|----------------|---------------------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------|
|                |                                             |                             | Reihe I.       | Reihe II. |
| Stengel . . .  | D. u. E. (Per. 2 u. 3)                      | 26—34                       | 30             | 32        |
| Blattstiel . . | { B. u. C., sowie<br>D. u. E. (Per. 2 u. 3) | } 26—32                     | 27,5           | 30,4      |
| Blatt . . . .  | { B. u. C., sowie<br>D. u. E. (Per. 2 u. 3) |                             |                |           |
| Blüthe . . . . | { B. u. C., sowie<br>D. u. E. (Periode 3)   | } 12—14                     | 12             | 13        |
| Ganze Pflanze  | D. u. E. (Per. 2 u. 3)                      |                             |                |           |
|                |                                             | 18—22,5                     | 18,5           | 22        |

### Einfluß des Alters auf das Verhältniß des Stickstoff's zu den Alkalien und alkalischen Erden.

Für die ersten drei Perioden lassen allein die Blattstiele mit dem Alterwerden ein Sinken der Alkalien und alkalischen Erden gegenüber dem Stickstoff erkennen. Zur Zeit der Reife ist das Verhältniß der Basen sehr wahrscheinlich niedriger, als in allen früheren Perioden bei den Stengeln, Blattstielen, Blüten und der ganzen Pflanze, bei den Blättern dagegen beträchtlich höher. Die nachfolgenden Zahlen drücken das mittlere Verhältniß für jedes Organ in den vier verschiedenen Perioden aus.

| Periode. | Stengel.    |                       |         | Blattstiel. |                       |         | Blatt.      |                       |         | Blüthe.     |                       |         | Ganze Pflanze. |                       |         |
|----------|-------------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------|---------|-------------|-----------------------|---------|----------------|-----------------------|---------|
|          | Mittel aus: | Größe der Schwantung. | Mittel. | Mittel aus: | Größe der Schwantung. | Mittel. | Mittel aus: | Größe der Schwantung. | Mittel. | Mittel aus: | Größe der Schwantung. | Mittel. | Mittel aus:    | Größe der Schwantung. | Mittel. |
| I.       | —           | —                     | —       | C. E.       | 33—36,5               | 34,8    | C. E.       | 13—15,5               | 14,3    | —           | —                     | —       | C. E.          | 18—22                 | 20      |
| II.      | C. D. E.    | 31—34                 | 32,3    | B. C. D. E. | 28—32                 | 29,8    | B. C. D. E. | 12—16                 | 14      | —           | —                     | —       | C. D. E.       | 18—22,5               | 20,5    |
| III.     | C. D. E.    | 26—33                 | 32,7    | B. C. D. E. | 26—30,5               | 28,1    | B. C. D. E. | 15—21                 | 17,3    | B. C. D. E. | 12—14                 | 12,5    | C. D. E.       | 19—24                 | 21,3    |
| IV.      | B.          | —                     | 18      | B.          | —                     | 24      | B.          | —                     | 27,5    | B. C. E.    | 8,5—10                | 9,3     | B.             | —                     | 14      |

Nach den von E. Wolff (a. a. D.) ausgeführten Analysen der ganzen Rothkleeppflanze berechnet sich das folgende Verhältniß des Stickstoffs zu den hier besprochenen vier Basen:

| für Periode 1. | Periode 2. | Periode 3. |
|----------------|------------|------------|
| 10:11.         | 10:20.     | 10:20.     |

Die Beziehungen der beiden letzten Perioden stimmen gut mit den von mir berechneten; in Periode 1 hatte Wolff 4,8 % Stickstoff gefunden, eine Menge, die fast genau das Mittel meiner Bestimmungen (4,5—4,6—5,1 %) ausdrückt, wogegen seine Pflanzen bedeutend weniger an Kalkerde (1,7 %), Talkerde (0,4 %) und Alkalien (3,2 %) enthielten, als vorliegende Untersuchung ergab: an ersterer Basis 2, 4—2,9 %, an Talkerde 0,8—1,1 % und an Alkalien 2,8—5,1 %. Die auffallend geringe Aufnahme der vier Basen in Wolff's Periode 1 hat ihr Verhältniß zum Stickstoff so tief herabgedrückt.

Einige Kleepflanzen zweiter Periode, die im Jahre 1859 in Gartenboden im Glaspfropfe gezogen waren, enthielten — mitsammt der Wurzel untersucht — auf 10 Theile Stickstoff 18 Theile Alkalien und alkalische Erden.

Weitere Analysen des Rothklee's werden zeigen, ob der aus den vorstehenden wenigen Untersuchungsergebnissen gefolgerte Schluß: — „Stickstoff und Mineralstoffe, respective Alkalien und alkalische Erden werden in bestimmten Verhältnissen assimiliert, die verschieden sind in den verschiedenen Organen und nach deren Alter, die aber nur wenig modificirt werden durch die Verschiedenheit der Boden und welche nicht erheblich davon abzuhängen scheinen, ob die Pflanze dem ersten oder zweiten Schnitt angehört“ — Geltung behalten kann. Vielleicht gewinnt dieser auf den Rothklee angewandte Satz, wenigstens theilweise, auch für andere Pflanzen Bedeutung. Aus einer Reihe vorliegender Untersuchungen habe ich das Verhältniß des Stickstoffs zu den Alkalien und alkalischen Erden berechnet und lasse hier die resultirenden Proportionen folgen, zuvörderst die aus E. Wolff's Analysen mehrerer Halmsfrüchte (a. a. D.) sich ergebenden.

Es berechnen sich auf 10 Theile Stickstoff an Kali, Natron, Kalkerde und Magnesia:

|                               | Für die ganze Pflanze:                  | Zur Zeit der                        |        |        |    |
|-------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|--------|--------|----|
|                               |                                         | Salmbil-<br>dung.                   | Blüth. | Reife. |    |
| Winterbalm-<br>früchte        | Gerste. 4zeitige Wintergerste . . . . . | 1856                                | —      | 17     | 22 |
|                               |                                         | 1857                                | 13     | 19     | 12 |
|                               | Weizen. Wintergetreide . . . . .        | 1856                                | —      | —      | 13 |
|                               |                                         | 1857                                | 15     | 19     | 13 |
|                               | Zalavereizen . . . . .                  | 1857                                | 16     | 17     | 16 |
| Sommerbalmfrüchte.            | Gerste. Jerusalemgerste . . . . .       | 1856                                | 27     | 25     | 15 |
|                               |                                         | 1857                                | 22     | 17     | 16 |
|                               | Cheballergerste . . . . .               | 1856                                | —      | 24     | 14 |
|                               |                                         | 1857                                | 25     | 25,5   | 16 |
|                               | Hafer. Weißer, ungegrannter Fahnenhafer | 1856                                | —      | 30     | 18 |
|                               |                                         | 1857                                | 20     | 30     | 20 |
|                               |                                         | Früher weißer Rispenhafer . . . . . | 1857   | 24     | 25 |
| Brauner Rispenhafer . . . . . | 1856                                    | 29                                  | 42     | 21,5   |    |
|                               | 1857                                    | 25                                  | 39     | 22     |    |

Gewiß sprechen vorstehende Zahlen ebenso gut für die von mir angedeutete Beziehung des Stickstoffs zu den Mineralstoffen, als darunter sich findende erheblichere Differenzen das Gegentheil beweisen können. Ich lasse es dahin gestellt sein, ob die obigen Zahlen dadurch, daß bedeutend verschiedene Spielarten derselben Pflanzenart verglichen und daß die gewonnenen Verhältnisse aus Pflanzen gezogen wurden, die unter sehr abweichenden Witterungsverhältnissen sich entwickelt hatten, an Werth verlieren oder gewinnen.

Auf Anregung v. Liebig's wurden von der Station des Generalcomitee's des bayerischen landwirthschaftlichen Vereins Versuche\*)

\*) Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche an der Station des Generalcomitee des bayerischen landwirthschaftlichen Vereins. 2 Heft, Seite 110. — Hoffmann, Jahresberichte über Agriculturchemie. 1859 und 1860.

„Über die Beziehung der organischen zu den anorganischen Bestandtheilen in der Gerste und über den Einfluss, welchen Boden und Dünger auf deren Zusammensetzung äußern“ ausgeführt. Die beiden verwendeten Halmgewächse, Gerste und Weizen, wurden auf den Versuchsfeldern von Bogenhausen, Schleißheim und Weihenstephan angebaut und die gewonnenen Ernteprodukte genauen Analysen unterworfen. Der hierbei gewonnenen Resultate bediente ich mich, das Verhältniß des Stickstoffs zur Gesamtmenge der Mineralstoffe, resp. zu Alkali und alkalischer Erde im Gerste- und Weizenkorn, sowie Stroh — unter Einfluss verschiedener Bodenarten und Düngemittel gewachsen — zu berechnen. Die erhaltenen Zahlen scheinen eine Stütze meiner Annahme der Abhängigkeit der Stickstoff- und Mineralstoffassimilation von einander zu sein.

Die zweite Colonne folgender Tabelle enthält die Menge der Gesamtmineralstoffe, die auf 10 Th. Stickstoff sich berechnet; Colonne III das Verhältniß des letzteren zu den Alkalien und alkalischen Erden.

| E s k o m m e n i n                                                              | Auf 10 Theile<br>Stickstoff |                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|
|                                                                                  | an Mine-<br>ralstoffen.     | an Alkalien<br>und alkali-<br>schen Erden. |
| <b>I. den Gerstenkörnern:</b>                                                    |                             |                                            |
| <b>A. Von Bogenhausen.</b>                                                       |                             |                                            |
| 1. Saatfrucht . . . . .                                                          | 14,6                        | 4,7                                        |
| 2. Gedüngt mit Guano . . . . .                                                   | 14,4                        | 4,8                                        |
| 3. Gedüngt mit schwefelsaurem Ammonial . .                                       | 13,8                        | 3,8                                        |
| 4. Ged. mit schwefels. Ammon. und Kochsalz                                       | 14,5                        | 4,5                                        |
| 5. Gedüngt mit gedämpften Knochen . . .                                          | 14,3                        | 3,95                                       |
| 6. Ged. mit Superphosphat und Stickstoff .                                       | 13,7                        | 4,1                                        |
| 7. Ged. mit gefälltem Phosphorit und Gyps                                        | 14,35                       | 3,8                                        |
| <b>B. Von Schleißheim.</b>                                                       |                             |                                            |
| 8. Saatfrucht . . . . .                                                          | 13,9                        | 4,5                                        |
| 9. Gedüngt mit Superphosphat . . . . .                                           | 13,4                        | 4,4                                        |
| 10. Gedüngt mit Superphosphat, Kochsalz und<br>schwefelsaurem Ammonial . . . . . | 14,0                        | 4,8                                        |

| Es kommen in                                 | Auf 10 Theile<br>Stickstoff |                                            |
|----------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|
|                                              | an Mine-<br>ralstoffen.     | an Alkalien<br>und alkali-<br>schen Erden. |
| <b>den Gerstenkörnern:</b>                   |                             |                                            |
| C. Von Weyhenstephan.                        |                             |                                            |
| 11. Saatfrucht . . . . .                     | 14,3                        | 5,2                                        |
| 12. Gedüngt mit Natronsalpeter . . . . .     | 14,8                        | 5,2                                        |
| 13. Gedüngt mit Kalisalpeter . . . . .       | 15,1                        | 5,2                                        |
| 14. Gerste, vorzüglich zur Brauerei geeignet | 14,5                        | 5,2                                        |
| <b>I. den Weizenkörnern:</b>                 |                             |                                            |
| Von Bogenhausen.                             |                             |                                            |
| 15. Unge düngt . . . . .                     | 9,3                         | 4,1                                        |
| 16. Gedüngt mit Superphosphat . . . . .      | 8,8                         | 3,9                                        |
| <b>II. dem Gerstenstroh:</b>                 |                             |                                            |
| A. Von Schleißheim.                          |                             |                                            |
| 17. Stroh von Nr. 9. . . . .                 | 120,5                       | 30,4                                       |
| 18. Stroh von Nr. 10. . . . .                | 109,9                       | 29,5                                       |
| B. Von Weyhenstephan.                        |                             |                                            |
| 19. Stroh von Nr. 12. . . . .                | 109,9                       | 30,5                                       |
| 20. Stroh von Nr. 13. . . . .                | 117,6                       | 32,7                                       |

Fehling und Faigt (Dingler's polytechnisches Journ. CXXIV, 223) fanden endlich auf 10 Theile Stickstoff an Asche:

- in 7 Roggenforten: 10—8,
- in 6 Gerstenforten: 15,4—12,8 (einmal 11,5),
- in 8 Haferforten: 17,5—14,3 (einmal 12,3),
- in 2 Weizenforten: 10,1—9,6.



## Der Stickstoff und die Phosphorsäure.

| Es kommen auf<br>10 Theile<br>Phosphorsäure<br>in: | A n S t i c k s t o f f: |    |    |    |               |    |    |    |               |    |    |    |               |    |    |  |
|----------------------------------------------------|--------------------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------|----|----|--|
|                                                    | in Periode 1.            |    |    |    | in Periode 2. |    |    |    | in Periode 3. |    |    |    | in Periode 4. |    |    |  |
|                                                    | A.                       | C. | D. | E. | B.            | C. | D. | E. | B.            | C. | D. | E. | B.            | C. | E. |  |
| Stengel . . . .                                    | —                        | —  | —  | —  | 22            | 21 | 17 | 25 | 45            | 22 | 32 | 21 | 50            | —  | —  |  |
| Blattstiele . . .                                  | 16                       | 19 | 19 | 21 | 31            | 21 | 21 | 25 | 35            | 25 | 19 | 20 | 28            | —  | —  |  |
| Blatt . . . . .                                    | 35                       | 38 | 38 | 40 | 34            | 45 | 41 | 42 | 56            | 57 | 45 | 46 | 38            | —  | —  |  |
| Blüthen . . . .                                    | —                        | —  | —  | —  | —             | —  | —  | —  | 35            | 32 | 29 | 28 | 41            | 39 | 31 |  |
| Samen . . . . .                                    | —                        | —  | —  | —  | —             | —  | —  | —  | —             | —  | —  | —  | —             | 28 | 29 |  |
| Ganze Pflanze                                      | 24                       | 30 | 32 | 32 | 29            | 29 | 31 | 32 | 43            | 30 | 32 | 28 | 42            | —  | —  |  |

In den ersten drei Perioden ist das Verhältniß des Stickstoffs zur Phosphorsäure am größten in den Blättern. Die Stengel stellen sich bald unter, bald über die Blattstiele. Die Blüthe steht zwischen Blatt und Blattstiel.

Mit dem Alter werden ändern sich die Proportionen in Periode 1—3 wesentlich nur in den Blättern. A. in Periode 1 und B. der dritten Periode, weil nicht vergleichbar, ausgeschlossen, zeigen die Stengel bedeutende Schwankungen, doch möchte ich aus C. und E. schließen, daß zur Zeit der Stengelbildung und Blüthe das Verhältniß beider Körper constant bleibt und erst zwischen Periode 3 und 4 sich ändert weil hier die procentische Abnahme an Phosphorsäure größer zu sein scheint, als die des Stickstoffs. Für den Blattstiel ergibt sich bis zur Blüthe hin im Durchschnitt ziemliche Gleichheit. In der jungen Pflanze beträgt das mittlere Verhältniß 10:20, für Periode 2=10:24,5 und zur Blüthezeit 10:21. Aus den Blättern tritt mit zunehmendem Alter (bis zur Blüthe hin) die Phosphorsäure rascher aus als der Stickstoff, weshalb das Verhältniß des letzteren zur Säure durchschnittlich am höchsten sich stellt zur Zeit der Blüthe, am niedrigsten in der ganz jungen Pflanze. Für 10,000 Theile wasserfreies Blatt beträgt die procentische Abnahme an

|                         | Phosphorsäure: |           | Stickstoff: |             |
|-------------------------|----------------|-----------|-------------|-------------|
|                         | für            |           | für         |             |
|                         | Per. 1—2.      | Per. 2—3. | Per. 1—2.   | Per. 2—3.   |
| in Reihe I. Schnitt 2:  | 32,5           | 18,6      | 89,5        | 40          |
| in Reihe II. Schnitt 1: | 18,4           | 35,2      | 19,5        | 56,5        |
|                         |                |           | (Ausnahme.) |             |
| in Reihe II. Schnitt 2: | 15,6           | 6,6       | 45,7        | 9,0         |
|                         |                |           |             | (Ausnahme.) |
| im Mittel:              | 22,2           | 20,1      | 38,6        | 29,2        |

Das mittlere Verhältniß der Phosphorsäure zum Stickstoff in den Blättern der ersten Periode ist 10:39, in denen der zweiten 10:40,5, das mittlere Austrittsverhältniß dagegen bis zur zweiten Periode hin 10:17, von da bis zur dritten nur 10:14,5. Diese niedrigere letztere Relation bedingt das Wachsen des Stickstoffs gegenüber der Phosphorsäure mit dem Alterwerden des Kleeblattes. Die Blüthe er giebt reif ein höheres Verhältniß, als unreif (10:37 gegen 10:31). Die ganze Pflanze endlich läßt in Periode 1—3 ziemlich Constanz — 10:31—10:30—10:30 — erkennen.

Betrachtet man das ausnahmslose Auftreten von Phosphorsäure in allen Thier- und Pflanzengeweben und Säften neben Stickstoff oder richtiger Proteinstoffen, so drängt sich uns die Ansicht auf, daß zur Bildung der letzteren Phosphorsäure unumgänglich nothwendig sei und die verschiedenen Proteinstoffe sehr wahrscheinlich zu einer bestimmten Menge Phosphorsäure, resp. phosphorsaurer Salze, in enger Beziehung stehen.

Die Untersuchungen Fehling's und Fajßt's von Roggen-, Gerste- und Hafersamen, die W. Mayer's, über die nämlichen Getreidekörner und den Weizen ausgehnt, und eine große Anzahl Analysen anderer Chemiker machen es mehr als wahrscheinlich, daß für ein so abgeschlossenes Ganze, wie es der ausgebildete reife Same darstellt, bestimmte Mittelverhältnisse der Proteinstoffe zu der Phosphorsäure bestehen, und daß diese andere sind, je nachdem der Same den einen oder anderen der stickstoffhaltigen Körper führt, daß also z. B. das Legumin eine andere Menge Phosphorsäure zur Bildung bedarf, als der Kleber oder das Eiweiß. Hiernach muß man annehmen, daß aber auch in den Wurzel-, Stengel- oder Blattgebilden der Pflanze Beziehungen zwischen Proteinstoff und Phosphorsäure bestehen, selbst wenn der Gesamtgehalt eines

Organs oder einer ganzen Pflanze an letztgenannter Säure und Stickstoff kein bestimmtes Verhältniß derselben zu einander erkennen ließe, wenn beide Körper in wechselnden Proportionen aufgenommen und assimilirt würden. Wissen wir doch z. B. noch sehr wenig darüber, ob und wieviel des Stickstoffs eines Pflanzentheils dem Ammoniak oder der Salpetersäure angehört, die im Zellsaft gelöst sind, und weiter — kommen im Blatt, dem Stengel oder einem anderen Organ allermeist mehr Phosphorsäure, resp. phosphorsaure Salze auf dessen Stickstoff, als in den verschiedenen Proteinkörpern an sich gefunden wurde, woraus sich folgern läßt, daß im Pflanzen-saft phosphorsaure Salze gelöst sind, die in keiner Beziehung zu seinem Proteingehalt stehen und die im Verlauf der Vegetation in gewissen Theilen der Zelle unlöslich abgelagert werden. Nach dem Allen würde es erklärlich, warum die oben gegebenen Proportionen der Phosphorsäure zum Stickstoff für den Rothklee so beträchtliche Schwankungen zeigen, und daß die von E. Wolff gefundenen so erheblich von den meinigen abweichen können. Er fand für die ganze Pflanze\*) auf 10 Theile Phosphorsäure an Stickstoff:

|            | in Per. 1. | in Per. 2. | in Per. 3. |
|------------|------------|------------|------------|
| 1857 . . . | 46         | 51         | 49         |
| 1859 . . . | 72         | 74         | 76         |

Auch R. Arendt fand bei seiner Untersuchung über die Haferspflanze sehr wechselnde Verhältnisse der Phosphorsäure zum Stickstoff und ist der Ansicht, „daß (wenn überhaupt) nur kleine Mengen von Phosphorsäure zum Bestehen der Proteinkörper erforderlich sind, dagegen die Bildung derselben höchst wahrscheinlich beträchtlich größere Mengen verlange. Arendt zog die getrockneten Organe der reifen Haferspflanze mit Wasser aus und untersuchte Lösung und Rückstand. Hierbei ergab sich, daß der größte Theil der Phosphorsäure — zweimal sogar, bis auf Spuren, alle — dagegen nur 39,5 - 63,1 % der Proteinstoffe in Lösung gegangen waren, so daß es in der That scheinen muß, als könnten die letzteren auch ohne jede Phosphorsäure bestehen.

Ich wiederholte das Experiment beim Rothklee, bediente mich aber zu dessen Ausziehen verdünnter Salpetersäure (1 Th. reine Säure

\*) Darin stimmen diese Zahlen mit den oben gegebenen überein, daß sie Unveränderlichkeit der Beziehung der drei ersten Perioden zu einander zeigen.

und 6 Th. Wasser) und gelangte hierbei in Betreff der Phosphorsäure — die löslichen Stickstoffverbindungen wurden nicht bestimmt — zu ähnlichen Resultaten.

Unten stehende Tabelle enthält in zweiter Spalte die Gesamtmenge an Phosphorsäure, in Reihe 3 die im Auszug bestimmte und in vierter die berechnete unlösliche Säuremenge.

| Es enthielten 100 Theile,<br>wasserfrei: |                     | an Phosphorsäure: |                                           |            |
|------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------------------------------|------------|
|                                          |                     | überhaupt.        | löslich in<br>verbünnter<br>Salpetersäure | unlöslich. |
| (1860. Jahrg. 2. Schnitt 1.)             |                     |                   |                                           |            |
| Periode 2.                               | Stengel . . . .     | 1,131             | 1,093                                     | 0,038      |
| Periode 3.                               | Stengel . . . .     | 0,733             | 0,609                                     | 0,124      |
|                                          | Blüthen . . . .     | 1,168             | 0,924                                     | 0,244      |
| Schnitt 2.                               |                     |                   |                                           |            |
| Periode 1.                               | Blätter . . . .     | 1,263             | 1,045                                     | 0,218      |
| Periode 3.                               | Blattstiele . . . . | 1,262             | 1,055                                     | 0,177      |
|                                          | Blätter . . . .     | 1,041             | 0,453                                     | 0,588      |
|                                          | Blüthen . . . .     | 1,208             | 0,846                                     | 0,562      |

Völlig ist hier in keinem Fall die Phosphorsäure gelöst worden.

## Schwefel und Stickstoff.

| Es kommen<br>auf 100 Stick-<br>stoff in: | an Schwefel:         |     |      |            |      |      |              |            |     |     |     |            |      |     |    |
|------------------------------------------|----------------------|-----|------|------------|------|------|--------------|------------|-----|-----|-----|------------|------|-----|----|
|                                          | Reihe 1. Jahrgang 2. |     |      |            |      |      | Reihe 2.     |            |     |     |     |            |      |     |    |
|                                          | Schnitt 1.           |     |      | Schn. 2.   |      |      | 1859<br>Prd. | 1860.      |     |     |     | Schnitt 2. |      |     |    |
|                                          | in Periode           |     |      | in Periode |      |      |              | in Periode |     |     |     | in Periode |      |     |    |
|                                          | 2.                   | 3.  | 4.   | 2.         | 3.   | 4.   | 1.           | 1.         | 2.  | 3.  | 4.  | 1.         | 2.   | 3.  | 4. |
| Stengel . .                              | ?                    | 9,8 | 12,9 | ?          | 16,0 | —    | —            | 6,9        | 7,3 | —   | —   | 4,8        | 11,1 | —   | —  |
| Blattstiel . .                           | ?                    | ?   | ?    | ?          | ?    | 10,3 | ?            | ?          | 9,3 | —   | 5,9 | 5,7        | 7,9  | —   | —  |
| Blatt . . .                              | 10,4                 | 9,2 | ?    | 8,3        | 8,4  | 8,9  | 6,6          | 7,4        | 7,2 | —   | 5,7 | 6,1        | 5,9  | —   | —  |
| Blüthe . .                               | —                    | 7,9 | 7,0  | —          | 6,8  | —    | —            | —          | 6,0 | 6,9 | —   | —          | 6,9  | 6,8 | —  |
| Samen . .                                | —                    | —   | —    | —          | —    | —    | —            | —          | —   | 6,2 | —   | —          | —    | 6,1 | —  |
| Ganze Pflanze                            | ?                    | ?   | ?    | ?          | ?    | 9,4  | ?            | ?          | 7,3 | —   | 5,8 | 5,7        | 7,9  | —   | —  |

Die Constitution der Proteinkörper ließ a priori zwischen dem Gesamtstickstoff und Schwefel ein annähernd bestimmtes Verhältniß vermuten, welches in der That auch in den obigen Zahlen unverkennbar hervortritt, wenngleich es durch den verschiedenen Gehalt der verschiedenen Proteinkörper an Schwefel und das mögliche Auftreten von Ammoniumoxyd und Salpetersäure im Rothklee modificirt sich darzustellen scheint.

Den bisher besprochenen relativen Gehalten der Kleeorgane an ihren entfernteren chemischen Bestandtheilen und den Verhältnissen dieser unter einander müßte jetzt, die Arbeit vollständiger zu machen, die absolute Aufnahme und die Wanderung derselben folgen. Von vorn herein hatte ich mir die Betrachtung der beiden letzten, für die Beurtheilung des Pflanzenlebens so überaus wichtigen Momente zum Vorwurf genommen, kam aber gleich beim Sammeln der ersten Perioden zu der Ueberzeugung, daß es unmöglich sei, unter im Freien gewachsenem Rothklee eine genügende Anzahl Pflanzen zu finden, die in allen ihren Theilen noch unbeschädigt seien. Weiter oben habe ich schon hervorgehoben, daß die Kleepflanze sehr bald einen Theil ihrer Blattorgane verliere. Es beginnen die letzteren von der Spitze der Blättchen her

zu vergilben und zu vertrocknen, so daß am Ende der mäßigste Wind und Regen genügen, sie von der Mutterpflanze loszureißen, zu zerbröckeln und zu humifizieren. Es nützigten mich diese Verhältnisse, die Analysen nur auf die noch lebenden\*) grünen Blattorgane auszudehnen. Die Möglichkeit, die absolute Aufnahme und Wanderung der Mineralstoffe im Rothklee zu bestimmen, mußte darum aber gleichfalls aufgegeben werden.

| Es enthalten<br>100 Theile<br>(wasserfrei). | 18 <sup>88</sup> / <sub>89</sub> . Schnitt 1. Periode 3. |       |          |      | 18 <sup>88</sup> / <sub>80</sub> . Jahrg. 1. Periode 1. |      |          |       |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------|----------|------|---------------------------------------------------------|------|----------|-------|
|                                             | Blattstiele.                                             |       | Blätter. |      | Blattstiele.                                            |      | Blätter. |       |
|                                             | gesund.                                                  | tot.  | gesund.  | tot. | gesund.                                                 | tot. | gesund.  | tot.  |
| Organische Stoffe                           | 93,3                                                     | 93,2  | 91,8     | 90,8 | 89,1                                                    | 90,2 | 90,9     | 89,0  |
| Mineralstoffe                               | 6,7                                                      | 6,8   | 8,2      | 9,2  | 10,9                                                    | 9,8  | 9,1      | 11,0  |
| Sa.                                         | 100                                                      | 100   | 100      | 100  | 100                                                     | 100  | 100      | 100   |
| Kali . . . .                                | 1,57                                                     | 0,32  | 1,23     | 0,36 | 4,98                                                    | 3,61 | 3,17     | 1,30  |
| Natron . . .                                | 0,12                                                     | 0,34  | 0,02     | 0,20 | 0,37                                                    | 0,08 | 0,23     | 0,08  |
| Kalkerde . . .                              | 2,82                                                     | 4,01  | 5,06     | 6,93 | 2,28                                                    | 4,02 | 3,05     | 7,16  |
| Zinkerde . . .                              | 1,13                                                     | 1,36  | 0,93     | 1,04 | 1,03                                                    | 1,01 | 0,94     | 1,28  |
| Eisenoxyd . .                               | 0,16                                                     | 0,16  | 0,06     | 0,13 | 0,07                                                    | 0,14 | 0,06     | 0,22  |
| Phosphorsäure .                             | 0,58                                                     | 0,35  | 0,62     | 0,37 | 1,49                                                    | 0,37 | 1,25     | 0,46  |
| Schwefelsäure .                             | Spur                                                     | Spur  | 0,01     | Spur | 0,04                                                    | 0,02 | 0        | Spur  |
| Kieselsäure . .                             | 0,02                                                     | 0,19  | 0,13     | 0,17 | 0,11                                                    | 0,19 | 0,20     | 0,30  |
| Chlor . . . .                               | 0,34                                                     | 0,08  | 0,19     | 0,04 | 0,63                                                    | 0,43 | 0,28     | 0,20  |
|                                             | 6,66                                                     | 6,79  | 8,21     | 9,23 | 10,86                                                   | 9,77 | 9,12     | 10,96 |
| Stickstoff . . .                            | 2,04                                                     | 1,315 | 3,445    | 2,41 | 2,43                                                    | 0,97 | 4,35     | 1,96  |
| Schwefel . . .                              | ?                                                        | ?     | 0,32     | 0,17 | 0,25                                                    | 0,08 | 0,39     | 0,21  |

\*) Nur in zwei Fällen wurden die noch an der Pflanze sitzenden abgestorbenen Blattstiele und Blätter untersucht, um wenigstens einigen Einblick in

Die Gesetze der absoluten Aufnahme, der Vertheilung und Wanderung der Pflanzennährstoffe aufzufinden, soweit die Chemie allein hierzu beitragen kann, braucht es zweier Factoren, der absoluten Mengenverhältnisse der Organe einer Pflanze und des Procentgehaltes derselben an den in Betracht gezogenen chemischen Bestandtheilen. Sind sie gefunden für dieselbe Pflanze, gewachsen auf den verschiedenartigsten Bodenarten und unter den verschiedensten klimatischen und meteorischen Einflüssen, dann haben wir nur noch einer sehr einfachen Berechnung der Größe der absoluten Aufnahme und Vertheilung nöthig, um aus ihnen auf die Gesetze für diese selbst und die Wanderung der Nährstoffe schließen zu können. Durch die vorliegende Arbeit habe ich versucht, annähernd die Größe des letzteren Factors für Rothklee zu bestimmen, der unter hiesigen abweichenden klimatischen und beträchtlich verschiedenen Bodenverhältnissen gewachsen war.

Die angeführten Mängel meiner Arbeit nur allzuwohl fühlend, sie möglichst zu beseitigen, die erhaltenen Resultate zu controliren und die Größen der Schwankungen in der Zusammensetzung einer Pflanze, in dem nämlichen Boden gewachsen, zu bestimmen, sind an hiesiger Versuchstation für das Jahr 18<sup>84</sup>/<sub>82</sub> neue Versuche mit Rothklee in großen hölzernen Culturgefäßen in Gang gesetzt. Sie sind so eingerichtet, daß soviel als irgend thunlich der zerstörende Einfluß der Wüsterung fern gehalten werden kann, ohne der naturgemäßen Entwicklung der Pflanzen Abbruch zu thun, und hoffen wir durch dieselben mit möglichster Schärfe die absolute Menge der aufgenommenen wichtigsten Nährmittel bestimmen zu können.

Das folgende enthält eine Recapitulation der Resultate meiner Untersuchung. Wenn hier, wie auch früher, die Schlüsse aus derselben etwas peremptorisch hingestellt wurden, so geschah es nur, um mich kürzer fassen zu können, nicht weil ich gemeint, sie seien endgültig. Erst aus größeren Reihen von Analysen derselben Pflanze werden Gesetze der Ernährung erkannt werden dürfen. In Folgendem ist nur auf die

die Veränderungen zu erlangen, denen das Kleeblatt beim Absterben unterworfen ist. Die untersuchten Organe gehören einmal der 3. Periode des 1. Schnittes 1. Versuchsreihe (18<sup>83</sup>/<sub>89</sub>), das andere Mal der 1. Periode des 1. Jahrgangs (1859) der zweiten Versuchsreihe an. Des leichteren Vergleichs wegen sind den Analysen der abgestorbenen Organe die derselben im gesunden Zustande beigefügt.

Beziehung der Bestandtheile des Rothklee's im wasserfreien Zustande Rücksicht genommen.

1. Die Pflanze nimmt an Trockenmasse zu von Beendigung der Reimungsperiode an bis zur vollendeten Ausbildung des Samens.

2. Die Pflanzen des 1. Schnittes zeigen ein größeres absolutes Gewicht, als die des zweiten.

3. Für die organische Substanz gilt nothwendig ganz das Umgekehrte von Dem, was weiter unten über die Mineralstoffe gesagt ist.

4. Am ärmsten an Stickstoff sind die Stengel, am reichsten die Blätter und, zur Zeit der Reife, die Blüthen.

5. Die Blüthe ausgeschossen, nehmen alle Organe zur Reife hin an Stickstoff ab. Dasselbe gilt für die ganze Pflanze, die jedoch zur Reifezeit wieder einen etwas höheren Stickstoffgehalt zu zeigen scheint.

6. Auf den Gehalt eines Organs an Stickstoff scheint der Boden wenig zu influiren.

7. In der ganz jungen Pflanze gehört den Blattstielen der größte Gehalt an Mineralstoffen; zur Zeit der Stengelbildung ist die Vertheilung derselben über die Organe in den verschiedenen Schnitten und Reihen eine sehr schwankende; Periode 3 und 4 endlich ergibt folgende Reihe mit procentisch wachsenden Mineralstoffen: Stengel < Blüthe < Blattstiel < Blatt.

8. Mit zunehmendem Alter sinkt der Gehalt an Mineralstoffen in der ganzen Pflanze, den Stengeln, Blattstielen und Blüthen; die Blätter werden daran reicher.

9. Die im Gartenboden gewachsene Rothkleepflanze, ihre Blattstiele, Blätter und Blüthen sind reicher an Mineralstoffen, als die im leichteren Ackerland zur Entwicklung gelangten.

10. Das Kali tritt am reichlichsten in den Stengeln und Blattstielen auf, und in den Blüthen zur Zeit der Reife.

11. Die Asche der Kleeblätter ist immer am ärmsten an Kali, am reichsten hiervan für die nämliche der drei ersten Perioden die Stengel und Blattstiele. Zur Reifezeit enthält die Blüthenasche 3—4 mal mehr Kali, als die der übrigen Organe.

12. Mit zunehmendem Alter verliert die ganze Pflanze, ihre Stengel und Blüthen regelmäßig an Kali. Die Blattstiele der jungen Pflanze enthalten die größte, die der reifen die niedrigste proc. Menge,



die beiden mittleren Perioden schwanken. Die Blätter zeigen Schwankungen in den drei ersten Perioden, in der vierten dagegen sind sie ärmer an Kali, als in jeder jüngeren.

13. Stengel, Blattstiel und ganze Pflanze des ersten Schnittes sind reicher an Kali, als die des zweiten.

14. Die Bodenbeschaffenheit ist von bedeutendem Einfluß auf die Aufnahme des Kali's.

15. Der procentische Gehalt der Kleeorgane an Kalkerde zeigt Steigerung in folgender Reihe: Stengel < Blüthe < Blattstiel < Blatt.

16. Zur Zeit der Reife ergibt sich für alle Organe der größte Gehalt an Kalkerde.

17. Auf leichterm Boden enthält die Kleepflanze mehr Kalkerde, als im Gartenboden.

18. Der Stengelasche kommt die niedrigste, der Blätterasche die höchste Kalkmenge zu; die Blattstiele stehen etwas über, die Blüthen zur Reifezeit wenig unter den Stengeln, zur Zeit der Blüthe aber höher.

19. In Periode 1 und 2 enthalten die Blattstiele immer mehr Kalkerde als die Blätter; die Stengel schwanken. Zur Blüthezeit ergibt sich für Reihe 1 die Folge: Stengel < Blatt < Blattstiel — für Reihe 2: Stengel < Blattstiel < Blatt. Die Blüthe ist immer ärmer an Kalkerde, als das Blatt.

20. Die proc. Vertheilung der Kalkerde über die verschiedenen Organe und ganze Pflanze nach deren verschiedenen Altersstadien ist eine sehr wechselnde.

21. Stengel, Blattstiel und ganze Pflanze auf Ackerland enthalten erheblich mehr Kalkerde, als auf reicherm humoserem Boden.

22. Die proc. Vertheilung der Phosphorsäure über die Kleeorgane schwankt. Der Stengel enthält die geringste, der Same die größte Menge.

23. Bis zum Abschluß der 3. Periode hin sinkt die Menge der Phosphorsäure in den Stengeln, Blattstielen, Blättern und der ganzen Pflanze. Die Stengel und Blüthen der 3. und 4. Periode zeigen Constanz. Blattstiele und Blätter haben in Periode 4 daran unerheblich zugenommen.

24. In der Jugend enthalten die Aschen der Blätter die größte Menge Phosphorsäure, zur Blüthezeit dagegen sind die Aschen dieses

Organs, der Stengel und Blattstiele im Phosphorsäuregehalt wenig verschieden, erheblich reicher daran aber jetzt die der Blüthen.

25. Der Einfluß, den Schnitt und Boden auf den relativen Gehalt der Organe an Phosphorsäure ausüben, ist wenig scharf ausgesprochen.

26. Die Schwefelsäure tritt in relativ größter Menge in den Stengeln und Blattstielen der jüngeren Pflanze auf.

27. Die Kieselsäure scheint nur für die Bildung der Cuticula der Blätter von Wichtigkeit zu sein.

28. Im Gehalt an Chlor stehen die Blätter immer unter den Blattstielen, diesen am nächsten die Blüthen; die Stengel schwanken sehr stark.

29. Zur Zeit der Reife führen alle Organe und die ganze Pflanze die niedrigste Chlormenge.

30. Den durchschnittlich höchsten Gehalt an Chlor zeigen die Aschen der Kleerorgane zur Zeit der Blüthe.

31. Das Kleeblatt bedarf zu seiner Ausbildung vorwiegend Kalkerde. Das Verhältniß dieser zu den Alkalien ist in den Blättern 2 bis 4½ mal so groß, als in den Stengeln und Blattstielen.

32. Die Pflanzen des Gartenbodens, ihre Stengel, Blattstiele und Blätter lassen gegenüber denen des ärmeren Ackerbodens ein niedrigeres Verhältniß der Kalkerde zu den Alkalien erkennen; das Umgekehrte gilt für die Blüthen.

33. In der jüngeren Pflanze (Periode 1—3) kommt den Blättern, in der reifen den Stengeln das höchste Verhältniß der Talkerde: Alkali zu. Letzteres ist in Periode 4 bedeutend höher, als in den drei früheren.

34. Der erste Schnitt zeigt ein gleiches oder niedrigeres Talkerdeverhältniß, als der zweite, nur die Blüthen, bei denen die Relation sich umkehrt, machen eine Ausnahme.

35. Das Verhältniß der Talkerde zu den Alkalien ist das nämliche in beiden Versuchsreihen bei den Blüthen der dritten Periode, oder in Reihe 1 höher bei den übrigen Organen und der ganzen Pflanze.

36. Das größte Verhältniß der Talkerde zur Kalkerde zeigt der Same; ihm folgen die Stengel, Blattstiele und Blätter. Die Blüthen schwanken.

37. Bis zur Vollenbung der Blüthenperiode hin sinkt das Verhältniß der Kalkerde zum Kalk in den Stengeln, Blattstielen und Blättern; die ganze Pflanze ergibt im Durchschnitt Constanz.

38. Stickstoff und Mineralstoffe, resp. Alkalien und alkalische Erden werden in bestimmten Verhältnissen assimiliert, die verschieden sind in den verschiedenen Organen und nach deren Alter, welche aber nur wenig modificirt werden durch die Verschiedenheit der Boden, auf denen die Kleepflanze gewachsen ist und nicht erheblich davon abzuhangen scheinen, ob die Pflanze dem 1. oder 2. Schnitt angehört.

39. In der unreifen Pflanze (Periode 1—3) ist das Verhältniß des Stickstoffs zur Phosphorsäure am größten in den Blättern, zur Zeit der Reife aber in den Stengeln.

40. Mit dem Alterwerden der Rothkleepflanze ändert sich dasselbe für die drei ersten Perioden wesentlich nur in den Blättern. In Periode 4 ergeben die Stengel, Blüthen und die ganze Pflanze eine höhere, die Blätter eine niedrigere Proportion.

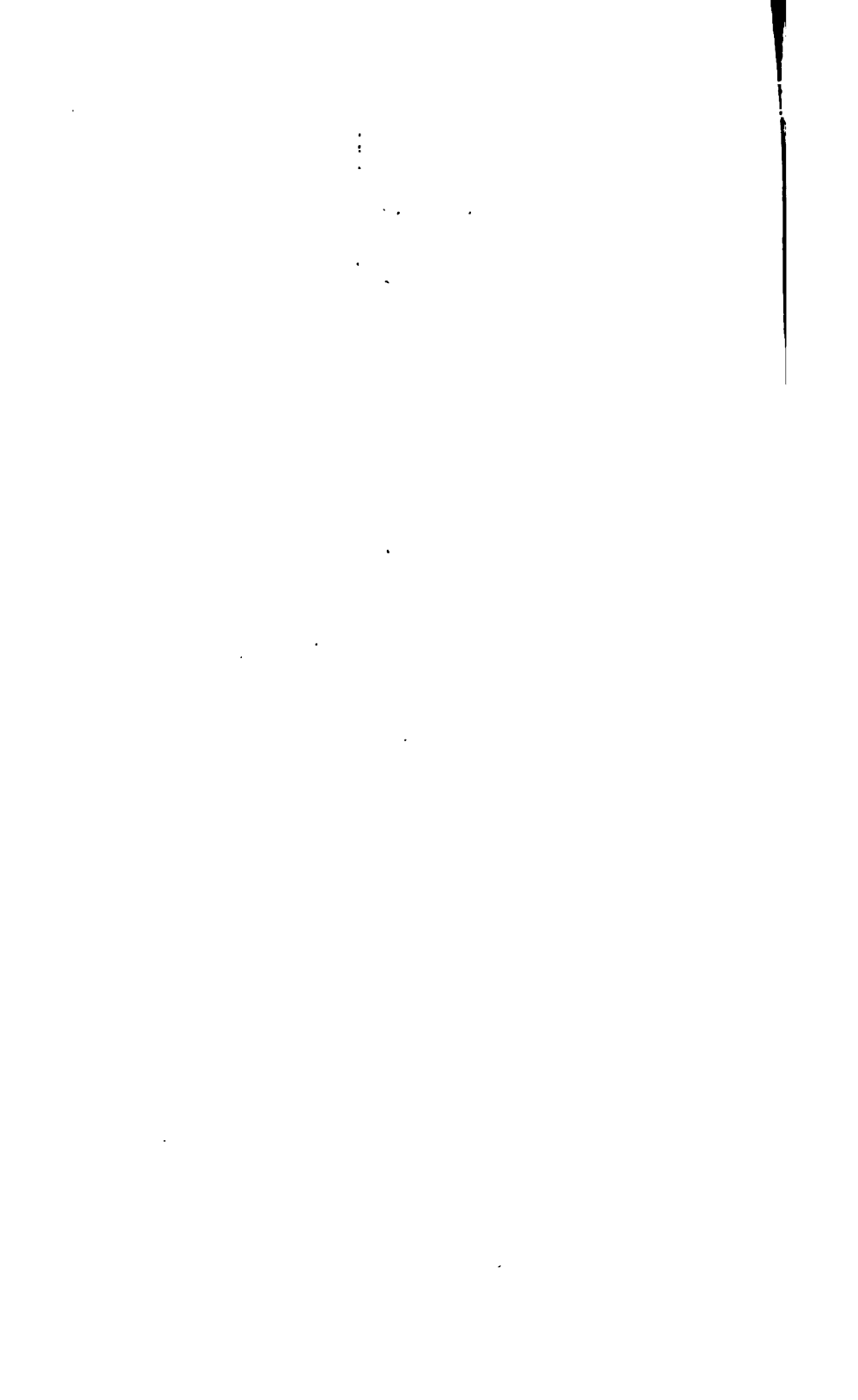
41. Im Samen scheint allein ein bestimmtes Verhältniß des Stickstoffs zur Phosphorsäure sich geltend zu machen, wengleich wohl angenommen werden darf, daß für die Bildung der Proteinkörper überhaupt die Gegenwart von Phosphorsäure unerläßlich sei, und daß mit denselben eine gewisse Menge phosphorsaurer Salze — auch in den verschiedenen Pflanzenorganen — in engere Verbindung treten.

42. Der Schwefel-Gehalt eines Organs steht in directer Beziehung zu dessen Gehalt an Stickstoff, wenigstens soweit der letztere den Proteinkörpern angehört.

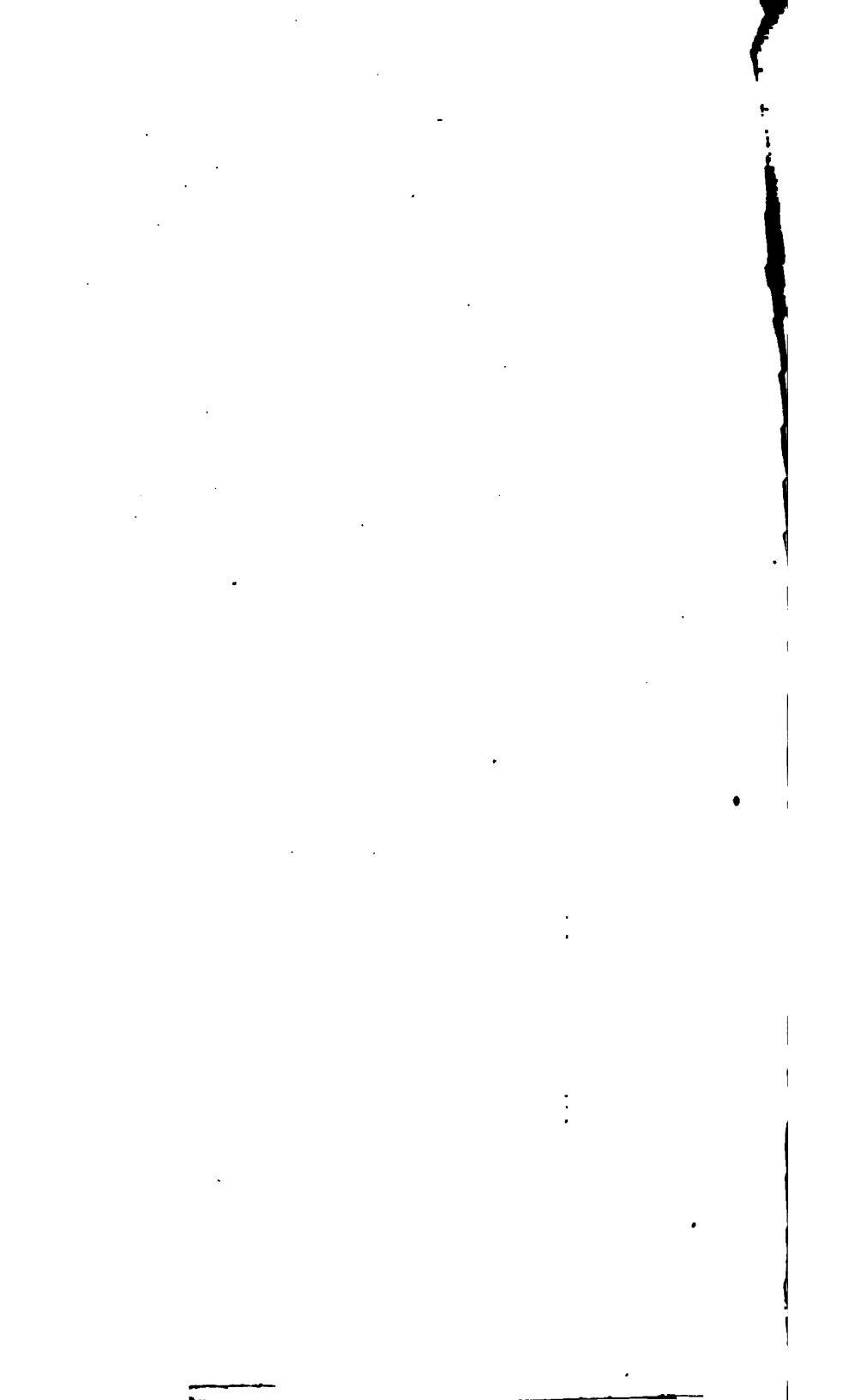
43. Das absolute Maximum der Aufnahme von Mineralstoffen, Kali und Phosphorsäure in die Stengel fällt in die Blüthenperiode, von wo ab diese Körper zum Theil wieder austreten und beim Aufbau des Samens thätig sind. Kalkerde, Talkerde und Stickstoff werden vom Stengel bis zur Reife hin aufgenommen. — Mit zunehmender Reife wird die Blüthe an allen den ebengenannten Stoffen absolut reicher.

Die nachfolgende Tabelle enthält zur bequemeren Uebersicht im Zusammenhang noch einmal den Gehalt aller untersuchten Organe an Mineralstoffen, Stickstoff und Schwefel — auf 10000 Theile Trockenmasse berechnet.

| Periode |                   | Periode 3.  |        |        |                |
|---------|-------------------|-------------|--------|--------|----------------|
| Stück.  | Blatt. u. Mittel. | Blattstück. | Blatt. | Blüte. | Ganze Pflanze. |
| 17,7    | 38,7 265,2        | 319,9       | 229,0  | 263,7  | 263,7          |
| 0.      | 11,8 16,5         | 20,2        | 20,1   | 17,0   | 17,6           |
| 15,4    | 640,4 105,1       | 198,4       | 319,7  | 106,3  | 153,9          |
| 16,0    | 110,7 56,4        | 94,1        | 75,9   | 63,2   | 64,35          |
| 16,6    | 16,2 4,1          | 16,8        | 11,8   | 10,4   | 7,9            |
| 11,9    | 75,8 53,1         | 130,0       | 91,55  | 128,5  | 82,2           |
| 0.      | ? 6,5             | ?           | 1,4    | 7,7    | 5,3            |
| 13,4    | 13,1 1,8          | 10,6        | 22,2   | 7,0    | 7,55           |
| 10,3    | 3,8 42,2          | ?           | 27,7   | 37,8   | 35,4 ?         |
| 16,7    | 909,4 541,4       | 790,0 ?     | 793,1  | 633,1  | 627,0 ?        |
| 13,3    | 9090,5 458,6      | 9210,0 ?    | 9206,9 | 9366,9 | 9372,1 ?       |
| 1000.   | 10000. 10000.     | 10000.      | 10000. | 10000. | 10000.         |
| 11,95   | 291,31 167,63     | 242,87      | 414,79 | 375,42 | 265,59         |
| ?       | ? 26,66           | ?           | 34,73  | 25,67  | ?              |



| Periode 3. |         |                | Periode 4. |                  |        |
|------------|---------|----------------|------------|------------------|--------|
| Blatt.     | Blüthe. | Ganze Pflanze. | Blüthe.    | Samen-<br>hülle. | Samen. |
| 244,9      | 258,3   | 250,8          | 162,8      | 163,0            | 162,55 |
| 11,8       | 6,1     | 10,25          | 5,0        | 7,35             | 1,5    |
| 374,4      | 145,6   | 163,7          | 208,9      | 330,7            | 29,4   |
| 70,4       | 54,4    | 53,3           | 62,3       | 61,0             | 63,6   |
| 10,2       | 16,0    | 10,5           | 10,9       | 16,0             | 3,4    |
| 104,1      | 120,8   | 81,1           | 134,9      | 87,6             | 204,6  |
| 2,5        | Spur.   | 1,9            | 1,4        | 2,4              | Spur.  |
| 4,5        | 1,65    | 1,2            | 6,0        | 9,8              | 0,4    |
| 13,9       | 25,8    | 16,35          | 10,7       | 13,7             | 6,15   |
| 833,6      | 622,8   | 585,4          | 600,5      | 688,45           | 470,3  |
| 166,4      | 9377,2  | 9414,6         | 9399,5     | 9311,55          | 9529,7 |
| 10000.     | 10000.  | 10000.         | 10000.     | 10000.           | 10000. |
| 473,31     | 340,84  | 227,25         | 424,23     | 304,73           | 600,37 |
| 29,16      | 23,55   | 17,925         | 28,72      | 23,25            | 36,79  |



## II.

## Die Mineralstoffe im Saft der Rothklee-Pflanze, in den einzelnen Organen und in verschiedenen Vegetations-Perioden,

bestimmt von

Dr. Hermann Hellriegel.

Als Herr Ulbricht es in der vorstehenden Arbeit übernahm, die Gesamtquantität der Mineralstoffe und des Stickstoffs zu bestimmen, die sich während der verschiedenen Vegetationsperioden in den einzelnen Organen der Rothkleepflanze vorfinden, beschloß ich, eine parallele Versuchsreihe zur Bestimmung derselben Stoffe im Saft des Rothkleees gleichzeitig nebenher gehen zu lassen und hoffte durch Vergleichung beider Reihen darüber Aufschluß zu erhalten: welche von den in der ganzen Pflanze gefundenen Stoffen als in Wanderung begriffen, also noch eigentlich lebensthätig — und welche als aus dem Kreislaufe abgeschieden und somit unthätig anzusehen wären. Es war projectirt, daß die Untersuchungen von Anfang bis zu Ende der Ulbricht'schen Arbeit fortgeführt werden sollten, verschiedene Störungen aber, die man erst im Laufe der Arbeit vermeiden lernte, machten die Resultate der ersten Perioden unsicher und Mangel an Zeit ließ die Fortsetzung im zweiten Jahre unmöglich erscheinen — es blieb demnach nur das folgende Fragment übrig.

### Methode der Untersuchung.

Wer sich überhaupt einmal mit Untersuchung der löslichen Substanzen einer frischen Pflanze beschäftigt hat, der weiß, wie schwierig, ja vielleicht unmöglich es ist, dieselbe vollständig zu erschöpfen. Die Zerreißung jeder einzelnen Zelle — eine unumgängliche Bedingung zur vollständigen Gewinnung aller Saftbestandtheile — ist auf mechanischem Wege auf keine Weise zu erreichen und die großen bei der Operation erforderlichen Massen Wassers erschweren und stören erheblich den



ganzen Gang der nachfolgenden Analyse. Leichtere und weit vollständiger kann man die Zerkleinerung von Pflanzensubstanzen erreichen, wenn man dieselben einer vorherigen Austrocknung unterzieht. Bei dieser Operation werden aber verschiedene organische Körper unlöslich, und mit diesen gehen auch ohne Zweifel zugleich gewisse Mineralsalze in den unlöslichen Zustand über, so daß man nicht hoffen kann, in dem nachfolgenden wässrigen Auszuge dieselben Substanzen wiederzufinden, die vorher in den Zellen der frischen Pflanze als löslich cursirten.

Aus diesen Gründen gab ich es von vorn herein auf, sämmtlichen Saft aus den zu untersuchenden Pflanzentheilen gewinnen zu wollen, und begnügte mich damit, die Saftquantität zur Analyse zu benutzen, welche mir eine kräftige Presse aus der zerquetschten Substanz eben lieferte, während ich den in dem Rückstande festgehaltenen Antheil durch Rechnung zu finden suchte.

Der Saft einer Pflanze besteht aus dem in derselben enthaltenen Wasser und einem Theile (dem löslichen) ihrer Trodensubstanz; bestimmt man also die Menge des ausgepressten Saftes, seinen Gehalt an Trodensubstanz und den Wassergehalt des Pressrückstandes, so sind alle Elemente zu der erforderlichen Berechnung gegeben. 100 Theile eines Pflanzenorgans lieferten beispielsweise beim Pressen 55 Theile Saft, dieser Saft bestand aus 50 Theilen Wasser und 5 Theilen Trodensubstanz, und in dem Pressrückstande wurden noch 20 Theile Feuchtigkeit gefunden — so mußten diese 20 % zurückgehaltenen Wassers noch 2 Theile Trodenmasse gelöst enthalten, und in dem Pressrückstande waren demnach zurückgeblieben 22 % Saft, oder die ganze Pflanze enthielt im frischen Zustande  $55 + 22 = 77$  % Saft.

Natürlich kann diese Rechnung nur unter der Bedingung gültig sein, daß der zurückgehaltene Saftantheil mit dem ausgepressten ganz gleiche Zusammensetzung hatte; — eine Voraussetzung, die vorläufig als richtig angenommen werden mag.

Das practische Verfahren war nun folgendes: Zu denselben Zeiten, in welchen Herr Ulbricht sein Untersuchungsmaterial einholte, und von demselben Ackerstücke wurde eine größere Quantität Kleepflanzen geschnitten (in der Regel wurde zu diesem Geschäft der Morgen gewählt, wenn der Thau eben von den Pflanzen verdunstet und dieselben noch recht frisch und straff waren), die Ernte in das Laboratorium gebracht und dort in einem kühlen und feucht gehaltenen Zimmer mit Hilfe vieler Hände in

die einzelnen Organe getrennt, so schnell es immer möglich war. Das Untersuchungsmaterial wurde hierauf in einem Mörser zerquetscht und in einem leinenen durch mehrmaliges Auskochen mit Wasser, Laugen und Säuren möglichst gereinigten Luche der Einwirkung einer kräftigen Hebelpresse angesetzt. Bei sämtlichen Operationen wurde der Zusatz von Wasser geflissentlich vermieden und überall mit der größtmöglichen Raschheit verfahren.

Zum Behuf späterer Berechnungen wurde das absolute Gewicht bestimmt: 1) von den getrennten Organen in dem Augenblick, als sie zur Presse wanderten, 2) von dem gewonnenen Saft, 3) von dem Preßtuche vor und nach dem Pressen, 4) von dem Preßtuchen. Der Verlust, welcher durch den im Zinneinsatz der Presse hangen bleibenden Saft entsteht, wurde vernachlässigt; derselbe ist im Verhältniß zu der verarbeiteten Substanz (je 1000—2000 Grm.) verschwindend klein, da der Preßtuchen beim Öffnen alle etwa noch an den Rändern sitzende Feuchtigkeit sogleich einzieht.

Außerdem wurde mit größter Sorgfalt der Gehalt an Wasser und Trockensubstanz ermittelt: 1) von der frischen Pflanze, die zu diesem Behufe gleich auf dem Felde in ihre einzelnen Organe getrennt und in tarirten verschlossenen Glaskolben eingesammelt wurde, 2) von den einzelnen Organen in dem Augenblick, als sie zur Presse kamen, 3) von dem ausgepreßten Saft, 4) von dem Preßrückstande.

Beiläufig erwähnt, wurde auf die angegebene Weise in der Regel mehr als die Hälfte, gewöhnlich bis zu zwei Dritttheilen der ganzen in der Pflanze enthaltenen Saftmenge gewonnen; nur bei den schon ziemlich hart gewordenen Stengeln der dritten Periode mußte ich mich mit einem Drittel begnügen.

Der Saft, so wie er die Presse verläßt, reagirt immer mehr oder weniger sauer, zeigt eine Farbe, die etwa zwischen dunkelbraun und grün die Mitte hält, und ist von einer Menge darin nur suspendirter Stoffe, wie Chlorophyllkörner und Protoplasmaschleim, hin und wieder aus abgerissenen Zellentheilen ganz dick und trübe.

Dieser Saft kann Tage lang stehen, ohne daß sich die genannten suspendirten Stoffe zu Boden setzen; dieselben durch Filtration aus dem Saft abzuscheiden, ist geradezu eine Unmöglichkeit, denn anfangs läßt die Flüssigkeit zwar ziemlich gut und klar ab, binnen Kurzem aber verstopfen die Schleimtheile des Plasmas die Poren des Filtrirpapiers

so vollständig, daß sich höchstens alle 5 Minuten ein Tröpfchen durchzubringen vermag, und der Filterrückstand längst schon schimmelt und fault, ehe die Operation beendigt ist.

Kocht man den Saft, so gerinnt das Eiweiß und reißt die suspendirten Körper vollständig mit sich nieder, ebenso kann man durch Zusatz von Alcohol den Saft schnell klar erhalten. In beiden Fällen werden aber zugleich auch wirkliche Saftbestandtheile mit ausgeschieden, und beide Methoden waren deshalb für meine Zwecke nicht brauchbar.

Nach verschiedenem Hin- und Herprobiren gelang mir die Abscheidung der färbenden Beimengungen endlich sehr bequem auf folgendem Wege:

Es ist bekannt, daß die höher organisirten Pflanzen eine Temperatur von  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$  C. nicht lange überdauern; das Plasma in den Zellen gerinnt, und der Tod erfolgt.

Ein ähnlicher Prozeß geht auch noch in dem ausgepressten Saft vor; wenn man denselben langsam erwärmt, so wird die trübe Flüssigkeit zwischen  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$  C. plötzlich wolkig, der Plasmaschleim zieht sich zusammen in Ballen und Klumpen, schließt die Chlorophyllkörnerchen u. s. w. mit ein und sinkt rasch als dunkelgrüne Masse zu Boden, während der überstehende Saft braun und vollkommen klar erscheint. Derselbe läßt sich dann mit der größten Leichtigkeit filtriren oder abheben. Nach Abscheidung der Plasmakörper kann man dann die Flüssigkeit noch erheblich weiter erhitzen, ohne daß eine neue Fällung erfolgt; das Eiweiß gerinnt erst bei weit höherer Temperatur.

Nach dieser Erfahrung wurde der Saft, gleich nachdem er die Presse verlassen und seine Gesamtquantität durch das Gewicht bestimmt worden war, in einer starken gut verkorkten Glasflasche in ein Wasserbad gebracht, dessen Temperatur durch eine kleine Spirituslampe immer auf  $50^{\circ}$ — $60^{\circ}$  C. gehalten wurde. Hatte derselbe die Wärme des Wasserbades erreicht und das Plasma sich vom Saft geschieden, so wurde er zur Abkühlung schnell in den Keller gebracht, dann eine kleine Quantität davon zur möglichst genauen Bestimmung der Trockensubstanz abgewogen, eine größere Menge behufs der speciellen Aschenanalyse in der Silberschale schnell abgedampft und gegläht, und der Rest theils zu weiteren Bestimmungen vertheilt, theils als Reservematerial aufgehoben.

Die abgeschiedenen Plasmakörper wurden auf einem Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

Die Trockensubstanz des Saftes verbrannte im Allgemeinen ziemlich leicht und vollständig zu Asche. Nur bei den jüngsten Pflanzentheilen, z. B. den Blüthen der dritten Periode des zweiten Schnittes und den jungen Blattstielen und Blättern der ersten Periode des ersten Schnittes wurde es nöthig, die Kohle vorher durch Ausziehen mit Wasser von der größten Menge der Alkalien zu befreien, ehe sich die letzten Antheile derselben über einer gewöhnlichen Berzeliuslampe verflüchtigten.

Die Analyse der einzelnen Mineralstoffe wurde dann nach den gebräuchlichen Methoden ausgeführt, und ich füge in Bezug darauf nur hinzu, daß die Phosphorsäure nach Entfernung der Kieselsäure mittelst molybdänsauren Ammoniake geschieden und die Alkalien als Chlormetalle gewogen wurden, das Kali wurde schließlich als Kaliumplatinchlorid bestimmt und das Natron aus der Differenz berechnet.

Wie oben erwähnt, wurde bei der Ausführung der Arbeit vor Allem auf möglichste Raschheit bei allen Operationen gesehen, trotzdem aber war eine sehr erhebliche Fehlerquelle nicht zu vermeiden. Vom Abschneiden der Pflanzen auf dem Felde an bis zum Auffangen des Saftes aus der Presse verging immer eine lange Zeit, die durch das Trennen in die einzelnen Organe, Quetschen, Wägen u. s. w. ausgefüllt wurde. Während dem fand natürlich eine ununterbrochene Verdunstung statt, und dies nicht einmal bei allen Organen in gleichem Maße. Die jungen Blätter und Blüthen verloren z. B. in der gleichen Zeit viel mehr Wasser, als die alten Stengel. Die Folge davon war, daß der Saft, wie er zur Untersuchung gelangte, ein ganz anderer, als der ursprünglich in den Zellen der frischen Pflanze kreisende, daß er viel concentrirter, als dieser, sein mußte. Es wurde somit, wenn die Resultate der Analyse einen Schluß auf die lebende Pflanze erlauben sollten, eine Correctur durch Rechnung nothwendig, die auf folgenden zwei Wegen ausführbar war. Der Deutlichkeit halber führe ich dieselben gleich in einem Beispiele aus.

Directe Berechnung des Wasserverlustes und der daraus sich ergebenden Concentration des Saftes.

- 1) a. 100 Theile Stengel der 3. Periode des 2. Schnittes hatten frisch vom Felde weg gegeben 70,60 Theile Wasser und 29,40 Theile Trockensubstanz.
- b. 100 Theile derselben Stengel (größere Portion) enthielten

noch, als sie zur Presse kamen und somit einen Theil ihrer Feuchtigkeit verdunstet hatten, 70,02 Theile Wasser und 29,98 Theile Trodensubstanz. Aus beiden Angaben für Trodensubstanz berechnet sich, daß 100 Grm. ursprünglich frischer Stengel jetzt nur noch 98 Grm. wogen, denn  $29,98:29,40 = 100:98,06$ , daß also bis hierher nahezu 2% (genau 1,94%) Feuchtigkeit verdunstet waren.

2) Nach dem Quetschen und Pressen wurden von 100 Grm. Stengeln mit dem sub 1 b. bezeichneten Wassergehalt

| wieder gewonnen; :                             | und darin war enthalten: |                      |              |
|------------------------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|
|                                                | Grm.                     | Trodensubstanz. Grm. | Wasser. Grm. |
| ausgepresster Saft . . . . .                   | 22,654                   | 2,424                | 20,230       |
| i. d. Preßtuche wurde zurückgehalten . . . . . | 3,827                    | 0,408                | 3,419        |
| Preßrückstand . . . . .                        | 65,960                   | 27,140               | 38,820       |
| ..... Sa.                                      | 92,341                   | 29,972               | 62,469       |
| ..... bleibt Verlust:                          | 7,659                    | 0,008                | 7,551        |
|                                                | 100,000                  | 29,98                | 70,02        |

Es war somit die Trodenmasse fast vollständig wiedergefunden, aber ein neuer Verlust an Feuchtigkeit eingetreten und zwar in der Höhe von 7,5%. Nachdem so die Menge des während der verschiedenen Operationen verdunsteten Wassers gefunden ist, bleibt nur übrig, den Verlust auf den Saft zu verrechnen.

| 3) Es wurden gewonnen:                                                                      | und darin war enthalten: |              |                   |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                                                                                             | Saft. Grm.               | Plasma. Grm. | Trodensubst. Grm. | Wasser. Grm. |
| mit Einschluß des im Preßtuche zurückgebliebenen . . . . .                                  | 26,481                   | 0,075        | 2,767             | 23,639       |
| von dem Preßrückstande war zurückgehalten worden*) . . . . .                                | 43,429                   | 0,120        | 4,538             | 38,771       |
| es wurden somit von 100 Th. Stengeln in Sa. gefunden . . . . .                              | 69,910                   | 0,195        | 7,305             | 62,410       |
| rechnet man das während des Pressens verlorne Wasser hinzu . . . . .                        | 7,55                     | —            | —                 | 7,55         |
| so erhält man als Saftmenge der Stengel in dem Zustande, wie sie zur Presse kamen . . . . . | 77,46                    | 0,195        | 7,305             | 69,96        |

\*) Nach der oben pag. 32 angegebenen Weise aus dem Feuchtigkeitsgehalte des Preßrückstandes berechnet.

4) Die Stengel b., wie sie zur Presse kamen, hatten aber auch schon einen Verlust an Feuchtigkeit erlitten, denn nach 1. enthielten 98,06 Theile davon ebensoviel Trockensubstanz als 100 Theile ursprünglich frischer Stengel a auf dem Felde.

Es wird demnach folgende weitere Reduction nöthig:

|                                                                                              | Saft. | Plasma. | Trockensubst. | Wasser. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|---------------|---------|
| 98,06 Theile Stengel b. enthielten                                                           |       |         |               |         |
| nach 3. . . . .                                                                              | 75,85 | 0,191   | 7,159         | 68,50   |
| rechnet man dazu das anfangs verdunstete Wasser . . . . .                                    | 1,94  | —       | —             | 1,94    |
| so erhält man endlich als den Gehalt von 100 Theilen ursprünglich frischer Stengel . . . . . | 77,79 | 0,191   | 7,159         | 70,44   |

Und hieraus berechnet sich die ursprüngliche Concentration des in den frischen Stengeln vorhandenen Saftes wie folgt:

$$77,79 : 7,159 = 100 : 9,203.$$

100 Theile unveränderter plasmareiner Saft enthielt demnach 9,203 gelbste Trockensubstanz.

Wahrscheinlich läßt sich durch eine mathematische Formel hier viel schneller zum Ziele kommen, ich habe aber, da mir eine solche nicht zu Gebote stand, den hier beschriebenen Weg eingehalten und jedenfalls giebt derselbe eine Vorstellung von der Gedankenfolge, die mich bei der Berechnung leitete.

Die zweite Berechnungsweise war viel einfacher und kürzer.

Berechnung der Saftconcentration auf indirectem Wege aus den relativen Verhältnissen der Trockensubstanz.

Hier bleibt der Wassergehalt und Wasserverlust ganz außer Berücksichtigung, und es ist gleichgültig, ob das Material etwas mehr oder weniger weß zur Verarbeitung kam.

Von einer beliebigen Masse der schon zum vorigen Beispiel benutzten Stengel (wie beiläufig in dem Zustande, wie sie zur Presse kam, 1367 Grm. betrug), wurden erhalten:

ausgepreßter Saft . . . 310 Grm. mit 33,262 Grm. Trockensubst.  
 i. d. Preßstuche blieben zurück 52 = = 5,579 = =  
 Der Preßstuchen wog 901 Grm. und enthielt 371 Grm. Trockensubst.

Aus dem Wassergehalt des Preßluchens berechnet sich, daß in dem Rückstande noch 593,5 Grm. Saft mit 63,501 Grm. Trodensubstanz zurückgeblieben waren.

Die übrigen  $371 - 63,501 = 307,499$  Grm. Trodensubstanz des Preßluchens mußten die in der Pflanze fest und organisirt abgelagerte Substanz repräsentiren.

Aus diesen Daten ergibt sich, daß die Summe der von obigen Stengeln erhaltenen Trodensubstanz (409,841 Grm.) folgendermaßen vertheilt war. (Ich berücksichtige hier wiederum gleich die Menge des abfiltrirten Plasmas mit.)

|                                               |              |
|-----------------------------------------------|--------------|
| In der Summe des ganzen Pflanzenaftes gelöst  | 99,657 Grm.  |
| Plasma . . . . .                              | 2,685 =      |
| In der Pflanze fest und organisirt abgelagert | 307,499 =    |
|                                               | 409,841 Grm. |

Diese drei Zahlen stehen zu einander in dem relativen Verhältniß, wie 100 : 2,69 : 308,56.

Dasselbe relative Verhältniß mußte natürlich in der Trodensubstanz der ursprünglich frischen Kleeftengel ebenfalls obwalten.

Nach der directen Feuchtigkeitsbestimmung enthielten dieselben auf 70,60 Wasser : 29,40 Trodensubstanz.

Vertheilt man nun diese 29,40 Trodensubstanz nach dem oben gefundenen relativen Verhältniß, so erhält man in den frischen Stengeln Trodensubstanz:

|                                |        |                                                                            |
|--------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------|
| In dem Saftes gelöst . . . . . | 7,149  | $\left. \begin{array}{l} 100 : \\ 2,69 : \\ 308,56 : \end{array} \right\}$ |
| Plasma . . . . .               | 0,193  |                                                                            |
| Fest abgelagert . . . . .      | 22,058 |                                                                            |
|                                | 29,400 |                                                                            |

Und hieraus ergibt sich: in 70,60 Wasser waren gelöst 7,149 Trodensubstanz, die ursprüngliche Concentration des Saftes war demnach  $(70,60 + 7,149) = 77,749 : 7,149 = 100 : 9,195$  Grm.

Durch die erste Rechnung war gefunden worden, daß der ursprüngliche frische Stengelsaft an wirklich gelöster Trodensubstanz in 100 Theilen enthielt . . . . . 9,203  
 durch die zweite Rechnungsmethode . . . . . 9,195  
 im Mittel also rund . . . . . 9,2  
 in dem verarbeiteten, schon durch Verbunstung concentrirter gewordenen Saftes ergab dagegen das directe Experiment . . . . . 10,448 % Trodensubst.

Ich habe in allen Fällen beide Rechnungsweisen zugleich angeführt, die erhaltenen Resultate stimmen durchaus, wenn auch nicht so genau wie in dem vorliegenden Falle, doch befriedigend überein, indem die Differenz nirgend über die zweite Decimale hinausgeht, und eine Menge Controlrechnungen haben mich überzeugt, daß der Fehler, der hierdurch entsteht, im Durchschnitt nicht größer, als etwa  $\frac{1}{8}$ , also noch nicht 2% betragen kann.

Im Folgenden sehe ich deshalb gänzlich von dem durch das Experiment gefundenen Trockengehalt des Saftes ab, und alle Zahlen, die von dem Saft oder der frischen Pflanze gegeben werden, beziehen sich auf diese corrigirten Werthe.

#### Allgemeine Notizen.

Wie oben bemerkt, suchte ich die Arbeit über den Kleeftaft so eng als möglich an die erste Versuchsreihe Ulbricht's (aus dem Jahre 1859) anzuschließen. Verschiedene Verhältnisse aber brachten manche Störung in den Plan; so konnte ich z. B. in ein Paar Perioden mein Untersuchungsmaterial erst 2 oder 3 Tage später einsammeln, als Ulbricht; außerdem war es mir nicht möglich, bei der viel größeren Masse Materials, die ich brauchte, alle einzelnen Pflanzen mit der gleichen Sorgfalt auszuwählen u. s. w. Diese Umstände bewogen mich, die von Ulbricht ermittelten allgemeinen Verhältnisse, wie Wassergehalt und relative Masse der einzelnen Organe nicht auch zugleich für meine Zwecke als gültig anzunehmen; dieselben sind von mir noch besonders immer aus einer größeren Masse bestimmt und in den beiden nebenstehenden Tabellen I. und II. zusammengestellt.

Da ich, als die 2. und 3. Periode des ersten Schnittes vom zweijährigen Klee in Arbeit war, noch nicht gelernt hatte, die Plasmasubstanzen schnell und vollständig vom Saft zu scheiden, halte ich die gewonnenen Resultate nicht für zuverlässig genug, um sie hier mitzutheilen und bemerke nur, daß dieselben, so viel sich eben beurtheilen ließ, sehr gut mit den später erhaltenen übereinstimmten. Ich beschränkte mich deshalb im Nachfolgenden einzig auf die 3 Perioden des zweiten Schnittes vom zweijährigen Klee und auf die eine Periode, welche von der jungen einjährigen Pflanze zu erhalten war. Hierbei verlief die Untersuchung glatt und sicher und erweckte Vertrauen. Der reife Klee (4. Periode Ulbricht's) schloß sich natürlich ganz von selbst aus meiner Versuchsreihe aus, da von der nun schon trocken gewordenen Pflanze durch die Presse kein Saft mehr zu erlangen war.



**Tabelle I.**  
Stoffgehalt der Pflanze.

| In 100 Teilen<br>freier Pflanzorgane<br>vor enthalten: | Junge jährige Pflanze |          |                   | Ältere jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt. |            |                   |            |                     |                   |          |          |
|--------------------------------------------------------|-----------------------|----------|-------------------|--------------------------------------------|------------|-------------------|------------|---------------------|-------------------|----------|----------|
|                                                        | erster Schnitt.       |          | Periode 1.        |                                            | Periode 2. |                   | Periode 3. |                     |                   |          |          |
|                                                        | Blatt-<br>stiele.     | Blätter. | Blatt-<br>stiele. | Blätter.                                   | Stängel.   | Blatt-<br>stiele. | Blätter.   | Stängel-<br>stiele. | Blatt-<br>stiele. | Blätter. | Blüthen. |
| Stoffe . . . . .                                       | 83,9                  | 77,5     | 80,6              | 74,4                                       | 80,6       | 78,5              | 74,5       | 70,6                | 72,6              | 68,0     | 76,8     |
| Trockensubstanz . . . . .                              | 16,1                  | 22,5     | 19,4              | 25,6                                       | 19,4       | 21,5              | 25,5       | 29,4                | 27,4              | 32,0     | 23,2     |
|                                                        | 100,0                 | 100,0    | 100,0             | 100,0                                      | 100,0      | 100,0             | 100,0      | 100,0               | 100,0             | 100,0    | 100,0    |

**Tabelle II.**

Relatives Verhältnis der Organe.

| Von 100 Teilen<br>freier Pflanze<br>: machen aus: | Junge jährige<br>Pflanze. |         | Ältere jährige Pflanze.<br>Zweiter Schnitt. |         |                          | Von 100 Teilen<br>trockner Pflanze<br>machen aus: |         | Junge jährige<br>Pflanze. |         | Ältere jährige Pflanze.<br>Zweiter Schnitt. |         |  |
|---------------------------------------------------|---------------------------|---------|---------------------------------------------|---------|--------------------------|---------------------------------------------------|---------|---------------------------|---------|---------------------------------------------|---------|--|
|                                                   | Periode 1.                | Per. 1. | Per. 2.                                     | Per. 3. | Periode 1.               | Per. 1.                                           | Per. 2. | Per. 3.                   | Per. 1. | Per. 2.                                     | Per. 3. |  |
| Die Stengel . . . . .                             | —                         | —       | 31                                          | 40      | —                        | —                                                 | 26,7    | 41,9                      | —       | —                                           | —       |  |
| Die Blattheile . . . . .                          | 60                        | 42      | 28                                          | 10      | Die Stengel . . . . .    | —                                                 | 51,8    | 9,8                       | —       | —                                           | —       |  |
| Die Blätter . . . . .                             | 40                        | 58      | 41                                          | 22      | Die Blattheile . . . . . | —                                                 | 48,2    | 25,1                      | 35,4    | 26,8                                        | —       |  |
| Die Blüthen . . . . .                             | —                         | —       | —                                           | 28      | Die Blätter . . . . .    | —                                                 | —       | 23,2                      | 48,2    | 64,6                                        | —       |  |
|                                                   | 100                       | 100     | 100                                         | 100     |                          | 100,0                                             | 100,0   | 100,0                     | 100,0   | 100,0                                       | 100,0   |  |

Während die relativen Verhältnisse der einzelnen Organe in der frischen Pflanze bis auf die Blüthen der dritten Periode ziemlich genau mit den von Ulbricht ermittelten Zahlen stimmen, zeigt der Wassergehalt öfter erheblichere Differenzen. Die allgemeinen Gesetze übrigens, wie: — die ganze Pflanze und die einzelnen Organe nehmen mit dem Alterwerden an Feuchtigkeit ab, an Trockensubstanz zu; die Blätter sind in der frischen Pflanze das an Wasser ärmste Organ u. s. w. — treten auch in meinen Bestimmungen deutlich hervor. Wenn ich in späteren Berechnungen die angegebenen Verhältniszahlen brauche, so lege ich natürlich immer meine eigenen Bestimmungen zu Grunde.

### Das Plasma.

Unter „Plasma“ fasse ich wie oben die Stoffe zusammen, die in dem ausgepressten Saft nur suspendirt, nicht gelöst herumschwimmen und denselben trübe machen. Der großen Hauptmasse nach besteht dasselbe, wie schon erwähnt, aus Chlorophyllkörnern; außerdem findet sich etwas von dem Schleim, der die Zellen erfüllt und hin und wieder ein abgerissenes Zellstoffpartikelchen darin.

Ist es schon nahezu eine Unmöglichkeit, allen Saft vollständig aus einem Pflanzenorgan zu gewinnen, so kann man gar nicht daran denken, die festen (wenn auch mikroskopisch kleinen) Körner und die Schleimtheile des Plasmas auf mechanischem Wege vollkommen herauszuziehen. Man kann eine Pflanzenmasse noch so fein zerstoßen und zerquetschen, noch so oft mit Wasser waschen und pressen; sie bleibt immer grün, als Zeichen, daß noch Chlorophyll in den Zellen zurückgehalten wurde.

Trotz dieser Ueberzeugung habe ich das durch einfaches Pressen mit dem Saft erhaltene Plasma gewogen, seine Aschenmenge, und wo es die Quantität zuließ, selbst einzelne Mineralkörper bestimmt und ganz in derselben Weise, wie beim Saft angegeben, auf die ursprüngliche frische Pflanze berechnet.

Wenn ich diese Resultate in Tabelle III. hier kurz zusammenstelle, so geschieht dies nicht, als ob ich auf die absoluten Zahlen irgend welchen Werth lege, sondern weil die Resultate eine gewisse Constanz zeigen und weil ich glaube, daß sich aus den relativen Verhältnissen Einiges schließen läßt.

Tabelle III.  
Plasma.

| 10,000 Teile festes<br>Pflanzengarn<br>Lieferanten:                                    | Jedere 24hige Pflanze — 3witer Schnitt. |                     |                    |                  |          |                    |                  |          |                    |                  |          |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|--------------------|------------------|----------|--------------------|------------------|----------|--------------------|------------------|----------|----------|
|                                                                                        | Junge Jähr-Pflanze                      |                     |                    | Periode 1.       |          |                    | Periode 2.       |          |                    | Periode 3.       |          |          |
|                                                                                        | I. Schnitt<br>Blatt-<br>fiele.          | Per. 1.<br>Blätter. | Stengel-<br>fiele. | Blatt-<br>fiele. | Blätter. | Stengel-<br>fiele. | Blatt-<br>fiele. | Blätter. | Stengel-<br>fiele. | Blatt-<br>fiele. | Blätter. | Stimmen. |
| Plasma . . . . .                                                                       | 36,3                                    | 85,4                | 42,3               | 95,5             | 36,6     | 45,5               | 66,3             | 19,3     | 40,4               | 77,5             | 27,3     |          |
| Dobon waren:<br>verbreitlich . . . . .                                                 | 35,17                                   | 81,22               | 41,64              | 89,89            | 35,85    | 44,25              | 62,87            | 19,06    | 39,65              | 71,94            | 26,67    |          |
| und bies stfche . . .                                                                  | 1,13                                    | 4,18                | 0,66               | 5,61             | 0,75     | 1,25               | 3,43             | 0,24     | 0,75               | 5,56             | 0,63     |          |
| Bon 100 Teilen<br>troden Plasmae ma-<br>ren bennach organisch<br>und unorganisch . . . | 36,3                                    | 85,4                | 42,3               | 95,5             | 36,6     | 45,5               | 66,3             | 19,3     | 40,4               | 77,5             | 27,3     |          |
|                                                                                        | 96,90                                   | 95,10               | 98,43              | 94,13            | 97,94    | 97,25              | 94,82            | 98,74    | 97,14              | 92,82            | 97,70    |          |
|                                                                                        | 3,10                                    | 4,90                | 1,57               | 5,87             | 2,06     | 2,75               | 5,18             | 1,26     | 1,86               | 7,18             | 2,30     |          |
|                                                                                        | 100,00                                  | 100,00              | 100,00             | 100,00           | 100,00   | 100,00             | 100,00           | 100,00   | 100,00             | 100,00           | 100,00   |          |

Die Zahlen zeigen zunächst, daß die Blätter am reichsten, die Stengel und Blüten am ärmsten an Plasma sind und daß die Blattstiele zwischen beiden in der Mitte stehen. Da das Plasma hauptsächlich als Chlorophyll besteht, so hatte sich dies Verhalten schon ungefähr aus der verschiedenen Farbe dieser Organe schließen lassen.

Es ergibt sich ferner, daß das Plasma der Stengel, Blattstiele und Blüten wesentlich von dem der Blätter verschieden ist in Bezug auf seinen Gehalt an Mineralbestandtheilen. Die ersteren Organe sind arm an Asche und dieselbe besteht, wie mir einige Bestimmungen zeigten, in der Hauptsache aus Eisen und phosphorsauren Erden mit nur wenig — etwa 18—20 % — kohlensaurem Kalk. Das Plasma der Blätter hingegen enthält 2—3mal mehr Asche und in dieser Asche dominirt der kohlensaure Kalk — nach einigen Bestimmungen 60 — 80 %  $\text{CaO}$ . CO. 2. —

Dies führt zu der Vermuthung, daß der höhere Aschengehalt des Blätterplasmas durch eine fremde Beimischung von Kaltsalzen herbeigeführt worden sei und dies könnte geschehen sein durch in den Zellen der Blätter abgelagerte Krystalle von oxalsaurem Kalk (vielleicht auch Gyps), die mit dem Saft herausgepreßt wurden.

Zwar habe ich mich vergeblich bemüht, die bekannten Krystalle unter dem Mikroskope in dem Plasma zu entdecken, betrachte dies aber nicht als genügenden Beweis für ihre Abwesenheit, sondern erkläre es aus der Mangelhaftigkeit meines Instruments und meiner geringen Gewandtheit im Mikroskopiren.

Nach diesen Bemerkungen verlasse ich das Plasma, um nicht wieder darauf zurückzukommen. Weiter unten ist es mit der geringen Menge Mineralstoffe, die es enthält, immer mit in die unlöslich abgelagerte Pflanzensubstanz eingerechnet.

Der Caffee.  
Menge und Concentration des Caffees.  
Tabelle IV.

|                                                                                           | Mittlere jährliche Menge. — Zweites Quartal. |         |                 |            |          |                 |            |          |                 |         |                 |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------|-----------------|------------|----------|-----------------|------------|----------|-----------------|---------|-----------------|--|
|                                                                                           | Periode 1.                                   |         |                 | Periode 2. |          |                 | Periode 3. |          |                 |         |                 |  |
|                                                                                           | Blatt-<br>Hekt.                              | Blätter | Blatt-<br>Hekt. | Blätter    | Stengel. | Blatt-<br>Hekt. | Blätter    | Stengel. | Blatt-<br>Hekt. | Blätter | Milli-<br>Hekt. |  |
| <b>1. Caffemenge:</b>                                                                     |                                              |         |                 |            |          |                 |            |          |                 |         |                 |  |
| Im 100 Theilen frischer<br>Menge war Caffee ent-<br>halten . . . . .                      | 89,1                                         | 85,0    | 87,3            | 82,0       | 87,6     | 85,8            | 81,9       | 77,7     | 79,9            | 78,6    | 83,9            |  |
| Masse . . . . .                                                                           | 83,889                                       | 77,507  | 80,439          | 74,366     | 80,562   | 78,663          | 74,341     | 70,545   | 72,584          | 67,983  | 76,745          |  |
| Darunter waren:<br>Verreinigte Stoffe . . . . .                                           | 3,703                                        | 5,723   | 5,711           | 5,978      | 6,138    | 5,946           | 5,954      | 6,453    | 6,063           | 8,548   | 6,305           |  |
| Masse . . . . .                                                                           | 1,508                                        | 1,765   | 1,150           | 1,686      | 0,900    | 1,191           | 1,605      | 0,702    | 1,253           | 2,069   | 0,850           |  |
| <b>2. Concentration des<br/>Caffees:</b>                                                  |                                              |         |                 |            |          |                 |            |          |                 |         |                 |  |
| Im 100 Theilen Caffee war<br>enthalten: Trockensubstanz . . . . .                         | 89,1                                         | 85,0    | 87,3            | 82,0       | 87,6     | 85,8            | 81,9       | 77,7     | 79,9            | 78,6    | 83,9            |  |
| Darunter waren:<br>Verreinigte Stoffe . . . . .                                           | 5,849                                        | 8,815   | 7,860           | 9,347      | 8,035    | 8,318           | 9,229      | 9,208    | 9,156           | 13,507  | 8,528           |  |
| Masse . . . . .                                                                           | 4,156                                        | 6,739   | 6,542           | 7,290      | 7,007    | 6,930           | 7,270      | 8,305    | 7,588           | 10,875  | 7,515           |  |
| Im 100 Th. Trockensubstanz<br>des Caffees waren benutzet:<br>Verreinigte Stoffe . . . . . | 5,849                                        | 8,815   | 7,860           | 9,347      | 8,035    | 8,318           | 9,229      | 9,208    | 9,156           | 13,507  | 8,528           |  |
| Masse . . . . .                                                                           | 71,1                                         | 76,5    | 83,2            | 78,0       | 87,2     | 83,3            | 78,8       | 90,2     | 82,9            | 80,5    | 89,1            |  |
| Verreinigte Stoffe . . . . .                                                              | 28,9                                         | 23,5    | 16,8            | 22,0       | 12,8     | 16,7            | 21,2       | 9,8      | 17,1            | 19,5    | 11,9            |  |
| Masse . . . . .                                                                           | 100,0                                        | 100,0   | 100,0           | 100,0      | 100,0    | 100,0           | 100,0      | 100,0    | 100,0           | 100,0   | 100,0           |  |

Was zunächst die Menge des Saftes anlangt, so ergibt sich Folgendes:

Die junge Pflanze ist am reichsten an Saft, mit dem Weiterwerden vermindert sich allmählig ihr Saftgehalt.

Dieses Gesetz hängt eng zusammen mit dem Bildungsvorgange in den Zellen. Während anfangs nur die nothwendigen Umgrenzungs-schichten der Zellen gebildet werden, lagern sich erst nach und nach auf dem Innern derselben die Verdichtungsschichten ab und werden immer mehr feste Stoffe organisiert. Die Verminderung des Zellvolumens bringt eine allmähliche Verringerung der Saftmenge nothwendig mit sich.

Diese Saftabnahme geht bis zur vollen Ausbildung der Blüthe sehr langsam vorwärts, von da ab aber während der Samenanlage rascher; der Stengel, als saftzuleitendes Organ, verholzt ziemlich schnell und die volle Austrocknung der Pflanze während der Samenreife wird in kurzer Zeit vollendet.

Demselben Gesetze, wie die ganze Pflanze, folgen auch ihre einzelnen Organe. Zuerst werden die Blätter gebildet, diesen folgen die Blattstiele, nach diesen schiebt sich der Stengel empor und zuletzt erscheint die Blüthe. Dieser Zeitfolge der Entstehung entspricht genau die Saftmenge der verschiedenen Pflanzentheile. Die Blätter, als ältestes Organ, enthalten immer am wenigsten Saft, etwas mehr die Blattstiele, noch mehr die Stengel, am meisten die Blüthen. In der dritten Periode war der untere Theil des Stengels schon etwas verholzt und ist deshalb die scheinbare Abweichung im Saftgehalt derselben nicht als eine Ausnahme von dem Gesetze zu betrachten.

Gerade im umgekehrten Verhältnisse zur Saftmenge steht die Concentration des Saftes, d. h. je älter ein Pflanzenorgan ist, desto mehr Trockensubstanz enthält dasselbe in seinem Saft aufgelöst.

Man könnte versucht sein, diese Thatsache einfach auf die Gesetze der Verdunstung zurückzuführen, indem man sagt: In den Blättern hauptsächlich wird das von der Pflanze aufgenommene Wasser verdunstet, die natürliche Folge davon ist, daß der Saft auch dort concentrirter ist, als in den Blattstielen, in diesen concentrirter, als in den Stengeln u. s. w.

Dies angenommen, müßte aber wenigstens in 100 Theilen Trockensubstanz vom Saft der Blätter genau ebensoviel Asche enthalten sein, wie in 100 Theilen Trockensubstanz der Blattstiele und Stengel. Einer solchen Annahme widersprechen aber die gefundenen und in der obigen Tabelle mitgetheilten Zahlen für Asche entschieden, und noch mehr der

weiter unten zu besprechende Gehalt von Mineralstoffen. Diese Daten beweisen vielmehr, daß der Saft jedes einzelnen Organes ein durchaus von den anderen verschiedener ist.

Ich werde später Gelegenheit haben, auf diese Verhältnisse specieller einzugehen, und füge deshalb hier nur noch anhangsweise eine Beobachtung an, die mehr die Saftmenge der Pflanze im Allgemeinen betrifft. Wenn man in der heißen Jahreszeit an einem Kleefeld vorbeigeht, so kann man nach langer, anhaltender Trockenheit bemerken, wie von Mittag bis Abend, erst auf einzelnen Stellen, später über das ganze Feld, die Pflanzen glanzlos, zusammengefallen und well aussehen, mit Einbruch der Nacht richten dieselben sich wieder auf, erscheinen frisch und strahlend und können diesen Wechsel lange ertragen, ohne zu leiden und zu Grunde zu gehen. Bisweilen, nach thaulosen Nächten, tritt dieser Zustand schon früh morgens kurz nach Sonnenaufgang ein.

Die Physiologen erklären uns diesen Vorgang wie folgt: Die Saftzufuhr in die Pflanze wird durch zwei Factoren, — einmal durch die größere oder geringere Verdunstung der Blätter, — dann aber auch durch eine besondere und zwar von dieser ganz unabhängige Thätigkeit der Wurzeln regulirt. Die letzteren Organe pressen die von ihnen aufgenommene Bodenfeuchtigkeit mit einer gewissen Kraft nach oben in den Stengel, die Blattstiele, die Blätter, und dadurch wird in dem ganzen Zellensysteme der Pflanze ein Grad von Spannung erzeugt, welcher dieselbe frisch und turgescent erhält. Diese Spannung kann natürlich nur so lange dauern, als der durch die Verdunstung der Blätter bewirkte Wasserverlust immer durch die von den Wurzeln aufwärts getriebene Bodenfeuchtigkeit ersetzt wird. Wird die Verdunstung durch hohe Temperaturgrade sehr gesteigert und die Bodenfeuchtigkeit durch Austrocknung zugleich stark herabgedrückt, so ist das Gleichgewicht gestört und die Pflanze welkt\*).

\*) Ueber diese selbstständige Kraft der Wurzeln, Flüssigkeit nach oben zu treiben, lieferte mir eine andere Arbeit dieses Sommers interessante Resultate. Behufs einer Untersuchung über den aufsteigenden Saft wurden Sonnenrosen, Tabak und Kartoffeln noch unterhalb der ersten Blätter abgeschnitten und der freiwillig aus dem Stammstumpfe abfließende Saft in aufgekitteten Glarröhren gesammelt. So lange der Boden feucht war, bluteten die Stumpfe lustig; im günstigsten Falle lieferte so z. B. eine einzige Sonnenrose während 24 Stunden mehr als 300 Cub.-Cent. Saft. Sobald aber der Boden bis auf einen gewissen Grad ausgetrocknet war, ließ sich kein Tropfen Saft mehr gewinnen. Ob sich dieses starke Bluten mit Hilfe der Diffusion oder Endosmose genügend erklären läßt, ist mir aus mehreren Gründen sehr zweifelhaft.

Als sich dieser Zustand auf einzelnen Stellen unseres Gartenstückes an den jungen einjährigen Pflanzen (erster Periode) zeigte, habe ich zu gleicher Zeit frische und verwelkte Exemplare gesammelt und den Wassergehalt bestimmt. Das Resultat war:

Welke Pflanzen enthielten:

in den Blattstielen: 78,4 % Feuchtigkeit, 21,6 % Trockensubstanz,  
in den Blättern: 71,0 " " 29,0 " "

Desgleichen welke Pflanzen von einer zweiten Stelle:

in den Blattstielen: 80,8 % Feuchtigkeit, 19,2 % Trockensubstanz,  
in den Blättern: 71,1 " " 28,9 " "

Während in frisch und straff gebliebenen — übrigens zwischen den beiden vorigen gewachsenen — Pflanzen gefunden wurde:

in den Blattstielen: 90,0 % Feuchtigkeit, 10,0 % Trockensubstanz,  
in den Blättern: 82,5 " " 17,5 " "

Die welke Pflanzen zeigten hiernach einen beinahe doppelt so großen Trockensubstanzgehalt, als die frischen, mußten folglich auch beinahe die Hälfte ihres Wassers verloren haben.

Die Größe dieser Differenz stößte mir einige Besorgniß ein, wegen meiner übrigen Resultate. Wenigstens wollte ich mir darüber Auskunft verschaffen, ob die regelmäßigen täglichen Schwankungen der Temperatur, die zwischen morgens, mittags und abends eintreten, einen erheblichen Einfluß auf das in den Pflanzenorganen enthaltene Wasser und damit auf die Concentration des in denselben circulirenden Saftes ausübten. Zwar hatte ich die Einsammlung der zu den Versuchen bestimmten Pflanzen immer des Morgens vorgenommen, aber natürlich war es nicht zu vermeiden, daß dasselbe einmal um 7, ein zweites und drittes Mal um 8 oder 9 Uhr geschah. Daß übrigens die verarbeiteten Exemplare immer frisch und turgescent waren, brauche ich kaum zu bemerken.

Da von einem größeren Kleeelde der tägliche Wirthschaftsbedarf immer nach und nach weggenommen wird, so ist es leicht, fast zu jeder beliebigen Zeit alle Altersstufen der Pflanze auf einem und demselben Kleeßlage vereinigt zu finden. Somit wurden am 28. und 29. Juni gleichzeitig von verschiedenen Schnitten folgende Feuchtigkeitsbestimmungen vorgenommen. (Die in der vordern Columne beigefügten Temperaturen sind in der Weise ermittelt, daß ein gutes Thermometer auf dem Felde mitten in die Kleepflanzen hinein, und zwar mit der Kugel etwa in halber Höhe derselben gehängt, und so die Grade abgelesen wurden.)



Tabelle V.

Wassergehalt der Pflanze zu verschiedenen Tageszeiten.

| 100 Teile<br>frisches Pflanz-<br>organ ent-<br>halten Wasser: | Tempe-<br>ratur nach<br>• C. | Mittlere tägliche Pflanze — 3mweiter Øschnitt. |          |          |                 |          |          |                 |          |          |                 |          |          |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|-----------------|----------|----------|
|                                                               |                              | Tage 1. Pflanze                                |          |          | Tage 2. Pflanze |          |          | Tage 3. Pflanze |          |          | Tage 4. Pflanze |          |          |
|                                                               |                              | Blatt-<br>flie.                                | Blätter. | Stengel. | Blatt-<br>flie. | Blätter. | Stengel. | Blatt-<br>flie. | Blätter. | Stengel. | Blatt-<br>flie. | Blätter. | Stengel. |
| morgens . . .                                                 | 25—26                        | 89,0                                           | 82,6     | 88,3     | 79,7            | 88,3     | 85,2     | 78,8            | 75,9     | 79,4     | 73,4            | 77,8     |          |
| mittags . . .                                                 | 29—31                        | 89,4                                           | 80,9     | 86,2     | 77,5            | 87,8     | 84,5     | 77,4            | 73,8     | 81,9     | 72,1            | 64,6     |          |
| abends . . .                                                  | 18—20                        | 90,5                                           | 83,1     | 86,9     | 81,6            | 88,4     | 84,7     | 77,9            | 67,1     | 81,0     | 75,2            | 74,3     |          |
| morgens . . .                                                 | 32—33                        | 90,5                                           | 83,8     | 86,9     | 79,9            | 88,1     | 84,7     | 78,5            | 71,8     | 75,3     | 68,6            | 74,7     |          |
| mittags . . .                                                 | 39—41                        | 90,1                                           | 82,1     | 85,7     | 79,0            | 89,6     | 86,5     | 79,0            | 67,4     | 74,6     | 64,8            | 60,8     |          |
| abends . . .                                                  | 19—20                        | 89,2                                           | 81,3     | 87,0     | 81,7            | 88,0     | 85,4     | 79,5            | 69,6     | 74,2     | 71,3            | 68,4     |          |
| Mittelnun . . .                                               |                              | 89,0                                           | 80,9     | 85,7     | 77,5            | 87,8     | 84,5     | 77,4            | 67,1     | 74,2     | 64,8            | 60,8     |          |
| Maximum . . .                                                 |                              | 90,5                                           | 83,8     | 88,3     | 81,7            | 89,6     | 86,5     | 79,5            | 75,9     | 81,9     | 75,2            | 77,8     |          |
| Durchschnitt                                                  |                              | 89,8                                           | 82,3     | 86,8     | 79,9            | 88,4     | 85,2     | 78,5            | 70,9     | 77,7     | 70,9            | 70,1     |          |

Die Zahlen für die Wassergehalte divergiren vielfach und zum Theil bedeutend, augenscheinlich aber liegt der Grund dazu in der Verschiedenheit der zu den Versuchen benutzten Pflanzeneemplare und steht in keinem Zusammenhange mit den periodischen Schwankungen der Temperatur.

Ich glaube deshalb den Satz als richtig annehmen zu können: So lange genügende Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist, wird das von den Blättern verdunstete Wasser durch die Thätigkeit der Wurzeln sogleich und vollständig ersetzt, und die Saftmenge, sowie die Concentration des Saftes, bleibt in der ganzen Pflanze auch unter dem Einflusse der hohen Mittagstemperatur dieselbe, wie am Morgen oder Abend. Sobald die Bodenfeuchtigkeit unter die zu diesem Behufe nöthige Menge herabsinkt, macht sich dies auch äußerlich durch Welkwerden der Pflanze (zunächst der Blätter) bemerklich.

Die im unteren Kasten Caffee gefundenen Mineralstoffe.

Tabelle VI.

Um 10,000 Theilen Caffee waren folgende Mineralstoffe gelöst enthalten:

|                                                      | Junge Säberpflanze |          |                  |          | Ältere Säberpflanze — Zweiter Schnitt. |                  |            |          |       |       |       |
|------------------------------------------------------|--------------------|----------|------------------|----------|----------------------------------------|------------------|------------|----------|-------|-------|-------|
|                                                      | Periode 1.         |          | Periode 1.       |          | Periode 2.                             |                  | Periode 3. |          |       |       |       |
|                                                      | Blatt-<br>flüde.   | Blätter. | Blatt-<br>flüde. | Blätter. | Stängel.                               | Blatt-<br>flüde. | Blätter.   | Blüthen. |       |       |       |
| <b>Stiche in Summa (Durch<br/>Verbrenn. gefund.)</b> | 169,3              | 207,6    | 131,8            | 205,7    | 102,8                                  | 138,8            | 195,9      | 90,3     | 156,8 | 263,2 | 101,3 |
| Säure . . . . .                                      | 70,30              | 63,23    | 24,00            | 31,60    | 28,50                                  | 32,00            | 32,26      | 15,50    | 25,80 | 34,75 | 42,60 |
| Alkalien . . . . .                                   | 4,04               | 2,10     | 2,32             | 1,64     | 3,60                                   | 2,87             | 2,16       | 3,16     | 4,00  | 2,80  | 1,16  |
| Salze . . . . .                                      | 24,80              | 56,05    | 30,50            | 72,10    | 19,17                                  | 31,90            | 68,00      | 21,50    | 42,80 | 94,25 | 10,50 |
| Phosphor-<br>säure . . . . .                         | 7,50               | 10,85    | 32,52            | 23,90    | 18,10                                  | 25,60            | 20,70      | 19,95    | 28,70 | 24,16 | 8,10  |
| Phosphor-<br>säure . . . . .                         | 8,31               | 6,90     | 8,56             | 7,25     | 5,82                                   | 8,50             | 8,05       | 5,74     | 6,70  | 7,43  | 13,45 |
| Stick-<br>säure . . . . .                            | 0,80               | 1,40     | 0,30             | 0,84     | 0,16                                   | 0,26             | 0,90       | 1,43     | 0,52  | 1,46  | 0,60  |
| Chlor . . . . .                                      | 7,60               | 6,52     | 11,50            | 9,15     | 11,70                                  | 16,43            | 10,25      | 9,87     | 16,13 | 8,65  | 10,76 |

Silicium wurde nur sparsam aufgefunden und deshalb nicht näher bestimmt.

Essigsäure und Kohlensäure wurden zwar zur Controle der Analyse mit gewonnen, hier aber — weil nicht im ursprünglichen Caffee enthalten, sondern erst durch die Verbrennung erzeugt — nicht weiter berücksichtigt.

Ins Urtheil, die erst aus dem folgenden Abschnitte näher hervorgehen werden, bezeuge ich die vorstehende Tabelle nicht, um aus den darin enthaltenen Zahlen irgend welche Beziehung des Saftes zur ganzen Pflanze abzuleiten, lasse vielmehr die junge einjährige Pflanze und die Blüthen des zweijährigen Klees ganz aus dem Spiele und beschränke mich auf folgende wenigen Schlüsse über den Saft der Stengel, Blattstiele und Blätter des älteren Klees:

Die Aschenmenge des Saftes ist in den verschiedenen Organen ungleich, sie ist am größten in den Blättern, geringer in den Blattstielen, am kleinsten in den Stengeln.

Diese Steigerung der Quantität der Asche wird hauptsächlich bedingt durch das Wachsen des Kalkgehaltes im Saft.

Mit diesem Verhalten des Kalkes steht folgende Erscheinung im Zusammenhang.

Bei Betrachtung der in der Tabelle gegebenen absoluten Zahlen für die Basen und Säuren muß auffallen: 1) daß die Menge der electro-negativen Elemente durchweg klein ist gegenüber der Quantität der electro-positiven Bestandtheile, und 2) daß von den genannten anorganischen Säuren keine einzige mit den wachsenden Basen, besonders mit der Steigerung des Kalkes Schritt hält. Die anorganischen Säuren reichen in keinem Falle zur vollständigen Sättigung der vorhandenen Basen aus, und es mußten deshalb nicht nur zu allen Zeiten organische Säuren im Saft vorhanden sein, sondern dieselben mußten sich auch fortwährend in gleichem Verhältnisse mit dem anwachsenden Kalkgehalt vermehren, um die für die Pflanze nothwendige neutrale oder vielmehr saure Eigenschaft des Saftes zu erhalten.

In der Saftasche wurden die im Saft vorhanden gewesenen organischen Säuren natürlich als Kohlensäure gefunden. Die Analyse ergab in 100 Theilen Saftasche:

#### Kohlensäure:

|              | einjähr. Pflanze. |             | zweijährige Pflanze. |             |  |
|--------------|-------------------|-------------|----------------------|-------------|--|
|              | 1. Periode.       | 1. Periode. | 2. Periode.          | 3. Periode. |  |
| Stengel:     | —                 | —           | 11,51                | 10,75       |  |
| Blattstiele: | 25,90             | 13,89       | 13,66                | 17,43       |  |
| Blätter:     | 27,09             | 27,59       | 26,53                | 33,13       |  |
| Blüthen:     | —                 | —           | —                    | 10,61       |  |

In allen Perioden und Organen der zweijährigen Pflanze correspondirt hiernach die Menge der Kohlensäure aufs Genaueste mit der Quantität des Kalkes, und dies führt zu dem Schlusse, daß der im Saft allmählig anwachsende Kalk als saures organisches Kalksalz gelöst gewesen sei.

Liebig schloß aus der Beobachtung, daß in Exemplaren von einer und derselben Pflanzen-Species, wenn sie auf verschiedenen Standpunkten gewachsen sind, die vier hauptsächlichsten Basen oft in sehr ungleichen relativen Verhältnissen gefunden werden, daß einmal das Kali, ein anderes Mal das Natron, oder einmal der Kalk, ein anderes Mal die Magnesia in ihrer Asche vorherrscht — es könne bis zu einem gewissen Grade die eine Basis von der anderen in den Functionen des vegetativen Lebens vertreten werden. Das eigenthümliche Verhalten des Kalkes in unserm Falle scheint gegen diese Ansicht zu sprechen, sowie auch vielleicht folgende Berechnung der im Saft enthaltenen Mineralbestandtheile nach Atomen.

Tabelle VII.

Äquivalentverhältnisse der im Saftte gelöst gefundenen Basen.

|                                                                | Ältere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt |          |                  |          |            |                  |          |          |                  |          |          |                  |            |          |
|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------|------------------|----------|------------|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|------------------|------------|----------|
|                                                                | Junge Jähr. Pflanze                        |          |                  |          | Periode 1. |                  |          |          | Periode 2.       |          |          |                  | Periode 3. |          |
|                                                                | Blatt-<br>süete.                           | Blätter. | Blatt-<br>süete. | Blätter. | Stengel.   | Blatt-<br>süete. | Blätter. | Stengel. | Blatt-<br>süete. | Blätter. | Stengel. | Blatt-<br>süete. | Blätter.   | Stengel. |
| Äquivalente KO . . .                                           | 149,23                                     | 134,22   | 50,94            | 67,08    | 60,50      | 67,93            | 68,48    | 32,90    | 54,70            | 73,76    | 90,43    |                  |            |          |
| Äquivalente NaO . .                                            | 13,03                                      | 6,77     | 7,48             | 5,29     | 11,61      | 9,26             | 6,97     | 10,19    | 12,90            | 9,03     | 3,74     |                  |            |          |
| Äquivalente CaO . .                                            | 88,57                                      | 200,18   | 108,93           | 257,50   | 68,46      | 113,93           | 242,86   | 76,79    | 152,86           | 336,61   | 37,50    |                  |            |          |
| Äquivalente MgO . .                                            | 37,50                                      | 54,25    | 162,60           | 119,50   | 90,50      | 128,00           | 103,50   | 99,75    | 143,50           | 120,80   | 40,50    |                  |            |          |
| Äquivalentsumme KO<br>+ NaO . . . . .                          | 162,26                                     | 140,99   | 58,42            | 72,37    | 72,11      | 77,19            | 75,45    | 43,09    | 67,66            | 82,79    | 94,17    |                  |            |          |
| Äquivalentsumme<br>CaO + MgO . . .                             | 126,07                                     | 254,43   | 271,53           | 377,00   | 158,96     | 241,93           | 346,36   | 176,54   | 296,36           | 457,41   | 78,00    |                  |            |          |
| Verhältn. zwisch beiden<br>(KO) : (CaO) =<br>(NaO) : (MgO) =   | 1 : 0,78                                   | 1 : 1,80 | 1 : 4,65         | 1 : 5,21 | 1 : 2,20   | 1 : 3,14         | 1 : 4,59 | 1 : 4,09 | 1 : 4,38         | 1 : 5,52 | 1 : 0,83 |                  |            |          |
| Äquivalentsumme<br>KO + NaO + MgO                              | 199,76                                     | 195,24   | 221,02           | 191,87   | 162,61     | 205,19           | 178,95   | 142,84   | 211,16           | 203,59   | 134,67   |                  |            |          |
| Verhältn. von dieser zur<br>Salzbe (KO + NaO<br>+ MgO) : CaO = | 1 : 0,44                                   | 1 : 1,03 | 1 : 0,49         | 1 : 1,34 | 1 : 0,42   | 1 : 0,56         | 1 : 1,36 | 1 : 0,54 | 1 : 0,72         | 1 : 1,65 | 1 : 0,28 |                  |            |          |

Die einzelnen Basen stehen hiernach in keinem einfachen Verhältnisse zu einander, auch nicht die Atomensumme der Alkalien zu der der alkalischen Erden. Wohl aber scheint eine Beziehung vorhanden zu sein zwischen der Atomensumme des Kali, Natron und der Magnesia mit der vorhandenen Atomenanzahl des Kalles. Setzt man die erstere = 4, so schwanken die letzteren um die einfachen Verhältnisse:

in den Blüthen = 1,

in den Stengeln und Blattstielen = 2.

in den Blättern = 6.

Dies Verhalten zusammengestellt mit der von der Zunahme der übrigen Basen unabhängigen und verschiedenen Steigerung des Kalkgehaltes im Saft, die eingangs erwähnt wurde, läßt vermuten, daß der Kalk im Klee ganz exceptionellen Zwecken dient und in diesen nicht durch Kali oder Magnesia vertreten werden kann.

Wahrscheinlich sogar erscheint es mir, daß dieser Satz noch allgemeiner und für alle Mineralstoffe gilt, d. h. daß jeder nur seinem bestimmten Zwecke im Pflanzenleben dient.

Weiter dürften die Analysen der verschiedenen Säfte darauf hinweisen, daß die Geseze der Endosmose und Exosmose in der lebenden Pflanze eine beschränktere Anwendung finden, als man mehrfach annehmen geneigt ist.

Einzelne Thatsachen in dieser Richtung sind schon länger bekannt: Bayen beobachtete schon vor 14 Jahren das Vorkommen von kohlensaurem Kalk in gewissen Zellen der Urticeen und schloß daraus, daß dieselben einen alkalisch reagirenden Saft führen müßten, während die in dem unmittelbar angrenzenden Gewebe enthaltene Flüssigkeit kräftig sauer ist. Später fand W. Knop in gewissen Wasserpflanzen gelegentlich einer Untersuchung über die in denselben enthaltene Luft ebenfalls Zellen mit basischem Inhalt unmittelbar neben solchen mit saurem Saft.

J. Sachs glaubt sogar, daß die Gefäßbündel in den vegetativen Theilen und in der Frucht einer Pflanze, obgleich sie in einem sauren Parenchym verlaufen, zu allen Lebenszeiten alkalisch sind. Er theilt in dieser Richtung am Kürbis gemachte Beobachtungen mit. (Berichte der math.-phys. Classe der L. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1860. Ueber Crystallbildungen beim Gefrieren u.)

Ich habe mich vergeblich bemüht, mit den Stengeln und Blattstielen der Sonnenrose, des Tabaks, der Kartoffeln, Rüben und des Klees eine

ähnliche Reaction zu erhalten; wahrscheinlich aber nur deshalb, weil bei diesen Pflanzen die Gefäßbündel zu klein sind, und die etwa auf dem Lackmuspapier entstehenden blauen Färbungen zu schnell von der das Papier durchdringenden sauern Flüssigkeit des Parenchyms verdeckt und vernichtet werden.

### Die im Saft nicht wiedergefundenen Mineralstoffe.

Eine Kleeplanze von dem in Tabelle I. angenommenen Wassergehalte mußte nach den von Ubricht ausgeführten Analysen in den verschiedenen Wachstumsperioden die in nachstehender Tabelle VIII. gegebenen Mengen Mineralstoffe in Summa enthalten.

Unter der Voraussetzung, daß der im Presskuchen zurückgehaltene Saftantheil die gleiche Zusammensetzung hatte mit dem durch die Presse erhaltenen, waren in der gleichen Pflanze und zu gleicher Zeit nach den von mir gemachten Untersuchungen die in Tabelle IX. zusammengestellten Mineralstoffmengen im Saft gelöst vorhanden.

Die Zahlen der Tabelle IX. von denen der Tabelle VIII. subtrahirt, geben uns im Rest die nicht wiedergefundenen Mineralstoffmengen, die in Tabelle X. zusammengestellt sind.

Tabelle XI. endlich enthält die in Tabelle IX. und X. gegebenen Mineralstoffmengen in Procenten des Gesamtgehaltes ausgedrückt.



Tabelle VIII.

In 10,000 Teilen freies Pflanzenorgan waren in Summa enthalten:

| Von folgenden Mineralstoffen: | Junge Läger-Pflanze |          |                 |          | Ältere Züchtige Pflanze. — 3welter Durchschnitt. |          |                 |          |       |        |       |
|-------------------------------|---------------------|----------|-----------------|----------|--------------------------------------------------|----------|-----------------|----------|-------|--------|-------|
|                               | Periode 1.          |          | Periode 1.      |          | Periode 2.                                       |          | Periode 3.      |          |       |        |       |
|                               | Blatt-<br>flie.     | Blätter. | Blatt-<br>flie. | Blätter. | Blatt-<br>flie.                                  | Blätter. | Blatt-<br>flie. | Blätter. |       |        |       |
| Kei . . . . .                 | 80,19               | 71,47    | 72,37           | 57,08    | 63,80                                            | 55,67    | 47,95           | 78,23    | 87,66 | 73,27  | 61,17 |
| Stickstoff . . . . .          | 5,94                | 5,24     | 4,22            | 0,00     | 2,69                                             | 3,98     | 1,21            | 4,86     | 5,53  | 6,43   | 3,95  |
| Kalium . . . . .              | 36,71               | 68,57    | 43,81           | 77,82    | 34,39                                            | 48,88    | 80,12           | 31,01    | 54,35 | 102,30 | 24,67 |
| Magnesium . . . . .           | 10,55               | 21,13    | 30,74           | 22,27    | 23,94                                            | 26,69    | 19,72           | 16,64    | 25,79 | 24,28  | 14,66 |
| Phosphorsäure . . . . .       | 24,03               | 28,05    | 30,45           | 36,66    | 21,67                                            | 22,69    | 28,33           | 15,67    | 35,59 | 29,30  | 29,81 |
| Schwefelsäure . . . . .       | 1,84                | 4,44     | 2,06            | 3,04     | 1,12                                             | 0,96     | 3,55            | 0,54     | 2,90  | 7,15   | 1,62  |
| Wasser . . . . .              | 10,16               | 6,26     | 10,48           | 8,71     | ?                                                | 7,77     | 4,59            | 12,45    | ?     | 8,85   | 8,76  |

## Tabelle IX.

In 10,000 Theilen frischen Pflanzengorgans waren im Safte gelöst enthalten:

| Von folgenden Mineralstoffen: | Reifere 2jährige Pflanze. — 3. weiter Schnitt. |          |                   |                   |          |          |                   |          |          |                   |          |          |
|-------------------------------|------------------------------------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|-------------------|----------|----------|
|                               | Junge 1jährl. Pflanze                          |          |                   | Periode 1.        |          |          | Periode 2.        |          |          | Periode 3.        |          |          |
|                               | Blatt-<br>theile.                              | Blätter. | Blatt-<br>theile. | Blatt-<br>theile. | Stengel. | Blätter. | Blatt-<br>theile. | Stengel. | Blätter. | Blatt-<br>theile. | Stengel. | Blätter. |
| Kalk . . . . .                | 62,64                                          | 53,76    | 20,94             | 25,92             | 24,96    | 27,47    | 26,43             | 12,05    | 20,62    | 35,74             |          |          |
| Natron . . . . .              | 3,60                                           | 1,79     | 2,02              | 1,34              | 3,15     | 2,46     | 1,77              | 2,46     | 3,20     | 0,97              |          |          |
| Kalferde . . . . .            | 22,10                                          | 47,65    | 26,62             | 59,13             | 16,78    | 27,38    | 55,71             | 16,72    | 34,20    | 8,81              |          |          |
| Magnesia . . . . .            | 6,68                                           | 9,22     | 28,38             | 19,41             | 15,85    | 21,96    | 16,95             | 15,51    | 22,93    | 6,80              |          |          |
| Phosphorsäure . . . . .       | 7,40                                           | 5,87     | 7,47              | 5,94              | 5,10     | 7,29     | 6,60              | 4,46     | 5,35     | 11,29             |          |          |
| Kieselsäure . . . . .         | 0,71                                           | 1,19     | 0,26              | 0,69              | 0,13     | 0,22     | 0,74              | 1,11     | 0,42     | 0,50              |          |          |
| Eisenerde . . . . .           | 6,77                                           | 5,54     | 10,03             | 7,60              | 10,24    | 14,10    | 8,40              | 7,67     | 12,89    | 9,03              |          |          |

Tabelle X.

Sine 10,000 Stücken frischen Pfingstergases waren im Erste nicht wiedergesunden worden :

| Von folgenden Mineralstoffen : | Junge Jahre Pfänge |          |              |          |               |          | Wetere 2jährige Pfänge — Zweiter Ö mitt. |              |            |       |          |  |
|--------------------------------|--------------------|----------|--------------|----------|---------------|----------|------------------------------------------|--------------|------------|-------|----------|--|
|                                | Periode 1.         |          | Periode 1.   |          | Periode 2.    |          | Periode 2.                               |              | Periode 3. |       | Stücken. |  |
|                                | Blatt- fide.       | Blätter. | Blatt- fide. | Blätter. | Stengel fide. | Blätter. | Stengel. fide.                           | Blatt- fide. | Blätter.   |       |          |  |
| Salz . . . . .                 | 17,55              | 17,71    | 51,43        | 31,16    | 38,84         | 28,20    | 21,52                                    | 66,18        | 67,04      | 45,95 | 25,43    |  |
| Stron . . . . .                | 2,34               | 3,45     | 2,20         | ?        | ?             | 1,52     | ?                                        | 2,40         | 2,33       | 4,23  | 2,98     |  |
| Salterbe . . . . .             | 14,61              | 20,92    | 17,19        | 18,69    | 17,61         | 21,50    | 24,41                                    | 14,29        | 20,15      | 28,22 | 15,86    |  |
| Magnesia . . . . .             | 9,87               | 11,91    | 2,36         | 2,86     | 8,09          | 4,73     | 2,77                                     | 1,13         | 2,86       | 5,28  | 7,86     |  |
| Phosphorsäure . . . . .        | 16,63              | 22,18    | 22,98        | 30,72    | 16,57         | 15,40    | 21,73                                    | 11,21        | 30,24      | 23,46 | 18,52    |  |
| Kieselsäure . . . . .          | 1,13               | 3,25     | 1,80         | 2,35     | 0,99          | 0,74     | 2,81                                     | ?            | 2,48       | 6,00  | 1,12     |  |
| Chlor . . . . .                | 3,39               | 0,72     | 0,45         | 1,11     | ?             | ?        | ?                                        | 4,78         | ?          | 2,05  | ?        |  |

Tabelle XI.

Von 100 Theilen eines Mineralstoffs wurden im Saft wiedergefunden und nicht wiedergefunden:

|              | Ältere 2jährige Pflanze. — Zweiter Schnitt. |      |          |      |              |      |          |      |            |      |              |      |                |      |          |      |              |      |          |      |        |      |      |      |
|--------------|---------------------------------------------|------|----------|------|--------------|------|----------|------|------------|------|--------------|------|----------------|------|----------|------|--------------|------|----------|------|--------|------|------|------|
|              | Junge 1jäh. Pflanze                         |      |          |      | Periode 1.   |      |          |      | Periode 2. |      |              |      | Periode 3.     |      |          |      |              |      |          |      |        |      |      |      |
|              | Blattstiele.                                |      | Blätter. |      | Blattstiele. |      | Blätter. |      | Stengel.   |      | Blattstiele. |      | Blätter.       |      | Stengel. |      | Blattstiele. |      | Blätter. |      |        |      |      |      |
| Natri:       | im Saft gelöst                              | 78,1 | 75,2     | 28,9 | 45,4         | 39,1 | 49,3     | 55,1 | 15,4       | 23,5 | 37,3         | 58,4 | im Saft gelöst | 21,9 | 24,8     | 71,1 | 54,6         | 60,9 | 50,7     | 44,9 | 84,6   | 76,5 | 62,7 | 41,6 |
|              | nicht wiedergef.                            | 21,9 | 24,8     | 71,1 | 54,6         | 60,9 | 50,7     | 44,9 | 84,6       | 76,5 | 62,7         | 41,6 | im Saft gelöst | 60,2 | 69,5     | 60,8 | 76,0         | 48,8 | 56,1     | 69,5 | 53,9   | 62,9 | 72,4 | 35,7 |
| Kalium:      | im Saft gelöst                              | 39,8 | 30,5     | 39,2 | 24,0         | 51,2 | 43,9     | 30,5 | 46,1       | 37,1 | 27,6         | 64,3 | im Saft gelöst | 40,4 | 43,6     | 92,3 | 87,1         | 66,2 | 82,3     | 86,0 | 93,2   | 88,9 | 78,3 | 46,4 |
|              | nicht wiedergef.                            | 59,6 | 56,4     | 7,7  | 12,9         | 33,8 | 17,7     | 14,0 | 6,8        | 11,1 | 21,7         | 53,6 | im Saft gelöst | 59,6 | 56,4     | 7,7  | 12,9         | 33,8 | 17,7     | 14,0 | 6,8    | 11,1 | 21,7 | 53,6 |
| Magnesia:    | im Saft gelöst                              | 30,8 | 20,9     | 24,5 | 16,2         | 23,6 | 32,1     | 23,3 | 28,5       | 15,0 | 19,9         | 37,9 | im Saft gelöst | 69,2 | 79,1     | 75,5 | 83,8         | 76,4 | 67,9     | 76,7 | 71,5   | 85,0 | 80,1 | 62,1 |
|              | nicht wiedergef.                            | 69,2 | 79,1     | 75,5 | 83,8         | 76,4 | 67,9     | 76,7 | 71,5       | 85,0 | 80,1         | 62,1 | im Saft gelöst | 38,6 | 26,8     | 12,6 | 22,7         | 11,6 | 22,9     | 20,8 | ?      | 14,5 | 16,1 | 30,9 |
| Kieselsäure: | im Saft gelöst                              | 61,4 | 73,2     | 87,4 | 77,3         | 88,4 | 77,1     | 79,2 | 100,0?     | 85,5 | 83,9         | 69,1 | im Saft gelöst | 61,4 | 73,2     | 87,4 | 77,3         | 88,4 | 77,1     | 79,2 | 100,0? | 85,5 | 83,9 | 69,1 |
|              | nicht wiedergef.                            |      |          |      |              |      |          |      |            |      |              |      | im Saft gelöst |      |          |      |              |      |          |      |        |      |      |      |

Die Tabellen X. und XI. enthalten viel Auffallendes. Vor Allem macht sich eine durchgreifende Verschiedenheit der jungen Pflanze von der ältern zweijährigen bemerklich.

Es wird deshalb gut sein, beide gesondert zu betrachten.

In der jungen Pflanze wurde der größte Theil von dem Gesamtgehalt der Basen im Saft wiedergefunden und zwar vom Kali reichlich  $\frac{1}{2}$ , vom Kalk etwa  $\frac{1}{3}$ , von der Magnesia endlich allerdings nicht ganz die Hälfte.

Ebenso verhielt sich das Chlor, während von der Phosphor- und Kieselsäure nicht mehr als etwa  $\frac{1}{4}$  des Gesamtgehaltes aus dem Saft zu gewinnen war. In Bezug auf die Schwefelsäure hatte schon die Aschenanalyse der ganzen Pflanze nachgewiesen, daß sie zum größten Theil gleich nach ihrem Eintritt in die Pflanze reducirt und ihr Schwefel zur Bildung von Proteinstoffen u. verbraucht wird.

An diesen Resultaten ist bis auf das Verhalten der Magnesia nicht Vieles, was Verwunderung erregen könnte. Ganz anders aber sieht es mit den Zahlen, welche die ältere Pflanze lieferte.

In dem Saft der zweijährigen Pflanze wurde von dem Gesamtgehalte an Kali fast ohne Ausnahme weniger als die Hälfte, im Durchschnitt etwa nur  $\frac{1}{3}$ , wiedergefunden, — vom Kalk dagegen mehr als die Hälfte, im Durchschnitt etwa, wie in der jungen Pflanze,  $\frac{1}{2}$ , während die Magnesia fast vollständig von 80 zu 90  $\frac{1}{2}$  im Saft enthalten war. Ebenso wurde das Chlor fast vollständig wiedergefunden, während von der Phosphorsäure und Kieselsäure der im Saft gefundene Bruchtheil des Gesamtgehaltes bei der ältern Pflanze eher noch kleiner war, als bei der jüngern. Von diesen Verhältnissen machen nur die Blüthen der dritten Periode eine Ausnahme, die in Allem der jungen Pflanze näher stehen, als den übrigen Organen der älteren.

Es entsteht nur die Frage: Was ist aus den im Saft nicht wiedergefundenen Mineralstoffen geworden? In welchem Zustande haben wir uns dieselben in der Pflanze zu denken?

Bei der Berechnung der vorstehenden Tabellen, sowie bei den Betrachtungen, die wir daraus zogen, haben wir überall die Voraussetzung als richtig angenommen, daß der vom Preßsuchen zurückgehaltene Safttheil dieselbe Zusammensetzung hatte, wie der aus der Presse abgelaufene. Je nachdem wir dieselbe weiter gelten lassen oder nicht, sind zwei verschiedene Antworten auf diese Frage möglich: Entweder wir

halten an der Voraussetzung fest, so bleibt nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß die im Saft nicht wiedergefundenen Mineralstoffe in der Pflanze unlöslich abgelagert waren, — oder wir lassen dieselbe fallen, so können wir annehmen, daß die im Preßsack verbliebene Saftmenge relativ reicher war an den Mineralbestandtheilen, welche nach Tabelle X. und XI. nur zum kleinern Theile wiedergefunden waren, als der ausgepreßte Saft.

Prüfen wir, inwieweit die erste oder die zweite Annahme die wahrscheinlich richtigere ist.

Dem Schlusse, daß die im Saft nicht wiedergefundenen Mineralstoffe in der Pflanze unlöslich abgelagert waren, steht nichts entgegen in Bezug auf die Kieselsäure, die Phosphorsäure und den Kalk; unerklärlich aber bleibt bei demselben das Verhalten des Kalis und der Magnesia. Es ist bekannt, daß die Kiesel-erde in gewissen Zellen der Pflanze, besonders in denen der Oberhaut und in den Haaren, sich in vollkommen unlöslichem Zustande vorfindet und dies oft in solcher Menge, daß nach dem Verbrennen der organischen Substanz ein wohl erhaltenes Kiesel-skelett der ganzen Zelle übrig bleibt. Ebenso wissen wir, daß der phosphor-saure Kalk im engsten Bezug steht zu den Protein-stoffen, und daß mit den organisch ausgeschiedenen stickstoffhaltigen Stoffen immer auch eine Portion dieses Salzes in den unlöslichen Zustand übergehen muß. Schwierigkeiten aber erheben sich zunächst, wenn man auf die gleiche Weise das Verhalten der Magnesia erklären will, denn man müßte von diesem Stoffe annehmen, daß er in den ersten Perioden des Wachstums in starken Proportionen abgelagert, später aber wieder gelöst und in den Kreislauf zurückgeführt werde. Dies aber ist nicht wohl denkbar — und vollkommen unwahrscheinlich ist es, daß das Kali diejenige Basis sein solle, welche in der ältern Pflanze fast stets zur größern Hälfte, in einzelnen Organen bis zu  $\frac{1}{2}$ , ja  $\frac{1}{4}$  in unlöslicher Form abgeschieden werde.

Zwar läßt sich a priori gewiß nicht behaupten, daß das Kali trotz der außerordentlichen Leichtigkeit, mit welcher fast alle seine Salze in Wasser löslich sind, überhaupt nicht in unlöslichem Zustande in den Pflanzen vorkommen könne; denn wie sehr die Löslichkeitsverhältnisse unorganischer Salze durch die Verbindung mit organischen Körpern modificirt werden, davon ist eben der phosphor-saure Kalk ein Beispiel, der mit Protein-körpern verbunden, ganz seiner ursprünglichen Natur entgegen, durch Alkalien löslich und durch Säuren fällbar wird. Ja, wenn

man sich an die Zusammensetzung vieler Holzarten erinnert, so erscheint es sogar wahrscheinlich, daß auch das Kali zum Theil, wie die andern Basen, von den Pflanzen in unlöslicher Form abgelagert wird. Das Holz besteht größtentheils aus Zellen, die keinen Saft mehr führen (wenigstens nicht in einem großen Theile des Jahres), trotzdem aber finden wir in den Äschen vieler Holzarten 10, 20, selbst 30% Kali.

Dies Alles aber kann noch nicht ausreichen, um uns das Unlösliche werden des größten Theiles vom Kali zu erklären, und einige Versuche, die ich später mit vollständig ausgewaschenem Alee anstellte, sprechen geradezu dieser Annahme entgegen.

Es wird daher nöthig sein, die ursprüngliche Annahme von der Homogenität des untersuchten und zurückgebliebenen Saftes zu verlassen und uns die Sache etwa zu denken, wie folgt:

Der in der vorstehenden Arbeit durch die Presse erhaltene und von mir untersuchte Saft war durchaus verschieden zusammengesetzt von dem in dem Pressrückstande verbliebenen. Jedenfalls gehörten diese verschiedenen Säfte verschiedenen Zellenarten an, von denen die eine dem Zerreißen durch Quetschen geringeren Widerstand entgegensetzte, als die andere, und dann in der Presse den größeren Theil des Saftes hergab. (Wahrscheinlich wurde hauptsächlich der Saft der Parenchymzellen gewonnen, während der des Cambiums und der Gefäßbündel von demselben vorzugsweise zurückgehalten wurde.)

Der ausgepreßte Saft war relativ reich an Kalium- und Magnesiumsalzen und sehr arm an Kali, während der im Pressrückstande zurückgehaltene umgekehrt von Kalisalzen frohen mußte.

Das Gesagte gilt aber zunächst nur von der ältern Pflanze. In der einjährigen Pflanze und in den jüngsten Organen (den Blättern) der zweijährigen findet entweder diese Verschiedenheit der Säfte in den einzelnen Zellelementen überhaupt noch nicht in dem Maße statt, oder — und dies scheint mir das Wahrscheinlichere — die noch zarteren Zellen kamen dort viel gleichmäßiger zur Zerreißung und der von den jungen Organen abgepreßte Saft repräsentirt wirklich einen ungefähren Durchschnitt der in demselben enthaltenen Vegetations-Flüssigkeit. (Deshalb der größte Theil des Gesamtgehalts an Kali im Saft wieder gefunden.)

Das Vorstehende ist allerdings kaum mehr als eine Vermuthung und wird nur durch mikrochemische Reactionen zur Gewißheit erhoben

werden können. Aber auf diese Weise läßt sich wenigstens ungezwungen erklären, wo das in dem Saft nicht wiedergefundene Kali zu suchen sei. Daß die im Saft fehlende Kieselsäure und Phosphorsäure in der That in unlöslichem Zustande in den Zellen abgelagert werden, ist erwiesen, daß ein größerer Theil des Kalles mit den organischen Stoffen unlösliche Verbindungen eingeht, ebenfalls, und es bleibt somit nur noch das Verhalten der Magnesia unerklärt, von der in dem Saft der jungen Pflanzenorgane mehr als die Hälfte des Gesamtgehaltes vermist wurde, während sie in dem der älteren fast vollständig wiederzufinden war. Die vorstehende Arbeit giebt darüber keinen Aufschluß, man wird aber unwillkürlich versucht, die bekannte Thatsache damit in Zusammenhang zu bringen, daß die Samen, das will also sagen: das jüngste und letzte Product der alten Pflanze und zugleich die Anlage der neuen und künftigen, stets ausnehmend reich sind an Magnesia.

Das Resultat der ganzen Untersuchung ist hiernach zwar fast nur ein negatives; es hat sich dabei gezeigt, daß der von mir gewählte Weg einer partiellen Auspressung des Saftes nicht geeignet ist, die aus dem Kreislauf ausgeschiedenen und organisch abgelagerten Stoffe von den noch im Saft circulirenden lebensthätigen zu trennen, trotzdem aber halte ich denselben immer noch zu vielen Zwecken für erfolgreich und fruchtbar.

Sicher besteht in der Pflanze zwischen den einzelnen Mineralstoffen und bestimmten organischen Verbindungen ein enger Zusammenhang. Für den Schwefel, die phosphorsauren Salze und Proteinstoffe ist ein solcher nachgewiesen; der Umstand, daß die Hackfrüchte, welche man durch die Cultur dahin gebracht hat, massenhaft Stärke oder Zuder zu produciren, wie Kartoffeln und Rüben, in den betreffenden Organen auch gleichzeitig viel reicher an Kalisalzen geworden sind, als ihre wilden Stammeltern, dürfte zu der Ansicht hinführen, daß das Kali in einem gewissen Bezug stehe zur Bildung der Kohlenhydrate. Für diese Vermuthung scheint auch eine neuerdings von Grouven ausgeführte und in den Preuss. Ann. d. Landw. Wochenbl. Nr. 11 und 12, 1861, mitgetheilte Untersuchung „über eine Krankheit des Klees“ zu sprechen. Die Krankheit äußerte sich an dem Kleewuchse zur Zeit der Blüthe dieser Pflanze durch eine Menge von braunen, mehrere Linien großen Flecken kryptogamischer Gewächse, mit denen Blätter und Stengel überfäet waren und die eine entschiedene Missernte des Klees zur Folge hatten. Die Analyse der



organischen Bestandtheile ergab einen größeren Gehalt von Proteinstoffen in der kranken Pflanze und eine entschiedene Armuth an zuckerartigen Stoffen in Vergleich mit einem unter ähnlichen Verhältnissen gewachsenen normalen und gesunden Kleehe. Correspondirend mit diesem Mangel an Kohlenhydraten wurde bei der Analyse der Mineralbestandtheile eine äußerst geringe Menge Kali gefunden. Die Asche des kranken Klees enthielt neben großen Mengen von Kalk und Magnesia nur 3,32 % Kali, während aus der Asche eines gesunden Klees stets etwa die zehnfache Menge dieser Basis gewonnen wird.

Auf diesem ganzen Gebiete herrscht noch große Dunkelheit, ich zweifle aber nicht, daß durch sorgfältige Untersuchung der Pflanzenäfte Licht in dasselbe gebracht werden kann und zwar durch diese eher, als auf irgend einem andern Wege.

Die einzelnen organischen Stoffe werden sich in den verschiedenen Zellenarten der Pflanze jedenfalls ebenso vertheilen, wie die einzelnen Mineralstoffe.

Leider giebt es kein Mittel, die verschiedenen Zellenarten mechanisch von einander zu trennen, daß man sicher sein könnte, für die Analyse einen homogenen Saft zu gewinnen, man wird es hier immer mit Gemischen zu thun haben. Diese unangenehme Wahrheit kann uns aber nicht abhalten, überhaupt auf diesem Gebiete weiter zu forschen, und es ist nicht zu leugnen, daß auch schon fördernde Resultate aus den relativen Verhältnissen erhalten werden können, wenn es nur gelingt, den Saft einer Zellenart vorherrschend und mit geringen Mengen fremder Elemente verunreinigt zu gewinnen.

Angenommen z. B., es erwiesen mehrere der vorstehenden Aschenuntersuchung parallele Analysen der organischen Stoffe, daß irgend ein stickstoffreicher Bestandtheil mit dem eigenthümlichen Verhalten des Kalis genau correspondire, sollte dies nicht auf einen nähern Zusammenhang zwischen beiden schließen lassen?

Natürlich müßte es dann immer noch der mikrochemischen Analyse vorbehalten bleiben, die Beobachtungen zu klären und zu reinigen, aber sicher wird derselben auf diesem Wege vorgearbeitet und sie zu einer erfolgreicherer Thätigkeit, als bisher, gebracht werden können.

## Ueber Vegetationsversuche in wässrigen Lösungen

von

Dr. J. Stohmann.

Es schien auf den ersten Blick ein sehr glücklicher Gedanke zu sein, als Dr. Julius Sachs seine Methode der fractionirten Lösungen zur Ernährung der Pflanzen vorschlug. Um diese durchzuführen, hätte man die Pflanzen abwechselnd in zwei Lösungen vegetiren lassen sollen, von denen die eine kiesel-saures Kali, salpeter-saures Kali und phosphor-saures Natron, die andere schwefel-saure Magnesia, salpeter-sauren Kalk, salpeter-saures Ammoniak und Eisenchlorid enthielt. Will man der Pflanze die Quantität Kieselsäure zuführen, welche sie zu ihrer Ernährung bedarf und worüber die Aschenanalyse die sicherste Auskunft giebt, so ist die Anwendung des kiesel-sauren Kali's nicht zu umgehen. Das kiesel-saure Kali reagirt in der verdünntesten Lösung stets deutlich alkalisch. Eine alkalische Reaction der Flüssigkeit ist aber mit dem Pflanzenleben nicht verträglich. Die gesundesten Pflanzen welken in einer alkalischen Flüssigkeit in wenigen Stunden und gehen bald darauf zu Grunde. In schwach-sauren Flüssigkeiten wachsen sie dagegen vortrefflich.

Da nach diesen Beobachtungen die Sachs'sche Methode nicht streng durchführbar ist, so schien es mir am einfachsten, zu versuchen, ob eine Pflanze in einer Lösung zu ernähren sei, die alle Nährstoffe annähernd in dem Verhältniß enthält, wie sie durch die Aschenanalyse nachgewiesen werden. Bei Maispflanzen (Räckenmais — chiken corn) habe ich dabei in diesem Sommer vortreffliche Resultate erzielt. Meine Pflanzen erreichten zum Theil 7 Fuß Höhe, lieferten vollkommen normal entwickelte Kolben, von denen einer 370 reife keimfähige Körner enthielt. Das Erntegewicht, im vollkommen wasserfreien Zustande und nach Abzug der Asche, war bei einer Pflanze 731, bei anderen 573, 538, 491, 477 Mal höher, als das des Samens.

Zum Gelingen der Vegetationsversuche — wenigstens beim Mais — ist nichts erforderlich, als daß den Pflanzen sämtliche Nährstoffe, alle Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Kieselsäure, Salpetersäure, Ammoniak, in einer schwachsauren Lösung gegeben werden, die auf 1000 Th. Wasser 3 Th. wasserfreie Salze enthält. Man hat dann nur darauf zu achten, daß die Lösung stets sauer bleibe. Dr. Knop beobachtete diesen Sommer, daß neutrale Lösungen durch die Lebensthätigkeit der Pflanze alkalisch werden. Ich habe gleichzeitig und ehe ich von Knop's Erfahrung benachrichtigt war, beobachtet, daß sogar saure Lösungen alkalisch werden, sobald eine Maispflanze einige Zeit darin vegetirt hat. Man muß daher während des Wachstums der Pflanzen die Reaction der Lösung fortwährend untersuchen und entweder sofort frische Lösung geben, oder durch Zusatz einiger Tropfen verdünnter Phosphorsäure nachhelfen, sobald man eine neutrale Reaction bemerkt. Versäumt man dieses nicht, so braucht man nie die Bildung von Schwefeleisen, die so manche der Sachs'schen Pflanzen zu Grunde richtete, zu fürchten.

Berücksichtigt man dieses, so ist nichts leichter, als Pflanzen in wässrigen Lösungen zu ziehen. Es bedarf dazu weder besonderer Kenntnisse, noch gärtnerischer Geschicklichkeit, noch Erfahrung in der Behandlung von Pflanzen. Jeder Chemiker, der die Lösung zu bereiten versteht, kann auch eine Maispflanze vom Samen bis zur reifen Frucht in wässrigen Lösungen ziehen.

Eine ganz andere Frage ist es aber, ob man aus dem Gelingen solcher Versuche den Schluß ziehen kann, daß die Pflanzen normal ernährt werden, wenn sie ihre Nährstoffe direct aus Lösungen empfangen. Dieses glaube ich durchaus verneinen zu müssen.

Vergleicht man die Wurzelbildungen, so findet man bei den im Boden gewachsenen Pflanzen ganz vorzugsweise starke, holzige, fingerförmige Wurzeln, die nur in größeren Entfernungen mit Faserwurzeln besetzt sind. Allen in Wasser gewachsenen Maispflanzen fehlen diese starken Wurzeln fast ganz, sie bilden dagegen ein dichtes Geflecht von feinen Faserwurzeln, die mitunter eine bedeutende Länge erreichen. Eine Maispflanze, die ohne allen Zusatz von stickstoffhaltigen Nährstoffen gezogen war, erreichte eine Höhe von 24 C. M., ihre Faserwurzeln waren 110 C. M. lang.

Der Aschengehalt des Strohes beträgt bei der Landmaispflanze 11,4 Proc. der Trockensubstanz, die Asche enthält 4 Proc. Kohlensäure. Bei den Wassermaispflanzen ist der Aschengehalt nie konstant. Vier in derselben Lösung gewachsene Pflanzen enthielten 13,1 Proc., 15,9 Proc., 10,4 Proc., 10,4 Proc. Asche in Stroh. Eine der Aschen enthielt 1,4 Proc. Kohlensäure, die anderen waren völlig frei davon.

Es sind dieses Abnormitäten — und ich könnte derer noch mehrere aufzählen —, die ganz gewiß zu berücksichtigen sind und die wohl zu der Behauptung berechtigen, daß man eine Maispflanze allerdings in eine Wasserpflanze verwandeln kann, daß man aber bis jetzt nicht im Stande ist, sie völlig normal durch wässrige Lösungen zu ernähren.

Aus diesen Versuchen geht ferner mit völliger Sicherheit hervor, daß die Pflanzen im Boden nicht vegetiren könnten, wenn nicht der Boden selbst einen regulirenden Einfluß durch Absorption ausübte. Durch die unfehlbar eintretende Alkalinität müßten alle Pflanzen zu Grunde gehen, wenn der Boden nicht die frei werdenden Alkalien in unlöslichen Zustand versetzte und den Pflanzen nur soviel davon zukommen ließe, als sie unter eigener Mitwirkung aufnehmen können.

Die nähere Beschreibung der Versuche, die genaue Zusammensetzung der Lösungen, alle analytischen Data finden sich in einem Aufsatze: „Ueber einige Bedingungen der Vegetation der Pflanzen“ in Heneberg's Journal für Landwirtschaft. 1862. Heft I.

## Ueber das Vorkommen und Verhalten des Ammoniak's in der Ackererde

von

Dr. W. Knop und W. Wolf.

### III.

In Verbindung mit den in Vorstehendem dargelegten Versuchen mußte es uns wünschenswerth erscheinen, nun auch noch über die Art und Weise, wie sich das Ammoniak durch Wasser im Boden verbreitet,

einige genauere Unterlagen zu gewinnen, obgleich in dieser Beziehung das Wesentlichste durch die Versuche von Wagh, v. Liebig, Henneberg und Stohmann, so wie die von Brucklein erst vor einem Jahre ungefähr veröffentlichten Abhandlungen schon bekannt war.

Aus diesen Versuchen geht einerseits hervor, daß die Ackererden das Ammoniak direct absorbiren, andererseits aber auch, daß bei Einwirkung größerer Wassermengen auf Erde, die ein gewisses Quantum Ammoniak absorbirt enthält, der Erde ein Theil wieder entzogen wird, so daß hierdurch die Möglichkeit der Verbreitung des von der Erde einmal absorbirten Ammoniak's gegeben erscheint. Aus den Versuchen von Brucklein geht ferner hervor, daß Ammonialsalze durch die im Boden vorhandenen Carbonate zersetzt werden, und daß diese nach solcher vorausgegangenen Zersetzung dann ähnlich wie freies Ammoniak zum Boden sich verhalten. Daß endlich das Ammoniak nicht in chemischer Verbindung mit den Bestandtheilen des Bodens, sondern lediglich durch Flächenattraction zurückgehalten wird, geht aus allen bis jetzt angestellten Versuchen deutlich genug hervor. Denn wenn wir auch oben schon angegeben haben, daß die humosen Substanzen ein Quantum Ammoniak in Form von humusfaurem Alkali aufnehmen und mit dem in solcher Form aufgenommenen Ammoniak später stickstoffhaltige complicirte Verbindungen geben, welche mit bromirter Lösung vom unterchlorigsauren Natron kein Stickgas mehr entwickeln, wobei sich nachweisen ließ, daß das Ammoniak doch nicht durch Oxydation entschwunden sein konnte, so betrifft dies nur einen sehr kleinen Theil des vom Boden absorbirten Ammoniak's, und die Thatsache, daß der von organischen Stoffen freie trockne Thon das Ammoniak so begierig aufsaugt und so fest gebunden enthält, während weder die reine Thonerde noch die Kieselsäure für sich allein Ammoniak merklich absorbiren und falls man diese Körper mit Ammoniak benetzte, dieses an der Luft wieder verlieren, beweisen unwiderleglich, daß das Ammoniak vorzugsweise durch Flächenattraction vom Thon der Ackererde aufgezogen vorhanden ist.

Wir haben zur Vervollständigung unsrer Untersuchungen nun noch die Ackererde und Gartenerde, deren Natur wir oben näher angegeben haben, zuerst mit Ammoniaklösungen und in einer zweiten Versuchsreihe mit einer Lösung von kohlenfaurem Ammoniak in Verührung gebracht und darauf durch allmähliges Auslaugen mit bekannten Mengen Wasser

zu bestimmen versucht, wie sich die ammoniakbindende Kraft des Bodens gegenüber der Kraft, mit welcher das Wasser Ammoniak absorbiert und das vom Boden gebundene diesem zu entziehen vermag, verhält. Zu dem Ende sind die folgenden Versuche angestellt worden. Um die Uebersicht über dieselben zu erleichtern, haben wir jedem Versuche die Frage, die er beantworten soll, vorangestellt, der der Versuch als Antwort folgt.

**Kann man aus Wasser, worin freies Ammoniak enthalten ist, dieses letztere durch Ackererde vollständig absorbiren lassen?**

Es werden 200 Grm. Ackererde mit 50 CC. einer titrirten Ammoniaklösung, welche für sich 10,6 CC. Stickstoff von  $18^{\circ}$  beim Schütteln mit der bromirten Lauge ausgab, während jene Menge Erde für sich 1 CC. desselben damit entwickelte, und 400 CC. Wasser im Laufe von 6 Tagen, oftmals stark geschüttelt.

Nach Verlauf dieser Zeit werden 50 CC. Wasser decantirt und mit der bromirten Lauge geschüttelt. Diese gaben 0,2 CC. Stickstoff ans.

Da nun 450 CC. Wasser im Ganzen mit der Erde zusammengeschüttelt waren, und diese Menge denselben Procentgehalt freien Ammoniaks enthalten mußte, wie die 50 CC., welche decantirt waren, so mußte im Ganzen ein 9. 0,2 oder 1,8 CC. Stickstoff entsprechendes Quantum Ammoniak in den 450 CC. Wasser frei zurückgeblieben sein, während die 200 Grm. Erde den Rest  $11,6 - 1,8 = 9,8$  CC. Stickstoff entsprechend fest gebunden enthielt.

Um zu sehen, ob dieses Ammoniak wirklich vorhanden war, oder vielmehr zur Controle der Untersuchungsmethode, wurde die Erde sammt den darüber noch befindlichen 400 CC. Wasser mit Boraxlösung und bromirter Lauge geschüttelt. Hierbei wurden erhalten: 10,5 CC. Stickstoff von  $18^{\circ}$ .

Man hat also zu Anfang in der Erde und dem Wasser 11,6 CC. Stickgas in Form von Ammoniak, zu Ende des Versuchs 10,7 CC. Differenz = 0,9 CC.

Die geringe Differenz von nur 0,9 CC. ist theils aus dem Fehler der Methode, theils durch Oxydation des Ammoniaks zu erklären.

Bei welchem Quantum Ammoniak wird dieses aus einer Lösung, worin es enthalten ist, von der Erde vollständig absorbirt?

Da aus einigen der in Folgendem beschriebenen Versuche hervorzugehen schien, daß die Ackererde ungefähr eine 10 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak im Maximo gegen 250 bis 450 Wasser zu binden vermochte, so wurden 35 CC. einer titrirten Ammoniaklösung, von welcher 50 CC. = 10 Stickgas von 20° waren, mit Brunnenwasser auf 500 CC. verdünnt. Diese Lösung enthielt folglich eine 7 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak.

Man schüttelte diese Flüssigkeit im Laufe von 6 Tagen mit 200 Grm. derselben Ackererde, ließ absetzen und decantirte 250 CC. Wasser. Diese Menge gab mit der bromirten Lauge 0,2 CC. Stickgas.

Die Erde hat also den 500 CC. Wasser eine 7—0,4 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak entzogen.

Wie man hieraus ersieht, ist die Absorption des Ammoniaks aber nicht ganz vollständig erfolgt, obschon etwas weniger Ammoniak mit der Erde in Berührung gebracht wurde, als sie, nach dem vorigen Versuche zu urtheilen, hätte binden können.

Läßt sich das von einer Erde absorbirte Ammoniak durch Auslaugen mit mäßigen Mengen Wassers wieder daraus entfernen?

Es wird eine Ammoniaklösung bereitet, indem man zu  $\frac{1}{4}$  Liter Wasser einige CC. Aetzammoniak hinzufügt. Man verdünnt dieselbe weiter mit Wasser, bis 50 CC. 10 CC. Stickgas von 20° entsprechen.

Man übergießt nun 200 Grm. Ackererde, welche von vornherein 0,6 CC. Stickgas mit der bromirten Lauge gaben, mit 200 CC. Wasser und 50 CC. der titrirten Ammoniaklösung, schüttelt oftmals 5 Minuten lang und läßt 18 Stunden stehen; nach Verlauf dieser Zeit decantirt man 150 CC. Die wasserhaltende Kraft dieses Bodens ist der Art, daß 200 Grm. Erde 100 CC. Wasser brauchen, um sich absetzenden Schlamm zu bilden, man kann also stets 150 Grm. Wasser decantiren, ohne Erde mit abzuschlämmen.

Die decantirten 150 CC. werden nun mit bromirter Lösung von unterchlorigsaurem Natron geschüttelt und die entwickelte Menge Stickgas notirt.

Auf die Erde aber werden sofort neue 150 CC. Wasser gegossen, nach 18 Stunden wird ebenso, wie oben angegeben, verfahren und diese Behandlung fortgesetzt, bis die Erde fast gar kein Ammonial mehr an Wasser abgibt. Die Erfolge dieser Behandlung waren:

|                                                                                | CC. Stickstoff. |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Ammonial in der Erde + Ammonial in Lösung hinzugesetzt, entsprechend . . . . . | 10,6            |
| 1) decantirtes Wasser . . . . .                                                | 1,5             |
| 2) decantirtes Wasser . . . . .                                                | 1,0             |
| 3) decantirtes Wasser . . . . .                                                | 0,2             |
| Summa:                                                                         | 2,7             |

In Summa durch ein dreimaliges Decantiren und im Ganzen also durch 450 CC. Wasser, ist eine 3,7 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammonial ausgezogen. Da beim dritten Decantiren nur noch 0,2 CC. gefunden wurden, so wurde hier der Schluß gemacht, zur Controlle nun aber die rückständige Erde auf ihren Gehalt an Ammonial untersucht.

Die 200 Grm. Erde wurden in das Zersetzungsgefäß mit Borazlösung gespült und mit der bromirten Lauge geschüttelt; es wurden erhalten: 7,0 CC. Stickstoff von 18°.

Das giebt so genau, als man es nur erwarten kann, die Summe Ammonial, welche mit dem Boden in Berührung kam, wieder.

**Parallelversuch zu vorigem, angestellt mit anderthalb kohlen-saurem Ammonial.**

200 CC. einer Lösung von anderthalb kohlen-saurem Ammonial, welche in diesem Volum genau eine 50 CC. Stickgas von 18° entsprechende Menge Ammonial enthielt, wurde mit 200 Grm. Erde in einer verkorkten Flasche geschüttelt.

Die wasserhaltende Kraft dieser Erden ist wie bei den vorigen der Art, daß 100 CC. davon wieder decantirt werden können. Man decantirt des folgenden Tags zuerst 100 CC. und bestimmt darin die Menge Stickgas = v., welche sich daraus beim Schütteln mit der bromirten Lauge entwickelt; das Doppelte davon ist die in dem ganzen angewandten Wasser enthaltene Menge freien Ammoniaks, und der Rest 50—20 wiederum die andere von der Erde gebundene Menge Ammonial.



Dann werden immer 150 CC. Wasser hinzugefügt und ebensoviel nach 24 Stunden wieder decantirt und so fort, bis zuletzt nur noch *Reinheits-* Cubiccentim. Stidgas in den decantirten Wassern gefunden werden.

Die Erfolge dieser Behandlung sind in nachstehenden Tabellen zusammengestellt. Die Tabelle I. enthält Versuche der Art mit Gartenerde, Tabelle II. dieselben Versuche mit Ackererde angestellt.

## I. Gartenerde.

| A.                                                                                               | v.<br>CC. | P.<br>CC. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 0) Aufgegossen 200 CC. Wasser, worin 50 CC. Stidgas als Ammoniak.                                |           |           |
| 1) decantirte 100 CC. . . . .                                                                    | 11        | 28        |
| 2) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 9,50      | 22,2      |
| 3) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 7,00      | 11,5      |
| 4) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 5,25      | 13,8      |
| 5) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 3,50      | 11,7      |
| 6) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 2,25      | 10,0      |
| 7) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 2,00      | 8,2       |
| 8) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 1,50      | 7,0       |
| 9) decantirte 150 = . . . . .                                                                    | 0,75      | 6,8       |
| 10) decantirte 150 = . . . . .                                                                   | 0,25      | 6,5       |
| decantirt in Summa:                                                                              | 43,00     |           |
| Die 200 Grm. Erde + den darin enthaltenen 100 CC.<br>Wasser gaben nun schließlich noch . . . . . | 6         |           |
| Im Ganzen wiedergefundenes Stidgas                                                               | 49        |           |

## II. Ackererde.

| A.                                                                                                  | v.<br>CC. | P.<br>CC. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 0) Aufgegossen 200 CC. Wasser, worin 50 CC. Stickgas als Ammoniak.                                  |           |           |
| 1) decantirte 100 CC. . . . .                                                                       | 10        | 30,0      |
| 2) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 9,25      | 24,5      |
| 3) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 7,00      | 19,0      |
| 4) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 5,25      | 15,0      |
| 5) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 3,75      | 12,3      |
| 6) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 3,50      | 9,0       |
| 7) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 3,70      | 7,0       |
| 8) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 1,75      | 4,6       |
| 9) decantirte 150 = . . . . .                                                                       | 1,25      | 3,7       |
| 10) decantirte 150 = . . . . .                                                                      | 0,75      | 3,3       |
| 11) decantirte 150 = . . . . .                                                                      | 0,25      | 3,3       |
| decantirt in Summa                                                                                  | 46,45     |           |
| Erde + 100 CC. des darin enthaltenen Wassers gaben nun schließlich mit der bromirten Lauge noch . . | 4,00      |           |
| Im Ganzen wiedergefunden                                                                            | 50,45     |           |

Diese beiden Versuche beweisen, daß das kohlensaure Ammoniak zur Ackererde und Gartenerde ganz ähnlich wie Azotammoniak sich verhält.

Nimmt eine Erde aus concentrirter Ammoniaklösung mehr Ammoniak, als aus einer verdünnten auf?

200 Grm. Ackererde wurden mit der oben schon erwähnten verdünnten Ammoniaklösung, deren Titre pro 50 CC. derselben = 10,6 CC. Stickstoff bei 18° war, behandelt.

Die 200 Grm. Erde wurden nun mit 200 CC. dieser Ammoniaklösung (= 42,4 CC. Stickstoff) übergegossen und damit im Laufe eines

Tages oft geschüttelt. Man läßt dann die Nacht über in verschlossenen Flaschen stehen und decantirt sodann 100 CC. Wasser. Der Rückstand wurde sofort mit 200 CC. Wasser übergossen, ebenso behandelt und dieses des folgenden Tages decantirt, und so fortgeföhren mit jedesmal 200 CC. Wasser, bis nur unbedeutende Mengen Ammoniak noch aufgenommen wurden. Um zugleich die Zuverlässigkeit der Untersuchungsmethode zu prüfen, wurde der Versuch doppelt ausgeführt. Es wurden also gleichzeitig 2 Portionen gesiebter Ackererde, A. und B., von jeder 200 Grm. behandelt.

Aufgegossen 200 CC. Ammoniaklösung von einem 42,4 CC. Stickgas entsprechendem Ammoniakgehalte. Die Erde selbst enthält in dem angegebenen Quantum 0,5 bis 0,6 CC. Stickstoff, so daß man also in runder Zahl 43 CC. N. erhalten würde, falls man jetzt Erde + Ammoniaklösung mit der bromirten Javelle'schen Lauge schütteln würde.

Die Erfolge des Auswaschens sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Es giebt an:

Spalte A. Die Menge des jedesmal decantirten Wassers und die Reihenfolge der Decantationen.

Sp. v u. v' Die in den decantirten Mengen beim Schütteln mit der bromirten Lauge erhaltenen Volumina an Stickgas bei der einen Portion der Erde A. und der anderen B. Diese Mengen sind, da wir das Azotometer mit Wasser von 17° bis 20° füllten, bezüglich der Temperatur nicht weiter corrigirt, da der Titre der Ammoniaklösung bei 18° genommen war.

Spalte P. Giebt die berechneten Mengen Stickgas an, welche nach dem jedesmaligen Decantiren in der Erde gebunden zurückblieben, indem man aus dem gefundenen Volumen v oder v' zuvor die Menge berechnete, welche von der ganzen über der Erde befindlichen Wassermenge als Ammoniak frei in Lösungen waren. Diese Mengen sind für die erste Decantation das Doppelte von v oder v'; für die übrigen das Anderthalbfache, weil beim Decantiren von 200 CC. immer 100 CC. Flüssigkeit in der Erde vertheilt zurückblieben.

| A.                                                                                             | v.<br>CC. | v'.<br>CC. | P.<br>CC. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|
| 1) decantirte 100 CC. Wasser . . .                                                             | 8         | 8          | 27        |
| 2) decantirte 200 = = . . .                                                                    | 10        | 10         | 20        |
| 3) decantirte 200 = = . . .                                                                    | 6         | 6          | 16        |
| 4) decantirte 200 = = . . .                                                                    | 4         | 4          | 13        |
| 5) decantirte 200 = = . . .                                                                    | 4         | 4          | 9         |
| 6) decantirte 200 = = . . .                                                                    | 0,2       | 1          | 10—11     |
| Stickstoff in Summa decantirt                                                                  | 32,2      | 33         |           |
| Die rückständigen 200 Grm. Erde +<br>100 CC. Wasser darin gaben nur für<br>sich noch . . . . . | 10        | 8 N.       |           |
| Von den 43 CC. angewandten Stickstoff<br>sind folglich wiedergefunden . . .                    | 42,2      | 41 N.      |           |

Zunächst erkennt man, da die Zahlen v und v' ganz identisch bis zur letzten Bestimmung ausfielen, eine vollkommene Sicherheit der Bestimmungsmethode.

Dann geht bezüglich der gestellten Frage hervor, daß bei einer concentrirteren Ammoniaklösung die Erden auch mehr Ammoniak binden. Denn während bei den drei vorigen Versuchen nicht einmal die 10 CC. entsprechende Menge Ammoniak ganz gebunden wurde, haben bei diesem Versuche beide Proben derselben Erde nach dem ersten Decantiren eine 27 CC. Stickstoff entsprechende Menge Ammoniak gebunden. Mit dem Auswaschen durch erneuertes Wasser sinken die Zahlen der Spalte P. und schließlich weicht ein Gehalt von 8 bis 10 CC. Stickstoff dem Wasser nur noch schwierig. Dieser Werth liegt nahe genug an den bei den vorigen Versuchen gefundenen analogem, denn jenem zufolge banden 200 Grm. Erde ungefähr eine 7 bis 10 CC. Stickgas entsprechende Menge Ammoniak so fest, daß 150 CC. Wasser diesen Rest nur noch unmerklich verminderten.

Was die schließliche Differenz zwischen dem angewandten und wiedergefundenen Stickstoff nämlich:

$$A. 43 - 42,2 = 0,8 \text{ CC. Stickstoff}$$

$$B. 43 - 41 = 2,0 = \quad =$$

anbetrifft, so ist diese bei so vielfachem Decantiren wohl ein nicht zu großer Fehler der Bestimmung.

Zieht an Kohlensäure und mehrfach kohlensauren Salzen reiches Wasser das Ammoniak aus der Erde schneller aus, als gewöhnliches Brunnenwasser?

Man sättigt ein Quantum Wasser, worin Schlämmtreide aufgeführt war, im Laufe von 8 Tagen unter häufigem Schütteln mit Kohlensäure und läßt absetzen.

Während derselben Zeit werden 200 Grm. Ackererde zuerst mit 50 CC. der titrirten Ammoniaklösung, welche in diesem Volum eine 10 CC. Stidgas von 20° entsprechende Menge Ammoniak enthielt, nebst 200 CC. Wasser öfter geschüttelt.

Man decantirt darauf zuerst 150 CC. Wasser und bestimmt darin das Ammoniak.

Von nun an aber wurde das abgessene Wasser immer durch die Lösung von kohlensaurem Kalk in kohlensaurem Wasser ersetzt, indem jedesmal 150 CC. aufgegossen und damit im Verlaufe von 24 Stunden öfters geschüttelt wurden.

Die decantirten Flüssigkeiten werden im Zersetzungsgefäße zuerst mit so viel Natriumcarbonatlauge versetzt, daß alle Kohlensäure gebunden war und dann mit der bromirten Lauge geschüttelt. Die decantirten Flüssigkeiten gaben:

Stidgas.

- 1) die zuerst decantirten 150 CC. Wasser . . . 1,8 CC. von 18°
- 2) die folgenden decant. 150 CC. kohlensaure Lösung 3,0 CC. von 17°
- 3) die folgenden decant. 150 CC. kohlensaure Lösung 2,0 CC. von 20°

In drei Decantationen 6,8 CC. Stickstoff, während bei dem übrigens ganz analogen vorstehenden Versuche mit reinem Wasser bei gleicher Behandlung nur 2,7 CC. durch drei Decantationen gewonnen wurden.

Es geht hieraus also hervor, daß die Kohlensäure auf Erde, welche Ammoniak gebunden enthält, einwirkt und denselben Ammoniak entzieht.

Kann durch hinreichend große Mengen Wasser doch endlich alles Ammoniak aus einer Erde wieder ausgewaschen werden?

200 CC. derselben Ammoniaklösung, wie oben, deren Gehalt durch directe Versuche = 10,6 CC. bei 20° pro 50 CC. Flüssigkeit festgestellt worden war, wurden zu dem Ende mit 200 Grm. Erde geschüttelt, welche vorher mit 200 CC. Wasser zum Drei angemacht worden war. Man schüttelte im Verlaufe des ersten Tages häufig; am folgenden Tage decantirte man 200 CC. Flüssigkeit und goß 1 Liter neu auf.

Man schüttelte damit die Erde anfangs öfters, ließ das neu aufgegoßene Wasser 24 Stunden mit der Erde in Berührung, decantirte und goß neues Wasser auf und fuhr so fort, bis endlich das decantirte Wasser nur noch eine sehr geringe Menge Ammoniak auszog. Endlich schüttelte man die Erde selbst mit Boraxlösung und bromirter Lauge. Der Versuch ist doppelt angestellt; die Resultate sind folgende:

Zu Versuch A. und B. dienten 200 Grm. einer Erde, die Ammoniakdämpfen ausgesetzt gewesen war und für sich 4 CC. Stickgas ausgab. Dazu wurden gebracht: in den 200 CC. Ammoniaklösung eine 42,4 CC. Stickstoff ausgebende Menge Ammoniak; diese ganze Menge entspricht also 46,4 CC. Stickstoff.

Man erhielt nun aus den hintereinander decantirten Mengen Wasser wieder:

Spalte A. u. B. enthalten die Versuchsergebnisse, die bei vorigem mit v und v' bezeichneten Zahlen derselben Bedeutung.

Spalte P. u. P'. die dazu gehörigen berechneten Mengen Stickgas, welche nach dem jedesmaligen Decantiren als Ammoniak von der Erde absorhirt zurückgehalten wurden.

|                                      | A (v). | B (v'). | A (P). | B (P'). |
|--------------------------------------|--------|---------|--------|---------|
| 1) Aus den zuerst decant. 200 CC.    | 12     | 12      | 22,4   | 22,4    |
| 2) Aus dem zu zweit decant. Liter    | 20     | 18      | 10,4   | 13,4    |
| 3) Aus dem zu dritt decant. =        | 5      | 5       | 8,4    | 10,4    |
| 4) Aus dem zu viert decant. =        | 3      | 4       | 5,8    | 6,0     |
| 5) Aus dem zu fünft decant. =        | 3      | 3       | 3,0    | 3,8     |
| 6) Aus dem zu sechst decant. =       | 0      | 0       |        |         |
| In Summa ausgezogen                  | 43     | 42      |        |         |
| Aus der rückst. Erde wurden erhalten | 3      | 3       |        |         |
|                                      | 46     | 45      |        |         |

Es geht hiervon hervor, daß man von der Erde absorbirtes Ammonial zum größten Theile mit Wasser wieder auswaschen kann. 200 Grm. Erde aber halten noch eine 3 CC. Stidgas entsprechende Menge Ammonial gegen 1 Liter Wasser im Schach. Indessen beweisen die erfolgten Abnahmen, daß auch dieser Rest durch noch größere Mengen Wasser gewiß noch angreifbar ist. Das weitere Fortsetzen der Untersuchung kann hier zu keiner viel größern Sicherheit führen, da man von nun an bald die Gränze, innerhalb derer die Untersuchungsmethode noch brauchbar ist, erreichen würde.

#### Versuche mit kohlensaurem Ammonial.

Dieser Versuch läuft mit dem vorigen parallel und bedarf keiner weiteren Einleitung.

25 CC. von einer Ammoniallösung, welche so bereitet worden war, daß dieses Quantum beim Schütteln mit bromirter Lösung von ungeschlorigsaurem Natron genau 100 CC. Stidgas von 18° entwickelt wurden mit Wasser gerade auf ein Liter verdünnt.

Nun wurden 200 Grm. Ackererde (von 4 Proc. Wassergehalt und 0,00075 Grm. Ammonialgehalt) mit besagter Lösung im Laufe eines Tags öfters geschüttelt und dann über Nacht stehen gelassen.

Am folgenden Tage wird im Quantum von 100 CC. von dem über der Erde stehenden Wasser decantirt, und ein ebensogroßes Quantum Wasser wieder dazugesetzt.

Man bestimmt nun die Menge Ammonial oder vielmehr die Menge Stidgas =  $v$ , welche in den decantirten 100 CC. enthalten waren. Das Zehnfache davon ist dann offenbar die Menge Stidgas, welche dem in dem ganzen Liter Wasser enthaltenen freigebliebenen Ammonial entspricht. Die Differenz  $100 - 10v$  brückt dann die Menge Ammonial aus, welche von der Erde absorbirt zurückgehalten wurde. Diese Menge ist, wie vorhin, mit  $P$ . bezeichnet.

Am folgenden Tage decantirt man wiederum 100 CC. Wasser von der Erde, und ersetzt diese Menge durch ein gleiches Quantum Wasser.

Die decantirte Menge dient zur Bestimmung des Ammonials, das darin enthalten ist, wie vorhin.

Es braucht nur noch bemerkt zu werden, daß in derselben Weise von Tag zu Tag fortgeföhren wurde, daß man aber später die Quantitäten Wasser, welche decantirt wurden, größer nahm, um zu sehen, ob

das Ammoniak, das bei der so geringen Verdünnung, um jedesmal 100 CC. Wasser gegen 900 Ammoniaklösung über der Erde, nur in unbedeutender Menge der Erde entzogen werden konnte, endlich doch durch Wasser ausgezogen werden würde. Deshalb wurden später einmal 300 und noch später mehrmals 800 CC. Wasser decantirt und neu aufgegoßen.

Die folgende Tabelle enthält die Resultate:

- Sp. A. giebt die nach 24 Stunden decantirten und sofort durch ammoniakfreies Wasser wieder ersetzten CC. in ihrer Reihenfolge an.
- Sp. v. das Volum Stickgas, das diese Mengen mit bromirter Lauge entwickelte. Das Wasser im Nötometer hatte zur Zeit, wo diese Bestimmungen ausgeführt wurden, stets zwischen 17° und 20° und es sind deshalb die Volumina bezüglich der Temperatur gar nicht weiter corrigirt, da der Litre der angewandten Ammoniaklösung bei 18° genommen war.
- Sp. P. giebt die Anzahl CC. Stickgas an, welche das nach jedesmaligem Decantiren von der Erde gebundene Ammoniak entwickelt haben würde, wenn man dieselbe mit der bromirten Lauge behandelt hätte, sie drückt die gebundenen Ammoniakmengen durch diese Stickgasmenge aus.

| A.                                                                   | v.<br>CC. | P.<br>CC. |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 0) Aufgegoßen 1 Liter Wasser, worin 100 CC. Stickstoff als Ammoniak. |           |           |
| 1) decantirte 100 CC. . . . .                                        | 8,75      | 12,5      |
| 2) decantirte 100 = . . . . .                                        | 7,00      | 21,25     |
| 3) decantirte 100 = . . . . .                                        | 6,00      | 24,25     |
| 4) decantirte 100 = . . . . .                                        | 5,10      | 27,25     |
| 5) decantirte 100 = . . . . .                                        | 4,75      | 25,65     |
| 6) decantirte 100 = . . . . .                                        | 4,50      | 23,40     |
| 7) decantirte 100 = . . . . .                                        | 4,00      | 23,9      |
| 8) decantirte 100 = . . . . .                                        | 3,50      | 24,9      |
| 9) decantirte 100 = . . . . .                                        | 2,85      | 27,9      |
| 10) decantirte 100 = . . . . .                                       | 2,60      | 27,5      |
| 11) decantirte 300 = . . . . .                                       | 8,25      | 23,4      |
| 12) decantirte 800 = . . . . .                                       | 20,00     | 17,7      |
| 13) decantirte 800 = . . . . .                                       | 8,00      | 12,7      |
| 14) decantirte 800 = . . . . .                                       | 5,75      | 7,5       |
| In Summa decantirt                                                   | 91,05     |           |
| Der Rest 200 Grm. Erde + 200 Wasser . . . . .                        | 3,00      |           |
| In Summa wiedergefunden                                              | 94,05     |           |



Bei diesem Versuche hat also, da statt 100 CC., welche sich allein aus der mit der Erde in Verbindung gebrachten Ammoniakflüssigkeit mit der Lauge entwickelten, ein Verlust von 6 CC. Stickstoff stattgehabt, wozu noch 7 CC. zu rechnen sind, welche die 200 Grm. Erde von vorn herein enthielten.

Da hierbei 14 einzelne Bestimmungen gemacht worden sind, so ist dieser Fehler gewiß klein genug, indessen ist kein Zweifel, wie andere Versuche lehren, daß etwas vom Ammoniak in einer so langen Zeit, wie dieser Versuch dauerte, verbraucht worden ist, so daß die 7 Proc. Verlust noch nicht einmal ganz Fehler der Analyse sind.

Man sieht aus vorstehenden Zahlen, daß zu Anfang die 200 Grm. erst einige Zeit brauchten, um sich vollkommen mit Ammoniak zu sättigen. Nach 3 Tagen war die Sättigung vollendet, von da an behält der Boden, so lange das Liter Wasser immer nur im Verhältniß von 100 zu 900 verdünnt wurde, eine Menge Ammoniak, die 24 bis 28 CC. Stickgas entspricht, fest gebunden, bis nun stärker verdünnt wird.

Beim zwölften Decantiren fällt auf einmal der von der Erde gebundene Ammoniakgehalt, weil vorher im Verhältniß von 300 bis 700 Lösung verdünnt worden war, und von nun an, wo immer mit 800 CC. Wasser die Erde von Neuem ausgelaugt wurde, sehen wir den Ammoniakgehalt wieder an dieses Wasser übergehen, so daß schließlich, als die nun dreimal mit 800 CC. Wasser ausgelaugte Erde sammt den darin noch befindlichen 200 CC. Wasser untersucht wurde, nur 3 CC. Stickgas ausgiebt.

#### Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde.

Bekanntlich haben die Versuche von Wap und von v. Liebig bewiesen, daß die fixen Alkalien von der fruchtbaren Erde ebenso wie das Ammoniak absorbiert und zurückgehalten werden.

Bei unserer Bestimmungsmethode des Ammoniaks muß die bromirte Lösung des unterchlorigsauren Natrons stets mit etwas freiem Alkali versetzt sein, um das Ammoniak, wo es an Säuren gebunden ist, frei zu machen und falls durch die unterchlorige Säure aus organischen Substanzen Kohlensäure erzeugt wird, diese zu binden.

Bei dieser Behandlung beobachteten wir nun, daß beim Schütteln einer Ackererde mit Kali, Natron, Kalk und Baryt eine nicht unwesentliche Contraction eintritt, die wir behufs der Ammoniakbestimmung

beseitigen und folglich ihrer Natur nach näher studiren mußten. Die zu dem Ende angestellte Untersuchung hat Folgendes ergeben:

1) Schließt man Ackerboden irgend welcher Art mit wässriger Kali- oder Natronlauge, Kalhydrat oder Barithhydrat und Luft in ein Gefäß ein und schüttelt dasselbe 15 Minuten lang, so findet man nachher, daß der Inhalt eine Contraction erlitten hat.

2) Diese Contraction beruht nicht auf einer Absorption der im Gefäße mit eingeschlossenen Luft oder deren Bestandtheile. Sie erfolgt ebenso, wenn die Luft durch Wasserstoff ersetzt wird.

3) Sie beruht nicht auf dem Verschwinden des im Wasser gelösten Sauerstoffs. 500 CC. Wasser mit Kalilauge und Gerbsäure geschüttelt, nachdem die Luft über dem Spiegel durch Wasserstoff ersetzt worden war, erlitten eine ganz unbedeutende Volumverminderung von 0,5 CC.

4) Diese Contraction beruht darauf, daß irgend ein Gemengtheil der Ackererde entweder Alkali allein oder Alkali und Wasser zugleich bindet, und daß hierbei eine wesentliche Verdichtung statt hat.

5) Der kohlensaure Kalk, der Gyps, der Quarzsand in festen Körnern nehmen an dieser Wirkung keinen Antheil.

6) Der Thon, namentlich der eisenreiche, ist derjenige Gemengtheil des Bodens, der diese Contraction vorzugsweise bedingt.

7) Basische Eisenoxydsalze, ein Gemenge von basisch ameisensaurem Eisenoxyd mit basisch schwefelsaurem Eisenoxyd, das im vorigen Jahre bereitet und an der Luft eingetrodnet war, zeigte dieselbe Eigenschaft gleichfalls deutlich.

8) Die Gegenwart neutraler Salze, namentlich von kohlensaurem Kali, kohlensaurem Natron, von Kochsalz, Chlorcalcium, Chlorbarium, hindert die Einwirkung der Alkalis auf den Boden in der gedachten Beziehung durchaus nicht.

9) Keines der genannten neutralen Salze bedingt für sich allein jene Contraction.

10) Die Größe der Contraction ist proportional der Quantität der vorhandenen Erde und der des Alkalis. Der Verdünnungsgrad der Alkalilösung ist innerhalb der Grenzen von einfacher Verdünnung bis zur dreifachen ohne Einfluß und dürfte sich erst bei größeren Abständen herausstellen.

Schüttelt man 5 Minuten lang 50 bis 100 Grm. Erde der Reihe nach mit Lösungen von 1, 2, 3, 4, 5 Grm. Natronhydrat, so beträgt

die Contraction unabsehbare Mengen bis ungefähr zu 0,5 CC. Schüttelt man dieselben Mengen Erde mit der Lösung von 50 Grm. Natronhydrat, so beträgt die Contraction 1 bis höchstens 2 CC.

Behandelt man dagegen 5 Minuten lang 200 bis 300 Grm. Erde der Reihe nach mit Lösungen von 1, 2, 3, 4, 5 und endlich 50 Grm. Natronhydrat, so findet man bei der kleinsten dieser Natronmengen Contractionen von 0,5 bis 1 CC. Bei Anwendung von 2 bis 3 Grm. Natronhydrat beträgt die Contraction 2 bis 4 CC. und bei Anwendung von 50 Grm. Natronhydrat oftmals 6 bis 8 CC.

11) Die Größe der Contraction ist der Zeit des Schüttelns proportional, und es ist außerordentlich schwer, einer Erde dieses Contractionsvermögen zu benehmen. Schüttelt man 300 Grm. einer guten Ackererde im Laufe mehrerer Tage wiederholt, jedesmal 5 Minuten lang, mit einer Lösung von 5 oder 50 Grm. Kali oder Natron in 400 CC. Wasser, so wird man noch immer eine Contraction bemerken. Läßt man nun das Gefäß 14 Tage lang stehen und schüttelt darauf 15 Minuten lang, so findet man noch ganz bemerkliche Contractionen. Die Grenze, wo ein Boden nach längerer Berührung mit Alkalilösungen sich indifferent gegen den ferneren Einfluß des Alkalis verhält, ist, wie schon hieraus hervorgeht, noch nicht bestimmt.

12) Saure Salze mehrbasischer Säuren benehmen dem freien Alkali jenen Einfluß auf die Ackererde ganz vollständig, sobald sie in so großer Menge angewandt werden, daß alles freie Alkali durch Bildung des neutralen Alkalisalzes der mehrbasischen Säure verschwindet. Vorzug eignet sich ganz besonders dazu, um ein ansehnliches Quantum Alkali auf den Boden einwirken lassen zu können, ohne daß jene Contraction eintritt.

Diese Versuchsergebnisse beweisen, daß bei der Einwirkung des Alkalis auf einen Boden, namentlich auf den thonigen Theil desselben, eine Aenderung der physikalischen Eigenschaften eintritt, welche mit der Absorption des Alkalis vom Boden in Verbindung steht. Möglich, daß bei der Einwirkung von Kali glimmerartige amorphe Mineralkörper und bei der von Natron dem Paragonit ähnliche Mineralien in amorphem Zustande gebildet werden, was dann freilich voraussetzte, daß das Kali, Natron und der Kalk, der dieselbe Wirkung auf Ackererde ausübt, nicht bloß durch Flächenattraction, sondern zugleich auch chemisch gebunden würden.

Die Alkalien, Kali, Natron, Kalk haben mit dem Ammoniak die Eigenschaft gemein, daß sie die Oxydation der Humusstoffe im Boden außerordentlich beschleunigen.

Schließt man Humussubstanzen, Moorerde, Gartenerde oder Ackererde mit einem jener fixen Alkalien in ein Glas und Luft zusammen ein, so findet man, daß der Sauerstoff der Luft viel schneller, als von diesen Stoffen allein verzehrt wird. Beim Schütteln der Luft mit Moorerde und Kalklauge wird der Sauerstoff der Luft fast wie von einer eudiometrischen Flüssigkeit absorbiert.

Diese Thatsache ist von einiger Bedeutung für den Ackerboden. Denn es ist bekannt, daß die als Humusäure bezeichneten Körper mit den alkalischen Erden, den Erden und Metalloxyden in Wasser unlösliche Verbindungen eingehen, während die Verbindungen derselben mit den Alkalien immer so weit löslich sind, daß ganz dunkelbraune Lösungen erhalten werden können.

Humusfaures Ammoniak löst sich in beträchtlicher Menge in Wasser.

Versezt man eine solche Lösung mit Kaltwasser, so fällt humus-saurer Kalk und die Flüssigkeit wird blaßgelb.

Schüttelt man eine Lösung von humusfaurem Ammoniak mit feiner geriebener Kreide, so bleibt sie eine Zeit lang braun. Läßt man das Gemisch aber längere Zeit in flachen Schalen stehen, so daß das freie werdende Ammoniak sich verflüchtigen kann, so wird die Flüssigkeit immer mehr farblos, und läßt man sie mit der Kreide einigemal eintrocknen, so nimmt diese eine braune Farbe an, während die Flüssigkeit sich entfärbt.

Kohlensäure Tallerde schlägt die Humusäure aus der Lösung schon beim Schütteln der wässerigen Lösung mit derselben nieder, so daß die Flüssigkeit fast entfärbt wird.

In diesen Eigenschaften erkennt man eine wesentliche Function, welche der kohlensäure Kalk und die kohlensäure Tallerde im Boden verrichten.

Diese Körper hindern daran, daß das im Boden erzeugte Ammoniak braune Humuslösungen bilden kann, das mit den Wassern ausgewaschen werden würde. Indem die Humusäure vom Kalk und der Tallerde gebunden wird, verbleibt die Humussubstanz im Boden, und da die Verbindungen derselben mit starken Basen noch leichter, als der Humus für sich, oxydiert werden, so erscheinen jene Verbindungen besonders als Kohlensäurequellen.

Man ersieht aus der Eigenschaft der humusfauren Alkalien, sich namentlich bei Ueberschuß an Alkali rasch zu oxydiren, auch den besondern Nutzen, den das Kalten der Felder ausüben muß. Durch diese Procebur wird der Humus dem Felde erhalten, bis er zu Kohlenäure verbrannt ist, und diese Verbrennung beschleunigt, und da Kalksalze mit humusfaurem Ammonial, das in Wasser löslich ist, sich umsetzen und humusfauren Kalk bilden, so ergiebt sich ein Nutzen der Vermehrung der Kalksalze im Boden, sei es durch Aufbringen von Kalk oder Kalksalzen, wie Gyps.

Dies sind die Ergebnisse unserer Versuche, in Folgendem soll nun noch eine kurze Uebersicht über dieselben gegeben werden.

### R e s u m e.

I. Die Untersuchung der meteorischen Niederschläge und Wässer vom Jahre 1860 hat Folgendes ergeben.

- 1) Der Regen enthält in unserer Gegend durchschnittlich  $\text{na} \approx 2$  Milliontel seines Gewichts Ammonial.
- 2) Im April bei niedriger Temperatur hatte der Regen den höchsten Ammonialgehalt.
- 3) Der Schnee im November enthielt nur ein Milliontel und der im December und Januar bei sehr niedriger Temperatur gefallene keine nachweisbare Spur von Ammonial.
- 4) Der Thau enthielt übereinstimmend 2 Milliontel Ammonial.
- 5) Die Schloßen vom 28. August und das damit zugleich gefallene Regenwasser enthielten beide 2 Milliontel Ammonial.
- 6) Diejenigen Regen, welche in derselben Zeit das größte Quantum Wasser, auf ein und dieselbe Flächengröße bezogen, lieferten, enthielten am wenigsten Ammonial.
- 7) Besondere Regelmäßigkeiten bezüglich anfänglichen und endlichen Regens haben sich in diesem Sommer nicht beobachten lassen.
- 8) Gewitterregen haben keinen größern Ammonialgehalt, als gewöhnliche Regen, und ihre Wirkung auf die Vegetation ist daher wohl nur insofern von Wichtigkeit, als sie den Feldern außer dem gewöhnlichen Ammonialgehalt Salpetersäure zuführen.
- 9) Das Flußwasser und Teichwasser hat einen um ein Geringes kleineren Ammonialgehalt, als das Regenwasser.

10) Das Brunnenwasser, Wässer, welche unter einer circa 6 Fuß hohen sandigen Lehmschicht abziehen, enthielten zu jeder Zeit des ganzen Jahres keine nachweisbare Spur Ammoniak.

## II. Die Untersuchungen des Bodens haben Folgendes ergeben.

1) Die von uns ermittelten Ammonialgehalte der Erden von verschiedenen Orten sowohl, als die Verfolgung der Schwankungen in diesen Gehalten, bei einer und derselben Erde, welche letztere in zwei besonderen Versuchsreihen, einmal bei unbebauter Gartenerde, ein andermal bei bebauter Ackererde festgestellt wurden, weichen bedeutend von allen bisherigen anderen Angaben der Art ab.

Bei unseren Prüfungen wurden meist 300 Grm. Erde zur Untersuchung angewandt, die unmittelbar, nachdem sie vom Felde geholt und durch Sieben von Steinen befreit war, untersucht wurde, und wir erhielten von einem solchen Quantum 1 bis kaum 2 CC. Stickgas.

Vergleicht man damit die Bestimmungen anderer Chemiker, so finden wir, daß:

nach E. Wolff 100 Grm. Erde an 0,02 Grm.,

nach Brustlein 100 Grm. Erde an 0,005 Grm.,

nach R. Hoffmann 100 Grm. Erde an 0,005 Grm.

Stickstoff als Ammonial enthalten sollen.

Bei der von uns eingehaltenen Bestimmung des Ammonials müßte man, hätten unsere Erden den ersten Gehalt, von 300 Grm. Erde an 48 CC. Stickstoff, hätten sie den von Brustlein und Hoffmann angegebenen Gehalt gehabt, also circa 10 CC. Stickstoff erhalten haben.

Man braucht sich die Größe dieses Volums nur vorzustellen, um sich zu überzeugen, daß es bei unserem Verfahren der Ammonialbestimmung, nach dem man  $\frac{1}{6}$  CC. noch ablesen kann, unmöglich ist, ein solches Quantum Stickstoff zu übersehen, und selbst wenn unsere Methode unter Umständen ein ganzes CC. Stickgas zu wenig sollte gegeben haben, bleiben unsere Werthe weit von jenen entfernt.

2) Zeigt sich aus den beiden Parallelreihen der Versuche mit unbebaut verbliebener Gartenerde und bebauter Ackererde, daß in der einen wie der andern stets nur einige Milliontel Ammonial vorhanden waren. Dieser Gehalt erlitt weder durch die den ganzen Sommer hindurch erfolgenden ammoniakhaltigen Regen auf dem unbebauten Beete einen nach-

weisbaren Zuwachs, noch auf dem mit Kartoffeln bebauten Boden eine Verminderung, es ist also der von dem Boden von der Beweglichkeit ausgeschlossene Theil Ammoniak, den man bei der Untersuchung eines Bodens findet, und die Erde selbst muß ganz unabhängig von der darauf befindlichen Vegetation das Vermögen haben, jeden Zuwachs an Ammoniak, den sie erfährt, wieder zum Verschwinden zu bringen.

3) In 6 Fuß Tiefe enthielt der Boden keine nachweisbare Spur Ammoniak mehr, und die hier abziehenden Wässer waren ebenfalls ammoniakfrei.

4) Es geht hieraus im Einklange mit den von Wab und von v. Liebig festgesetzten Thatsachen hervor, daß der Boden das Ammoniak fest gebunden enthält, aber weiterhin nun auch noch, daß eine fortwährende Umwandlung des Ammoniaks im Boden statt hat. Um zu finden, welcher der näheren Bestandtheile des Bodens das Ammoniak bindet und welche Thätigkeit das gebundene Ammoniak zum Verschwinden bringt, wurden die näheren Bestandtheile des Bodens in ihrem Verhalten zum Ammoniak geprüft. Es hat sich gezeigt, daß von den näheren Bestandtheilen des Bodens:

5) Sand, Thon, lösliche Kieselsäure, reine Thonerde, kohlenarmer Kalk, kohlensaure Talkerde, Eisenoxydhydrat, schwefelsaurer Kalk (Gyps), Humussubstanzen, grauweißer Löpferthon, fein geschlämmter Lehm, — der Thon der einzige Bestandtheil ist, der das Vermögen, Ammoniak durch Flächenattraction zu binden, wesentlich hat. Der lufttrockene Thon entzieht ammoniakhaltiger Luft, die ihn berührt, das Ammoniak und hält es gebunden, der lufttrockene Thon absorbirt aus der Luft das Ammoniak schneller, als nasser Thon. Die übrigen Substanzen nehmen Ammoniak nur dann wesentlich auf, wenn in ihren Poren ammoniakhaltiges Wasser sich verdichtet, und verlieren das Ammoniak wieder, wenn sie dieses hygroskopische Wasser verlieren.

Der Humus ist unter den näheren Bestandtheilen des Bodens die einzige Substanz, welche mit ihm in Berührung kommendes Ammoniak chemisch bindet, es bildet sich humusfaures Ammoniak, das sich trocken lange unverändert erhält.

Eisenoxydhydrat bekanntlich und Thonhydrat scheinen äußerst geringe Quantitäten Ammoniak auch chemisch binden zu können.

6) Der Humus und das Eisenoxydhydrat sind diejenigen näheren Bestandtheile des Bodens, welche das Ammoniak chemisch umwandeln.

Humusfaures Ammonial, bei Gegenwart von Wasser, oxydirt sich, wie alle humusfauren Alkalien, weit rascher, als der Humus für sich, und das Eisenoxydhydrat, indem es zu Oxidhydrat reducirt wird, wirkt verbrennend auf Ammonial.

Unter Mitwirkung dieser beiden chemischen Reactionen verbrennt das vom Thon absorbirte Ammonial unter dem Einflusse der Flächenattraction des porösen Thons fortwährend und, wie wohl nicht zu bezweifeln, zu Salpetersäure.

7) Wir schreiben hiernach der Salpetersäure eine höhere Bedeutung als dem Ammonial bei der Pflanzenernährung zu, und indem wir darauf hinweisen, daß die jetzige Ammonialtheorie sich lediglich auf die Thatsache stützt, daß Ammonial im Boden vorkommt, heben wir hervor, daß a) die bisherigen Angaben über den Ammonialgehalt der fruchtbaren Erde diesen Gehalt in Folge fehlerhafter Bestimmungsmethoden zu hoch gestellt haben; daß b) die Verbrennlichkeit des Ammonials nicht genug in Anschlag gebracht worden ist.

8) Die Wirkung des Ammonials scheint uns, falls es nicht ausschließlich der Fall sein sollte, zum großen Theil darin begründet zu liegen, daß der vom Ammonial durchdrungene Boden in sich eine ausdauernde Salpetersäurequelle enthält. Es bilden sich in demselben continuirlich geringe Mengen Salpetersäure, welche als Lösungsmittel für das vom Boden absorbirte Kali, den Kalk, die Talkerde und die phosphorsauren Salze dienen mögen.

9) Die vorstehenden Thatsachen und Bemerkungen regen die Frage an: ist nicht etwa die Salpetersäure allein der Körper, der den Pflanzen ihren Stickstoffgehalt zuführt? Wäre dies der Fall, so läme man zu dem einfachen Satze, die Pflanze ernährt sich nur durch Aufnahme vollkommen verbrannter Körper, denn Kohlen säure, Wasser, Salpetersäure und sämtliche Mineralkörper, die in die Pflanze aus dem Boden übergehen, sind Oxide. Diese Frage kann aus allen bis jetzt bekannten Thatsachen nicht mit Sicherheit beantwortet werden; denn ob die äußerst geringe Menge Ammonial, welche im Boden vorhanden ist, vor ihrem Uebergange in die Pflanze erst oxydirt wird, das ist der Beobachtung entzogen. Diese Frage aber läßt sich fortan durch Vegetationsversuche entscheiden. Die Ansicht aber, daß das Ammonial mehr als Salpetersäure erzeugender Körper, als als Pflanzennahrungsmittel anzusehen sei, gewinnt einige Stützen in den Thatsachen:



- 1) daß das Ammonial im Boden durch Flächenattraction von seiner freien Bewegung nach den Wurzeln hin ausgeschlossen ist;
- 2) daß als solches nur Milliontel in der Ackerkrume und schon in 6 Fuß Tiefe nicht einmal Spuren davon mehr angetroffen wurden;
- 3) daß die Verbrennlichkeit des Ammoniaks im Boden durch die Salpeterplantage und viele Versuche nun hinreichend festgestellt ist.

Für die Theorie der Düngung ist diese Frage von Wichtigkeit, denn wirkte das Ammonial eigentlich nur als Salpetersäure erzeugender Stoff, so fielen die ganze Theorie der Düngung in's Reich der Mineraldüngung. Es ließe sich daraus die Erfahrung, daß unausgesetztes Düngen mit stickstoffreichen Düngern, wie Guano, den Boden so sehr ausmergelt, erklären, insofern die continuirliche Salpetersäurebildung eine große Menge der im Boden vorhandenen Basen, namentlich das Kali, löslich machen muß, während der Guano selbst nur circa 3 Proc. Kali mit in den Boden bringt. Aus der Ammonialtheorie läßt sich jene Erfahrung wohl kaum ableiten.

10) Unsere Untersuchungen über das Verhalten des Ammonial beim Auswaschen des Bodens mit Wasser zeigen ferner, die Angaben von Way, v. Liebig, Brucklein, Henneberg und Stohmann bestätigend, daß die Kraft, mit der das Ammonial und kohlen saure Ammonial vom Boden gebunden ist, der Affinität des Wassers zum Ammonial weicht, aus einem Boden, der mit Ammonial gesättigt ist, zieht Wasser das Ammonial wieder aus, indessen widerstehen die letzten Milliontel der Wirkung des Wassers hartnäckig. Da aber im Boden nur Milliontel vorkommen, so scheint dieser Ammonialgehalt von der freien Beweglichkeit ausgeschlossen zu sein, überdies könnte solche nur bei ganz enormen Regengüssen eintreten.

11) Die fixen Alkalien, wie Kali, Natron, Kalk, welche nach den Untersuchungen Way's und v. Liebig's vom Boden auch, wie das Ammonial, gebunden werden, bedingen eine Aenderung der physikalischen Eigenschaften des Bodens, es erfolgt eine Contraction desselben. Die Ursache derselben mag darin liegen, daß die Art und Weise, wie diese Körper vom Boden gebunden werden, der beim gasförmigen Ammonial nicht ganz analog ist, die fixen Alkalien mögen zuerst durch Flächenattraction, wie jenes, gebunden werden, dann aber weiterhin chemisch auf den eisenhaltigen Thon wirken und amorphe Mineralien von der Zusammensetzung des Sdimmers, Paragonits entstehen machen.

12) Die fixen Alkalien verbinden sich wie das Ammonial mit Humus, und diese Verbindungen oxydiren sich bei Gegenwart von Wasser leichter, als der Humus für sich allein. Die Verbindungen der Humussubstanzen mit Kalk und Tonerde sind in Wasser fast unlöslich und das Kalken der Felder muß daher den Einfluß ausüben, einerseits, daß der Humus gebunden und dem Felde erhalten wird, andererseits, daß dessen Verbrennung zu Kohlensäure beschleunigt wird. Da das humusfaure Ammonial in Wasser löslich ist, mit Kalksalzlösungen sich umsetzt und humusfauren Kalk bildet, so ergibt sich hieraus ein fernerer Nutzen des Kalkens, Gypfens u. s. w.

## Ueber den Zusammenhang der oberirdischen und unterirdischen Stengelorgane bei Knollengewächsen

von

Dr. Friedrich Kobbe (Chemnitz).

Die Interpretation der Kartoffelkrankheit ist gegenwärtig, da wir durch Sperrschneider's schönen Beobachtungen in den Stand gesetzt sind, die Krankheit an jeder gefunden Knolle willkürlich hervorzurufen und experimentell zu behandeln, aus dem Stadium apriorischer Hypothesen und abenteuerlicher Vermuthungen herausgetreten und hat eine positive Grundlage gewonnen. Und seit man weiß, daß der wohlcharakterisirte parasitische Fadenpilz (*Peronospora infestans*) diese Krankheitserscheinungen nicht bloß begleitet, sondern sie erzeugt, hat man auch begonnen, der Praxis mehr oder minder rationelle, d. h. der Natur und Lebensgeschichte des Pilzes und der Kartoffelpflanze entnommene Vorschriften zu ertheilen, in der Absicht, den lawinenartig vorschreitenden Verheerungen dieser Krankheit einen Damm zu setzen.

Offenbar haben diese Bestrebungen eine zweifache Richtung zu verfolgen: 1) den Pilz von den Kartoffelfeldern überhaupt fern zu halten; 2) die weitere Verbreitung des bereits eingedrungenen zu verhüten.

So wird die Thatsache, daß das Mycelium des Kartoffelpilzes innerhalb der Knollen selbst überwintert, ein schätzbarer Fingerzeig, nur voll-

kommen gesunde Saatknohlen zur Pflanzung zu verwenden, ungeachtet kranke Saatknohlen bisweilen, wenn die Vegetation des Pilzes durch die Witterung nicht begünstigt wurde, einen leidlichen Ernteertrag geliefert haben mögen. Die Thatsache, daß die Pilze allgemein feuchte, dampf Standorte bewohnen und der Feuchtigkeit schon zum Keimen bedürfen, sowie der Reichthum sämmtlicher Pilze an Stickstoffverbindungen werden maßgebend in der Wahl der Localitäten für die Kartoffelzucht wie der anzuwendenden Düngmittel. Tiefgelegene und eingeschlossene Felder sind eben so sehr zu vermeiden (da ohnehin die Kartoffel, als tropische Gebirgspflanze, auf freier Höhe heimisch ist), wie eine übermäßige Zufuhr stickstoffreicher Düngstoffe oder solcher Salze, welche notorisch Wasser anziehen und die Verdunstung beeinträchtigen. Dahin gehört besonders das in der Pflanzencultur als Universal-Medium oft gemißbrauchte Knollsch

Der Hlubed'sche Versuch (1855), die Kartoffel als Zwischenfrucht unter Topinambour, Gerste u. dgl. zu erziehen, möchte Wiederholung verdienen, wenn auch der gute Erfolg dieses Verfahrens, welchen der genannte Schriftsteller der (jedenfalls nachtheiligen) Beschattung zuschreibt, eher auf Rechnung des mechanischen Schutzes zu setzen sein wird, welche die genannten Mengpflanzen durch Auffangen von Sporen geleistet haben.

Versuche über die Keimkraft und Keimdauer der Sporen des Kartoffelpilzes, ihre Widerstandsfähigkeit gegen extreme Temperaturen und andere Agentien haben festzustellen, in welchem Zeitraum die im Boden zurückbleibenden Sporen als erloschen zu betrachten sind, also die Kartoffel auf einem Feldstück ohne Gefahr wiederkehren darf.

Unter den zahlreichen Vorschlägen wider die Kartoffelkrankheit, welche aus einem Angriffspuncte nicht zu bestreiten ist, findet sich auch dieser: beim Erscheinen der ersten gelbbraunen Flecken auf dem Laube, welche die Anwesenheit des Pilzes verrathen, die afficirten Blätter zu entfernen und dadurch der Fortpflanzung des Pilzes zu den Knollen (sei es durch Hinabschreiten des Myceliums oder durch Sporen) Einhalt zu gebieten. Dieser Vorschlag ist offenbar rationell; allein er legt die Frage nahe, in welchem Zusammenhange bei Knollengewächsen die Rhizome mit den oberirdischen Organen stehen? ob etwa durch die plötzliche Entfernung eines vielleicht beträchtlichen Theils der Blattorgane die Ausbildung der Knollen unerwünscht beeinflusst werde?

Wie äußerst verschieden diese Frage, welche auch für die Hagegartationen nicht ohne Bedeutung ist, von der landwirthschaftlichen Praxis

beantwortet wird, lehrt eine cursorische Revue der einschläglichen Literatur der letzten Decennien.

Im Zusammenhang einer größeren Versuchreihe über Kartoffelkultur ist in dem Garten der landwirthschaftlichen Versuchstation zu Chemnitz 1861 ein Entblätterungsversuch mit Spätkartoffeln durchgeführt worden, und die Antwort auf die gestellte Frage eine so entschiedene gewesen, daß sie eine Discussion heransfordert.

Der für diese Culturversuche verfügbare Theil des Chemnitzer Versuchsgartens ist hoch und frei horizontal gelegen, ein mittelschwerer Thonboden, drainirt: dem Anbau der Kartoffel günstig. Vorfrucht 1860 Frühkartoffeln. Im Herbst desselben Jahres eingesäeter Roggen, welcher den vorliegenden Versuchen zum Opfer fallen mußte, wurde im Frühling eingegraben und ohne weitere Düngung dem mechanisch wohl durcharbeiteten Boden die Saatknollen am 3. Mai übergeben. Jede der Versuchsparcellen hat einen Rauminhalt von genau 61,65 Du.-Metres (3,34 Du.-A.) und faßt bei dem gewöhnlichen Seegraum von 6,36 Decim. Zeilenweite und 4,24 Decim. Knollendistanz innerhalb der Zeilen 210 Saatknollen. Man kann diese Versuchsparcellen nach ihrer Lage, Vorfrucht und sonstigen Beschaffenheit als von der Art bezeichnen, um den rationellen Anforderungen, welche an comparative Culturversuche nicht streng genug gestellt werden können, in zureichender Weise zu entsprechen und, unter Voraussetzung gleichmäßiger Behandlung, annähernd übereinstimmende Ernteresultate erwarten zu lassen.

Die Keimpflänzchen traten allgemein am 27. und 28. Tage an's Licht und wurden am 17. Juni behäufelt. Die Inflorescenz begann gegen die Mitte Julis, doch fielen sämtliche Blüthen unmittelbar nach der Entfaltung der Gyme ab, und es ist in unserem Garten, bei einer Knollenernte von mehr als 20 Scheffeln, keine einzige Blüthenknospe zum Fruchtsatz gelangt, wie es überhaupt im Herbst schwierig war, in hiesiger Gegend reife Samenfrüchte dieser Kartoffelsorte zu Versuchszwecken aufzutreiben. Es ist dies, im Vorbeigehen bemerkt, ein Characteristicum der zum Versuch gewählten sächsischen Zwiebelkartoffel und einiger anderen Sorten, welches man wohl als Symptom einer krankhaften Entartung der Kartoffelpflanze bezeichnet hat. Allein die verschiedenen Organe einer Pflanze, welche in ihrer Gesamtheit einen plastischen Ausdruck für die typischen Bildungstribe des Samens (Reproductionsorgans) darstellen, sind nicht bloß ungleichwerthig in ihrer Form, materiellen

Natur und Function, sondern stehen auch unter einander in einem solchen gegensätzlichen Ernährungs-Verhältniß, daß die überwiegende Ausbildung bei einen, unter dem zufälligen Einfluß der äußeren Vegetationsfactoren oder den absichtsvollen der Cultur, auf Kosten der übrigen Organe vorgeht. Daß die Fruchtreihe die zarteren Sommergewächse gleichsam auszehrt, und einjährige Pflanzen durch consequente Vererbung der Blütenknospen zu einem sehr hohen Alter gebracht werden können, ist eben so bekannt, wie die mangelhafte Fruchtbildung „starkwüchziger“ Obstbäume, das häufige Fehlschlagen der Samenerne in solchen Früchten, welche durch Saftfleischigkeit und Aroma ausgezeichnet sind, und die kräftigere Ausbildung der Fruchtkolben an rechtzeitig entgipfelten Maispflanzen (Glued). Die Horticultur ist überreich an verwandten Erscheinungen. Schon DeCandolle bezeichnet daher die Fruchtorgane als die „Verschlindernden“ (voraces), ohne noch von der neuerdings constatirten Wanderung gewisser Mineralstoffe in der lebenden Pflanze Kenntniß zu besitzen.

Ganz besonders aber bei solchen Gewächsen, denen neben der geschlechtlichen Fortpflanzung durch Samen eine individuelle Reproduktion durch unterirdische Knospenzweige eigenthümlich ist (eine Kartoffel, wie im Keller aufbewahrt wird, ist ein solcher Zweig im Zustande der Winterruhe), sind die Organe der geschlechtlichen und der individuellen Reproduktion in der Regel einander umgekehrt proportional. Wenn man daher von der üppigen Laubmasse und Blütenfülle eines Kartoffelstaudes unmittelbar auf einen gleich üppigen Ausbildungsgrad der unterirdischen Knollentriebe zu schließen pflegt, so ist dieser Schluß im besten Falle kaum gültig für Kartoffeln einer und derselben Sorte: wie man etwa das Körpergewicht zweier Hausäugethiere derselben Landrace aus der Größe des Kopfes oder der Extremitäten vergleichend abschätzen kann, ohne diesen Vergleich auf Individuen anderer Racen mit abweichenden Maßrelationen übertragen zu dürfen.

Die vorherrschende Entwidlung der unterirdischen Stengel, wie die Cultur bei Knollengewächsen sie austreibt, wäre aber ohne Wortspiel nur dann als ein pathologischer Zustand aufzufassen, wenn die Empfänglichkeit für positive Krankheiten in diesen Culturgewächsen gesteigert erschiene, was erfahrungsmäßig nicht der Fall ist. Die sächsische Zwischkartoffel besitzt neben anderen höchst schätzbaren Eigenschaften auch die, der Kartoffelkrankheit weniger als andere Sorten zugänglich zu sein; das constante Fehlschlagen ihrer Geschlechtsorgane ist daher als ein Triumph

der Knollencultur um so mehr zu bezeichnen, als die Fortexistenz der Kartoffelpflanze durch die überdauernden Knospen der Rhizome hinlänglich gesichert ist.

**Methode der Entlaubung.** Auf den beiden für diesen Versuch bestimmten Parcellen schnitt man noch vor der Blüthe (am 24. Juni) mit einem scharfen Messer von jedem Pflanzenstoc drei bis vier ausgewachsene Blattstiebeln, sammt ihren jungen Achselzweigen, vorsichtig ab. Diese Hinwegnahme betrug für die einmal und mäßig zu entlaubende Parcellen 4,78 Kilogr. frischen Laubes (777 Kilogr. per Hectare), für die wiederholt und stärker zu entlaubende Parcellen 3,67 Kilogr. (497 Kilogr. per Hectare). Am 13. Juli (Beginn der Blüthe) und am 9. August wurden den Pflanzen der letzteren Parcellen wiederholt bez. 33,42 Kil. und 35,50 Kil. entnommen und endlich am 17. August sämmtliche Stöcke dieser Parcellen über dem Boden abgeschnitten. Das Lebendgewicht dieses vierten Schnittes betrug 39,92 Kil., und da bei der fünf Wochen nach demselben vorgenommenen Ernte theils die oberirdischen Stümpfe auf's Neue junge Achselprossen entfaltet hatten, theils einige frische Stengel aus der Erde emporgeschossen waren\*), welche zusammen noch ein Frischgewicht von 7,42 Kil. repräsentirten, so haben die Pflanzen dieser entlaubten Parcellen im Ganzen eine Laubmasse von 120 Kil. (= 19425 Kil. per Hectare = 215 Zollctr. per sächs. Acker) producirt, das heißt mehr als die doppelte Menge der übrigen Parcellen und überhaupt dessen, was ein gleichgroßer Flächenraum in normaler Entwicklung der Kartoffelpflanze producirt.

Die Knollenernte fand am 26. September, 147 Tage nach der Aussaat, statt. Die hauptsächlichsten Resultate derselben bietet die folgende Tabelle dar. Auf die Zahlen dieser Tabelle für frisches Laub ist ein absoluter Werth deshalb nicht zu legen, weil die Bestimmung der

\*) Um einen numerischen Ausdruck für die Wirkung zu gewinnen, welche verschiedene Behandlungsweisen auf das Verhältniß der oberirdischen zu den Knollentheilen ausübt, wurden vor der Ernte auf allen 14 Parcellen des Gartens, welche Kartoffeln trugen, die oberirdischen Büsche und an jedem Busche die Zahl der selbstständigen Schosse sorgfältig gezählt. Es ergab sich so, daß auf der entlaubten Parcellen von 210 Saatknohlen im Durchschnitt jede 3,357 oberirdische Triebe gebildet hatte, während auf den übrigen 13 Parcellen das Maximum 3,142, das Minimum 2,507 und der Durchschnitt sämmtlicher 14 Parcellen 2,939 betrug.

Trockenmasse desselben nicht ausführbar gewesen ist. Mit Rücksicht darauf, daß das im Ganzen bei der Ernte noch ziemlich frische Laub in seinen ältesten Blättern doch schon einen Theil seines Vegetationswassers an die Atmosphäre abgegeben hatte, sind für die Tabelle zu dem gefundenen Laubgewicht einer jeden Versuchsparcelle (mit Ausnahme der entblätterten) 50 Proc. als verlorenes Wasser hinzugerechnet worden. Diese jedenfalls etwas zu hohe Berechnung hat lediglich den Zweck, die stets vollkommen frisch gewägte Laubmasse der entblätterten Parcelle mit der von den übrigen Parcellen producirten Laubmasse vergleichbar zu machen.

### I. Quantität der Kartoffelernte.

| Parcelle. | Behandlung der Pflanzen. | Ernte auf 1 Hectare.             |                          | Gesamternte (Laub + Knollen) (Kilogr.) | Knollen-ertrag in Procenten. Parc. 1=100. | Relation d. Laub-ernte z. Knollen-ernte. |
|-----------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
|           |                          | Knollen. (Hectolitres à 90 Kil.) | Frisches Laub. (Kilogr.) |                                        |                                           |                                          |
| 1         | Normalparcelle           | 231,01                           | 5331                     | 24309                                  | 100,0                                     | 1 : 3,5                                  |
| 2         | zweimal behäufelt        | 234,62                           | 8402                     | 27593                                  | 101,1                                     | 2,2                                      |
| 3         | 1mal mäflig entlaubt     | 225,06                           | 7228                     | 25637                                  | 97,3                                      | 2,5                                      |
| 4         | wiederholt stark entl.   | 70,65                            | 19425                    | 25204                                  | 30,4                                      | 0,3                                      |

Diese Zahlen reden unzweideutig von einer sehr positiven Einwirkung der Entlaubung auf die Knollenproduction. Wenn schon die vor der Blütheperiode bewirkte Elimination von etwa 12 Proc. der gesammten frischen Laubmasse sich durch eine geringe Erniedrigung des Knollen-ertrags im Verhältniß zur Normalparcelle geltend macht, während diese Knollen selbst im Ganzen noch wohl ausgebildet erscheinen, so hat dagegen weit energischer die fortgesetzte Entlaubung einen Verlust von fast 70 Procent des normalen Knollenertrags zur Folge gehabt und somit eine vollkommene Mißernte erzeugt.

Die Knollen der in ihrer Integrität verletzten Pflanzen sind durchweg kaum mittelgroß, weißschalig (ein Zeichen der Ueberreife oder richtiger Nothreife), erscheinen gelocht in der Mehrzahl glasig, von widerwärtig und andauernd kratzendem Nachgeschmack, was eine abnorme Bildung von Solamin anzudeuten scheint: Eigenschaften, welche die Verwendung derselben als Genußmittel für Menschen unbedingt verbieten.

Die stoffliche Entartung dieser Knollen zeigt ein vergleichender Ueberblick ihrer chemischen Constitution mit derjenigen der Knollen, welche von der nor-

malen (zweimal behäufelten) Versuchsparcelle stammen. Die Ziffern der folgenden Tabelle verdanke ich der Analyse des Herrn Th. Siegert, zweiten Chemikers unserer Versuchstation.

## II. Procentische Zusammensetzung der Knollen.

| Behandlung der Pflanzen. | Wasser. | Trocken-<br>substanz. | Afche. | Protein<br>(Coëff. 6,25.) | Cellu-<br>lose. | Stärke<br>(Zucker,<br>Pectinic.) |
|--------------------------|---------|-----------------------|--------|---------------------------|-----------------|----------------------------------|
| zweimal behäufelt        | 70,21   | 29,79                 | 0,884  | 2,9112                    | 0,674           | 25,32                            |
| wiederholt entlaubt      | 76,11   | 23,89                 | 0,905  | 2,6325                    | 0,854           | 19,50                            |

Demnach ist eine Erhöhung des Gehalts an Afche, an Holzfaser, an Wasser sogar um etwa 6 Proc., und eine entsprechende Erniedrigung des Stärkegehalts und der Proteinstoffe die Folge der Entlaubung gewesen.

Die morphologische und anatomische Untersuchung steht im Einklange mit den Ergebnissen der chemischen Analyse. Zwar läßt sich die Differenz im Stärkegehalte mikroskopisch nicht constatiren, zumal dieser Gehalt immer noch 19 Proc. beträgt. Auch zerschneiden sich diese Knollen eben so glaspröbe und knirschend, wie dies der Versuchsknolle und anderen stärkereichen Kartoffeln eigen ist. Der Charakter der Rothreife aber documentirt sich in der durchschnittlichen Größe, in der Knospenzahl und in der weißen Farbe dieser Knollen.

Die Zahl der Knospengaugen einer normalen Kartoffelknolle, welche nur insofern scheinbar „in ihrer Lage zu einander ein Dreieck bilden“ (Schacht), als sie thatsächlich, den Gesetzen der Blattstellung entsprechend, spiralig (wenn man will, quincuncial) angeordnet sind\*), ist zunächst und hauptsächlich bedingt durch die absolute Größe (das Volumen) der Knolle. Bei gleichem Totalgewicht zweier Knollen jedoch ist die Zahl der Augen durch das Verhältniß der Längsachse zu den beiden Quersachsen und dieser zu einander bestimmt. Je beträchtlicher ein Nolo durch Secretion knollenartig verkürzt ist, desto kleiner ist die Zahl der Seiten-

\*) Die Zahl der Orthostichen ist dreizehn, die Zahl der Bindungen acht, seltener fünf. Nach der Terminologie der Phyllotaxis würde demnach der Bruch  $\frac{13}{8}$ , bez.  $\frac{13}{5}$  die Stellung der Keimknospen an der Kartoffelknolle ausdrücken. Die Kartoffelknolle bethätigt auch in dieser Anordnung ihre Stengelnatur, wie die Knolle der Topinambourpflanze (*Helianthus tuberosus* L.), welche letztere äußerst interessante Verhältnisse der Knospenstellung darbietet.



knospen, und desto größer demnach die Menge stärkeführenden Parenchym, welches einer Knospe während der Reimung zur Consumtion steht. Der Vorschlag, zur Ausfaat vorzugsweise große Knollen zu wählen, erfährt dadurch beiläufig die Modification, daß man thunlichst Knollen mit relativ verkürzter Längsachse für die Saatzwecke auszuwählen hat.

Diese durch zahlreiche vergleichende Messungen und Wägungen ermittelten numerischen Verhältnisse finden sich in gleicher Weise an den Knollen entlaubter, wie unverletzt gebliebener Pflanzen. Die ersteren sind im Allgemeinen nur von einem Volumen, dessen Maximum 60 Grm. bis 70 Grm. selten erreicht (während die übrigen Parcellen Knollen von mehr als 250 Grm. erzeugt haben), und ihre Augenzahl entspricht ganz derjenigen normaler jüngerer Knollen derselben Form und Größe: die Entlaubung hat mit dem Längswachsthum die Bildung neuer Seitenknospen zugleich aufgehoben.

Die Farbe der rothschaligen Kartoffelforten, zu denen die Versuchskartoffel zählt, ist bedingt durch gedrängte Massen purpurrother Farbkügelchen von der Größe eines mittleren Stärkekorns, über deren wächemisches Verhalten ich späterhin zu referiren mir vorbehalte, indem ich an diesem Orte mich begnügen muß, bezüglich ihrer anatomischen Verhältnisse zu erwähnen, daß das Vorkommen derselben auf gewisse Regionen der Kartoffel ausschließlich beschränkt ist. Außer in den Zellen, welche unmittelbar unter der Korfschale liegen und durch einen Reichthum an Protein ausgezeichnet sind\*), findet man dieselben nur in unmittelbarer Nachbarschaft der gleichfalls sehr stickstoffreichen Cambiumzellen des Gefäßbündels, welches als die Fortsetzung des Gefäßbündels des Knollenstieles in der Knolle sich ausbreitet, und zwar sowohl an jenem peripherischen Hauptgefäßbündelsysteme, welches Schacht mit einem nicht glücklichen Ausdruck den Verdickungsring der Knolle nennt, und seinen Verzweigungen nach innen und außen (in die Knospen), als auch an den tiefer im Knolleninnern, gleichfalls vom Stiele aus, sich verbreitenden zarten Gefäßbündeln. Endlich finden sich Zonen dieser Farbkügelchen an solchen Stellen, woselbst in Reaction auf Verletzungen oder Trockenfäule eine Korfschicht im Entstehen begriffen ist. Ueberall sind die Farbe-

\*) Die Versuchsknolle zeigt die Co h n'schen Proteinkryalle unter der Korfschale nicht eben häufig, aber bisweilen sehr groß und schön ausgebildete Cuben derselben.

Kugeln Begleiter sehr lebhafter chemischen Metamorphosen; sie tragen den Charakter von Uebergangsproducten, indem sie im späteren Stoffwechsel aufgehen. Niemals findet man sie in älteren stärkereichen Zellen, niemals in den Centralpartieen der Knolle, welche ausschließlich aus Stärkparenchym bestehen, dagegen zeigen die jugendlichsten Knollen die dunkelste Färbung, sowie nicht minder eine und dieselbe Knolle an ihrer dem Anheftestiele entgegengesetzten Vegetationsspitze, d. h. an ihren jüngsten und lebenshätigsten Theilen, intensiv geröthet, nach dem Grunde zu abnehmend blasser erscheint.

Ist hiernach die weiße Farbe der durch Entlaubung degenerirten Knollen als ein Merkmal des Reifezustandes zu betrachten; deuten ferner die Größe und die Zahlverhältnisse in den Keimaugen dieser Knollen auf eine vorzeitige Ernährungshemmung; so ist die Bezeichnung dieses Zustandes als Rothreife gerechtfertigt, insofern sich die das Reifen charakterisirenden chemischen Umbildungen in der Knolle vollzogen haben, bevor die Aufnahme stofflicher Elemente von außen das normale Quantum erreicht hatte. Vorbehaltlich exacterer Untersuchungen des nächsten Sommers glaube ich auf Grund der Analysen jüngerer Knollen aussprechen zu dürfen, daß gegen die Reifezeit hin der Stärkegehalt der normalen Kartoffelknolle zunimmt, der Procentgehalt an Protein dagegen, welches vorzugsweise den jugendlichen Zellen zukommt und in den jüngeren, noch im Wachsen begriffenen Knollen relativ bedeutender ist, eine Abnahme erleidet. Auf dreien Parcellen unseres Gartens, unabhängig von dem vorliegenden Versuche, sind die Kartoffeln, statt am 3. Mai, am 29. Mai, bez. am 5. Juni gelegt, aber gleichzeitig am 25. September geerntet worden, hatten demnach, bei übrigens gleichen Verhältnissen, 25, bez. 32 Sommertage weniger zur Entwicklung gehabt. Diese Knollen, welche bei der Ernte lebhaft geröthet waren, sind nach Herrn Siegert's Untersuchung übereinstimmend um 3 bis 4 Proc. Stärkemehlärmer, an Stickstoff dagegen etwas reicher (3,0 bis 3,2 Proc. Protein) als jene, deren Vegetation 147 Tage umfaßt hatte. Die Knollen, welche von der entlaubten Parcellen geerntet wurden, stimmen in der geringeren Menge Stärkemehls mit den jüngeren Knollen überein, bezüglich des Proteingehalts stehen sie sogar den letzteren nach.

Die Ursache einer so energischen, durch die Entfernung der Luftorgane hervorgerufenen Wirkung scheint sehr nahe zu liegen, sobald man von der Annahme ausgeht, daß die Ablagerung von Stärke und anderen

Kohlenhydraten wesentlich bedingt sei durch die stoffaufnehmende Thätigkeit der Blätter. Dieser Voraussetzung fehlt jedoch zur Zeit diejenige exacte Begründung, welche die inductive Naturwissenschaft zu fordern gewohnt ist. Man darf die directe Nahrungsaufnahme der Blätter aus der Luft, im Vergleich zur Ernährungsthätigkeit der Wurzeln, nicht überschätzen.

Von den atmosphärischen Gasen, welche die „Respirationsorgane“ der Gewächse unspülen, dringt die Kohlensäure in den Organismus der Pflanze ein, wird unter Lichtwirkung desoxydirt, und die Reductionsproducte treten theils in der Form von Sauerstoff und, wie Boussingault kürzlich experimentell erwiesen hat\*), geringen Mengen Kohlenoxyds und einfach Kohlenwasserstoffs ( $C_2 H_2$ ), in die Atmosphäre zurück, theils werden dieselben in die Diffusionsströme des Pflanzenkörpers angenommen, durch Hinzutritt von Wasserstoff, bez. Stickstoff unter wahrscheinlich specifischer und wesentlicher Mitwirkung der Mineralstoffe zu Kohlenhydraten und Proteinkörpern umgewandelt und abgelagert.

Alein es ist nicht minder Thatsache des Experiments, daß weder  $H_2$  sei es gasförmig oder tropfbar flüssig (Gardner; Unger; Duchartre, noch der indifferente Stickstoff der Luft (Boussingault; Gilbert und Lawes) von der Pflanze assimilirte werden. Wasserstoffgas also, dieses allen organischen Körpern wesentliche Element, und Stickstoffgas könnten aus der Atmosphäre nur im Moment ihrer Abscheidung aus chemischen Verbindungen, oder in solchen Verbindungen, in die Pflanzenmasse eintreten: ersteres etwa in der Form von Kohlenwasserstoffen oder Ammoniak, letzteres in dieser oder als ein Oxyd. Die Aufnahme des Ammoniaks wird combinatorisch erschlossen aus Erscheinungen des Pflanzenlebens im Großen. Es bietet nämlich die chemische Analyse der Culturpflanzen in den blattrreichen Gewächsen einen Ernteüberschuß an Stickstoff über die Menge des in den blattärmeren Pflanzen gefundenen nicht nur, sondern auch über die Menge des im Boden und in den meteorischen Niederschlägen nachweisbaren assimilationsfähigen Stickstoffs dar. Isolirt betrachtet ist der Schluß aus diesen Erscheinungen auf die Assimilation des atmosphärischen Ammoniaks (der  $NO_3$ ?  $NO_2$ ?) durch die Blätter nicht unantastbar, da er die Möglichkeit einer Verwechslung von Ursache und Wirkung involviret: wie denn überhaupt der logische Werth der combinatorischen Form des Schlusses, wiewohl dieselbe in der Hand Alexander's

\*) Cf. Comptes rendus des séances etc. Tome LIII, No. 21. (Nov. 1861).

v. Humboldt, v. Siebig's und Anderer zu einer fruchtbaren heuristischen Methode geworden ist, dem theoretischen exacten Experimente, als dem eigentlichen Fundamente der modernen Naturwissenschaft, nachsieht. Doch gewinnt dieser Schluß an Wahrscheinlichkeit dadurch, daß er von anderer Seite her compensirt wird. Es liegt ein exacter Versuch von Dr. W. Schumacher vor, demzufolge Flüssigkeiten das Vermögen besitzen, durch permeable Membranen hindurch nicht nur Kohlensäure, sondern auch Ammoniak aufzunehmen, und es hat kein den Diffusionsgesetzen zu entnehmendes Bedenken, dies Verhalten zu übertragen auf die Lebensthätigkeit der safterfüllten Pflanzenzellen der Blätter, deren permeable Oberfläche von einem Medium mit constanten, wenn auch äußerst geringen, Mengen kohlen-sauren Ammoniaks umfluthet wird.

Ist demnach die Annahme, daß das Ammoniakgas (assimilirbare Stickstoffverbindungen überhaupt) durch die Blätter in die Pflanze trete, aus Mangel positiven Beweises eine Hypothese von hoher Wahrscheinlichkeit, welche mit den methodischen Vortheilen auch alle Vorbehalte der Hypothesen theilt; ja wir dürfen hinzufügen: ist auch die Nahrungsaufnahme der Pflanzen aus der Luft überhaupt von geringerer positiven Bedeutung, als früher vermeint worden, gegenüber der Nahrungsaufnahme aus dem Boden, welcher schon durch sein Absorptionsvermögen für Gase eine bedeutende Quelle auch für die Organogene darstellt: so ist doch der Antheil, welchen die Blätter, als Regulatoren des Wasserstroms in der Pflanze (den die organischen Pflanzenstoffe ein wesentliches Element, den Wasserstoff, verdanken) und als Hauptherde jener vom chemischen Lichtstrahl wo nicht ausschließlich erregten, doch begünstigten Zersetzungsthätigkeit an dem Aufbau des ganzen Pflanzenkörpers nehmen, ein hinlänglich bedenklicher, um manche abnormen Folgeerscheinungen nach der Elimination dieser Organe einigermaßen zu erklären.

Um so auffallender muß das Factum erscheinen, welches diesen Deductionen wie den oben von uns mitgetheilten Entlaubungsresultaten geradezu widerspricht, daß der Gebrauch, das Kartoffellaub zu Fütterungszwecken noch während der Vegetationszeit abzuschneiden, in Deutschland fast so alt ist, wie die Verdrängung der früher heimischen Topinambourpflanze durch die Kartoffel. Hat man doch sogar im vorigen Jahrhundert die jungen Blätter der Kartoffel als Salat verspeist,\*) ohne einen

\*) Johann Adam Jacob Ludwig. Abhandlung von den Erdäpfeln. Bern 1770.

auffallenden Nachtheil davon für die Knollen zu beobachten. Es möchte gewagt sein, die „Erfahrungen“ ungeschulter Beobachter einer neu eingeführten Culturpflanze als beweiskräftige Zeugnisse zu accentuiren, zumal seitdem zahlreiche Stimmen aus der Praxis auch gegen das Abschneiden des Kartoffelkrauts laut geworden sind; indessen ist nicht minder neuerdings durch correctere Versuche nachgewiesen, daß die Entlaubung der Kartoffelpflanze in späteren Lebensperioden eine Einbuße an Knollen nicht immer im Gefolge hat. Hauptmann Fahrtmann ist sogar am Grund eines, wie es scheint, vertrauenswerthen Versuchs in der Lage, zu zeigen, daß die Knollen nach dem Absterben des Krautes in Folge der Kartoffelkrankheit unter Umständen weiter zu wachsen vermögen.\*)

Die folgende, unmittelbar der Praxis entnommene und wohl constatirte Beobachtung möge dienen, dasselbe zu bezeugen.

Vor mehreren Jahren wurden gelegentlich militärischer bei Chemnitz ausgeführter Uebungen (im August) die Ränder eines Kartoffelfeldes an den Hufen der Pferde solchergestalt verwüstet und zerstampft, daß keine Spur einer Vegetation an diesen Stellen verschwunden war, und dem Besitzer eine Entschädigung gewährt wurde. Bei der Ernte (im October) ergab sich zu großer Ueberraschung, daß die Stöcke, deren oberirdische Theile vernichtet worden waren, und welche man nur der Ordnung wegen ohne Hoffnung aus hob, Knollen von überlegener Größe und Schönheit gebildet hatten.

Diese Beobachtungen sind ohne Zweifel geeignet, die Möglichkeit einer positiven Volumenzunahme der Knollen — nicht blos einer Reife — ohne Mitwirkung der Blattoorgane darzutun.

Erinnern wir uns, daß in unserem Versuche die ihrer Blätter beraubten Kartoffelpflanzen mehr als die doppelte Normalmasse frischen Laubes gebildet haben, und daß in Folge dessen die Biffer für die Summe frischer Pflanzensubstanz der entlaubten Parcellen nahezu im Durchschnitt der entsprechenden Biffern für die übrigen Parcellen steht. Auch unter dem Vorbehalt, daß aus der producirten Frischmasse ein vollkommen bündiger Schluß auf die producirte Trockenmasse nicht statthaft ist, scheint doch einleuchtend zu sein, daß die gewaltsame Entführung vegetirender Organe, indem sie die organische Einheit des Individuums zerstörte, den Schwerpunkt der Diffussionsbewegungen verrückt und diese Letzteren in

\*) Aus „Annalen d. Landwirthsch.“ im „Ldw. Centralbl.“ 1861. Nr. 2. Seite 197.

heterogene Bahnen gezwängt hat, und daß die Reproduction der oberirdischen Gebilde auf Kosten der unterirdischen Stengelorgane und ihrer Secretionsthätigkeit — wahrscheinlich sogar auf Kosten bereits abgelagerter Producte\*) — geschehen ist. Die Arbeitsleistung der Saatknohle im Ganzen ist durch die Aufhebung der Integrität des Organismus nicht wesentlich verändert worden; der Ausfall an Knollen hat sein Aequivalent gefunden in einem Ueberschuß an Blättern. Und selbst ein durch scharfe Bestimmungen im nächsten Sommer vielleicht zu constatirendes Minus der Massenproduction dürfte in der momentan verminderten Arbeitsfläche eine genügende Erklärung finden.

In den späteren Lebensperioden der Knollenpflanze dagegen, nachdem die oberirdischen Stengelorgane im Allgemeinen ihre morphologische Gestalt ausgebildet und ihr Größenwachsthum abgeschlossen haben, nachdem auch die Fruchtorgane gereift oder abgefallen sind, scheint die Existenz und Fortentwicklung der unterirdischen perennirenden Gebilde nicht gefährdet zu werden durch den Ausfall der oberirdischen. Die ernährende Wechselbeziehung, welche in der unverletzten Pflanze zwischen Wurzeln, Knollen und Blättern besteht, muß sich also, nach Hinwegnahme der Blätter und unter Ausschluß der Neubildung derselben, auf einen Austausch zwischen den Knollen und Wurzeln der verstümmelten Pflanze reduciren, welche letztere dadurch gleichsam zu einem vollkommen unterirdischen Gewächse wird, das, ähnlich der Trüffel und anderen subterranean Pilzen, die vegetativen Funktionen der Assimilation und Secretion, wenn auch in modificirter Weise, unabhängig vom Licht und von den Luftorganen vollzieht.

Von welcher Art diese durch erneute Versuche zu constatirenden Modificationen der Knollenernährung sein mögen, darüber ist vor der Hand eine erfahrungsmäßig begründete Erörterung nicht anzustellen. Man könnte versucht sein, angesichts der mancherlei Funktionsübertragungen, welche thatsächlich im Pflanzen- und Thierkörper als Möglichkeiten präexistiren, in diesem Verhalten der Kartoffelknohle ein Analogon des thierischen Hautathmens zu erblicken, welches bei partiell aufgehobener Funktionsfähigkeit der Lungen eine erhöhte Intensität und Bedeutung für den Organismus erlangt. Allein Analogieen solcher Art sind stets mißlich. Eine wie lebhaft Thätigkeit auch gerade unter der Korfschale der Kar-

\*) Insbesondere des Proteins.

toffel sich nachweisen läßt, so kann doch die Knolle, ein Stengelorgan und von einer aus zahlreichen (bei der Versuchsknolle 10 bis 15) Zellschichten bestehenden Rorkhülle umgeben, in der feuchten Atmosphäre des Bodens um so weniger irgend beträchtliche Mengen Wassers verdunsten, als sie dies nicht einmal in trockner Luftumgebung im Stande ist. Von einer Anzahl Kartoffeln, welche ich zu einem Versuche hierüber neben Schwefelsäure unter Glasglocken eingeschlossen hatte, verloren zwar auch diejenigen Wasser, denen die Augen oder denen die gesammte Oberfläche mit Ausnahme der Augen, durch Wachs verschlossen waren; dieser Gewichtsverlust betrug jedoch innerhalb drei Wochen nicht mehr als 1,15 bis 1,85 Procent bei denen, welche mit völlig freier Fläche verdunsteten, und noch weniger bei denen, deren Oberfläche theilweise verschlossen war.

(Fortsetzung folgt.)

## Kurzer Bericht über agriculturchemische Untersuchungen

von

Dr. Ed. Peters,

Chemiker der Station Schmiegel (Posen).

### 1. Ueber die Zusammensetzung der Getreidearten bei verschiedenem Hektolitergewicht von Prof. A. Müller.\*)

Der Verfasser hat bereits vor mehreren Jahren eine Reihe von Untersuchungen über diesen Gegenstand veröffentlicht, welche er mit Hafer, Winterroggen und Winterweizen anstellte. In neuerer Zeit hat er diese Untersuchungen auch auf Sommergerste ausgebehnt und außerdem die den Hafer und Weizen betreffenden Analysen mit Material von einer späteren Ernte wiederholt. Die Getreidearten waren sämmtlich in der Nähe von Chemnitz gewachsen, alle wurden etwas gedüngt, doch erhielten Weizen und Roggen stärkere Düngungen, als Gerste und Hafer.

\*) Journ. f. prakt. Chem. 1861. Seite 17.

Die untersuchten Getreidearten hatten folgende Hektolitergewichte:

|                       | Weißhafer    |            | Winterroggen |
|-----------------------|--------------|------------|--------------|
|                       | vom Jahre    |            | vom Jahre    |
|                       | 1854:        | 1855:      | 1855:        |
| Die leichtere Sorte . | 43,21 Kilo   | 37,17 Kilo | 58,57 Kilo.  |
| Die schwerere Sorte . | 59,12 =      | 52,61 =    | 72,50 =      |
|                       | Winterweizen |            | Sommergerste |
|                       | vom Jahre    |            | vom Jahre    |
|                       | 1854:        | 1855:      | 1855:        |
| Die leichtere Sorte . | 52,55 Kilo   | 53,23 Kilo | 37,80 Kilo.  |
| Die schwerere Sorte . | 76,75 =      | 76,70 =    | 68,10 =      |

Die weiteren Zahlenangaben der Analysen hier mitzutheilen, würde zu weit führen, ich gebe daher in Folgendem nur eine Uebersicht über die daraus hervorgehenden Resultate.

Bei der Vergleichung des schwereren mit dem leichteren Getreide ergab sich, daß das Hektolitergewicht am wenigsten bei dem Roggen und am meisten bei der Gerste differirt. Ein Hohlmaß faßte um so mehr Körner, je leichter das Hektolitergewicht des Getreides war. Die Körnermengen verhielten sich bei der Gerste wie 3 zu 4, bei dem Hafer wie 2 zu 3, bei dem Roggen wie 3 zu 5 und bei dem Weizen wie 3 zu 7.

Das Gewicht der einzelnen Getreidekörner stieg in gleicher Weise mit dem Gewichte des Hektoliters; bei Hafer, Roggen und Sommergerste stieg das Einzelgewicht ungefähr von 1 zu 2, beim Winterweizen von 1 auf 3. Das spezifische Gewicht der Körner wurde fast genau übereinstimmend bei allen untersuchten Getreidearten und bei schwererem und leichterem Hektolitergewicht zu 1,39 (gegen Wasser von 17° C.) gefunden. Das Volumen der einzelnen Körner steigt daher mit der Erhöhung ihres absoluten Gewichts.

In der chemischen Zusammensetzung zeigten sich die Körner von verschiedenem Gewicht nur wenig verschieden. Der Wassergehalt war ziemlich gleichbleibend, der Gehalt an Fett bei niederem Hektolitergewicht kleiner, der Gehalt an Holzfaser, Zucker und Asche größer, als bei höherem Hektolitergewicht. Der Stickstoffgehalt verringerte sich beim Weizen und Roggen bei höherem Gewichte; bei der Gerste blieb er gleich und beim Hafer nahm er sogar etwas zu.

In praktischer Beziehung leitet Dr. Müller aus seinen Untersuchungen den Schluß ab, daß ein gleiches Quantum Getreide von



höherem Hektolitergewicht mehr werth ist, als von niederem, wo es sich um die Stärke und deren Produkte handelt, daß dagegen der aus dem Proteinstoffgehalt berechnete Nährwerth ziemlich unabhängig vom Hektolitergewicht ist, wofür nicht, wie beim Hafer, das Verhältniß der Holzfaser zu ungünstig ist.

Ähnliche Untersuchungen sind auch von Dr. Wunder in Chemnitz ausgeführt worden, dessen Resultate mit dem Obigen übereinstimmen. Außerdem hat Dr. Wunder\*) noch Versuche über die Verwendbarkeit des leichteren und schwereren Roggens zu Nahrungsmitteln für den Menschen angestellt, die hier zur Vervollständigung kurz mitgeteilt werden sollen.

Ein Scheffel Roggen lieferte beim Vermahlen:

|                                | Feines Mehl. |                   | Schwarzmehl. |                   | Kleien. |                   | Verlust durch Ausstreuen.<br>Verfäulnis |
|--------------------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|---------|-------------------|-----------------------------------------|
|                                | Pfd.         | In Proc. v. Korn. | Pfd.         | In Proc. v. Korn. | Pfd.    | In Proc. v. Korn. |                                         |
| der schwerere,<br>v. 171 Pfd.  |              |                   |              |                   |         |                   |                                         |
| Scheffeltgew.                  | 125          | 73,0              | 7            | 4,0               | 29      | 17,0              | 10 Pfd. 6½                              |
| der leichtere, v.<br>158 Pfund |              |                   |              |                   |         |                   |                                         |
| Scheffeltgew.                  | 100          | 63,3              | 10           | 6,3               | 38      | 24,0              | 10 = 6,4½                               |

Die Mahlproducte ergaben in ihrer procentischen Zusammensetzung nur geringe Unterschiede; die aus den leichteren Körnern dargestellten Mehlsorten waren etwas reicher an Holzfaser, Asche und Proteinstoffen, dagegen um ein Geringes ärmer an stickstoffreichen Nährstoffen. Die Kleien zeigten verhältnißmäßig die größten Unterschiede, sie waren bedeutend reicher an Holzfaser und Stickstoff beim leichteren Roggen, dagegen ärmer an Mineralstoffen. Auf einen Scheffel berechnet, enthielten beide Roggenforten dieselbe Menge von Proteinstoffen (15 Pfd.), wovon bei dem schwereren Roggen eine größere Menge (10 Pfd.) in das feine Mehl überging, als bei dem leichteren (8 Pfd.). Von stickstoffreichen Nährstoffen enthielt der Scheffel der schwereren Sorte 120 Pfd., ein Scheffel der leichteren nur 107 Pfd. Davon fanden sich in dem feinen Mehle der schwereren Sorte 95½ Pfd., bei dem leichteren hingegen nur 75½ Pfd. Dr. Wunder gelangt hierdurch zu dem Schlusse, daß sich der Werth des Roggens, wenn er zur Mehlerbereitung verwendet werden soll, mit dem Scheffeltgewicht bedeutend erhöht.

\*) Amts- und Anzeigeb. für die landw. Vereine des Königr. Sachsen. 1857. S. 86.

Um den Werth des leichteren und schwereren Getreides als Saatgut zu prüfen, hat Dr. Müller Reinigungsversuche damit angestellt, welche ergaben, daß die schwereren Körner in größerer Anzahl, aber etwas langsamer keimten, als die leichteren, und daß die Keime der ersteren zugleich bedeutend kräftiger sind. Die Untersuchungen von Dr. Sellriegel\*) über diesen Gegenstand haben zu gleichen Resultaten geführt.

## 2. Untersuchung von befallenen Klee von Dr. Grouven.\*\*)

Das Befallenwerden des Klees ist eine zur Zeit der Blüthe desselben eintretende Krankheit, die sich durch eine Menge von braunen, mehrere Linien großen Flecken kryptogamischer Gewächse äußert, womit Blätter und Stengel übersät sind. Diese Schmarozergewächse haben nicht bloß eine entschiedene Mizernte des Klees zur Folge, sondern sie machen ihn auch zu einem unnährhaften und ungesunden Futter.

Der untersuchte befallene Klee bestand aus einem Gemenge von Rothklee, Luzerne und Esparsette; zur Vergleichung wurde ein ähnliches Gemenge gesunder Pflanzen analysirt. Im Wassergehalt des lufttrocknen Kleeheues zeigten sich kleine Differenzen, die Analysen sind daher auf lufttrocknes Kleeheu mit 16,2 Proc. Wassergehalt berechnet.

Es enthält:

|                                                        | Befallener Klee. | Gesunder Klee. |
|--------------------------------------------------------|------------------|----------------|
|                                                        | Proc.            | Proc.          |
| Wasser . . . . .                                       | 16,2             | 16,2           |
| Proteinstoffe . . . . .                                | 16,7             | 11,7           |
| Fett . . . . .                                         | 3,6              | 2,8            |
| Zuckerartige Stoffe auf Stärke berechnet***) . . . . . | 7,0              | 18,5           |
| Unbekannte stickstofflose Verbindungen                 | 17,9             | 11,3           |
| Holzfasern . . . . .                                   | 31,7             | 31,4****)      |
| Asche . . . . .                                        | 6,9              | 8,1            |
|                                                        | 100,0            | 100,0          |

\*) Zweiter Jahresbericht der Versuchs-Station Dahme S. 71.

\*\*) Zeitschrift d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. 1861. S. 73.

\*\*\*) Diese Rubrik enthält die durch Schwefelsäure in Zucker überführbaren Substanzen.

\*\*\*\*) Mit 0,100 Asche und 0,184 Proteinstoffen.

|                                                                    | Befallener Klee. | Gesunder Klee |
|--------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| Durch Behandlung mit Wasser in der Kochhitze ließen sich ausziehen | Proc.<br>32,3    | Proc.<br>19,1 |
| Davon waren:                                                       |                  |               |
| in Alkohol löslich (Zucker zc.)                                    | 24,0             | 13,7          |
| in Wasser löslich (Gummi zc.)                                      | 6,3              | 3,0           |
| in Wasser unlöslich (Eiweiß zc.)                                   | 2,0              | 2,4           |

Die Analyse der Mineralbestandtheile des befallenen Klees möge man in der Originalabhandlung nachsehen; eine vergleichende Aschenanalyse des gesunden Klees wurde nicht ausgeführt, sondern es dienten die von Wolff und Wap ausgeführten Analysen von Rothklee und Esparsette zur Vergleichung.

Die Folgerungen, welche Dr. Grouven an diese Untersuchungen knüpft, sind folgende:

1. Der befallene Klee enthält bedeutend mehr Proteinstoffe als der gesunde (16,7 gegen 11,7 Proc.). Der Verfasser verweist hierbei auf seine früheren Untersuchungen über verschiedene Krankheitserscheinungen bei anderen Culturgewächsen. Diese Untersuchungen ergaben es einen größeren Proteinstoffgehalt bei den kranken, an Brandkrankheit (Gerste und Weizen), Mutterkorn und Fäule (Kartoffeln) leidenden Pflanzen.

2. Auch in dem Gehalte an stickstofffreien Nährstoffen zeigen die beiden Kleearten eine bedeutende Differenz. Der Nährwerth des befallenen Klees erscheint geringer durch seine Armuth an zuckerartigen Stoffen; auch sein Reichthum an unbekanntem extractiven organischen Materien erscheint als unzutraglich für den thierischen Organismus.

3. Bei der Vergleichung der Aschenanalyse des befallenen Klees mit den erwähnten Analysen von Wolff und Wap constatirt sich ein ausnehmend geringer Kaligehalt (3,32 Proc. gegenüber 35,5 Proc. bei der Rothkleeasche und 35,8 bei der Asche von Esparsette); auch an Phosphorsäure erwies sich der befallene Klee ärmer, dagegen enthält er ein Uebermaß von Kalk, Magnesia und Schwefelsäure, woraus Dr. Grouven folgert, daß der Boden dem kranken Klee keine genügende Menge der, in verminderter Menge auftretenden Stoffe zu liefern vermöchte, und daß dieser daher andere Mineralstoffe als Ersatz assimilirt, daß also die chemische Constitution als die erste Ursache der Krankheit in den Vordergrund tritt.

(Fortsetzung folgt.)

## Die Versuchspläne

Der landwirthschaftlichen Versuchsstationen des Königreichs Sachsen  
für das Jahr 1862.

Der gemeinsame Arbeitsplan der landwirthschaftlichen Versuchsstationen der Gegenwart ist in der Richtung der praktischen Endziele formal bestimmt vorgezeichnet: es sollen rationelle, d. h. exact begründete Principien der landwirthschaftlichen Pflanzen- und Thierproduction festgestellt werden.

Wunder scharf und deutlich sind die Pfade zu diesem Ziele vorgeschrieben oder vorzuschreiben, aus Gründen, welche theils in der Natur der zu lösenden Aufgaben selbst und theils in dem Umstande begriffen sind, daß die wissenschaftliche Forschung, welche ein reifes Verständniß der wesentlich leitenden Zielpunkte zur Grundbedingung hat und nur einer tiefen und freudigen Begeisterung erhebliche Erfolge verbürgt, eben deshalb die freie Bewegung der spontanen Individualität voraussetzt.

Doch hat es ohne Zweifel ein einheitlich und damit sachlich förderndes Interesse für den Einzelnen, die Thätigkeit der in verwandter Richtung Arbeitenden nicht bloß aus abgeschlossenen Resultaten kennen zu lernen.

Aus diesem Gesichtspunkte ist es geeignet befunden worden, die Jahrespläne der Versuchsstationen des Königreichs Sachsen in dieser Zeitschrift, als welche einen Einigungspunkt für die Zwecke der landwirthschaftlichen Versuchsstationen zu bilden bestimmt ist, mitzutheilen.

Es folgen einstweilen die Pläne der drei Stationen Möckern (Prof. Dr. Knop), Weidlich (Dr. Jul. Lehmann) und Chemnitz (Chemische Abtheilung: Dr. Wunder; physiologisch-chemische Abtheilung: Dr. Nobbe), von denen die letztgenannte Station ausschließlich auf dem Gebiete der pflanzen-physiologischen Untersuchungen arbeitet, während die ersteren beiden Stationen zugleich thierisch-physiologische Versuche anstellen.

### A. Fütterungsversuche.

#### 1. Mastversuche im Winter mit Rindern (Weidlich).

Von vier gleichen früheren Zugochsen, nicht über sechs Jahre alt, sollen zwei Stück mit Runkelrüben, Rapstuchen und Heu, zwei Stück

mit Kartoffeln, Kapskuchen und Heu gefüttert werden, zur Beantwortung der Fragen:

- a. in welcher Weise und Quantität Kapskuchen, Runkelrüben und Kartoffeln mit Heu und Grummet zu füttern seien, um dadurch die höchste Production zu erzielen?
- b. wie hoch jedes Pfund lebenden Gewichtes sich berechne, welches durch die Mastochsen producirt wird?
- c. ob es möglich, so zu füttern, daß sich die Futtermittel nach dem Marktpreise bezahlt machen?

## 2. Mastversuche im Sommer mit Rindern (Weidlich).

Sechs in ihren körperlichen Eigenschaften wenig von einander abweichende fünf- bis siebenjährige Ochsen, wovon zwei Stück mit drei Pfund Roggenkleie per Haupt neben Klee, soviel sie fressen wollen; zwei Stück mit drei Pfund Roggenkleie per Haupt und einem Gemisch von drei bis vier Theilen geschnittenen Klees und einem Theile Heu oder Heu; zwei Stück zur Controle ausschließlich mit Klee, nach Befinden mit Klee und Heu zu füttern sind. — Der Versuch soll entscheiden:

Auf welche Weise ist der Klee zu füttern, um durch denselben, auch bei nasser Witterung, eine ununterbrochen hohe Production zu erzielen?

## 3. Mastversuche mit Kälbern mittelst Milch (Weidlich).

Frage: Wie und mit welchen Kosten ist ein gutes Kalbfleisch zu produciren und dadurch dem Mangel an solchem in Sachsen abzuhelpfen?

## 4. Mast- und Fütterungsversuche mit Schweinen (Weidlich).

- a. Mastversuche mit Mais (drei Stück möglichst gleiche Schweine);
- b. Physiologische Untersuchungen über die Ernährung des Schweines:
  - a. Beharrungsfutter; β. Productionsfutter.

## 5. Versuche zur Ermittlung des Mischungswerthes verschiedener Nahrungsmittel in Futtergemischen (Möckern).

Von den mehrfachen Wegen, statistische Unterlagen für die Fütterung zu gewinnen, wird zunächst eine Versuchsreihe in der Art beabsichtigt, daß zweien Milchmähen in auf einander folgenden Perioden verschiedene Futtermischungen von thunlichst übereinstimmendem Trockensubstanzgehalt

und constantem Verhältniß der Eiweißsubstanzen zu den stickstofflosen Nährstoffen verabreicht werden. Nachdem in der ersten Periode das Quantum einer Futtermischung (A) bestimmt ist, welches die Thiere in normalem Zustande erhält, wird in der zweiten Periode den Versuchsthieren neben dem Quantum  $\frac{1}{4}$ A eine solche Menge eines zweiten Futters (B) gegeben, daß der Zustand normal bleibt. Beharren darauf die Thiere in der dritten Periode, bei einem Futter von 2B, in normalem Zustande, so wird geschlossen, daß das Quantum B, welches  $\frac{1}{4}$ A ersetzt hat, als eine der Hälften von A äquivalente Menge eines zweiten Futters angesehen werden dürfe. So fortfahrend, wird man nicht bloß zwei, sondern mehrere verschiedene Futtermischungen mit einander vergleichen können.

In einer zweiten Versuchsreihe soll der Erfolg zweier im Gehalte an Eiweißsubstanzen und Volumen sehr verschiedenen Futterstoffe erprobt werden. Zwei Schweine (Loosen), als hierfür besonders geeignete Versuchsthier, werden das eine ein Gemenge von Kartoffeln mit möglichst geringen Mengen Erbsenschrot, das andere ein Gemenge von Kleien, Gersten- und Widenschrot, also ein stickstoffreiches, minder voluminöses Futter, erhalten.

Man stellt hierbei die Fragen:

- a. Wird der Magen der Thiere durch ein sehr voluminöses Futter in frühester Jugend sich hinreichend erweitern, um später von verhältnißmäßig stickstoffarmem Futter soviel zu verdauen, daß der Ernährungsproceß ohne Störung verläuft?
- b. Ist es vortheilhafter, auf die erste oder zweite Weise zu füttern?

#### B. Culturversuche auf dem Felde.

1. Vielfach modificiren Düngversuche mit Paterguano, namentlich beim Kornbau (Möckern).
2. Fortgesetzte Versuche über Vegetation der Culturpflanzen in an sich extragslosem, mit Mineralsalzen verfesten Boden (Chemnitz, chem. Abth.).
3. Düngversuche mit Staffurter Abraum Salz in Anwendung auf Winter- und Sommerfrucht und im Gemisch mit Knochenmehl, Guano und Kalk (Weidlich).
4. Düngversuche mit Salpetersäure, theils in sehr verdünnter Lösung, theils in der Form von salpetersaurem Kalk, salpetersaurem Kali und von Knochenmehl, durch Salpetersäure aufgeschlossen (Möckern).

5. Fortgesetzte Versuche über die Wirkung des Fruchtwechsels (Chemnitz, physiolog.-chem. Abth.). Anbau von Winterroggen, Kartoffeln, Gerste und Rothklee ohne Düngung in systematisch geordnetem Fruchtwechsel:

- a. ohne Wechsel;
- b. mit eingeschobener Brache;
- c. mit eingeschobener Brachfrucht;
- d. in jeder möglichen Fruchtfolge.

Diese Versuche sind auf eine längere Reihe von Jahren berechnet.

6. Anbauversuche mit Kartoffeln (Chemnitz, physiol.-chem. Abth.).

Verüchtigt werden:

- a. die vortheilhaftesten Raumverhältnisse der Ansaat nach Tiefe und Weite;
- b. die Function der Blätter für die Knollenbildung;
- c. die Bedeutung der Zahl und Lage der Knospen an einer Saatknohle;
- d. die Quantitäten der Stärkeablagernng in den verschiedenen Altersperioden der Knolle.

7. Anbauversuche mit Felderbsen, unter Anwendung verschiedener Mistfrüchte, Düngstoffe und Behandlungsweisen (Chemnitz, physiol.-chem. Abth.).

8. Versuche über Tiefdüngung in Bezug auf Klee, Luzerne und Erbsen; über Varietätenbildung bei Rüben (Beta); über Erzeugung kräftigen Saatguts bei Knollengewächsen (Chemnitz, physiolog.-chem. Abth.).

### C. Culturversuche auf Wiesen.

Düngversuche mit einzelnen Mineralsalzen und Gemengen derselben.

Die Station Wäckern wird Parcellen einer Wiese mindestens fünf Jahre lang mit verschiedenen Mengen von

Pottasche; — Kalk; — phosphorsaurem Kali; — Superphosphat plus Kalk; — Superphosphat plus Pottasche; — Salpeter, salpetersaurem Kalk und Superphosphat; — schwefelsaurem Ammoniak

düngen und die auf diesen Parcellen vorherrschend werdenden Pflanzenspecies und die Erntegewichte besonders beachten.

Die Stationen Weidliß und Chemnitz (physiol.-chem. Abth.), welche zu diesem Behufe auf dem Windmühlenberge vom Rittergut Saritzsch, bez. im Dorfe Gablenz Wiesen erpachtet haben, werden vorzugsweise die Frage erörtern, ob man mineralische oder stickstoffhaltige Düngemittel anwenden solle.

#### D. Versuche im Bereiche der Forstkultur zur Ermittlung der Kenntniß der Wirkungen verschiedener Nährstoffe.

Bei vorkommenden Holzsaaten werden Weidliß und Chemnitz (physiol.-chem. Abth.) die Wirkung verschiedener Düngemittel auf den Wuchs junger Kiefern, Lärchen und anderer Holzpflanzen prüfen. Die letztgenannte Station, welcher für diese Zwecke von Seiten des Königl. Ministerium der Finanzen fiskalische Waldparzellen im Rabensteiner Reviere bereitwillig überlassen worden, wird außerdem anderweite Versuche im Walde, der natürlichen Beschaffenheit des Versuchsterrains entsprechend, ausführen.

#### E. Arbeiten in den agriculturchemischen Laboratorien.

1. Versuche über eine Methode zur Bestimmung der Proteinstoffe in den Pflanzen (Weidliß).
2. Untersuchung aller bei Fütterungsversuchen in Anwendung kommenden Futtermittel (Weidliß).
3. Untersuchung einzelner Futtermittel auf Knochen bildende Stoffe: Kalk und Phosphorsäure (Weidliß).
4. Untersuchung über die Einwirkung der Kleie auf verschiedene Nährstoffe (Weidliß).
5. Untersuchungen über die Einwirkung des Chlorkaliums und der Chlorkalium enthaltenden Düngemittel (z. B. des Abraumsalzes) auf verschiedene Mineralien, Düngemittel und Bodenarten (Chemnitz, chem. Abth.).
6. Prüfung der sub C. genannten Düngstoffe als Lösungsmittel für Ackerboden bei verschieden langer Einwirkung unter Luftzutritt (Möckern).
7. Analysen zahlreicher gemeinen Unkräuter zur Reifezeit, zur Erörterung der Fragen:



- a. gestattet die Zusammensetzung der Asche von Unkräutern einen Schluß auf die Zusammensetzung des Bodens, der die Unkräuter üppig hervorbringt? (Chemnitz, Chem. Abth.);
  - b. wie weit kann den Unkräutern da, wo sie überhand nehmen, eine die Ernten beeinträchtigende Wirkung zugeschrieben werden? (Möckern).
8. Untersuchungen über die Veränderungen, welche das Holz beim Flößen erleidet (Chemnitz, Chem. Abth.).
  9. Untersuchungen über die Mineralsalze, welche die Klee-*Planze* in den verschiedenen Perioden des Wachstums dem Boden entzieht (Chemnitz, Chem. Abth.).
  10. Untersuchungen über den Einfluß des Kalkgehalts gährender Flüssigkeiten auf den Verlauf der Gährung (Chemnitz, Chem. Abth.).

#### F. Arbeiten im physiologischen Laboratorium (Chemnitz).

1. Mikroskopische Analyse geflüßten Holzes.
2. Morphologische Studien über Knollengewächse.
3. Untersuchungen über den Kartoffelpilz *Peronospora infestans*, dessen Keimkraft, Keimdauer u. s. f., zur Erörterung von Fragen, wie die folgenden:
  - a. Gibt es Mittel, die im Boden zurückgebliebenen Sporen des Kartoffelpilzes zu vernichten?
  - b. Nach welchem Zeitraume darf die Kartoffel auf einem Felde wieder gebaut werden, insofern hierfür die zurückgebliebenen Sporen maßgebend sind?
4. Versuche über die Vegetation von Landpflanzen in wässerigen Lösungen ihrer Nährstoffe, mit besonderer Rücksicht auf die Wirkung der Chloride des Kalium, Magnesium u. s. f.



## Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal entwickelten und verkümmerten Turnipspflanzen (*Brassica rapa depressa*)

von

Dr. Gustav Wunder.

In Anschluß an früher von mir ausgeführte, in dieser Zeitschrift mitgetheilte Untersuchungen über die Schwankungen der Mineralsubstanzen in der Turnipspflanze habe ich vergleichsweise den Gehalt an verschiedenen Mineralstoffen in normal entwickelten und in verkümmerten Turnipspflanzen gleichen Alters bestimmt.

Bevor ich die Resultate mittheile, halte ich für nöthig, einige Notizen über den Boden des Versuchsfeldes der Chemnitzer Versuchstation zu geben, in welchem die Turnipspflanzen gezogen waren.

Der Boden ist ein ziemlich schwerer Diluvialboden, welcher in ziemlich dicker Schicht auf Rothliegendem aufliegt. Der Boden wurde, bevor man ihn der chemischen Analyse unterwarf, successiv durch zwei Siebe gesiebt. Die Löcher des ersten Siebes hatten im Durchmesser 4 Millim., die des zweiten 1 Millim. Auf dem ersten Siebe blieben zurück 2,1 Proc. (Kies), auf dem zweiten blieben 4,1 Proc. (grandiger Sand). Der auf den Sieben zurückbleibende Antheil bestand wesentlich aus Bruchstücken von Gneiß, Quarz, Glimmerschiefer etc. Die Menge der organischen Substanz, welche aus dem auf den beiden Sieben zurückgebliebenen Rückstande mechanisch ausgelesen werden konnte, betrug 0,03 Procent.

100 Theile der bei 100° getrockneten Erde vermochten vermöge ihrer wasserhaltenden Kraft 53 Theile Wasser festzuhalten. Das scheinbare spezifische Gewicht wurde = 1,0 gefunden.

Zur chemischen Analyse wurde der durch die beiden oben bezeichneten Siebe gegangene bei 110° getrocknete Boden verwendet. — Die Analyse wurde von Herrn Merz ausgeführt und ergab folgende Zusammensetzung: Verbrennliche und flüchtige Stoffe 6,47 %.

|                                                         |         |               |                 |
|---------------------------------------------------------|---------|---------------|-----------------|
| In Salzsäure<br>löslicher Theil<br>in Summa<br>9,2 %    | }       | Thonerde      | 4,15 =          |
|                                                         |         | Eisenoxyd     | 3,34 =          |
|                                                         |         | Manganoxydul  | 0,02 =          |
|                                                         |         | Kalk          | 0,30 =          |
|                                                         |         | Magnesia      | 0,74 =          |
|                                                         |         | Kali          | 0,25 =          |
|                                                         |         | Natron        | 0,16 =          |
|                                                         |         | Phosphorsäure | 0,16 =          |
| In Salzsäure<br>unlöslicher Theil<br>in Summa<br>84,7 % | }       | Schwefelsäure | 0,07 =          |
|                                                         |         | Chlor         | Spur            |
|                                                         |         | Thonerde      | 7,05 %          |
|                                                         |         | Eisenoxyd     | 0,93 =          |
|                                                         |         | Manganoxydul  | 0,05 =          |
|                                                         |         | Kalk          | 0,63 =          |
|                                                         |         | Magnesia      | 0,09 =          |
|                                                         |         | Kali          | 1,41 =          |
| Natron                                                  | 1,59 =  |               |                 |
| Kieselsäure                                             | 72,98 = |               |                 |
|                                                         |         |               | <u>100,39 %</u> |

Der Stickstoffgehalt des Bodens betrug 0,15 %, und zwar waren 0,035 % Stickstoff in Form von Ammoniumoxyd, also 0,065 % Ammoniumoxyd vorhanden.

Die auf diesem Boden gezogenen Turnipspflanzen hatten sich sehr ungleichmäßig entwickelt, während einige mehrere Pfund wogen, hatten andere nur ein Gewicht von mehreren Loth erlangt.

Gewiß war die physikalische Beschaffenheit des Bodens die wesentliche Ursache des Zurückbleibens einzelner Pflanzen, was dadurch bestätigt wurde, daß ein Vermischen des Bodens mit an sich ertragslosem Sande die Zahl der verkümmerten Pflanzen verminderte.

Bei alle dem schien es nicht uninteressant, zu untersuchen, ob der eine oder der andere der Mineralstoffe in den kümmerlich entwickelten Pflanzen in entschieden geringerer Menge vorhanden sei, als in den gefundenen.

Ich untersuchte die kräftig und die kümmerlich vegetirenden Pflanzen in je zwei verschiedenen Vegetationsperioden, nämlich 74 Tage nach der Verpflanzung, als das Zurückbleiben einzelner Pflanzen anfang, sich entschieden auszusprechen (das Gewicht der kleinen Pflanzen betrug hier etwa  $\frac{1}{4}$  von dem der großen), und 96 Tage nach der Verpflanzung. Die kräftig wachsenden Pflanzen hatten zu dieser Zeit etwa das 10fache Gewicht von den zur Untersuchung verwendeten, kümmerlich entwickelten erreicht.

Die Zusammensetzung der Blätter zeigte wenig Schwankungen, was erklärlich ist, da die Blätter ihren Bedarf an Mineralstoffen den Wurzeln entnehmen und in denselben jeder Zeit den nöthigen Vorrath an solchen vorfinden; nur war der Gehalt an Eisen und an Kieselsäure in den minder entwickelten Pflanzen durchgängig etwas höher, als in den kräftigen.

Die Analysen ergaben:

Turnipßblätter, 74 Tage nach der Verpflanzung.

|                             | 100 Trockensubstanz<br>enthalten: |                  | 100 Mineralsubstanz<br>enthalten: |                  |
|-----------------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|
|                             | große Pflanzen.                   | kleine Pflanzen. | große Pflanzen.                   | kleine Pflanzen. |
| Eisenoxyd                   | 0,62                              | 1,08             | 3,68                              | 5,51             |
| Kalk                        | 5,24                              | 6,05             | 31,14                             | 30,69            |
| Magnesia                    | 0,78                              | 0,90             | 4,66                              | 4,59             |
| Kali                        | 4,86                              | 5,36             | 28,85                             | 27,19            |
| Natron                      | 0,94                              | 1,11             | 5,59                              | 5,62             |
| Phosphorsäure               | 1,14                              | 1,14             | 6,76                              | 5,79             |
| Schwefelsäure               | 1,41                              | 1,59             | 8,38                              | 8,07             |
| Chlor                       | 1,32                              | 1,60             | 7,84                              | 8,12             |
| Kieselsäure                 | 0,82                              | 1,23             | 4,87                              | 6,25             |
|                             | 17,13                             | 20,06            | 101,77                            | 101,83           |
| Sauerstoff (dem Chlor aeq.) | 0,30                              | 0,36             | 1,77                              | 1,83             |
| Gesamnte Mineralstoffe      | 16,83                             | 19,70            | 100,00                            | 100,00           |

Da sich nur so geringe Differenzen ergaben, begnügte ich mich, fernerhin nur einzelne Bestandtheile in der Asche zu bestimmen und den Gehalt derselben auf 100 Theile von Sand, Kohle und Kohlensäure freier Asche zu berechnen.

Turnipsblätter, 96 Tage nach der Verpflanzung.  
100 Asche (frei von Sand, Kohle und Kohlensäure) enthalten:

|           | große Pflanzen. | kleine Pflanzen. |
|-----------|-----------------|------------------|
| Eisenoxyd | 0,95            | 3,61             |
| Kalk      | 34,15           | 33,78            |
| Magnesia  | 4,75            | 4,90             |
| Kali      | 24,89           | 26,70            |
| Natron    | 6,08            | 7,74             |
|           | <hr/> 70,82     | <hr/> 76,73      |

Es spricht sich also bei den älteren, in ihrem Gewicht beträchtlich mehr von einander abweichenden Pflanzen noch entschiedener aus, daß der Eisengehalt in den Blättern der kümmernden Pflanzen ein überwiegender ist. Der Gehalt der Aschen an den übrigen Basen, jezt derselben für sich betrachtet, läßt nicht sehr erhebliche Differenzen erkennen, doch ist es auffällig, daß die Gesamtmenge der Basen in den Aschen der Blätter von kleinen Pflanzen größer ist, als in den Blätteraschen der kräftig entwickelten.

Größere Differenzen ergaben sich bei der Analyse der Wurzelaschen, namentlich bei den älteren in der Größe mehr von einander abweichenden Pflanzen, wie die folgenden Zahlen erkennen lassen.

#### Turnips = Wurzeln.

100 Theile Asche (frei von Sand, Kohle und Kohlensäure) enthielten:

|           | 74 Tage nach der Verpflanzung. |                 | 96 Tage nach der Verpflanzung. |                 |
|-----------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
|           | große Wurzeln.                 | kleine Wurzeln. | große Wurzeln.                 | kleine Wurzeln. |
| Eisenoxyd | 1,96                           | 2,45            | 1,83                           | 3,65            |
| Kalk      | 8,37                           | 8,84            | 10,00                          | 8,30            |
| Magnesia  | 4,07                           | 4,41            | 4,14                           | 5,07            |
| Kali      | 42,25                          | 40,98           | 46,13                          | 38,48           |
| Natron    | 9,48                           | 8,84            | 10,00                          | 10,77           |
|           | <hr/> 66,13                    | <hr/> 65,52     | <hr/> 72,10                    | <hr/> 66,27     |

Es ergibt sich, daß die kleinen Pflanzen wie in den Blättern, so auch in den Wurzeln an Eisen reicher sind; dagegen sind die Wurzel-

aschen der kleinen Pflanzen beträchtlich ärmer an Kali, als die Wurzelaschen der kräftig entwickelten. Dies stellt sich wenigstens bei den in der späteren Periode geernteten Pflanzen deutlich heraus. —

Da der Kaligehalt des Bodens, in dem die Turnipspflanzen gewachsen waren (wie sich aus der oben mitgetheilten Bodenanalyse ergibt), ein verhältnißmäßig nicht geringer ist, so muß wohl angenommen werden, daß die physikalische Beschaffenheit der Entwicklung der Wurzeln ein Hinderniß entgegensetzt, letzteren nicht gestattet, der Nahrung nachzugehen.

Die Gesamtmenge der Basen ist in den Wurzelaschen der verkümmerten Pflanzen beträchtlich geringer, als in denen der kräftig vegetirenden.

## Ueber den Einfluß, welchen eine höhere oder niedrigere Bodentemperatur auf den Verwitterungs- und Verwesungsproceß in der Ackererde ausübt

von

Dr. Ed. Peters,

Chemiker der Station Ruzhen bei Schmiegel (Posen).

Es ist in neuerer Zeit mehrfach die Frage ventilirt worden, ob der Verwitterungsproceß in höheren oder niederen Breitengraden am intensivsten sei. Nach Prof. Barrentrapp, welcher dieses der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Braunschweig zur Erörterung vorgelegte Thema einleitete, fehlen zur genauen Beurtheilung der Größe der jährlichen Verwitterung noch die Unterlagen. Er ist jedoch geneigt, aus dem Verhalten von Bauwerken und Kunstgegenständen in nördlicheren Ländern eine relativ schnellere Verwitterung anzunehmen. Als mechanisches Mittel zur Zertrümmerung der festen Gesteine ist vor Allem der Wechsel der Temperatur thätig, namentlich wirkt dieser Wechsel von Kälte und Wärme zerstörend auf die Gesteine ein, indem er sich dem Wasser mittheilt und das abwechselnde Gefrieren und Auftauen, Zusammenziehen und Wiederausdehnen desselben bedingt. Die mechanische Verwitterung — die Zertrümmerung gleich zusammengesetzter Gesteine

— muß hiernach in nördlicheren Gegenden rascher vor sich gehen, als in südlicheren, in denen die Temperatur sich selten oder nie bis zum Gefrierpunkte des Wassers erniedrigt. Dem widerspricht jedoch die bekannte Erfahrung, daß der nordische Granit sich durch langsames Verwittern auszeichnet, und daß die vegetationsfähige Bodenschicht im Allgemeinen in nördlicheren Ländern von geringerer Mächtigkeit ist, als in südlicheren.

Für den Landwirth ist der chemische Verwitterungsproceß von vorwiegender Wichtigkeit. Der Ackerboden bildet bereits eine fein zertheilte, grus- oder sandförmige bis pulverige Masse, deren Bestandtheile weniger durch mechanische, als durch chemische Kräfte in den für die Aufnahme durch die Pflanzenwurzel nothwendigen löslichen Zustand übergeführt werden. Hierbei ist besonders die im Regenwasser enthaltene und in der Ackererde selbst durch Verwesung ihrer organischen Bestandtheile in großer Menge sich bildende Kohlensäure, nächstdem auch die durch electriche Entladungen in der Atmosphäre gebildete Salpetersäure thätig. Da die Zersetzung der organischen Stoffe in höherer Temperatur rascher vor sich geht, und auch die üppigere Vegetation südlicherer Länder dem Erdboden eine größere Menge von Pflanzenüberresten einverleibt, so wird sich dort auch die relative größere Menge von Kohlensäure bilden. Für die Bildung von Salpetersäure aus den Bestandtheilen der Atmosphäre ist in südlicheren Ländern ebenfalls häufiger Gelegenheit. Und dem entsprechend muß auch die chemische Verwitterung — das Löslichwerden der Mineralbestandtheile — in niederen Breitengraden rascher vor sich gehen, als in höheren.

Die Intensität des Verwesungsprocesses, d. h. des Ueberganges pflanzlicher und thierischer Körper in lösliche und gasförmige Stoffe, steigt und fällt mit der Temperatur. Bei zu geringer Temperatur hört die Zersetzung der organischen Stoffe ganz auf, wie man dies ja genugsam im Winter an den gefrorenen Leichen kleiner Thiere beobachten kann. In südlichen Ländern existiren keine Torfmoore, weil die rasche Zersetzung der organischen Stoffe ihre Bildung verhindert.

Durch die nachfolgenden, auf Veranlassung des Herrn Hofrath Stöckhardt in Tharand begonnenen Untersuchungen sollte ein Beitrag zur genaueren Erkenntniß des Verlaufs der Verwitterungs- und Verwesungsproceße bei niederer und höherer Bodentemperatur geliefert werden. Es wurde beabsichtigt, die Versuche in doppelter Weise aus-

zuföhren, einmal sollten die vegetationslosen Erden für sich einer gesteigerten Wärme ausgesetzt werden, bei der zweiten Versuchsreihe sollte in den gleichbehandelten Erden eine Vegetation stattfinden. Durch meinen Abgang von Tharand kam einstweilen nur die letztere dieser beiden Versuchsreihen zur Ausführung, deren Resultate ich hier mittheile. Allerdings würden diese bei weitem interessanter werden, wenn man sie mit dem Verhalten gleichbehandelter, culturloser Erden vergleichen könnte, sie gewähren jedoch auch so ein mehrseitiges Interesse.

Die Ausführung der Versuche geschah in folgender Weise: Eine größere Menge eines sandigen Lehmbodens wurde mit etwas Flussand (Grus von Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Phosphyr, Magnet- eisenstein u. s. w.) durch Sieben und Umschäufeln genau gemengt und mit der Mischung zwei Kästen angefüllt, deren jeder ungefähr 25 Kilogramm Erde faßte. Die übrigbleibende Erdhälfte wurde mit 10 Proc. feuchten Humus' — verwesendem Holz aus hohlen Buchen und Weiden — versetzt und mit dieser Erdmischung ebenfalls zwei Kästen von derselben Größe angefüllt. Die rohe Erde enthielt nur eine geringe Menge organischer Stoffe (Glühverlust = 2,920 Proc.), der Zusatz von Buchenerde sollte den Humusgehalt erhöhen. Ich wählte die Buchenerde hierzu, weil alle anderen Humusstoffe, welche man sich in größerer Menge verschaffen kann, z. B. verwesende Baumblätter, Torf, künstlich dargestellte Humusäuren u. s. w. durch ihre meistens stark saure Reaction das Pflanzenwachsthum beeinträchtigen. Die Buchenerde ist hingegen völlig neutral. Diese Eigenschaft macht sie zu einem schätzbaren Material, um den Humusgehalt in Erden, welche zu Culturversuchen dienen sollen, zu erhöhen. Die Kästen wurden auf einen Balcon vor dem Fenster des akademischen Laboratoriums placirt, wo sie vor Regen ziemlich geschützt waren. In je einem der mit den beiden Erdmischungen gefüllten Kästen wurde durch eine besondere Vorrichtung die Bodentemperatur gesteigert. Die Kästen waren aus Zinkblech gefertigt, sie hatten doppelte Seitenwandungen und einen doppelten Boden. In den Zwischenraum der beiden Wandungen war ein mehrfach hin- und hergeleitetes, allmählig ansteigendes Röhrensystem eingelegt, dessen beide Enden durch die äußere Kastenwand und durch eine Blechtafel hindurch gingen, welche letztere anstatt der Glasscheibe in den Fensterrahmen eingesetzt worden war. Im Zimmer mündeten die beiden Röhrenenden in einen kleinen cylindrischen Blechkessel. Der Kessel und die Röhren wurden mit Wasser



angefüllt, welches durch eine unter den Kessel gestellte Spiritusflamme erhitzt wurde. Auch der Raum zwischen den beiden Kastenwänden wurde mit Wasser gefüllt. Das durch die Erwärmung in dem Kessel specifisch leichter gewordene Wasser circuirte in dem Röhrensysteme und erwärmte zunächst das die Röhren von außen umgebende Wasser, von dem die Wärme wiederum auf die Kastenwände und die in dem Kasten befindliche Erde übertragen wurde. Das hierdurch wieder abgekühlte Wasser floß durch die entgegengesetzte Röhrenwandung in den Kessel zurück. Um einem Wärmeverlust durch die Ausstrahlung nach außen möglichst vorzubeugen, wurden die Zinkkästen in etwas weitere Holzkästen gestellt, und der Raum zwischen beiden mit schlechten Wärmeleitern ausgefüllt. In die Zinkkästen wurde noch ein mehrfach durchlöcherter Zinblech als falscher Boden so eingelegt, daß zwischen diesem und dem eigentlichen Boden etwas Raum blieb, welcher mit der äußern Luft in Verbindung stand; hierdurch sollte die Luftcirculation in dem Erdboden befördert werden. Die Erde der beiden anderen Kästen unterlag nur der Einwirkung der herrschenden Lufttemperatur. In die Mitte aller vier Kästen wurden Thermometer eingestellt, und es wurde die Erwärmung so regulirt, daß die Temperatur in den beiden erwärmten Erden 8—10° C. höher war, als in den correspondirenden beiden anderen Kästen. Ich bemerke hierbei noch, daß eine constante Erhöhung der Bodentemperatur durch den Zusatz von Humus nicht beobachtet werden konnte, wahrscheinlich würden genauere Instrumente (die von mir benutzten Thermometer zeigten nur halbe Grade an) diese Erhöhung der Bodenwärme nachgewiesen haben.

Nachdem die Kästen so vorgerichtet waren, wurden in die Erden eine gleiche Anzahl junger Keimpflanzen von Lupinen, Kaps, Hafer und Mais eingepflanzt, außerdem wurde in jeden Kasten als Unterfaat noch eine bestimmte Menge Grassamen eingesät. Alle Pflanzen gingen gut an, das Begießen erfolgte, so oft es nothwendig wurde, mit destillirtem Wasser. Während der Vegetationszeit zeigte es sich, daß die allerdings sehr bedeutende Steigerung der Bodentemperatur für einige Pflanzen unzuträglich war. Gerade die Lupinenpflanzen, von denen man es am wenigsten hätte erwarten sollen, da sie ja aus einem wärmeren Lande stammen, gingen sammt und sonders in den erwärmten Erden bald wieder ein. Auch der Hafer entwickelte sich nicht normal, er zeigte namentlich eine große Schlassheit des Stengels, die Kapspflanzen wur-

den schon jung von Raupen theilweise zerfressen und daher mit den Lupinen aus allen Kästen wieder entfernt. Die Grasvegetation zeigte nur geringe Unterschiede, in den erwärmten Erden sah das Gras etwas vergilbt aus, es war länger, aber weniger steif, dagegen entwickelten sich die Maispflanzen in den erwärmten Erden sehr üppig, vorzugsweise in der mit Humus versetzten Erde. Bei der Vergleichung der Vegetation in den mit Humus versetzten Erden, gegenüber den humusärmeren stellte sich ein bedeutender Unterschied heraus; die in den humusreicheren Erden gewachsenen Pflanzen zeigten einen normalen Habitus, durch ihre sattgrüne Farbe, durch breite, steife Blätter zeichneten sie sich vor den in den humusärmeren Erden gewachsenen Pflanzen aus, die weniger sattgrün gefärbt waren und schmalere, schlaffere Blätter trugen. Die in humusärmer erwärmter Erde gezogenen Pflanzen zeigten namentlich ein bleiches, vergilbtes Aussehen. Die evidente Verschiedenartigkeit in dem Habitus der in den beiden nur in ihrem Humusgehalt verschiedenen Erdmischungen gewachsenen Pflanzen deutet auf die Wichtigkeit der im Boden enthaltenen organischen Stoffe für die Vegetation hin. Auffällig war mir, daß die Stengel der in den humusreicheren Erden wachsenden Maispflanzen an den unteren Internodien sich violettroth färbten, ja diese Färbung erstreckte sich bis auf die unteren Blattstiele, während in den humusärmeren Erden die Pflanzen entweder ganz grün waren, oder doch nur einen kaum merklichen rothen Anflug des Stengels zeigten. Ich habe im vergangenen Sommer eine andere Reihe von Versuchen mit Maispflanzen, welche in wässrigen Nährstofflösungen vegetirten, ausgeführt; bei diesen Pflanzen trat die Färbung des Stengels ebenfalls stets ein, sobald der Nährstofflösung eine lösliche Humusverbindung zugesetzt wurde. Ich schließe hieraus, daß es von den Pflanzen aufgenommene Humusstoffe waren, welche die Färbung bedingten. Die Maispflanze wäre hiernach im Stande, lösliche Humusverbindungen direct aufzunehmen.

Bei meinem Abgange von Tharand mußte der beschriebene Vegetationsversuch, nachdem er drei Monate gedauert hatte, unterbrochen werden. Die Pflanzen hatten bei der Ernte ihren Lebenscyclus jedoch noch nicht abgeschlossen. Die Wurzelreste wurden bei der Ernte so vollständig als irgend möglich aus den Erden entfernt und dem oberirdischen Pflanzentheile hinzugefügt; dann wurden die Erden und die geernteten Pflanzen analysirt. Da es sich bei der chemischen Unter-

suchung der Erden hauptsächlich um eine Vergleichung in dem Gehalt der Erden handelte, welche zu den Versuchen gebient hatten, gegenüber den rohen Erden, von denen eine Portion zurückbehalten und während der Dauer des Vegetationsversuchs im getrockneten Zustande in Gläsern aufbewahrt worden war, so wurde bei der Analyse auf eine möglichst gleichmäßige Behandlung Rücksicht genommen.

Die chemische Untersuchung der Erden betraf:

1. den Gehalt an in destillirtem Wasser löslichen Bestandtheilen,
2. den Gehalt an in verdünnter Salzsäure löslicher Pflanzennährstoffen,
3. den Gehalt an Humus und den Bestandtheilen desselben,
4. den Gehalt an Ammoniak und Salpetersäure.

Die geerntete Pflanzenmasse wurde grün gewogen, bei 110° C. getrocknet, und dann darin der Gehalt an Mineralstoffen und an Stickstoff bestimmt. Von der Ernte aus der rohen nicht erwärmten Ernte wurde eine vollständige Elementaranalyse ausgeführt. Die Angaben für die Aschenmengen, wie für die Zusammensetzung der Aschen beziehen sich auf den durch Einäschern der Pflanzen in der Muffel erhaltenen Rückstand.

#### Untersuchung der geernteten Pflanzenmassen.

Das Gewicht der geernteten Pflanzen betrug für die Wurzeln und den oberirdischen Theil zusammen:

|                      | Nicht erwärmte Erde. |             | Erwärmte Erde. |             |
|----------------------|----------------------|-------------|----------------|-------------|
|                      | Humusarm.            | Humusreich. | Humusarm.      | Humusreich. |
| Im grünen Zustande   | 1708 Grm.            | 3230 Grm.   | 2236 Grm.      | 4370 Grm.   |
| Im trocknen Zustande | 275 =                | 511 =       | 318 =          | 607 =       |

Die grüne Pflanzensubstanz enthielt:

|                                             |         |         |         |         |
|---------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Wasser . . . .                              | 83,90 % | 84,18 % | 85,78 % | 86,10 % |
| Trockensubstanz . .                         | 16,10 = | 15,82 = | 14,22 = | 13,90 = |
| Asche, frei von Sand<br>und Kohlenensäure . | 2,092 % | 1,653 % | 1,397 % | 1,159 % |
| Sand u. Kohlenensäure                       | 0,711 = | 0,473 = | 0,441 = | 0,426 = |
| Gesamtmenge des Verbrennungsrückstandes     | 2,803 = | 2,126 = | 1,838 = | 1,585 = |

Nach Abzug des Sandes und der Kohlenensäure hatten die Aschen folgende procentische Zusammensetzung:

## Die Pflanzen waren gewachsen in

|                                               | nicht erwärmter    |                    | erwärmter          |                    |
|-----------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                               | humusärmerer Erde. | humusreicher Erde. | humusärmerer Erde. | humusreicher Erde. |
| Kieselsäure . . . . .                         | 21,352             | 13,628             | 15,789             | 17,355             |
| Kalk . . . . .                                | 14,342             | 12,773             | 17,875             | 9,938              |
| Magnesia . . . . .                            | 0,899              | 1,543              | 0,717              | 1,343              |
| Kali . . . . .                                | 36,103             | 37,950             | 39,544             | 39,929             |
| Natron . . . . .                              | 4,812              | 10,975(?)          | 2,336              | 4,901              |
| Schwefelsäure . . . . .                       | 5,551              | 5,293              | 6,566              | 7,607              |
| Phosphorsäure . . . . .                       | 8,217              | 9,332              | 9,508              | 12,123             |
| Eisenoxyd und Mangan-<br>oxyduloxyd . . . . . | 2,470              | 4,226              | 2,036              | 2,902              |
| Chlor . . . . .                               | 7,684              | 5,504              | 6,849              | 5,154              |
| Summe . . . . .                               | 101,430            | 101,224            | 101,220            | 101,252            |

Das dem Chlor entspre-  
chende Aequiv. Sauer-

|                               |        |        |        |         |
|-------------------------------|--------|--------|--------|---------|
| stoff abgezogen mit . . . . . | 1,733  | 1,242  | 1,545  | 1,163   |
| bleibt Rest . . . . .         | 99,697 | 99,982 | 99,675 | 100,089 |

In der gesammten Pflanzenmasse waren hiernach folgende Mengen von Mineralstoffen enthalten aus der

|                                   | nicht erwärmten    |                    | erwärmten          |                    |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                   | humusärmeren Erde. | humusreichen Erde. | humusärmeren Erde. | humusreichen Erde. |
| Kieselsäure . . . . .             | 7,631 Grm.         | 7,282 Grm.         | 4,932 Grm.         | 8,777 Grm.         |
| Kalk . . . . .                    | 5,126 =            | 6,827 =            | 5,584 =            | 5,026 =            |
| Magnesia . . . . .                | 0,322 =            | 0,823 =            | 0,226 =            | 0,680 =            |
| Kali . . . . .                    | 12,903 =           | 20,282 =           | 12,354 =           | 20,189 =           |
| Natron . . . . .                  | 1,719 =            | 5,866 = (?)        | 0,728 =            | 2,477 =            |
| Schwefelsäure . . . . .           | 1,983 =            | 2,831 =            | 2,051 =            | 3,842 =            |
| Phosphorsäure . . . . .           | 2,937 =            | 4,982 =            | 2,970 =            | 6,130 =            |
| Eisenoxyd und<br>Manganoxyduloxyd | 0,883 =            | 2,259 =            | 0,636 =            | 1,469 =            |
| Chlor . . . . .                   | 2,747 =            | 2,943 =            | 2,140 =            | 2,604 =            |
| Summe . . . . .                   | 36,251 =           | 54,095 =           | 31,621 =           | 51,194 =           |

Das dem Chlor entspre-  
chende Sauerstoffäqui-

|                                |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| valent abgezogen mit . . . . . | 8,619 =  | 0,664 =  | 0,483 =  | 0,587 =  |
| bleibt Rest . . . . .          | 35,632 = | 53,431 = | 31,138 = | 50,607 = |
| Sand und Erde*)                | 12,136 = | 15,269 = | 9,860 =  | 18,635 = |

\*) Die Wurzeln waren nur durch Abstreifen gereinigt worden.

Die Elementarzusammensetzung der geernteten Pflanzensubstanz wurde nur bei der in humusarmer, nicht erwärmter Erde gewachsenen bestimmt. Die procentische Zusammensetzung war:

|              | Aschehaltige<br>Substanz. | Aschefreie<br>Substanz. |
|--------------|---------------------------|-------------------------|
| Kohlenstoff  | 39,93                     | 48,35                   |
| Wasserstoff  | 5,72                      | 6,92                    |
| Stickstoff . | 1,02                      | 1,24                    |
| Sauerstoff   | 35,92                     | 43,49                   |
| Asche . .    | 17,41                     | —                       |
|              | 100,00                    | 100,00                  |

Der Gehalt an Stickstoff wurde in allen vier Ernten bestimmt und dafür gefunden:

|                      | Aus nicht erwärmter<br>humusarmer Erde. |           | Aus erwärmter<br>humusreicher Erde. |           |
|----------------------|-----------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|
| In 100 Theilen . . . | 1,021                                   | 1,202     | 1,260                               | 1,312     |
| In der Gesamtmasse   | 2,81 Grm.                               | 6,14 Grm. | 3,82 Grm.                           | 7,96 Grm. |

Die Pflanzensubstanz war hiernach in den erwärmten Erden etwas reicher an Wasser, dagegen etwas ärmer an Mineralstoffen, als in den nicht erwärmten Erden. Der Stickstoffgehalt war in den erwärmten Erden ebenfalls etwas höher geworden, als in den in nicht erwärmten Erden gezogenen Pflanzen. Stöckhardt hat schon vor längerer Zeit beim Hafer die Abhängigkeit des Stickstoffgehalts von dem Verhalten des Bodens gegen Wärme und Feuchtigkeit nachgewiesen; in dem vorherrschend nasskalten Jahre 1851 wurde der stickstoffreichste Hafer bei dem geringsten Maße von Feuchtigkeit und dem größten von Wärme im Boden erzeugt. Das natürliche Erwärmungsvermögen der Bodenarten beförderte ebenso wie bei meinen Versuchen die künstliche Steigerung der Bodentemperatur, die Assimilation des Stickstoffs und die Bildung von Proteinsubstanzen. Aus der Zusammensetzung der Aschen Schlüsse zu ziehen unterlasse ich, da bekanntlich die Aschen von zwei Pflanzen derselben Species, wenn sie unter verschiedenen Bedingungen gewachsen sind, oft sehr bedeutende Unterschiede in ihrer Zusammensetzung zeigen, ohne daß diese große Verschiedenheit in dem

Mineralstoffgehalte sich in dem äußeren Habitus der Pflanze und in ihren näheren organischen Bestandtheilen bemerkbar machte.

### Die in Wasser löslichen Bestandtheile der Erden.

Aus dem bekannten Verhalten der Ackererde, gelöste Stoffe zu absorbiren, ergibt sich, daß reines Wasser nur eine geringe Menge der im Boden enthaltenen Mineralstoffe zu lösen vermag. Es ist unmöglich, einen Boden, welcher irgend beträchtliche Mengen von Kali, von Ammoniak und von Phosphorsäure enthält, durch reines Wasser zu erschöpfen, wenn man nicht ganz enorme Wassermengen anwenden will. Da jedoch die Untersuchungen über die Absorptionskraft der Erde gezeigt haben, daß die aus einem Erdboden in Wasser sich lösenden Mengen bis zu einem gewissen Grade von dem Gehalte der Erde an absorbirten Stoffen abhängig sind, so schien mir die Bestimmung der durch eine ganz gleichmäßige Behandlung aus den verschiedenen Erden sich lösenden Bestandtheile immerhin von Interesse. Zur Bestimmung derselben wurden größere Mengen der Erden mit dem 2½fachen ihres Gewichtes an destillirtem Wasser bei gewöhnlicher Temperatur 48 Stunden lang digerirt, die Lösung abfiltrirt, und der Rückstand mit einem der ersten Menge gleichen Wasserquantum ausgewaschen. Die erhaltenen klaren Auszüge wurden gemischt und ein Theil derselben gesondert, nach Zusatz von etwas Oxalsäure, zur Trockne verdunstet; dieser Theil diente zur Bestimmung des löslichen Stickstoffs. Der übrige Theil des Wasserauszugs wurde zuerst über freiem Feuer eingeengt und dann in Platinschalen im Wasserbade zur Trockne gebracht. Da hierbei, der Zersetzung der mitgelösten organischen Stoffe halber, kaum ein Zeitpunkt zu erreichen ist, in welchem der Rückstand keine Gewichtsabnahme mehr zeigt, so wurde die Austrocknung als beendet angesehen, wenn das Gewicht der Schalen sich in einer Viertelstunde nur noch um 0,01 bis 0,015 Grm. verminderte. Der Rückstand wurde sodann in der Muffel bei gelinder Wärme eingekäschert und die einzelnen Mineralstoffe in bekannter Weise bestimmt.

Um die erhaltenen Resultate übersichtlicher zu machen, habe ich sie auf die ganze in den Rässen enthaltene Erdmenge berechnet und theile ich hier nur diese umgerechneten Zahlen mit.

25 Kilogramm Erde enthielten an in Wasser löslichen Bestandtheilen:

|                                                                      | Die rohen Erden. |             | Die Erden, welche Pflanzen getragen haben |             |           |             |
|----------------------------------------------------------------------|------------------|-------------|-------------------------------------------|-------------|-----------|-------------|
|                                                                      |                  |             | Nicht erwärmt.                            |             | Erwärmt.  |             |
|                                                                      | Humusarm.        | Humusreich. | Humusarm.                                 | Humusreich. | Humusarm. | Humusreich. |
| Kieselsäure . . .                                                    | 1,400 Gr.        | 1,375 Gr.   | 0,400 Gr.                                 | 0,400 Gr.   | 0,250 Gr. | 0,450 Gr.   |
| Kalk . . . . .                                                       | 4,590 "          | 5,150 "     | 2,540 "                                   | 1,350 "     | 3,135 "   | 4,600 "     |
| Magnesia . . .                                                       | 0,060 "          | 0,092 "     | 0,065 "                                   | 0,065 "     | 0,050 "   | 0,100 "     |
| Kali . . . . .                                                       | 0,980 "          | 2,275 "     | 0,440 "                                   | 0,700 "     | 0,690 "   | 1,690 "     |
| Natron . . . .                                                       | 1,290 "          | 1,910 "     | 0,055 "                                   | 1,180 "     | 1,062 "   | 0,680 "     |
| Schwefelsäure .                                                      | 1,605 "          | 3,295 "     | 0,480 "                                   | 0,890 "     | 2,195 "   | 2,735 "     |
| Phosphorsäure .                                                      | 0,078 "          | 0,110 "     | ?                                         | 0,125 "     | ?         | ?           |
| Eisenoxyd u. Manganoxyduloxyd                                        | —                | 0,052 "     | —                                         | —           | —         | —           |
| Chlor . . . . .                                                      | 1,430 "          | 1,980 "     | 1,230 "                                   | 1,965 "     | 0,990 "   | 1,310 "     |
| Summe . . . .                                                        | 11,433 Gr.       | 16,239 Gr.  | 5,210 Gr.                                 | 6,675 Gr.   | 8,372 Gr. | 11,565 Gr.  |
| Das dem Chlor entsprechende Sauerstoffäquivalent abgezogen mit . . . | 0,322 "          | 0,447 "     | 0,280 "                                   | 0,443 "     | 0,223 "   | 0,295 "     |
| bleibt Rest . .                                                      | 11,111 Gr.       | 15,792 Gr.  | 4,930 Gr.                                 | 6,232 Gr.   | 8,149 Gr. | 11,270 Gr.  |

Der Wäskrük-

stand betrug . 12,051 Gr. 16,520 Gr. 5,490 Gr. 7,800 Gr. 8,600 Gr. 11,500 Gr.

Organische Stoffe

waren gelöst . 9,450 " 11,950 " 5,550 " 8,200 " 7,750 " 7,000 "

Stickstoff . . . 0,303 " 0,498 " 0,112 " 0,193 " 0,143 " 0,158 "

Da die Pflanzen die beim Beginnen des Versuchs im löslichen Zustande in den Erden enthaltenen, sowie die während ihrer Vegetationszeit löslich gewordenen Stoffe größtentheils assimilirt haben, so bekommt man erst eine genauere Uebersicht über den Gang der Verwitterung, wenn man die in den Pflanzen enthaltenen Stoffe den noch im löslichen Zustande in den entsprechenden Erden zurückgebliebenen zuaddirt. In der folgenden Tabelle sind die hieraus sich ergebenden Summen (a) und die durch den Verwitterungs- und Verwesungsproceß unter Mitwirkung der Assimilationsthätigkeit der Pflanzen löslich gewordenen Mengen (b) zusammengestellt. Letztere sind durch Subtraction des Gehalts der rohen Erden von der Gesamtsumme (a) erhalten. Bemerkt sei hierbei noch, daß allerdings, wie ich mir nicht verhehle, durch die Behandlung mit der angegebenen Wassermenge nicht die ganze Menge der in den Erden in einem den Pflanzen zugänglichen Zustande enthaltenen Stoffe gelöst worden sind, da aber die Behandlung der Erden eine gleiche war, so nehme ich an, wofür auch anderweite Untersuchungen sprechen, daß der Gehalt an assimilirbaren Nährstoffen, welche durch eine dem fünffachen

Gewicht der Erden entsprechende Wassermenge nicht gelöst wurden, in einem bestimmten Verhältnisse zu den gelösten Stoffen stehen, so daß die ungelöst gebliebenen Mengen sich gegenseitig, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, compensiren. Die folgende Berechnung der gelösten Stoffe ist hiernach etwas zu günstig, indeß ist man bis jetzt noch nicht im Stande, die in einer Erde den Pflanzen zugänglichen Stoffe genauer zu bestimmen. Zur besseren Vergleichung sollte eben eine zweite Versuchsreihe mit Erden ohne Vegetation dienen, an deren Ausführung mich aber die Verhältnisse bis jetzt verhindert haben.

|                   | Rohe Erden<br>ohne Vegetation. |             | Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.<br>Nicht erwärmt. |           |             |           |
|-------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------|
|                   | Humusarm.                      | Humusreich. | Humusarm.                                                 |           | Humusreich. |           |
|                   |                                |             | a.                                                        | b.        | a.          | b.        |
| Kieselsäure . . . | 1,400 Gr.                      | 1,375 Gr.   | 8,031 Gr.                                                 | 6,631 Gr. | 7,682 Gr.   | 6,307 Gr. |
| Kalk . . . . .    | 4,590 "                        | 5,150 "     | 7,666 "                                                   | 3,076 "   | 8,177 "     | 3,027 "   |
| Magnesia . . .    | 0,060 "                        | 0,092 "     | 0,387 "                                                   | 0,327 "   | 0,888 "     | 0,796 "   |
| Kali . . . . .    | 0,980 "                        | 2,275 "     | 13,343 "                                                  | 12,363 "  | 20,982 "    | 18,707 "  |
| Natron . . . .    | 1,290 "                        | 1,910 "     | 1,774 "                                                   | 0,484 "   | 7,046 "     | 5,136 "?  |
| Schwefelsäure .   | 1,605 "                        | 3,295 "     | 2,463 "                                                   | 0,858 "   | 3,721 "     | 0,426 "   |
| Phosphorsäure .   | 0,078 "                        | 0,110 "     | 2,937 "                                                   | 2,859 "   | 5,107 "     | 4,997 "   |
| Chlor . . . . .   | 1,430 "                        | 1,980 "     | 3,977 "                                                   | 2,547 "   | 4,908 "     | 2,928 "   |

Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.  
Erwärmt.

|                   | Humusarm. |           | Humusreich. |           |
|-------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|
|                   | a.        | b.        | a.          | b.        |
| Kieselsäure . . . | 5,182 Gr. | 3,782 Gr. | 9,227 Gr.   | 7,852 Gr. |
| Kalk . . . . .    | 8,719 "   | 4,129 "   | 9,629 "     | 4,476 "   |
| Magnesia . . .    | 0,276 "   | 0,216 "   | 0,780 "     | 0,688 "   |
| Kali . . . . .    | 13,044 "  | 12,064 "  | 21,879 "    | 19,604 "  |
| Natron . . . .    | 1,790 "   | 0,500 "   | 3,157 "     | 1,247 "   |
| Schwefelsäure .   | 4,246 "   | 2,641 "   | 6,577 "     | 3,282 "   |
| Phosphorsäure .   | 2,970 "   | 2,892 "   | 6,130 "     | 6,020 "   |
| Chlor . . . . .   | 3,130 "   | 1,700 "   | 3,914 "     | 1,934 "   |

Aus diesen Zahlen ergibt sich Folgendes:

1. In dem kurzen Zeitraume der Dauer des Versuches ist eine sehr bedeutende Menge von Mineralstoffen löslich geworden. Die höchsten Angaben beziehen sich auf das Kali, die Phosphorsäure, die Kieselsäure und den Kalk, weil diese Stoffe von den Pflanzen in größter Menge aufgenommen wurden. Von den drei erstgenannten Stoffen wissen wir, daß sie in hohem Grade der Absorptionskraft der



Erden unterliegen, aus den rohen Erden konnten sich daher nur geringe Mengen dieser Stoffe lösen, während die für die Aufnahme der Nährstoffe durch die Pflanzen geltenden Gesetze den Pflanzen eine größere Menge hiervon zugänglich machten. Alle Pflanzennährstoffe scheinen in der Ackererde je nach der chemischen und physikalischen Constitution derselben mehr oder minder der Absorptionskraft zu unterliegen, die absorbirten Stoffe sind jedoch durch die Absorption den Pflanzen nicht völlig entzogen, sondern sie werden denselben nur sparsamer zugetheilt. Die Erfahrungen aus der landwirthschaftlichen Praxis deuten jedoch darauf hin, daß in manchen Bodenarten das Löslichwerden der absorbirten Stoffe so langsam vor sich geht, daß die löslich werdenden Mengen nicht zur Ernährung der Culturpflanzen ausreichen, während alle Mittel, welche die Auflösung der absorbirten Stoffe fördern, auch das Pflanzenwachsthum entsprechend vergrößern.

2. Die Pflanzen vermochten bei weitem größere Mengen von Mineralstoffen aus den Erden aufzunehmen, als durch die angewandte Wassermenge daraus gelöst wurden. Es darf dies nicht befremden, da die in der Ackererde stattfindenden Vorgänge — die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit, welche Kohlensäure, Humusäuren und Salze gelöst enthält — einerseits auf die assimilirbar vorhandenen Bodenbestandtheile voraussichtlich von stärker lösendem Einflusse sein müssen, als die nur kurze Behandlung der Erden mit destillirtem Wasser; andererseits sind aber unlösliche Bodenbestandtheile durch diese Vorgänge in lösliche Verbindungen übergeführt worden. Es ist nicht möglich zu bestimmen, welcher Theil der gelösten Stoffe vorher in der Ackererde mechanisch gebunden (absorbirt) und welcher Theil chemisch gebunden in den Erden enthalten war.

3. Die Erwärmung hat in der humusarmen Erde die Verwitterung nur wenig befördert, bei der humusreicheren Erde sind dagegen fast alle Pflanzennährstoffe durch die Erhöhung der Temperatur in erheblich größerer Menge gelöst worden.

4. Der Humuszusatz hat bei gewöhnlicher Temperatur nur die löslichen Mengen von Kali und Phosphorsäure namhaft erhöht; bei erhöhter Temperatur wirkte er dagegen auf fast alle mineralischen Pflanzennährstoffe lösend ein. In beiden Fällen sind es vorzugsweise das Kali und die Phosphorsäure, deren lösliche Mengen durch den Humuszusatz vergrößert wurden, die Löslichkeit des Kalks wurde wenig erhöht, wahr-

scheinlich war der Kalk größtentheils als Gyps in der Erde enthalten, oder der durch die zersetzende Wirkung der Kohlensäure aus den Silikaten des Bodens gebildete kohlensaure Kalk setzte sich wenigstens später mit den schwefelsauren Salzen des Erdbodens um.

### Die in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandtheile der Erden.

Die mit Wasser ausgezogenen Erden wurden wieder getrocknet und ein Theil davon mit dem Vierfachen seines Gewichts an verdünnter Salzsäure (1 Th. Salzsäure von 1,18 sp. G. und 3 Th. Wasser) eine Stunde in der Wärme digerirt und dann unter Zusatz von etwas Salpetersäure bis zum Kochen erhitzt, um etwa vorhandenes Eisenoxyduloxyd in Oxyd überzuführen. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde zur Trockne verdampft, um die Kieselsäure abzuscheiden, und dann die übrigen Bestandtheile ermittelt.

25 Kilogramm Erde enthielten an in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandtheilen:

|                         | Rohr Erden ohne Pflanzen. |             | Erden, in denen Pflanzen gezogen waren. |             |            |             |
|-------------------------|---------------------------|-------------|-----------------------------------------|-------------|------------|-------------|
|                         | Humusarm.                 | Humusreich. | Humusarm.                               | Humusreich. | Humusarm.  | Humusreich. |
| Kieselsäure . . . . .   | 33,750 Gr.                | 31,750 Gr.  | 35,500 Gr.                              | 34,000 Gr.  | 35,500 Gr. | 36,250 Gr.  |
| Kalk . . . . .          | 39,750 "                  | 57,250 "    | 49,250 "                                | 62,000 "    | 49,250 "   | 60,000 "    |
| Magnesia . . . . .      | 20,500 "                  | 34,250 "    | 20,000 "                                | 36,750 "    | 22,250 "   | 36,000 "    |
| Kali . . . . .          | 17,250 "                  | 22,250 "    | 10,000 "                                | 9,420 "     | 9,300 "    | 11,250 "    |
| Natron . . . . .        | 2,500 "                   | 3,250 "     | 1,000 "                                 | 1,760 "     | 1,800 "    | 0,620 "     |
| Schwefelsäure . . . . . | 4,200 "                   | 7,030 "     | 2,400 "                                 | 4,200 "     | 3,775 "    | 4,125 "     |
| Phosphorsäure . . . . . | 22,500 "                  | 23,750 "    | 23,000 "                                | 21,860 "    | 21,250 "   | 23,750 "    |

Zur besseren Uebersicht der in den löslichen Zustand übergeführten Mineralstoffmengen gebe ich auch für diese Stoffe eine Zusammenstellung, in welcher unter a die Mineralbestandtheile der Ernten, die in Wasser löslichen Bodenbestandtheile und die in Salzsäure löslichen Stoffe zusammenaddirt sind; unter b sind die löslich gewordenen Mengen aufgeführt; diese Zahlen sind gefunden durch Subtraction der in den rohen Erden enthaltenen Mengen an in Wasser und Salzsäure löslichen Stoffen von der unter a angegebenen Gesamtmenge.

**Hohe Erden ohne Pflanzen. Erden, in denen Pflanzen gezogen waren  
Nicht erwärmt.**

|                   | Humusarm.  |            | Humusreich. |           | Humusarm.  |           | Humusreich. |    |
|-------------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|-----------|-------------|----|
|                   | a.         | b.         | a.          | b.        | a.         | b.        | a.          | b. |
| Kieselsäure . . . | 35,150 Gr. | 33,125 Gr. | 43,531 Gr.  | 8,381 Gr. | 41,682 Gr. | 8,557 Gr. |             |    |
| Kalk . . . . .    | 44,340     | 62,400     | 55,916      | 11,576    | 70,177     | 7,777     |             |    |
| Magnesia . . .    | 20,560     | 34,342     | 20,387      | —0,173    | 37,638     | 3,296     |             |    |
| Kali . . . . .    | 18,230     | 24,525     | 23,343      | 5,113     | 30,402     | 5,877     |             |    |
| Natron . . . .    | 3,790      | 5,160      | 2,774       | —1,016    | 8,806      | 3,646     |             |    |
| Schwefelsäure .   | 5,815      | 10,325     | 4,863       | —0,942    | 7,921      | —2,404    |             |    |
| Phosphorsäure     | 22,578     | 23,960     | 25,937      | 3,359     | 26,967     | 3,107     |             |    |

Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.

Erwärmt.

|                   | Humusarm.  |           | Humusreich. |            |
|-------------------|------------|-----------|-------------|------------|
|                   | a.         | b.        | a.          | b.         |
| Kieselsäure . . . | 40,682 Gr. | 5,532 Gr. | 45,477 Gr.  | 12,352 Gr. |
| Kalk . . . . .    | 57,969     | 13,629    | 69,626      | 7,226      |
| Magnesia . . .    | 22,526     | 1,966     | 36,780      | 2,438      |
| Kali . . . . .    | 22,344     | 4,114     | 33,129      | 8,604      |
| Natron . . . .    | 3,590      | —0,200    | 3,777       | —1,383     |
| Schwefelsäure .   | 8,021      | 2,216     | 10,702      | 0,377      |
| Phosphorsäure     | 24,220     | 1,642     | 29,880      | 6,020      |

Die Betrachtung dieser Zahlenangaben lehrt:

1. Daß durch die Verwitterung auch der Gehalt der Erden an in verdünnter Salzsäure löslichen Bestandtheilen sich während der Versuchsdauer bei den meisten Stoffen bedeutend erhöht hat. Auch der Kalkgehalt hat sich hier vergrößert, vorzugsweise jedoch in den humusarmen Erden.

2. Vergleicht man die Erhöhung, welche die in Salzsäure löslichen Bodenbestandtheile einerseits und andererseits die in Wasser löslichen Stoffe, denen ich hierbei die Bestandtheile der Pflanzen hinzurechne, durch die Verwitterung erfahren haben, so zeigt dies, daß die Vorgänge in der Ackererde sich während der Vegetationszeit der Pflanzen vorzugsweise dahin geltend machten, die in Wasser löslichen Stoffe zu vermehren. Jede culturfähige Ackererde enthält große Mengen von Pflanzennährstoffen in der Form, daß sie durch verdünnte Säuren in Lösung übergeführt werden, von diesen Stoffen ist aber nur ein kleiner Theil durch Wasser ausziehbar. In der fein zertheilten Ackererde werden diese Stoffe nach und nach in Wasser löslich gemacht, Hand in Hand damit, nur relativ langsamer, geht die Ueberführung der in Säuren unauflöslchen

Silikate des Bodens in Zeolithe und andere durch Säuren zersetzbare Verbindungen.

3. Während der Vegetationszeit ist die Umwandlung der in Salzsäure löslichen Bestandtheile in Verbindungen, welche in Wasser löslich sind, stärker, als der Uebergang der in Säuren unlöslichen in durch Säuren zersetzbare Verbindungen. Die Erden sind daher nach der Ernte ärmer an manchen nur in Salzsäure löslichen Bestandtheilen, namentlich an Kali, als vorher. Während der Ruhezeit des Ackerbodens wird sich das Verhältniß wahrscheinlich wieder günstiger für die in Salzsäure löslichen Stoffe stellen; die stärkere mechanische Verwitterung wird hierzu mitwirken.

### Die organischen Bestandtheile der Erden.

Zur Bestimmung der organischen Stoffe in den Erden wurden diese zunächst bei 130° C. getrocknet und sodann bis zur Zerstörung aller organischen Theile geglüht. Die geglühten Erden wurden mit einer Lösung von Ammoniumsulfocarbonat angefeuchtet, wieder getrocknet, und nochmals stark erhitzt.

Die so erhaltenen Werthe für den Humusgehalt sind auf 25 Kilogr. Erde berechnet:

Rohre Erden.

Erden, in denen Pflanzen gezogen waren.

Nicht erwärmt.

Erwärmt.

| Humusarm.  | Humusreich. | Humusarm.  | Humusreich. | Humusarm.  | Humusreich. |
|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| 730,00 Gr. | 1231,00 Gr. | 579,75 Gr. | 1030,00 Gr. | 440,00 Gr. | 760,00 Gr.  |

Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt wurde durch Verbrennen der Erden mit Kupferoxyd nach der Methode von Bunsen bestimmt, der Stickstoffgehalt durch Verbrennen mit Natronkalk. Die genaue Bestimmung des Stickstoffs in Substanzen, welche davon einen so geringen Procenttheil enthalten, ist nicht leicht ausführbar. Ich verwendete 25—30 Grm. Erde, welche in einer Verbrennungsröhre von bedeutender Länge und Weite mit ausgeglühtem Natronkalk gemischt und dann verbrannt wurden. Das gebildete Ammoniak wurde in Salzsäure aufgefangen und als Platinsalmiak, zur Controle auch noch als metallisches Platin gewogen.\*)

\*) Die meisten der bis jetzt mit Ackererde ausgeführten Stickstoffanalysen können nur annähernd richtige Resultate geliefert haben, da es ja bekannt ist,

In 25 Kilogr. Erde waren enthalten:

|             | Rohe Erden. |             | Erden, in denen Pflanzen gezogen waren |             |            |             |
|-------------|-------------|-------------|----------------------------------------|-------------|------------|-------------|
|             | Humusarm.   | Humusreich. | Nicht erwärmt.                         |             | Etwärmt.   |             |
|             | Humusarm.   | Humusreich. | Humusarm.                              | Humusreich. | Humusarm.  | Humusreich. |
| Kohlenstoff | 380,50 Gr.  | 661,25 Gr.  | 310,75 Gr.                             | 564,00 Gr.  | 224,50 Gr. | 395,24 Gr.  |
| Wasserstoff | 35,25 "     | 60,25 "     | 30,25 "                                | 49,50 "     | 20,25 "    | 39,67 "     |
| Stickstoff  | 13,50 "     | 24,00 "     | 11,50 "                                | 18,75 "     | 6,75 "     | 12,92 "     |
| Sauerstoff  | 300,75 "    | 482,50 "    | 227,25 "                               | 397,75 "    | 188,50 "   | 322,17 "    |

Berechnet man aus den durch Glühen gefundenen Ziffern für die organischen Stoffe der Erden die procentische Zusammensetzung der in den Erden enthaltenen Stoffe dieser Art, so ergibt sich für diese:

|             | Rohe Erden. |             | Erden, in denen Pflanzen gezogen waren |             |           |             |
|-------------|-------------|-------------|----------------------------------------|-------------|-----------|-------------|
|             | Humusarm.   | Humusreich. | Nicht erwärmt.                         |             | Etwärmt.  |             |
|             | Humusarm.   | Humusreich. | Humusarm.                              | Humusreich. | Humusarm. | Humusreich. |
| Kohlenstoff | 52,12       | 53,96       | 53,60                                  | 54,76       | 51,02     | 50,69       |
| Wasserstoff | 4,83        | 4,90        | 5,21                                   | 4,81        | 4,60      | 5,22        |
| Stickstoff  | 1,85        | 1,95        | 1,99                                   | 1,82        | 1,54      | 1,70        |
| Sauerstoff  | 41,20       | 39,19       | 39,20                                  | 38,61       | 42,84     | 42,39       |
|             | 100,00      | 100,00      | 100,00                                 | 100,00      | 100,00    | 100,00      |

Hieraus ergibt sich:

1. Die procentische Zusammensetzung der organischen Stoffe in den verschiedenen Erden zeigte nur geringe Unterschiede; während der Vegetation der Pflanzen sind die Humusstoffe bei gewöhnlicher Bodentemperatur etwas reicher, bei gesteigerter Wärme etwas ärmer an Kohlenstoff geworden. Die Angaben für den Gehalt an Kohlenstoff sind für alle sechs Erden geringer, als der mittleren Zusammensetzung der Humusstoffe (58 % Kohlenstoff) entspricht; hierbei ist zu berücksichtigen, daß bei der Bestimmung des Humusgehalts durch Glühen der Erden voraussichtlich stets etwas zu viel gefunden wird, weil die im Boden enthaltenen Hydrate von Eisenoxyd und Thonerde in der Glühhitze ihr Hydratwasser verlieren.

daß beim Glühen von salpetersauren Salzen mit Natronkalk unter Anwesenheit organischer Stoffe sich ein aliquoter Theil der Salpetersäure in Ammoniak umwandelt. Bei genauen Bestimmungen des Stickstoffs organischer Stoffe, welche salpetersaure Salze enthalten, muß hierauf Rücksicht genommen werden, was bei der Ackererde, welche doch selten ganz frei von salpetersauren Salzen ist, bis jetzt nicht geschehen zu sein scheint.

2. In den Erden, welche zu den Versuchen gedient hatten, war die Menge der organischen Stoffe bedeutend vermindert. Je mehr die Erden organische Stoffe enthielten, eine um so größere Menge ist zersetzt worden; in den erwärmten Erden ist die Zersetzung weit rascher vor sich gegangen, als bei gewöhnlicher Temperatur. Relativ zu dem ursprünglichen Gehalt an Humus beträgt die zersetzte Menge:

|                           | Bei gewöhnlicher<br>Bodentemperatur. | Bei gesteigerter<br>Bodentemperatur. |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| In den humusarmen Erden   | 150,25 Grm. = 20,6 %                 | 290 Grm. = 39,7 %                    |
| In den humusreichen Erden | 201,00 „ = 16,3 %                    | 471 „ = 38,3 %                       |

3. Aus dem Kohlenstoffgehalt der verschiedenen Erden berechnen sich folgende Verluste:

|                            | Bei gewöhnlicher<br>Bodentemperatur. | Bei gesteigerter<br>Bodentemperatur. |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| In den humusarmen Erden    | 69,75 Grm. = 18,3 %                  | 156,00 Grm. = 41 %                   |
| In den humusreichen Erden  | 100,25 „ = 15,1 %                    | 279,01 „ = 42 %                      |
| Es wurden also gebildet an |                                      |                                      |
| Kohlensäure:               |                                      |                                      |
| In den humusarmen Erden    | 256 „                                | 572 „                                |
| In den humusreichen Erden  | 368 „                                | 1023 „                               |

Diese Mengen sind sehr groß; wir sehen daraus, welche enormen Mengen von Kohlensäure der humushaltige Ackerboden zu bilden vermag, wenn die erforderlichen Bedingungen: Luftwechsel und genügend hohe Temperatur, erfüllt werden.

4. Der Verlust an Humusbestandtheilen betrug auf 25 Kilogramm Erde berechnet:

|             | Bei gewöhnlicher Bodentemperatur. |                       | Bei gesteigerter Bodentemperatur |                       |
|-------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
|             | In humusarmer Erde.               | In humusreicher Erde. | In humusarmer Erde.              | In humusreicher Erde. |
| Kohlenstoff | 69,75 Grm.                        | 100,25 Grm.           | 156,00 Grm.                      | 279,01 Grm.           |
| Wasserstoff | 5,00 „                            | 10,75 „               | 15,00 „                          | 20,58 „               |
| Stickstoff  | 2,00 „                            | 5,25 „                | 6,75 „                           | 11,08 „               |
| Sauerstoff  | 73,50 „                           | 84,75 „               | 112,25 „                         | 160,33 „              |

5. In den geernteten Pflanzen waren folgende Mengen von Kohlenstoff enthalten, unter der Annahme, daß die organische Substanz aller vier Ernten eine gleiche Zusammensetzung hatte:

|  | Bei gewöhnlicher Bodentemp. gewachsen. | Bei gesteigerter Bodentemp. gewachsen. |                     |                       |
|--|----------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|  | In humusarmer Erde.                    | In humusreicher Erde.                  | In humusarmer Erde. | In humusreicher Erde. |
|  | 110 Grm.                               | 214 Grm.                               | 130 Grm.            | 260 Grm.              |

Bei den erwärmten Erden trat also die Verwesung des Humus rasch ein, daß die hierdurch gebildete Kohlenäure zur Deckung des Bedarfs der Pflanzen an Kohlenstoff ausreichte, bei den nicht erwärmten Erden hatten die Pflanzen dagegen mehr Kohlenstoff in organische Verbindungen übergeführt, als durch Drydation des Humus in unorganische Verbindung zurückging.

6. Vergleicht man den Stickstoffgehalt der geernteten Pflanzsubstanz mit dem Verluste des entsprechenden Bodens an diesem Stoff, so sieht man, daß bei den beiden nicht erwärmten Erden der Stickstoffverlust ungefähr so viel beträgt, als dem Gehalte der Ernte entspricht. Bei den erwärmten Erden betrug dagegen der Stickstoffverlust mehr, als in der Ernte wieder erhalten wurde.

Es betrug

|                               | bei der nicht erwärmten |              | bei der erwärmten |              |
|-------------------------------|-------------------------|--------------|-------------------|--------------|
|                               | humusarmen              | humusreichen | humusarmen        | humusreichen |
|                               | Erde                    | Erde         | Erde              | Erde         |
| der Stickstoffverlust         | 2,00 Gr.                | 5,25 Gr.     | 6,75 Gr.          | 11,08 Gr.    |
| die geerntete Stickstoffmenge | 2,81 „                  | 6,14 „       | 3,81 „            | 7,96 „       |

Die Differenzen in den die nicht erwärmten Erden betreffenden Angaben sind zu gering, um Beachtung zu verdienen, sie werden ihren Grund in einer Ungenauigkeit der Bestimmung des Stickstoffs haben, obgleich bei zwei Bestimmungen fast absolut gleiche Resultate erhalten wurden. Ich glaube vielmehr, daß diese Untersuchung eine Bestätigung der von Boussingault, Lawes, Gilbert, Pugh u. A. gemachten Erfahrung liefern, daß unsere Culturpflanzen ihren Stickstoffbedarf aus chemischen Verbindungen entnehmen und ihnen das Vermögen, den freien Stickstoff der Luft zu assimiliren, abgeht. Es muß hiernach der Erdboden mindestens so viel Stickstoff abgeben, als die geernteten Pflanzen (Gramineen) enthalten, oder da sich bei der Verwesung organischer Stoffe nach Reiset freier Stickstoff entwickelt und außerdem der Erdboden mit dem verdunstenden Wasser noch etwas kohlensaures Ammoniak an die Luft abgibt, so muß der Verlust des Erdbodens an Stickstoff noch etwas größer sein. Ein Ersatz wird dem ungedüngten Ackerboden nur in den durch elektrische Entladungen in der Atmosphäre gebildeten Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs geleistet, denn das in der Luft enthaltene Ammoniak, welches die Pflanzen nach den von Dr. Sachs und mir angestellten Versuchen, deren Resultate ich nicht Anstand nehme, auf die Vegetation im Allgemeinen auszudehnen, direct durch die Blätter auf-

zurechnen vermögen, kommt in letzter Instanz zum größten Theile aus dem Erdboden. Bei den erwärmten Erden stellte sich ein größerer Verlust an Stickstoff heraus, als der von den Pflanzen assimilirten Menge entsprach; es sind von diesen flüchtige Verwesungsproducte (kohlenfaures Ammonial und freier Stickstoff) an die Atmosphäre abgegeben worden.

7. Von Interesse ist es, die löslich gewordenen Stickstoffmengen zu berechnen. Wenn man von dem Stickstoffgehalt der Ernte diejenigen Mengen in Abzug bringt, welche die rohen Erden in der Form von Ammonial und Salpetersäure — also in direct assimilirbarer Form — enthalten, und dem Reste die nach vollzogener Ernte in denselben Verbindungen in den Erden verbliebenen Stickstoffmengen hinzurechnet, so erhält man die Stickstoffmenge, welche in unorganische Verbindungen — Ammonial und Salpetersäure — und aus diesen in die Pflanzen übergegangen ist.

Die Berechnung ergiebt:

|                                                                                            | Für die nicht erwärmten Erden. |               | Für die erwärmten Erden. |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------|--------------------------|---------------|
|                                                                                            | Humusarm.                      | Humusreich.   | Humusarm.                | Humusreich.   |
| Die rohe Erde enthielt als $\text{NO}_3$ . . .                                             | —                              | Gr. 1,110 Gr. | —                        | Gr. 1,110 Gr. |
| „ „ „ „ „ $\text{NH}_3$ . . .                                                              | 0,791                          | „ 1,884       | „ 0,791                  | „ 1,384       |
| In der Ernte waren enthalten . . .                                                         | 2,810                          | „ 6,146       | „ 3,820                  | „ 7,960       |
| Differenz . . . . .                                                                        | 2,019                          | „ 3,646       | „ 3,029                  | „ 5,466       |
| Nach der Ernte enthielten die Erden noch                                                   |                                |               |                          |               |
| als $\text{NO}_3$ . . .                                                                    | —                              | „ 0,278       | „ 0,962                  | „ 1,110       |
| als $\text{NH}_3$ . . .                                                                    | 0,198                          | „ 0,354       | —                        | „ 0,138       |
| Die Menge des in unorganische Verbindungen übergeführten Stickstoffs betrug also . . . . . | 2,217                          | „ 4,278       | „ 3,991                  | „ 6,714       |

Es verdient gewiß Beachtung, daß aus diesen stickstoffarmen Erden so bedeutende Mengen von Stickstoff durch die Verwesung den Pflanzen zugänglich wurden.

Der Gehalt der Erden an Ammonial und Salpetersäure.

Zur Bestimmung der Salpetersäure wurden die Erden mit Wasser ausgelaugt, der Auszug durch Abdampfen concentrirt und die darin enthaltene Salpetersäure nach der Methode von Schulze bestimmt, wobei natürlich das vorher darin enthaltene Ammonial zuvor entfernt wurde.

Zur Bestimmung des Ammonials wurden die Erden mit Bleioxyd so lange gelocht, als das Destillat noch alkalisch reagirte; dieses



wurde in titrirter Schwefelsäure aufgefangen und mit Natronlauge gemessen.

Ich fand auf 25 Kilogramm Erde folgende Mengen von Salpetersäure und Ammonial:

|               | In den rohen Erden. |             | In den Erden, welche Pflanzen getragen hatten |             |           |             |
|---------------|---------------------|-------------|-----------------------------------------------|-------------|-----------|-------------|
|               |                     |             | Nicht erwärmt.                                |             | Erwärmt.  |             |
|               | humusarm.           | humusreich. | humusarm.                                     | humusreich. | humusarm. | humusreich. |
| Salpetersäure | Spur                | 4,280 Gr.   | Spur                                          | 1,070 Gr.   | 3,710 Gr. | 4,280 Gr.   |
| Ammonial      | 0,960 Gr.           | 1,680 „     | 0,240 Gr.                                     | 0,430 „     | Spur      | 0,168 „     |

Der Ammonialgehalt hat in den cultivirten Erden überall abgenommen, dagegen hat der Gehalt an Salpetersäure in der erwärmten humusarmen Erde zugenommen. Unter gewöhnlichen Temperaturverhältnissen wurde der Erdboden durch die Vegetation ärmer an löslichen assimilirbaren Stickstoffverbindungen.

#### Untersuchung der Buchenerde.

Als Appendix theile ich noch die Analyse der zu den vorbeschriebenen Versuchen benutzten Buchenerde mit. Durch Abstreifen von ungelödeten Holztheilen befreit, enthielt sie in dem Zustande, in welchem sie zur Verwendung kam:

|                     |        |
|---------------------|--------|
| Wasser . . . .      | 62,04  |
| Organische Stoffe . | 25,96  |
| Mineralische Stoffe | 12,00  |
|                     | <hr/>  |
|                     | 100,00 |

|                  |         |
|------------------|---------|
| Sand und Erde    | 8,897 % |
| Stickstoff . . . | 0,432 = |
| Ammonial . . .   | 0,072 = |
| Salpetersäure .  | 0,015 = |

Die Elementaranalyse ergab folgende Zusammensetzung.

|              | 100 Theile Humus. | 100 Theile der organischen Substanz des Humus. |
|--------------|-------------------|------------------------------------------------|
| Kohlenstoff  | 15,94             | 61,40                                          |
| Wasserstoff  | 1,37              | 5,28                                           |
| Stickstoff . | 0,47              | 1,81                                           |
| Sauerstoff   | 8,18              | 31,51                                          |
|              | <hr/>             | <hr/>                                          |
|              | 25,96             | 100,00                                         |

aus 100 Theilen des Buchenholzes ließen sich folgende Stoffe  
a durch Wasser, b durch verdünnte Salzsäure auflösen:

|                    | a      | b             |
|--------------------|--------|---------------|
| Kieselsäure . . .  | 0,0082 | 0,2940        |
| Kalk . . . . .     | 0,0264 | 0,7073        |
| Magnesia . . . .   | Spur   | 0,2446        |
| Kali . . . . .     | 0,0568 | 0,5155        |
| Natron . . . . .   | 0,0114 | 0,0343        |
| Schwefelsäure . .  | 0,0296 | 0,1017        |
| Phosphorsäure . .  | Spur   | 0,1346        |
| Eisenoxyd und      |        |               |
| Manganoxyduloxyd   | —      | 0,1728        |
| Thonerde . . . .   | —      | 0,1056        |
| Chlor . . . . .    | —      | 0,0022        |
| Organische Stoffe  | 0,1400 | 2,3116        |
| Stickstoff . . . . | 0,0082 | Sand u.       |
|                    |        | Erde 8,8973   |
|                    |        | <hr/> 11,2089 |

## Ueber einige Vorgänge beim Keimen der Samen unter normalen und abnormen Umständen

von

Dr. W. Knop.

Setzt man ausgewählte gesunde Samen der Getreidearten in Glasperlen oder in sorgfältig geschlämmten und von allen thonigen Theilen befreiten Quarzsand keimen, so beobachtet man zu Zeiten, daß von dem ausgelegten Samen überhaupt nur eine kleine Anzahl aufgeht und daß die aufgehenden kranke Pflänzchen hervorbringen, deren Farbe im Sonnenlichte nicht grasgrün wird. Solche Pflanzen bekommen ein grünlichgelbes Ansehen, und setzt man sie später in neutrale Lösungen verschiedener Salze, unter welchen sich salpetersaure befinden, so erlangen sie auch darin das gesunde Grün nicht wieder, im Gegentheil nimmt das Vergilben zu und die Pflanzen sterben später, ohne an Trockensubstanz einen Zuwachs bekommen zu haben, ab.

Ich habe diese Erscheinung bereits eine längere Reihe von Jahren hindurch verfolgt, konnte aber die Ursache, welche diese besonders in Chlorose bebingt, nicht ausfindig machen. Einstweilen fand ich indessen, daß das Keimen in den genannten Materialien, die von nun an als „nicht poröse“ bezeichnet sein mögen, im Frühjahr bei 10 bis 15° Lufttemperatur viel besser von Statten ging, als im hohen Sommer, bei der höheren Temperatur von 15 bis 25° und darüber.

Bekanntlich haben Physiologen die Ansicht aufgestellt, daß zur Ausbildung des Blattgrüns Eisensalze unentbehrlich seien. In der That gelang es mir mitunter die eingetretene Chlorose durch Zufügen von Eisensalzen zu heben, in sehr vielen Fällen aber auch wieder nicht.

Daß dieser Urzustand ein wesentliches Hinderniß bei den Versuchen Pflanzen in wässrigen Lösungen zu ziehen ist, braucht wohl nur darum hier erwähnt zu werden, um hervorzuheben, wie viel darauf ankam, die Ursache dieses Erkrankens ausfindig zu machen.

Durch die im vorigen Sommer gemachte und Heft 9. S. 25 mitgetheilte Beobachtung, daß die Lösung salpetersaurer Salze an Pflanzen, sobald dieselben darin wachsen, dadurch alkalisch gemacht werden, daß die Salpetersäure zerfällt und dadurch die an diese Säure gebundenen Basen frei werden, wurde ich darauf hingeführt, die Ursache jener bei keimenden Gräsern schon eintretenden Chlorose zu erörtern, und ich habe noch im vorigen Herbst Versuche angestellt, welche wie ich glaube keinen Zweifel darüber lassen, daß lebhaft in Folge eintretender Fäulniß der Eiweißkörper sich im keimenden Samen unter Umständen geringe Mengen Ammoniak bilden, welche den Pflanzenfaser, der stets sauer bleiben muß, wenn die Pflanze gedeihen soll, alkalisch machen.

Inde: alkalische Lösung aber, die von einer Pflanze aufgezogen wird, ändert die Farbe der grünen Blätter in Gelb um, und damit erkrankt die Pflanze.

Ich beschreibe in Folgendem die erwähnten Versuche, weil sie nachthun, auf welche Weise man behufs der Cultur von Pflanzen in wässrigen Salzlösungen, sich von einem vorangehenden Keimen in Erde oder Eige spänen oder andern nicht indifferenten Bodanmaterialen unabhängig machen und das Ziel erreichen kann, Pflanzen vom Samen an, bei Ausschluß des Bodens zu ziehen.

So einfach gegenwärtig die Sache ist, so will ich bemerken, daß der wahre Grund dieser Erscheinung doch erst dann gefunden werden

konnte, als die den Pflanzen als notwendig zuzuschreibenden Salze durch anderweitige Versuche auf eine sehr geringe Anzahl beschränkt worden war, und ich muß hier daran erinnern, daß ich den Mais, den Oafer, die Gerste und den Roggen mit den fünf Salzen:

Kalifalpeter, Kalkalpeter, Bittersalz, phosphorsaures Kali und phosphorsaures Eisenoxyd,

gezogen habe, so wie, daß sich aus einem von mir mit Kreffe angestellten Versuche (S. Chem. Centralblatt. 1861. S. 476) und aus den von Herrn Wolf mit Mais angestellten und weiter ausgehnuten Versuchen (Chem. Centralblatt. 1861. S. 572) bereits ergeben hatte, daß im Widerspruche mit der Behauptung, die Chlorose der Pflanze, trete bei Mangel an Eisen in der Nährstofflösung ein, und lasse sich durch Zufügen von Eisenlösungen heben, nicht das Eisen es ist, sondern die in den zugefügten Eisensalzen enthaltene Säure, welche die Ursache derjenigen Art Chlorose von der hier die Rede ist, dadurch hebt, daß sich Eisenoxyd in die Zellenmembran der Wurzel wieder schlägt und freie Säure in den Pflanzenaft geht, und so das Alkalischwerden der letzteren verhütet.

Die Thatfache, daß die Wurzeln der Pflanzen in Lösungen, welche salpetersaure Salze enthalten, eine alkalische Reaction hervorbringen, ist, seitdem ich dieses Verhalten verfolgte, auch von Stohmann aufgefunden und im Märzhefte der (Annal. der Chem. u. Ph. so wie in Homberg's Journ. Januarheft für 1862), beschrieben.

Stohmann's Beobachtungen stimmen mit den meinigen in diesem Punkte ganz überein, und seine Arbeit und die meinige ergänzen sich, obschon wir ganz unabhängig von einander arbeiteten. Meine Versuche für sich allein würden zu dem Schlusse geführt haben, man müsse den Pflanzen neutrale Lösungen geben, aus Stohmann's Arbeit würde man den Schluß ziehen müssen, die Lösungen müßten sauer sein, während aus beiden zusammen sich ergibt, daß die Lösungen sowohl neutral wie sauer sein können, daß der Experimentator aber continuirlich die allmählig eintretende Alkalität der Lösungen aufheben muß, sei dies durch Entfernen der alten Lösungen, wie es von mir geschah, oder durch wiederholtes Neutralisiren der Alkalien mittels Säure, wie es Stohmann bewerkstelligte.

Die ganzen Differenzen zwischen meinen und Stohmann's Angaben liegen nur noch darin, daß Stohmann Kieselsäure, Natron- und Ammo-

nial für nothwendig hält, während ich diese Stoffe Gräsern gar nicht mehr gegeben habe.

Wußte man nun einmal, daß mit den genannten fünf Salzen es jedenfalls möglich ist, eine Pflanze von Samen an in wässrigen Lösungen zu ziehen, und daß der Schwerpunkt aller Schwierigkeiten, welche dieser Methode der Forschung bisher vorausgingen, eben in dem Umstande liegt, daß die Pflanze keine alkalische Nährstofflösung verträgt, so war es leicht, darauf zu kommen, daß dieselbe Ursache des Erkrankens schon beim Samen sich einstellen dürfte, sobald er nicht in porösem mit Flächenattraction begabten Materiale keimt.

Die fruchtbare Ackerkrume entzieht unzweifelhaft vermöge ihrer Flächenattraction keimenden Samen das schädliche Ammonial. Läßt man Samen in Sägespänen keimen, so vermögen diese ebenfalls als poröse Partikeln eine ähnliche Wirkung auszuüben, aber noch mehr, man beobachtet, daß das Wasser, womit Sägespäne stehen bleiben, sehr schnell sauer wird und erkennt somit auf der Stelle, daß eben diese Säure eine alkalische Reaction aufzuheben vermag. Der von thonigen Theilen befreite Sand dagegen oder Glasperlen, welche ganz indifferent gegen den Samen sind, vermögen an den chemischen Vorgängen der Keimung nichts zu ändern, und daher kommt es, daß gerade im hohen Sommer in solchem Materiale die Keimung schlechter vor sich geht, als im Frühjahr, denn in der wärmeren Jahreszeit geht der Samen beim Keimen viel leichter in partielle und totale Fäulniß über, als in der kühleren Jahreszeit des Frühlings und es ist leicht einzusehen, daß geringe Mengen Ammonial, wenn sie vom Cotyleton in den Embryo übertreten, letzteren tödten müssen, woraus es sich denn auch leicht erklärt, daß in nicht porösem Bodenmateriale oftmals der größere Theil ausgelegter Samen gar nicht aufgeht.

Man überzeugt sich leicht von dem Auftreten freien Alkalis in keimenden Samen dadurch, daß man dieselben einmal zwischen zwei Blättern blauen und ein andermal zwischen zwei Streifen rothen Lakmuspapiers zerdrückt.

Jede gesunde Wurzelfaser und jedes grüne Blatt färbt das blaue Papier, soweit der Saft aus diesen Organen gepreßt wird, roth.

Der gesund keimende Samen aber (namentlich im Frühjahr keimender) ändert oftmals weder die Farbe des rothen noch die des blauen Lakmuspapiers.

Der Same dagegen, aus dem die jungen Pflanzen gelb, statt grün hervortreten, macht stets einen mehr oder weniger deutlich blauen Fleck beiderseits auf rothem Lakmuspapier.

Untersucht man ferner die schleimige Flüssigkeit, die sich bildet, wenn man Getreidelörner in einer messerrückenviden Wasserschicht zum Keimen gebracht hat, so findet man darin stets einen Stickstoffgehalt, denn beim Verbrennen der Rückstände, welche größere Mengen solcher Flüssigkeiten beim Eintrocknen geben, erhält man ganz wesentliche Mengen Ammoniak.

Daß nun diese eintretende Alkalität wirklich die Ursache der bezeichneten Art der Chlorose ist, geht aus folgenden Versuchen, dieselbe zu heben, wie ich glaube, unzweideutig hervor.

Anfangs September vorigen Jahres säete ich eine Anzahl Haferkörner in Glasperlen und begoß dieselben mit Brunnenwasser und zu gleicher Zeit in ein anderes mit Perlen gefülltes Gefäß eine ähnliche Anzahl derselben Samen, begoß letztere aber mit Wasser, das durch Phosphorsäure ganz schwachsauer gemacht worden war.

In dem ersten Gefäße wurden fast alle Pflanzen bei 1 bis 2 Decim. Höhe gelb.

Die Pflänzchen des zweiten Gefäßes traten zum Theil gelb aus den Perlen hervor, wurden aber in wenigen Tagen, wo sie von der Sonne getroffen wurden, vollkommen grün. Hierauf wurden drei Gefäße vorgerichtet, in jedes 500 leb. Centim. der unten folgenden Lösungen gebracht und mit einem zwölflöcherigen Holzdeckel geschlossen. In jedes der Löcher wurde mittels Baumwolle eine Pflanze von circa 15 Centim. Höhe eingepflanzt. Die Lösung war

Im Gefäße I. nach der Formel  $MnO, SO_3 + 4CaO, NO_3 + 4KONO_3$ ,

Im Gefäße II. nach der Formel  $MnO, NO_3 + 4CaO, NO_3 + 4KONO_3$ ,  
zusammengesetzt.

Das Gefäß III. erhielt die schwefelsäurehaltige Lösung von Nr. I. und es wurde in derselben phosphorsaures Eisenoxyd aufgeschlämmt.

Von den durch diese Formeln ausgedrückten Salzlösungen erhielten diese zwölf Stück Pflanzen nach und nach so viel, daß im Eiter Flüssigkeit schließlich nahe an 5 Grm. löslichen Salzen enthalten war.

Der Lösung in Nr. III. wurde von Zeit zu Zeit 0,1 Grm. phosphorsaures Kali in Lösung mit der Pipette zugefetzt, mit den Gefäßen I. und II. aber folgendermaßen verfahren.

Zuerst wurden beide mittels Lakmus schwachblau gefärbt, und darauf wurde von einer Lösung reiner Phosphorsäure, die in 10 Cubiccentim. 0,1 Grm.  $\text{PO}_2$  enthielt, so viel hinzugesetzt, daß die Farbe des Lakmus den schätzlichen Ton annahm. Dieses geschah am 21. September 1861.

Am 12. October waren fast alle Pflanzen in den Gefäßen I. und II. chlorotisch. Die Lakmusfarbe hatte den Scharlachton verloren und einen deutlich bläulichen Schein.

Ich fügte nun ein neues Quantum der Phosphorsäurelösung dazu und schon am 17. October war die Chlorose vollkommen verschwunden, die Blätter grün und gelblichgrün gestreift, am 21. October aber waren sämtliche Blätter ganz gleichmäßig dunkelgrün.

Ich ließ die Pflanzen nun weiter vegetiren, am 24. traten die jungen Blätter wieder gelb statt grün hervor und wiederum zeigte die Lakmusfarbe jenen violetten Schein. Es wurde deshalb nochmals Phosphorsäurelösung hinzugesetzt und in wenig Tagen war die Chlorose vollständig gehoben.

Im November hatten die Pflanzen in allen drei Gefäßen stark Palme getrieben, die im Gefäße Nr. III., welches dieselbe Mischung enthielt, in welcher ich in demselben Jahre Mais und andere Gramineen zog, waren die vollkommensten.

Aber auch in den ersteren beiden Gefäßen war die Entwickelung so bedeutend, daß ich in diesem Sommer bei meinen ferneren Versuchen die bezeichneten Lösungen ganz besonders anwenden werde. Gelingt es einmal mit Kalisalpeter, salpetersauren Kalk und Bittersalz, nebst freier Phosphorsäure und ein andermal mit salpetersauren Kali, Kalk, Lasteren und freier Phosphorsäure dieselben Pflanzen zu ziehen, so wird es dann leicht sein, noch zu prüfen, welche Abnormitäten eintreten, wenn von den wenigen Basen noch eine nach der andern wegfällt.

Bei diesen im vorigen Herbst noch unternommenen Versuchen blieb schließlich die Vegetation in allen drei Gefäßen mit dem Schwinden des Effectes des Sonnenlichts stehen, so daß ich noch nicht mit Bestimmtheit angeben kann, ob jene einfachen Lösungen wirklich geeignet sind, Pflanzen vollständig zu ernähren.

So viel geht aus den vorjährigen Versuchen aber einseitigen hervor, daß bei Gegenwart freier Säure die bezeichnete Art der Chlorose

nicht eintritt. Daß bei diesen Versuchen Phosphorsäure gewählt wurde, geschah aus dem Grunde, weil diese Säure doch einmal angewandt werden mußte, und keines ihrer Salze sich eignet mit Kalk- und Talkerde-Salzen zusammen gelöst zu werden, indessen darf man gewiß nicht der Phosphorsäure specifisch jene Wirkung zuschreiben, denn es ist wohl mehr als wahrscheinlich, daß Phosphorsäure mit neutralem salpetersauren Kalk zusammengebracht zum größeren Theil mit dem Kalk sich verbinden und Salpetersäure frei machen wird.

Ich will hierbei daran erinnern, daß hinsichtlich des Factums, daß alte Samen in mit Säure versetztem Wasser besser keimen, als an und für sich, schon eine große Anzahl zum Theil sehr gründlicher Versuchsreihen vorliegen.

Bekanntlich sind die ersten Versuche der Art von Alexander von Humboldt zu Ende des vorigen Jahrhunderts angestellt. Humboldt machte vergleichende Versuche mit Chlornasser (der Zeit als oxybirte Salzsäure bezeichnet) und mit Salzsäure, und kam zu dem Resultate, das Chlornasser beschleunige die Keimung im Vergleich zur Salzsäure wesentlich. Er erklärte dies daraus, daß die oxybirte Salzsäure Sauerstoff an den Samen abgebe. (Alexander von Humboldt, Aphorismen aus der chemischen Pflanzenphysiologie. Uebersetzt von Fischer. Leipzig 1794. P. 60.)

Obschon diese Erklärung geändert werden muß, so steht die Beobachtung mit den meinigen im Einklange, denn wenn es richtig ist, daß sich beim Keimen unter Umständen Ammoniak bildet, so ist Chlor jedenfalls eins der wirksamsten Mittel um es zu zerstören.

Ueber das Verhalten der Samen beim Keimen in verdünnten Säuren haben Davy, Hopf, Pymburn, Sprengel, Otto, Leuchs, F. E. Schmidt und namentlich Göppert viele Versuche angestellt, aus denen, obschon unter den Resultaten dieser Versuche manche sich widersprechen, man doch die Ueberzeugung gewinnt, daß verdünnte Säuren, unter welchen verdünnte Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure alle schon der Prüfung unterworfen worden sind, förderlich auf das Keimen der Samen einwirken. Es ist klar, daß die Ammoniakbildung im Samen diese günstige Wirkung der verschiedensten Säuren und des Chlors gleich gut erklärt. Sie steht auch im Einklange mit den von Schnurrer gemachten Be-



obachtungen, daß Samen in mit Ammoniak versetztem Wasser nicht keimen. Auch hat Öppert gefunden, daß die Lösungen vom Kali und Natron dem Keimen hinderlich seien.

Gegen diese Angaben sprechen nur einige wenige, so z. B. eine Mittheilung, welche Lindley macht, daß nach Versuchen Lyman in alkalischen Lösungen Samen schneller als in sauren gekeimt haben sollen. Auch Monnier meint, daß alkalische Lösungen das Keimen befördern. Monnier hat auch speciell gerade vom Kaltwasser behauptet, daß es das Keimen befördere, was übrigens schon von Payen (S. Allg. Botanische Zeitung. 1835. S. 526.) vollständig widerlegt worden ist, indem dieser Forscher fand, daß in unverdünntem Kaltwasser kein Samen keimte.

Bei der so geringen Löslichkeit des Kalhydraths in Wasser aber, ist das concentrirteste Kaltwasser stets eine Flüssigkeit, die nur ein sehr geringes Quantum Alkali enthält, somit darf nun wohl im Einklange mit allen früheren Beobachtungen die Behauptung aufgestellt werden, daß schon vom Samen an und durch alle Vegetationsperioden der Pflanz hindurch, freies Alkali nicht im Pflanzensaft thätiger Zellen vorkommen darf.

Wenn man nun, sowie es bei meinen und auch bei Stohmanns Arbeiten geschah, bei den Versuchen Pflanzen in wässrigen Salzlösungen zu ziehen, gleich mit dem Samen methodisch beginnt, und denselben nicht erst in Erde oder Sägespänen keimen läßt, so muß die von mir jetzt nachgewiesene Alkalität, die im keimenden Samentorne schon sich einstellen kann, nothwendig beseitigt werden.

Demnach glaube ich behufs Anstellung derartiger Versuche jetzt rathen zu können, daß man Anfangs, wenigstens beim Keimen, die Lösungen sauer mache. Späterhin muß man je nach dem Zweck der Arbeit saure oder neutrale Lösungen anwenden, die saure Lösung, wie Stohmann sie anwandte, hat den Vorzug, daß der Spielraum für die Pflanze größer ist, d. h. daß die Lösung nach längerer Zeit als eine neutrale durch die Wurzelaußscheidungen verdorben wird.

Dagegen hat die saure Lösung den Nachtheil, daß die Veränderungen, welche die Nährstofflösung im Verlaufe der Vegetation der Pflanze erleidet, schwieriger bei ihr beobachtet werden können und daß die stets saure Beschaffenheit der Lösung manche Vorgänge, die in derselben stattfinden, ganz zudeckt.

So z. B. hätte ich bei einer sauren Lösung nicht finden können, daß das Alkalischeswerden der Lösung seinen Grund in der Zersetzung der salpetersauren Kalk- und Talkerde hat.

In der neutralen Lösung aber, mit der ich operirte, hinterließen beide Salze ihre Basen an Kohlensäure gebunden in der Lösung zurück, und gaben gleich beim Eindunsten der Lösung die Umwandlung, die sie erfahren hatten, dadurch kund, daß, in dem Maße als die Kohlensäure der Lösung mit dem Erhitzen entwich, kohlensaure Kalk- und Talkerde sich ausschieden. Bei jeder mittels einer Säure angesäuerten Lösung würden die bei der Salpetersäurezersehung frei werdenden Basen durch die zugefügte Säure wieder gebunden worden sein, und somit konnte nur die neutrale Lösung sich eignen, das Verschwinden der Salpetersäure aus derselben und das Ansammeln einer nicht unbedeutlichen Menge Kohlensäure in derselben dem Beobachter zu erkennen zu geben.

Ich muß hier nun noch eines Umstandes Erwähnung thun, der in Zukunft weiter verfolgt werden muß und gewiß dereinst ein nicht unwichtiges Merkmal zur Unterscheidung einer normalen Landpflanze von einer abnormen liefern wird. Es ist die außer mir auch noch von Andern gemachte Beobachtung, daß die Wurzeln, welche Pflanzen, die in Erde oder in thonigem Sand keimten, getrieben haben, meist alle absterben, wenn man die Pflanzen nach dem Abwaschen der Erde oder des Sandes von der Wurzel in wässrige Salzlösungen setzt, und die neue Ernährung erst dann eintritt, wenn sich ein neues, zur Aufnahme der Nahrung in Form einer Lösung geeignetes Wurzelsystem gebildet hat.

Vor der Hand muß wenigstens die Frage gestellt werden: ist die Möglichkeit, eine Pflanze in wässriger Lösung ihre Nährstoffe zu ziehen, gebunden an die gewissen Pflanzen eigene Fähigkeit, für wässrige Lösungen ein anderes organisirtes Wurzelsystem ausbilden zu können, als sie es im Boden entwickelt? Die Entscheidung dieser Frage macht anatomische Studien der im Boden und in wässrigen Lösungen wachsenden Wurzeln nothwendig und ich werde nicht unterlassen, auch in dieser Richtung, so weit es mir möglich sein wird, zu arbeiten.

Der erwähnte Umstand ist häufig die Ursache, daß Pflanzen, die man aus der Erde oder aus Sand ausgräbt, zu Anfang, wenn sie in die wässrige Lösung kommen, nur sehr verdünnte Lösungen vertragen,

und daß man sie, falls man concentrirtere anwendet, eine Zeit lang nicht einem kräftigeren Sonnenlichte aussetzen darf, weil die im perle Bodenmateriale erzeugte Wurzel die Pflanze so schlecht ernährt, daß sie in der Lösung nach wenigen Stunden Sonnenlichts in Räumen bei 20 — 25 ° Temperatur weß werden.

Derartige Maispflanzen z. B. im vierten Blatte, von circa 35—40 Quadratcentimeter Fläche aller Blätter zusammen verdunsteten oftmals in 8 Tagen kaum 20 CC. Wasser, so lange das Wasserwurzelhaar noch nicht ausgebildet ist, und gehen während dieser Zeit leicht mit wiederkehrendes Welken zu Grunde.

Man sieht aus den im Vorstehenden beschriebenen Versuchen, daß es vollkommen richtig ist, wenn ich schon früher behauptete, es sei nicht gleichgültig, ob man bei Vegetationsversuchen Samen, bevor man die wässrigen Lösungen anwendet, erst eine Zeit lang in Erde wachsen läßt oder nicht. In ersterem Falle beginnt man den Versuch mit ganz normalen Gebilden und ich habe auch früher schon versichert, daß es gar keine Schwierigkeiten habe, Pflanzen, die eine Zeit lang in Erde gestanden, zu einer weiteren Entwicklung zu bringen. Daß einzelne Acte der Vegetation sogar in bloßem Fluß- oder Brunnenwasser durchlaufen werden können, das sind uralte Erfahrungen, das Blühen der Hyacinthenzwiebeln in Wasser und das Bewurzeln der Stadtreifer beweisen dies zur Genüge.

Will man aber beweisen, daß Pflanzen den ganzen Cyclus ihrer physiologischen Prozesse, unter welchen der Reinigungsproceß kein unwesentlicher ist, in wässrigen Lösungen der ihnen nothwendigen Mineralsalze, welche ihnen, nebenbei bemerkt, nicht durch bloßes Fluß- oder Brunnenwasser geboten werden können, zu durchlaufen fähig sind, so muß man, so wie es bei meinen und auch bei Stohmann's Versuchen geschah, den Samen von vorn herein in wässrigen Lösungen und zwar nicht erst in Erde oder anderen Materialien, die chemisch auf die Wurzeln einwirken können, keimen und weiter wachsen lassen.

Möckern, den 1. Mai 1862.

## Ueber das Reifen und Nachreifen des Getreides.

Von

B. Lucanus,

Affistenten der Station Dahme.

Nachstehende Arbeit, die im Jahre 1860 zur Ausführung kam, sollte dazu dienen, den Proceß des Reisens der Pflanze und den des Nachreifens der Körner in Stroh und Spelzen nach der Ernte möglichst zu erhehlen und hierauf Bezug nehmend mit ziemlicher Sicherheit den Grad der Reife bestimmen zu können, wo bei möglichst vollkommener Ausbildung der Körner, verbunden mit einer späteren normalen Keimungskraft derselben, kein zu großer Verlust durch Ausfall der Körner eintrete. Da es ferner Thatsache ist, daß früh geerntetes Getreide nicht die Schwere eines möglichst spät geschnittenen erlangt, so galt es festzustellen, ob diese Zunahme der Körner bis zur völligen Reife durch Aufnahme von Stoffen aus dem Boden und aus der Luft oder durch Entziehung von Stoffen aus Halmen und Spelzen bewerkstelligt werde.

Zu diesen Untersuchungen wurde Roggen gewählt, und derselbe, um möglichst gleiche Pflanzen zu erzielen, in fünf Perioden stets von einer und derselben Stelle und die Pflanzen jeder Periode von möglichst gleicher Größe und Reife geerntet.

Das Material der 1. Periode wurde am 28. Juni 1860 gesammelt. Das Stroh war noch völlig grün, die Körner gleichfalls grün, sehr weich, klein, und der Saft in denselben hell und klar.

In den Körnern der 2. Periode (3. Juli) trat die Bildung von Stärke schon deutlich hervor, ihr Saft fing an milchig zu werden. Das Stroh war, wie in der 1. Periode, frisch und grün.

Wenn gleich in diesen beiden Perioden noch keine Ablagerungen von Stärke in den frischen Körnern mit dem Auge wahrgenommen werden konnten, so zeigt die spätere Analyse doch schon beträchtliche Massen derselben. Diese später gefundene Stärke ist wahrscheinlich zur Zeit der Ernte in einem löslichen Zustande als Stärke in den Körnern vorhanden gewesen, und lagerte sich dann in der Zwischenzeit bis zur Ausführung

der Analyse ab. Möglich ist jedoch auch, daß zur Zeit der Ernte größere Massen von Zucker und Dextrin in den Körnern waren, die in der Zeit bis zur Ausführung der Analyse in Stärke umbildeten und so das gefundene Resultat herbeiführten.

Zur Ernte der 3. Periode wurde am 10. Juli geschritten, als der Saft in den Körnern dick und milchig weiß war. Das Stroh war ziemlich grün.

Die am 18. Juli geschnittenen Pflanzen der 4. Periode waren in ihrer Reife bedeutend fortgeschritten, die Körner fest, die Flüssigkeiten denselben verschwunden; das Stroh gelb und ziemlich trocken. Der Zusammenhang der Körner mit den Spelzen war noch ein ziemlich loser. Ich glaube, daß diese Periode den Grad der Reife erlangt hat, in dem meistens die Ernte des Roggens begonnen wird und welche man als Gelbreife bezeichnet.

Mit der 5. Periode endlich wurde am 26. Juli der Beschluß gemacht, als der Zusammenhang der Körner und Spelzen so weit aufgelassen hatte, daß erstere schon durch einen gelinden Druck von den letzteren sich trennen ließen. Es kann diese Periode als solche gelten, die in der Landwirthschaft meistens mit völliger oder auch Ueberröthe bezeichnet wird.

Der Ernteertrag jeder dieser fünf Reifungsperioden wurde in vier Reihen getheilt.

Bei der ersten Reihe wurden am Tage der Ernte die Körner, Halme und Spelzen stets einer sofortigen Trennung unterworfen. Ein Nachreifen der Körner hier also unmöglich gemacht. Die Analyse dieser Reihe sämmtliche Reifungsperioden hindurch zusammengestellt, giebt dann die Vorgänge, die beim Reifen der Pflanze selbst stattfinden, an.

Bei der 2. Reihe wurden die Körner in Verbindung mit den Spelzen (und Spindeln der Aehre) gelassen. Ein Nachreifen der Körner hier nur auf Kosten der Spelzen möglich. \*)

Die 3. Reihe wurde so aufbewahrt, daß Körner, Halme und Spelzen im Zusammenhange blieben; es konnten daher hier die Halme an dem Nachreifen der Körner sich betheiligen.

\*) Wenn hier der Ausdruck Spelzen hingestellt wurde, so sind in denselben die Spindeln der Aehre stets mit einbegriffen.

Die analytischen Ergebnisse der 1. Reihe, denen der 2. gegenüber, ergeben die Einwirkung der Spelzen beim Prozesse des Nachreifens der Körner. Die Resultate der 3. Reihe gegenüber denen der 2. liefern dann den Einfluß der Halme bei dem gleichen Prozesse.

Die 4. Reihe endlich bildeten Pflanzen, die mit den größeren, etwa 3 — 4 Zoll langen Wurzeln aus der Erde gehoben und in destillirtes Wasser gestellt wurden. Es schien nämlich wahrscheinlich, daß die Pflanzen, wenn sie vor ihrer völligen Reife bereits sämmtliche zu ihrer Ausbildung nöthigen Stoffe in sich aufgenommen hätten, nur noch einer Zufuhr von Wasser bedürftig wären, um die vollständige Reife zu erzielen.

Bis Mitte September blieb dieser sämmtliche Roggen auf die eben mitgetheilte Weise stehen, wo dann die Trennung der einzelnen Theile zum Zweck der Untersuchung vorgenommen wurde. Ehe wir jedoch zu den erhaltenen analytischen Resultaten übergehen, halte ich es für nöthig, Einiges über die hier befolgte Methode zur Bestimmung der Stärke anzuführen.

Anfangs benutzte ich die bekannte, von Fresenius (Quantitative Analyse § 210. 2) angegebene Methode, ohne jedoch vergleichbare Resultate zu erzielen. Aus diesem Grunde war ich genöthigt, ehe die Ausführung der Arbeit vorgenommen werden konnte, einige Versuche und Bestimmungen über die Umwandlung der Stärke vermittelst Schwefelsäure in Traubenzucker anzustellen.

Bekanntlich geht durch längere Einwirkung von stärkerer Schwefelsäure ein nicht unbedeutender Theil von Holzfaser, einem Körper, dessen innere Constitution und dessen Verhalten zu Reagentien bis jetzt noch wenig bekannt ist, eben wie Stärke oder Dextrin in Traubenzucker über. Um diesem Uebelstande bei Bestimmung der Stärke abzuhelpen, halte ich es für nothwendig, die Stärke vor ihrer völligen Umwandlung in Traubenzucker von der Holzfaser zu trennen. Diese Trennung wird erreicht, wenn man den Körper 2 Stunden mit der 25fachen Menge (der genommenen Substanz) 1proc. Schwefelsäure bei circa 92—95° C. kocht. \*) Nach dieser Zeit ist die in dem Körper vorhandene Stärke vollständig in einen löslichen Zustand übergegangen, so daß dieselbe durch Filtration von den übrigen bis dahin unlöslichen Stoffen

\*) Die hier angegebene Schwefelsäure ist in vorliegender Arbeit stets nach Volumen-Procenten berechnet.

getrennt werden kann. Die Holzfaser bleibt hier vollständig ~~unlöslich~~ wie nachfolgende Versuche ergeben.

Papiermasse, 2 Stunden mit der 25fachen Menge 1 procent.

Schwefelsäure gekocht, gab in der Flüssigkeit übergeführten

|                                                                 |         |
|-----------------------------------------------------------------|---------|
| Traubenzucker . . . . .                                         | 0,841 % |
| Dieselbe Masse wie das erste Mal nochmals gekocht gab . . . . . | 0,417 % |
| Dieselbe Masse das dritte Mal gekocht . . . . .                 | 0,113 % |
| = = = vierte = = . . . . .                                      | 0,000 % |
| = = = fünfte = = . . . . .                                      | 0,000 % |

Nach dem ersten Kochen schien es, daß selbst hier noch eine Umwandlung in Traubenzucker vor sich gegangen war, die erhaltenen weiteren Resultate bewiesen jedoch, daß später keine Umwandlung von Holzfaser stattgefunden hat. Wahrscheinlich wurden die erst erhaltenen Resultate durch fremde Beimengungen in der Papiermasse herbeigeführt, nach Entfernung derselben fand dann keine Reaction auf Zucker ~~er~~ statt.

Das Kochen wurde bei diesen Vorversuchen wie in der Arbeit selbst in einer offenen Schale über einer gewöhnlichen Spirituslampe vorgenommen, und das verdampfende Wasser durch neues, warmes ersetzt. Temperatur und ursprüngliches Volumen blieben also auf diese Weise immer möglichst dieselben. Die verwendete Schwefelsäure ist stets nach Volumen-Procenten berechnet, dieselbe hatte rein ein spec. Gew. von 1,841.

Nach dieser Ueberführung der Stärke in einen löslichen Zustand sollte dieselbe nun durch stärkere Schwefelsäure für sich in Traubenzucker umgewandelt werden. Die Versuche wurden vorerst mit gewöhnlicher Stärke, aus Körnern dargestellt, gemacht, um so das Verhalten der Stärke gegenüber der Schwefelsäure an sich genau kennen zu lernen. Hier fand sich, wie es längst bekannt, daß der Procentgehalt der Schwefelsäure in der Flüssigkeit und die Länge der Zeit des Kochens die Hauptfactoren bei der Umwandlung sind.

1) Einfluß des Procent-Gehaltes der Schwefelsäure in der Flüssigkeit.

Stärke (vorher durch zweistündiges Kochen mit Schwefelsäure in Lösung erhalten) weiter gelocht mit der 25fachen Menge:

|                                                             | 1%            | 4%         | 8%         |
|-------------------------------------------------------------|---------------|------------|------------|
|                                                             | Schwefelsäure |            |            |
|                                                             | 2 Stunden.    | 2 Stunden. | 2 Stunden. |
| lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet . | 23,11         | 79,463     | 86,408     |

2) Einfluß der Dauer des Kochens.

Stärke (vorher wie bei 1. durch Kochen mit Schwefelsäure in Lösung erhalten), weiter gelocht mit der 25fachen Menge:

|                                                             | 4%            | 4%        | 4%        | 8%        | 8%        |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                             | Schwefelsäure |           |           |           |           |
|                                                             | 2 Stunden     | 3 Stunden | 6 Stunden | 2 Stunden | 3 Stunden |
| lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet . | 79,463        | 84,072    | 89,700    | 86,408    | 91,506    |

Diese beiden Hauptfactoren: die Dauer des Kochens und die Concentration der Schwefelsäure können sich bei der Ueberführung der Stärke in Traubenzucker gegenseitig vertreten, indem bis zu einem gewissen Grade die doppelte Zeit gelocht, die Hälfte des Procent-Gehaltes der Schwefelsäure ersetzt. Doch scheint bei stärkeren Schwefelsäuren der doppelte Procent-Gehalt derselben mehr als die Hälfte der Zeit des Kochens zu vertreten. Die Ueberführung der Stärke geht unter Einwirkung stärkerer Säuren relativ schneller von Statten.

3) Gegenseitige Ausgleichung des Procent-Gehaltes der Schwefelsäure und der Länge der Zeit des Kochens.

Stärke, wie 1 und 2 vorhergelocht, dann weiter gelocht mit der 25fachen Menge:

|                                                             | 2%            | 4%        | 4%        | 8%        |
|-------------------------------------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|
|                                                             | Schwefelsäure |           |           |           |
|                                                             | 6 Stunden     | 3 Stunden | 6 Stunden | 3 Stunden |
| lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet . | 83,593        | 81,074    | 89,710    | 91,516    |



Bei der Ueberführung kleiner Mengen Stärke in Traubenzucker durch die 25fache Menge Säure tritt bei nicht vorsichtigem Kochen leicht ein Mehrverdampfen von Wasser ein und da der Procentgehalt der Schwefelsäure in der Flüssigkeit hierdurch wesentlich steigt, zeigt sich ein Verkohlen oder Anbrennen der Substanz. Aus diesem Grunde schien es zweckmäßig, die Menge der Flüssigkeit um das Doppelte zu erhöhen. Den so gefundenen Resultaten zufolge schien die Anzahl der Cubiccentimeter (25fache und 50fache Menge der Substanz), bei sonst gleicher Procentgehalte der Schwefelsäure, weniger von Einfluß bei der Ueberführung in Traubenzucker zu sein.

Stärke (vorher wie früher gekocht) weiter gekocht mit der

|                                                                     | 25fachen<br>Menge              | 50fachen<br>Menge |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------|
|                                                                     | 8 % Schwefelsäure<br>3 Stunden |                   |
| lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet . . . . . | 91,186                         | 91,516            |

Zur völligen Ueberführung der Stärke in Traubenzucker muß die Dauer des Kochens mit dem Procent-Gehalte der Schwefelsäure im Verhältnisse stehen. Da es aber zu weitläufig war, bei den hier angeführten verschiedenen Procent-Gehalten der Schwefelsäure die zu völliger Ueberführung in Traubenzucker erforderliche Zeit des Kochens zu bestimmen, so ermittelte ich für die 8proc. Schwefelsäure die Zeit der völligen Umwandlung. Bei Vorführung der erhaltenen Resultate werde ich einige Versuche mit noch stärkeren Schwefelsäuren hier mit anführen und letztere Versuche dann gleichfalls einer kurzen Betrachtung unterwerfen.

100 Theile Stärke, nach vorherigem Kochen mit 1 % Schwefelsäure weiter gekocht mit der 50fachen Menge der gewonnenen Substanz,

| gaben:                                        | 8 %                       | 8 %    | 12 %   | 16 %   | 20 %   | 40 %   |                        |
|-----------------------------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------------|
|                                               | S c h w e f e l s ä u r e |        |        |        |        |        |                        |
|                                               | 3 Stb.                    | 4 Stb. | 4 Stb. | 2 Stb. | 2 Stb. | 1 Stb. |                        |
| Traubenzucker als Stärke berechnet . . . . .  | 91,516                    | 94,827 | 93,759 | 91,215 |        |        | verkohlte vollständig. |
| Stickstofffreie Stoffe (Unlösliche) . . . . . | 2,089                     | 2,089  | 2,089  | 2,089  |        |        |                        |
| Stickstoffhaltende Stoffe . . . . .           | 0,565                     | 0,565  | 0,565  | 0,565  |        |        |                        |
| Mineralstoffe, Sand zc.                       | 0,546                     | 0,546  | 0,546  | 0,546  |        |        |                        |
| Summa                                         | 92,716                    | 98,027 | 96,959 | 94,415 |        |        |                        |

Die Zahlen dieser Tabelle enthalten das Mittel mehrerer Analysen. Leider ist selbst bei 4stündigem Kochen mit 8proc. Schwefelsäure noch ein Minus von 1,973 Procent zu beachten, doch glaube ich trotzdem hier die völlige Ueberführung in Traubenzucker erreicht zu haben. Bei kürzerer oder längerer Dauer des Kochens als der vierstündigen, fiel die Menge des übergeführten Traubenzuckers stets geringer aus.

Bei der 12proc. Schwefelsäure trat nach 4 Stunden ein schwaches Verkohlen ein; die gefundene Menge Traubenzuckers ist auch um mehr als 1 Procent geringer, als wo mit nur 8 Procent Schwefelsäure eine gleiche Zeit gekocht wurde. Bei der 16proc. Schwefelsäure zeigte sich bereits ein zweistündiges Kochen als zu lange, da die Verkohlung des gebildeten Traubenzuckers hier schon stärker hervortrat. Noch stärkere Schwefelsäuren scheinen schon nach kurzer Zeit ein Verkohlen des gebildeten Traubenzuckers herbeizuführen. Bei der 20proc. Schwefelsäure zeigte sich die Verkohlung nach Verlauf einer halben Stunde; die Flüssigkeit wurde beim weiteren Kochen dick und schwarz und nach zweistündigem Kochen war sämmtlicher Traubenzucker in humose Körper übergeführt. Bei 40proc. Schwefelsäure zeigte sich derselbe Vorgang, nur ungleich schneller. Fast augenblicklich nach Zusatz der Säure zur Substanz trat die Verkohlung ein, und schon nach einer Stunde war durch die Fehling'sche Kupferlösung kein Traubenzucker mehr nachzuweisen.

Die bei Stärke bewährte Methode nun, nämlich einstündiges Kochen mit 25 Th. 1proc. Schwefelsäure, dann nach der Filtration vierstündiges Kochen mit 50 Th. 8proc. Schwefelsäure\*) wurde hierauf bei Roggen angewendet, und die erhaltenen Resultate waren ziemlich befriedigend. Gleicher Roggen auf eben angegebene Weise gekocht, lieferte übergeführten Traubenzucker als Stärke berechnet:

- 1) — 72,910;
- 2) — 72,956;
- 3) — 72,727.

Bei der nun folgenden analytischen Arbeit sind die als Stärke angeführten Körper durch die eben beschriebene Methode bestimmt, inwiefern jedoch dieselben völlig als solche anzusehen sind, läßt sich direct schwer nachweisen. Bekanntlich reduciren mehrere andere Körper durch

\*) 8 Procent Volumen-Schwefelsäure sind gleich 13,8 Procent Gewicht-Schwefelsäure.

Kochen mit Schwefelsäure die Fehling'sche Kupferlösung und fast nahe diese unter der Bezeichnung Stärke hier mit einbegriffen. Nur bei den Körnern möchten indeß die als Stärke angeführten Zahlen als solche angenommen werden können. Bei Halmen und Spelzen bezeichnet jedoch der Ausdruck „Stärke“ sämtliche nach Kochen mit Schwefelsäure die Fehling'sche Kupferlösung reducirenden Körper. In ähnlicher Weise fast bei den Halmen und Spelzen unter „Zucker“ die durch Ausziehen des Körpers mit Wasser und Bestimmung der im Filtrate enthaltenen, die Fehling'sche Kupferlösung reducirenden Körper zu verstehen, während in den Körnern der Name Zucker wohl angewendet sein mag.

Die folgenden Tabellen liefern die relativen Verhältnisse der Zucker, wie sie in den einzelnen Perioden und Reihen gefunden werden. Zu besserer Uebersicht sind Körner, Halme und Spelzen je in einer Tabelle für sich aufgestellt.



### III.

| Gesamtbestand<br>am 100. St.<br>Ergebnis: | 1te Reifungsperiode. |         |         |         | 2te Reifungsperiode. |         |         |         | 3te Reifungsperiode. |         |         |         | 4te Reifungsperiode. |         |         |         | 5te Reifungsperiode. |    |    |    |  |
|-------------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|---------|----------------------|----|----|----|--|
|                                           | 1.                   | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                   | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                   | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                   | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                   | 2. | 3. | 4. |  |
| Erstoff-                                  | 5,719                | 5,846   | 3,586   | 5,605   | 5,494                | 5,463   | 4,875   | 4,721   | 4,496                | 5,005   | 3,922   | 3,888   | 3,099                | 5,373   | 3,550   | 3,733   | 3,852                |    |    |    |  |
| Erstoff-                                  | 54,676               | 55,090  | 57,376  | 53,226  | 52,469               | 51,033  | 52,252  | 52,570  | 50,136               | 50,864  | 54,985  | 52,487  | 52,942               | 52,018  | 53,514  | 52,886  | 48,779               |    |    |    |  |
| Erstoff-                                  | 28,373               | 30,091  | 29,605  | 31,152  | 30,517               | 34,576  | 31,868  | 31,929  | 36,279               | 32,825  | 30,963  | 33,371  | 32,777               | 33,235  | 33,706  | 34,856  | 37,254               |    |    |    |  |
| Fett:                                     | 4,290                | 1,469   | 2,618   | 1,862   | 3,760                | 1,345   | 3,397   | 3,031   | 2,009                | 4,031   | 1,703   | 0,973   | 2,542                | 2,062   | 1,575   | 1,122   | 2,783                |    |    |    |  |
| Stärke:                                   | 0,942                | 7,504   | 6,915   | 8,155   | 7,760                | 7,583   | 7,608   | 7,749   | 7,080                | 7,275   | 6,417   | 9,281   | 8,640                | 7,312   | 7,654   | 7,403   | 7,332                |    |    |    |  |
| Summa:                                    | 100,000              | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000              | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000              | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000              | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000              |    |    |    |  |
| Gucker:                                   | 1,904                | 3,264   | 4,682   | 1,313   | 2,240                | 2,241   | 3,397   | 1,500   | 1,122                | 1,438   | 0,195   | 9,164   | 0,205                | 18,824  | 0,121   | 0,209   | 0,126                |    |    |    |  |
| Stärke:                                   | 25,279               | 19,498  | 16,864  | 15,235  | 25,159               | 15,023  | 19,123  | 27,020  | 13,545               | 21,466  | 23,462  | 20,484  | 18,824               | 22,135  | 19,700  | 15,723  |                      |    |    |    |  |
| Summa:                                    | 27,183               | 22,762  | 21,546  | 16,548  | 27,399               | 17,264  | 22,520  | 28,520  | 14,667               | 22,904  | 23,647  | 9,164   | 20,659               | 18,924  | 22,256  | 19,909  | 15,849               |    |    |    |  |
| Gucker und<br>Stärke:                     |                      |         |         |         |                      |         |         |         |                      |         |         |         |                      |         |         |         |                      |    |    |    |  |

Wie die Tabellen ergeben, ist die Arbeit nicht vollständig durchgeführt. Es wurden nur je zwei Reifungsperioden (1. und 4.) und ebenso nur zwei Versuchsreihen (1. und 4.) einer durchgängigen analytischen Untersuchung unterworfen. Die in den Tabellen angeführten Zahlen geben die Menge der einzelnen Stoffe auf 100 Theile Pflanzenmasse an, und die aus diesen Zahlen gezogenen Schlüsse können also nur auf die Zusammensetzung der Pflanzenmasse Anwendung finden. Bei den späteren Tabellen, wo diese Zahlen auf 100 Pflanzen berechnet sind, wird sich die absolute Zu- oder Abnahme der einzelnen Stoffe beim Proceß des Reifens resp. des Nachreifens feststellen.

Um einen Ueberblick über die beim Reifen der Pflanze eintretenden Veränderungen der Stoffe zu erlangen, ist es am zweckmäßigsten, die erste Versuchsreihe in sämtlichen Reifungsperioden für sich zu betrachten. Da bei dieser Reihe jedesmal am Tage der Ernte die einzelnen Theile der Pflanze sofort getrennt wurden, so konnte hier ein Nachreifen der Körner nicht stattfinden.

Diese erste Reihe nun ergibt, daß mit der Reife der Pflanze die stickstoffhaltenden Stoffe, wenigstens bei Halmen und Spelzen, abnehmen, die Holzfaser dagegen, welche bei den Körnern fällt, eine Zunahme erfährt. Ebenso stellt sich fest, daß mit der weiterschreitenden Reife der Procent-Gehalt des Zuckers in sämtlichen Theilen der Pflanze, die Stärke nur bei Halmen und Spelzen einer Abnahme unterliegt, während die Körner reicher an Stärke werden. Die beiden Körper, welche als „Fett“ und „Asche“ (mineralische Stoffe) angeführt sind, scheinen beim Reifen der Pflanze in der Zusammensetzung derselben keinem bestimmten Gesetze zu unterliegen, wenigstens geht ein solches aus den hier erhaltenen Zahlen nicht hervor. Zu bemerken ist hier noch, daß die unter Fett angeführten Körper durch Ausziehen der Pflanzenmasse mit Aether bestimmt und der erhaltene Verlust in Rechnung gebracht wurde. Da aber einige andere Körper als Chlorophyll u., in Aether gleichfalls löslich sind, so müssen unter der Bezeichnung Fett sämtliche in Aether lösliche Körper verstanden werden.

Nach diesem kurzen Ueberblicke der Veränderungen der Stoffe, die beim normalen Reifen eintreten, ist es nothwendig, um den Einfluß des Strohes und der Spelzen (incl. Spindeln) beim Nachreifen der Körner kennen zu lernen, die 1. Reihe gegenüber der 2., wo die Körner nach der Ernte in den Spelzen verblieben und der 3., wo Körner, Spelzen

und Halme im Zusammenhange gelassen waren, zu vergleichen. Hierbei stellt sich deutlich heraus, daß durch ein Zusammensein der Körner mit den Spelzen oder außerdem noch mit den Halmen nach der Ernte eine Umsetzung von Stoffen noch vor sich geht und daß diese Umsetzung der Stoffe zu Gunsten der Körner ausfällt. Die stickstoffhaltenden Stoffe, die Holzfaser und Stärke in den Keimen nehmen zu; Halme und Spelzen verlieren dagegen durch den Proceß des Nachreifens nur an Stärke und stickstoffhaltenden Stoffen. Die unter Fett angeführten Körper unterliegen in allen 3 Theilen der Pflanze einer Abnahme.

Ein großer Theil der „Stärke“ von Halmen und Spelzen tritt durch ein Zusammenverbleiben mit den Körnern nach der Ernte, entweder als Stärke in einem löslichen Zustande, oder erst in Zucker übergeführt, in die Körner. Ein anderer Theil dagegen scheint zur Bildung von Holzfaser in ihren Organen selbst benutzt zu werden. In der frühesten Reifungsperiode tritt dieses am schärfsten hervor, später läßt es sich nicht mehr so genau beobachten.

In der letzten Versuchsreihe, wo die Nachreife der Körner nach der Ernte durch Zufuhr von Wasser zur Pflanze begünstigt war, wurde ein Austrocknen des Saftes möglichst verhindert, wodurch also eine verlängerte resp. vermehrte Ueberführung von Stoffen in die Körner stattfinden konnte. Da es konnte hierdurch, wenn die Pflanze vor ihrer vollständigen Reife sämtliche zu ihrer Ausbildung nöthigen Stoffe in sich aufgenommen hat, schon bei früher Ernte die normale Beschaffenheit der Körner der letzten Reifungsperiode erreicht werden.

Inwieweit nun dies Letztere erzielt ist, oder ob überhaupt ein wesentlicher Vortheil durch die Wasserzufuhr zur Pflanze erreicht wurde, muß eine Zusammenstellung der 3. und 4. Reihe ergeben. Bei der 3. Reihe konnten ja ebenso wie bei der 4. Halme und Spelzen am Nachreifen der Körner sich betheiligen, nur daß eben bei der letztern noch eine Zufuhr von Wasser zur Pflanze stattfand. In der That ersieht man, daß ein vermehrter Uebergang von Stoffen in die Körner durch Wasserzufuhr zur Pflanze wirklich stattgefunden hat. Stärke und Zucker sind bei den Körnern gestiegen, bei Halmen und Spelzen dagegen gefallen. Die Masse der Holzfaser zeigt in allen drei Theilen der Pflanze eine Abnahme, ob dieselbe aber absolut sich wirklich verringert und hier mit zur Bildung von Stärke und Zucker dienen muß, tritt erst bei den absoluten Größen der einzelnen Zahlen hervor. Ebenso

läßt sich auf die durch Zufuhr von Wasser zur Pflanze nach der Ernte erreichte völlige Ausbildung der Körner mit Sicherheit erst bei den absoluten Größen der Zahlen auf eine bestimmte Anzahl von Pflanzen berechnet, schließen.

Um die absoluten Gewichte der einzelnen Reihen bestimmen zu können, war es nöthig, mit Genauigkeit die während des Nachreifens eintretenden Gewichtsveränderungen bei Körnern, Halmen und Spelzen festzustellen. Bei den Körnern ließ sich diese Gewichtsbestimmung vollkommen durchführen und die erhaltenen Resultate waren sehr zufriedenstellend. Bei Halmen und Spelzen zeigte sich nur in der 1. Reihe, wo durch die vorschreitende Reife die Unterschiede bedeutender waren, eine Gleichmäßigkeit. Dagegen schwankten die drei anderen Versuchreihen unter sich so bedeutend, daß auf die Bestimmung des absoluten Gewichtes in diesen Reihen bei Halmen und Spelzen verzichtet werden mußte.

Gleichzeitig mit dem absoluten Gewicht wurde das spezifische Gewicht der Körner bestimmt, und folgendes Resultat erhalten:

| Versuchsreihe. | Absolutes Gewicht<br>von 100 lufttrocknen Körnern. |        |        |        |        | Spezifisches Gewicht<br>der lufttrocknen Körner. |       |       |       |       |
|----------------|----------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                | Reifungsperioden.                                  |        |        |        |        | Reifungsperioden.                                |       |       |       |       |
|                | 1.                                                 | 2.     | 3.     | 4.     | 5.     | 1.                                               | 2.    | 3.    | 4.    | 5.    |
|                | Grm.                                               | Grm.   | Grm.   | Grm.   | Grm.   |                                                  |       |       |       |       |
| 1.             | 1,0430                                             | 1,4655 | 1,8386 | 2,0294 | 2,2230 | 1,165                                            | 1,260 | 1,280 | 1,280 | 1,290 |
| 2.             | 1,0575                                             | 1,4830 | 1,8510 | 2,0302 | 2,2250 | 1,165                                            | 1,270 | 1,280 | 1,290 | 1,290 |
| 3.             | 1,1310                                             | 1,4930 | 1,5620 | 2,0302 | 2,2280 | 1,165                                            | 1,260 | 1,270 | 1,290 | 1,290 |
| 4.             | 1,3790                                             | 1,5440 | 2,0220 | 2,1070 | 2,2325 | 1,230                                            | 1,270 | 1,280 | 1,290 | 1,300 |

Beide Bestimmungen zeigen übereinstimmend, daß mit der Reife der Pflanze fortschreitend das absolute und das spezifische Gewicht der Körner sich erhöht. Ebenso steigen durch Verbleiben der Körner nach der Ernte in Stroh und Spelzen beide Gewichte. (2. und 3. Reihe.) Durch Wasserzufuhr zur Pflanze nach der Ernte (4. Reihe) ist, wie die Bestimmungen ergeben, die höchste Zunahme erreicht.

Bei der weiteren Berechnung des absoluten Gewichtes der einzelnen Stoffe wurden Normal-Pflanzen von 100 Körnern angenommen und aus dem früher gefundenen Verhältnisse der Körner, zu den Halmen und Spelzen jeder Periode, aus obigen Zahlen das Gewicht der letzteren berechnet. Tabelle IV. giebt das absolute Gewicht von 100 Pflanzen der 1. Reihe in fortschreitender Reife an. Körner, Halme und Spelzen gleicher Pflanzen stehen untereinander.



IV.

| 100 Pfannen enthalten<br>in Grammen: | 1. Reifungsperiode. |         |               | 2. Reifungsperiode. |         |               | 3. Reifungsperiode. |         |               |         |        |         |
|--------------------------------------|---------------------|---------|---------------|---------------------|---------|---------------|---------------------|---------|---------------|---------|--------|---------|
|                                      | Getreer             | Polme   | Speißen/Summa | Getreer             | Polme   | Speißen/Summa | Getreer             | Polme   | Speißen/Summa |         |        |         |
| ①trockenbalende ②trocke              | 10,663              | 11,751  | 2,574         | 24,988              | 12,044  | 9,725         | 2,489               | 24,258  | 16,103        | 7,130   | 1,950  | 25,183  |
| ③trockenfreie ④trocke                | 84,663              | 158,864 | 24,604        | 268,131             | 122,582 | 146,092       | 23,768              | 292,442 | 155,407       | 137,241 | 21,711 | 314,359 |
| ⑤trockenfreie ⑥trocke                | 3,240               | 106,369 | 12,768        | 122,377             | 4,338   | 106,257       | 13,825              | 124,420 | 4,712         | 107,280 | 13,187 | 125,479 |
| ⑦trockenfreie ⑧trocke                | 2,734               | 5,165   | 1,931         | 9,830               | 3,168   | 6,484         | 1,703               | 11,355  | 3,243         | 4,294   | 1,252  | 8,789   |
| ⑨trockenfreie ⑩trocke                | 3,000               | 8,651   | 3,124         | 14,775              | 4,418   | 7,342         | 3,515               | 15,275  | 4,195         | 7,655   | 3,200  | 15,050  |
| Summa                                | 104,300             | 290,500 | 45,001        | 440,101             | 146,530 | 275,901       | 45,300              | 467,751 | 183,650       | 263,600 | 41,300 | 488,560 |
| ①trockenfreie ②trocke                | 2,673               | 19,652  | 0,857         | 23,182              | 3,593   | 12,945        | 1,019               | 17,557  | 2,226         | 10,760  | 0,620  | 13,606  |
| ③trockenfreie ④trocke                | 67,535              | 44,466  | 11,376        | 123,377             | 95,663  | 45,901        | 11,393              | 152,957 | 128,030       | 36,485  | 11,159 | 175,674 |
| ⑤trockenfreie ⑥trocke                | 70,208              | 64,118  | 12,233        | 146,559             | 99,256  | 58,846        | 12,412              | 170,514 | 130,256       | 47,245  | 11,729 | 189,280 |

| 100 Pfannen enthalten<br>in Grammen: | 4. Reifungsperiode. |         |               | 5. Reifungsperiode. |         |               |        |         |
|--------------------------------------|---------------------|---------|---------------|---------------------|---------|---------------|--------|---------|
|                                      | Getreer             | Polme   | Speißen/Summa | Getreer             | Polme   | Speißen/Summa |        |         |
| ①trockenbalende ②trocke              | 17,757              | 4,810   | 1,608         | 24,175              | 18,660  | 3,960         | 1,399  | 24,019  |
| ③trockenfreie ④trocke                | 173,045             | 102,490 | 22,547        | 298,082             | 191,029 | 100,133       | 21,084 | 312,246 |
| ⑤trockenfreie ⑥trocke                | 4,858               | 98,942  | 12,696        | 116,496             | 5,251   | 105,180       | 13,280 | 123,711 |
| ⑦trockenfreie ⑧trocke                | 2,271               | 2,424   | 0,698         | 5,393               | 1,630   | 1,449         | 0,621  | 3,690   |
| ⑨trockenfreie ⑩trocke                | 5,009               | 7,535   | 3,451         | 15,995              | 6,740   | 7,078         | 3,016  | 15,834  |
| Summa                                | 202,940             | 216,201 | 41,000        | 460,141             | 222,300 | 217,800       | 39,400 | 479,500 |
| ①trockenfreie ②trocke                | 2,198               | 1,357   | 0,080         | 3,635               | 2,132   | 0,976         | 0,047  | 3,155   |
| ③trockenfreie ④trocke                | 146,570             | 27,844  | 9,615         | 184,029             | 169,245 | 28,838        | 8,721  | 205,804 |
| ⑤trockenfreie ⑥trocke                | 148,788             | 20,201  | 9,695         | 187,684             | 170,377 | 29,814        | 8,788  | 208,989 |

Das Totalgewicht der ganzen Pflanze betreffend, ergibt sich bis zur 3. Periode mit fortschreitender Reife eine Zunahme desselben. Die 4. Periode fällt gegenüber der 3. ziemlich stark und die 5. (letzte) Periode erreicht in ihrem Totalgewichte das der 3. Periode noch nicht ganz wieder.

Bis zur 3. Periode, wo mit der Reife eine Steigung des Totalgewichtes der ganzen Pflanze zu beobachten war, ist, wie die Summengewichte der einzelnen Theile zeigen, die Zunahme der Körner gegenüber der Abnahme von Halmen und Spelzen ungleich größer; daher eine Vermehrung des Totalgewichtes der ganzen Pflanze. Bei der 4. Periode übertrifft die Gewichtsabnahme der Halme die Gewichtszunahme der Körner: das Gesamtgewicht der Pflanze sinkt. Bis zur 5. Periode verlieren die Halme nicht mehr an Gewicht, es ist sogar eher eine geringe Zunahme eingetreten und da das Gewicht der Körner wie in den übrigen Perioden steigt, so mußte hier wieder eine Zunahme des Totalgewichtes der Pflanze eintreten.

Betreffend den Antheil, welchen die einzelnen Stoffe an der Gewichtszunahme nehmen, ergibt die Tabelle mit der Reife der Pflanze bei den Körnern eine Aufnahme von Asche, stickstoffhaltenden und stickstofffreien Stoffen und gleichzeitig eine Ablagerung von Stärke und Holzfasern in denselben. Die als Fett angeführten Körper verringern sich mit fortschreitender Reife. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß dieselben von der Pflanze zu Stärke und Holzfasern umgebildet werden. Bei den Halmen vermindern sich mit der fortschreitenden Reife die stickstoffhaltenden Stoffe, Stärke, Zucker und Fett; ja selbst die Holzfasern unterliegen in den letzten Perioden einer Abnahme. Dagegen scheint bei den Spelzen nur eine Verringerung der stickstoffhaltenden Stoffe, der Stärke, des Zuckers und des Fettes einzutreten. Die letzteren beiden verschwinden aber fast ganz.

Hiernach lassen sich folgende Schlüsse aussprechen. In den Zwischenräumen unserer Perioden nimmt die normale Pflanze einen Theil ihrer Mineralstoffe und stickstofffreien Stoffe vom Boden, letztere jedoch auch aus der Luft. Diese Aufnahme erstreckt sich bis zur völligen Reife der Pflanze (Zunahme der stickstofffreien Stoffe von der 4. bis 5. Periode), während gleichzeitig die Körner auf Kosten der Halme und Spelzen durch Entziehen von Stoffen aus diesen Organen sich ausbilden. Die stickstoffhaltenden Stoffe haben in unserer Reifezeit nicht zugenommen; die

Vermehrung derselben in den Körnern scheint durch Entziehen dieser Stoffe aus Halmen und Spelzen hervorgegangen zu sein.

Das Nachreifen der Körner in Stroh und Spelzen nach der Ernte betreffend, so konnten, wie bereits erwähnt, die absoluten Gewichtbestimmungen bei Halmen und Spelzen in der 2., 3. und 4. Reihe, wegen der Schwankungen bei nur um ein Geringes verschiedenen Pflanzungen nicht ausgeführt werden. In Folge dessen liegen also hier nur die bei den Körnern erhaltenen Zahlen vor, und kann daher nur aus ihnen auf die Thätigkeit der Halme und Spelzen beim Nachreifen geschlossen werden. In der folgenden Tabelle sind die Körner der 1. Reihe hier zur besseren Uebersicht nochmals mit aufgeführt worden.

## V.

| Es enthalten Körner von<br>100 Pflanzen in Grammen: | 1. Reifungsperiode. |         |         |         | 2. Reifungsperiode. |         |         |         | 3. Reifungsperiode. |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|
|                                                     | Beruchschreiber     |         |         |         | Beruchschreiber     |         |         |         | Beruchschreiber     |         |         |         |
|                                                     | 1.                  | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                  | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                  | 2.      | 3.      | 4.      |
| Eiweißstoffhaltige Stoffe                           | 10,663              | 10,802  | 13,865  | 15,541  | 12,044              | —       | —       | 14,716  | 16,103              | —       | —       | 16,970  |
| Eiweißstofffreie Stoffe                             | 84,663              | 88,439  | 90,220  | 112,226 | 122,582             | —       | —       | 127,661 | 155,407             | —       | —       | 171,998 |
| Holzfasern                                          | 3,240               | 3,666   | 3,996   | 4,382   | 4,338               | —       | —       | 4,617   | 4,712               | —       | —       | 5,698   |
| Fett                                                | 2,734               | 0,131   | 0,960   | 1,746   | 3,168               | —       | —       | 3,676   | 3,243               | —       | —       | 2,850   |
| Zucker                                              | 3,000               | 2,712   | 4,056   | 4,005   | 4,418               | —       | —       | 3,730   | 4,195               | —       | —       | 4,674   |
| Summa                                               | 104,300             | 105,750 | 113,100 | 137,900 | 146,550             | 148,300 | 149,300 | 154,400 | 183,660             | 185,100 | 186,200 | 202,220 |
| Rücker                                              | 2,673               | 2,225   | 2,818   | 5,054   | 3,593               | —       | —       | 3,707   | 2,226               | —       | —       | 1,622   |
| Stärke                                              | 67,535              | 70,228  | 77,969  | 94,866  | 95,663              | —       | —       | 106,706 | 125,030             | —       | —       | 148,168 |
| Summa Stärke und Zucker                             | 70,208              | 72,453  | 80,786  | 99,949  | 99,256              | —       | —       | 110,412 | 130,256             | —       | —       | 149,790 |

| Es enthalten Körner von<br>100 Pflanzen in Grammen: | 4. Reifungsperiode. |         |         |         | 5. Reifungsperiode. |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|---------------------|---------|---------|---------|
|                                                     | Beruchschreiber     |         |         |         | Beruchschreiber     |         |         |         |
|                                                     | 1.                  | 2.      | 3.      | 4.      | 1.                  | 2.      | 3.      | 4.      |
| Eiweißstoffhaltige Stoffe                           | 17,757              | 18,499  | 19,340  | 17,979  | 18,660              | —       | —       | 21,131  |
| Eiweißstofffreie Stoffe                             | 173,045             | 174,323 | 171,940 | 181,273 | 191,029             | —       | —       | 190,455 |
| Holzfasern                                          | 4,858               | 5,169   | 5,830   | 5,885   | 5,251               | —       | —       | 5,633   |
| Fett                                                | 2,271               | 0,786   | 0,985   | 0,915   | 1,620               | —       | —       | 0,532   |
| Zucker                                              | 5,009               | 4,243   | 4,915   | 4,648   | 5,740               | —       | —       | 5,499   |
| Summa                                               | 202,940             | 203,020 | 203,020 | 210,700 | 222,300             | 222,800 | 222,800 | 223,250 |
| Rücker                                              | 2,198               | 0,607   | 0,818   | 0,706   | 2,132               | —       | —       | 1,150   |
| Stärke                                              | 146,570             | 149,209 | 149,149 | 156,700 | 165,245             | —       | —       | 167,892 |
| Summa Stärke und Zucker                             | 148,768             | 149,816 | 149,967 | 157,406 | 170,377             | —       | —       | 169,032 |

11\*

Aus dem Verhältniß der 2. und 3. zur 1. Reihe läßt sich schließen, daß durch das Verbleiben der Körner in den Spelzen ein Nachreifen der Körner auf Kosten der Spelzen und Halme eingetreten ist. Die Körner wurden reicher an stickstoffhaltenden und stickstofffreien Stoffen, an Holzfaser und Stärke, welche Stoffe jedenfalls den Spelzen entzogen in die Körner gelangten. In der 3. Reihe, wo die Körner außer mit den Spelzen auch mit den Halmen nach der Ernte in Verbindung blieben, ist diese Zunahme eine noch höhere, als in der 2. Reihe.

Es blieb nun noch die Frage zu berücksichtigen: Wie weit kann die Pflanze bei gegebenem Wasserzutritt ohne Nahrungszufuhr in der Reifezeit die Körner ausbilden, und können bei früherer Reife die Körner durch dieses Verfahren zur vollständigen Ausbildung gelangen?

Stellt man die 4. Reihe der 3. gegenüber, so ergibt sich, daß allerdings bei ersterer eine vermehrte Zufuhr von Stoffen in die Körner stattgefunden hat. Ganz besonders die Stärke wird hier so bedeutend vermehrt, wie in keiner der beiden anderen Reihen. Dennoch ersieht man aus der Tabelle, daß durch Wasserzufuhr zur Pflanze im früheren Reifezustande die normale Körnerreife nicht erzielt wird. Die Körner der letzten Reifungsperiode haben immer noch circa 13 Gramm Stärke (incl. Zuder) mehr, als die Körner der 4. Reifungsperiode der letzten (4.) Versuchsreihe.

Da die Pflanze bis zu ihrer letzten Reifezeit in Verbindung mit dem Boden steht, so nimmt sie auch bis dahin noch Stoffe aus demselben auf. Wird der Pflanze durch frühere Ernte dieser Zuschuß entzogen, so bleibt die Ausbildung der Körner, selbst unter Zufuhr von Wasser zur Pflanze, hinter den normalen Entwicklungszuständen zurück.

Aus diesem Allen geht hervor, daß man der letzten (5.) Periode den Vorzug vor denen der früheren Perioden einräumen muß. Es trat hier eine Zunahme an Stärke von nahezu 20 Grm. (auf 100 Pflanzen) ein, und da die Menge der stickstoffhaltenden Stoffe in der ganzen Pflanze eine ziemlich gleiche in der Reifezeit war, so ist die Vermehrung der Stärke in den Körnern von besonderer Wichtigkeit. Diese bis zur vollkommensten Reife in den Körnern zunehmende Stärke ist aber in den früheren Perioden noch nicht in der Pflanze vorhanden, sondern wurde durch der Luft und theilweise dem Boden entzogene Kohlensäure noch nachgebildet.

Der Frage über den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Güte des Kornes schließt sich eine weitere für die Landwirthschaft praktische Frage an: inwieweit nämlich beide, die Reife und Nachreife, auf die Keimungs- und Vegetationskraft des Kornes einwirken. Diese letzte Frage wurde ausführlich in den Annalen der Landwirthschaft mitgetheilt, und werde ich daher hier, mit Hinweis auf diese Mittheilung, nur die wichtigsten Resultate kurz anführen.

Die Ausführung des Versuches geschah auf zwei Bodenarten, auf leichtem sehr reichen humosen Gartenboden und auf sehr leichtem, armen Sand-Höheboden.

Diese Aussaat in verschiedenen Boden geschah, weil zu vermuthen war, daß durch einen an Pflanzennährmitteln sehr reichen Boden die Ungleichheit des Saatgutes im Laufe der Vegetation theilweise verwischt oder gar aufgehoben werden könne.

Da zu diesen Versuchen ein Theil von dem zur vorigen Arbeit bestimmten Materiale genommen wurde, so ist auch hier die gleiche Einteilung in Reifungsperioden und Versuchsreihen festgehalten.

Der Einfluß der Reife trat bei dem armen Sandboden am schärfsten hervor. Je reifer die Samen, desto größer die Anzahl der gekeimten Körner. Die aus diesen Körnern hervorgegangenen Pflanzen entwickelten sich kräftiger, so daß auch der Ertrag der einzelnen Pflanzen zu Gunsten des reiferen Samens sprach.

Bei dem reichen Gartenboden dagegen bestätigte sich unsere Vermuthung, daß ein an Pflanzennährmitteln sehr reicher Boden die Ungleichheit des Saatgutes theilweise aufheben könne. Wenn gleich die Keimkraft der Körner, wie im armen Sandboden, zu Gunsten des reiferen Samens ausfiel und auch im Anfange der Vegetation die Pflanzen aus reiferem Samen ein besseres und gefünderes Aussehen hatten, so verschwanden bei der weiteren Entwicklung der Pflanzen diese Unterschiede immer mehr, so daß bei der Berechnung des Ertrages der einzelnen Pflanzen der Einfluß der Reife auf die Güte des Saatgetreides hier nicht mehr festzustellen war.

Den Einfluß der Nachreife auf die Güte des Saatgetreides betreffend, war es besonders die Keimungskraft, welche durch den Reifezustand bedeutend beeinflusst wurde. Am schärfsten und bedeutendsten tritt die Erhöhung der Keimungskraft in den frühesten Reifungsperioden hervor. Von den Körnern der 1. Periode, welche nicht hatten nachreifen können,

kamen nur 7—8 Körner (von 100) zum Aufgange, in der gleichen Periode dagegen, wo aber den Körnern ein Nachreifen gestattet war, mehr als 70 Körner.

Die Erhöhung der Keimungskraft der Körner scheint demnach der einzig wesentliche durch Nachreifen derselben nach der Ernte zu erzielende Vortheil zu sein. In der Entwicklung der aus solchem Samen gezogenen Pflanzen selbst treten Unterschiede zu Gunsten des Nachreifens nur wenig hervor, und ebenso war der Ertrag der Pflanzen aus nachgereiftem Samen gegenüber solchem, wo ein Nachreifen ausgeschlossen war, bei fast gleicher Reife nicht oder nur unbedeutend gestiegen.

**Beitrag zur Lösung der Frage: Ist die Hauptwirkung der Ammonialsalze und des Chilisalpeter in ihrem Stickstoffgehalt begründet oder beruht sie auf vermehrter Auflösung von phosphorsauren Erden?**

Von

**Dr. Th. von Gohren,**  
Chemiker der Station Blanko.

Als in der naturwissenschaftlichen Section der Versammlung deutscher Land- und Forstwirthe in Heidelberg die Frage der Ammonial- und salpetersauren Salze zur Debatte kam, differirten die Ansichten gewaltig, und man mußte sich mit dem Resumé begnügen, daß die vorhandenen Versuche nicht zu einem gründlichen Urtheile ausreichen. Dies bewog mich, im verfloffenen Jahre einen Versuch in dieser Richtung bei Zuckerrüben anzustellen.

Zu dem Versuch dienten zehn je 400 □Fuß große Parcellen eines Feldes, welches seit ungefähr 11 Jahren ununterbrochen Zuckerrüben geliefert hatte und das in vier Jahren eine animalische und eine künstliche Düngung erhielt. Es stand im dritten Jahre der Düngung. Die Analyse ergab in 100 Theilen lufttrockner Erde:

|                                 |         |                 |
|---------------------------------|---------|-----------------|
| Wasser . . . . .                | 9,252   |                 |
| Organische Substanz . . . .     | 2,602   | (darin N 0,027) |
| In Säure lösliche Bestandtheile | 6,200   |                 |
| Feiner Sand und Thon . . .      | 63,276  |                 |
| Quarzsand und Steine . . .      | 18,670  |                 |
|                                 | <hr/>   |                 |
|                                 | 100,000 |                 |

Die in Säure löslichen Bestandtheile waren:

|                     |       |                   |       |
|---------------------|-------|-------------------|-------|
| Kali . . . . .      | 0,091 | Transport         | 5,968 |
| Natron . . . . .    | 0,048 | Phosphorsäure     | 0,039 |
| Kalkerde . . . . .  | 0,850 | Schwefelsäure .   | 0,026 |
| Talkerde . . . . .  | 0,091 | Chlor . . . . .   | 0,012 |
| Thonerde . . . . .  | 1,520 | Kieselsäure . . . | 0,122 |
| Eisenoxyd . . . . . | 3,368 | Kohlensäure . . . | 0,023 |
|                     | <hr/> |                   |       |
| Ratus               | 5,968 |                   | <hr/> |
|                     |       |                   | 6,190 |

Die Feststellung der physikalischen Eigenschaften des Bodens ergab folgende Resultate:

1. Fähigkeit des Bodens, Luft-Feuchtigkeit anzuziehen.

30 Grm. lufttrockener Erde auf einer Fläche von 16 □ Zoll ausgebreitet und in einem bei 19° C. mit Wasserdunst gesättigten Raum hingestellt, wogen nach 12 Stunden 30,13 Grm., nach 18 Stunden 30,30 Grm. und erhielten sich nach 24, 36, 48, 72 Stunden auf diesem Gewicht constant. Somit würden 100 Grm. nach dieser Zeit 101 Grm. gewogen haben.

2. Wasser haltende Kraft des Bodens.

Gegen 100 Grm. Erde, mit Wasser zu einem Brei angerieben, wurden in einen mit einem kleinen Filter verschlossenen Trichter zum Abtropfen gethan, dann in einer rasch abgewogenen Probe die Menge der trockenen Erde bestimmt. In 15,659 Grm. nasser Erde waren enthalten 4,542 Grm. Wasser. 100 Grm. Erde würden 29 Grm. Wasser gehalten haben.

3. Fähigkeit des Bodens, Wasser auszudunsten.

30 Grm. lufttrockener Erde (mit 2,042 Proc. Wasser) auf einer Fläche von 16 □ Zoll ausgebreitet, mit 10 Grm. Wasser befeuchtet, an einen schattigen, vor Zug geschützten Ort bei 19° C. hingestellt. Nach 6 Stunden ergab die Wägung 39,2 Grm., nach 24 Stunden 36,9 Grm.,



nach 36 Stunden 34,8 Grm., nach 72 Stunden 30,4 Grm., nach 78 Stunden 30 Grm.

#### 4. Fähigkeit des Bodens, Wasser durchsichern zu lassen.

Zur Bestimmung diente eine graduirte, unten trichterförmig endende Glasröhre. Die Trichteröffnung wurde mit einigen Steinchen verschlossen, in den Trichter reiner, etwas grobkörniger Sand und darauf 5 Zoll hoch Erde in der 10 Linien Durchmesser haltenden Röhre eingefüllt, dann vorsichtig mit Wasser getränkt, und so viel Wasser (55 Grm.) nachgegossen, daß es 3 Zoll über der Erde stand. Nach einer Viertelstunde waren 4 Grm. durchgesiebert, nach einer halben Stunde 10 Grm., nach einer Stunde 21 Grm., nach zwei Stunden 30 Grm.; in der folgenden Zeit sieberte nichts mehr durch.

#### 5. Fähigkeit des Bodens, die Sommerwärme zu absorbiren.

Die Beobachtungen wurden am 2. October 1861 von früh 9 Uhr bis Nachmittags 5 Uhr gemacht, und zwar wurde bestimmt: a. die Temperatur der Oberfläche der Erde bis  $\frac{1}{4}$  Zoll Tiefe; b. die Temperatur der Luft im Schatten; c. die Temperatur der Luft in der Sonne. (Sonnenaustritt 6<sup>h</sup> 2<sup>m</sup>, Sonnenuntergang 5<sup>h</sup> 37<sup>m</sup>.)

| Stunde.  | Schatten. | Sonne.  | Boden.   | Bemerkungen.     |                                   |
|----------|-----------|---------|----------|------------------|-----------------------------------|
| 9. a. m. | 7,5° C.   | 7,5° C. | 13,7° C. | Bis 9 Uhr Nebel. |                                   |
| 10. =    | 7,5 =     | 13,7 =  | 21,2 =   |                  |                                   |
| 11. =    | 11,6 =    | 21,9 =  | 31,2 =   |                  |                                   |
| 12. =    | 14,2 =    | 25,0 =  | 35,0 =   |                  |                                   |
| 1. p. m. | 16,6 =    | 26,2 =  | 38,7 =   |                  |                                   |
| 2. =     | 17,5 =    | 28,4 =  | 38,7 =   |                  |                                   |
| 3. =     | 17,5 =    | 26,9 =  | 35,6 =   |                  |                                   |
| 4. =     | 15,0 =    | 22,5 =  | 32,5 =   |                  | Sonne hinter Wolken verschwunden. |
| 5. =     | 13,1 =    | 15,0 =  | 23,7 =   |                  |                                   |

Angebaut wurde am 21. Mai, geerntet am 4. October. Die Vegetationsdauer beträgt also 146 Tage. Die mittlere Tagestemperatur war im Mai 14,75° (C.); im Juni 22,75°; im Juli 24°; im August 25,37°; im September 18,87°.

Auf eine Parzelle, je 400 □Fuß groß, sind Regen gefallen im

|              |                 |                                        |
|--------------|-----------------|----------------------------------------|
| Mai . . .    | 610400 CC.;     | von im Ganzen 9 Regen 1 Gewitterregen. |
| Juni . . .   | 3998120 = = = = | 17 = 9 =                               |
| Juli . . .   | 3105410 = = = = | 10 = 3 =                               |
| August . . . | 474150 = = = =  | 7 = 1 =                                |
| September.   | 602770 = = = =  | 10 1 = =                               |

Als Düngemittel wurden angewendet: Schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium, Chilisalpeter, Salpetersäure, Spodiumstaub. Die Untersuchung ergab: beim schwefelsauren Ammoniak 24,2 Proc. Ammoniak, entsprechend 81,1 Proc. schwefels. Ammoniak, entsprechend 19,9 Proc. Stickstoff; — beim Chlorammonium 31,4 Proc. Ammoniak, entsprechend 98,7 Proc. Chlorammonium, entsprechend 25,8 Stickstoff; — beim Chilisalpeter 6 Proc. Feuchtigkeit; 3,5 Proc. Chloratrium und schwefelsaures Natron; 6,5 Proc. Sand u.; 84 Proc. Natronsalpeter mit 13,8 Proc. Stickstoff; bei der Salpetersäure 40 Proc. wasserfreie Säure mit 10,3 Proc. Stickstoff. — 100 Th. staubförmige Spodiumabfälle enthielten:

|                                  |         |
|----------------------------------|---------|
| Wasser . . . . .                 | 2,943   |
| Stickstoffkohle . . . . .        | 6,574   |
| Kohlensaurer Kalk . . . . .      | 13,050  |
| Phosphorsaure Magnesia . . . . . | 0,565   |
| Phosphorsaurer Kalk . . . . .    | 72,215  |
| Sand, Thon und Eisen . . . . .   | 4,653   |
|                                  | <hr/>   |
|                                  | 100,000 |

Ferner wurde die Absorptionsfähigkeit der Ackererde gegen die angewendeten Ammoniaksalze bestimmt:

100 Grm. Erde wurden unter öfterem Schütteln mit 250 CC. Wasser, in dem 1,2 Grm. Chlorammonium aufgelöst waren, 48 Stunden lang in Berührung gelassen und dann in der Lösung das Ammoniak bestimmt. In 1,2 Grm. Chlorammonium waren 0,376 Ammoniak vorhanden, absorhirt wurden 0,169 Grm. — Ebenso wurden 100 Grm. Erde mit 250 CC. Wasser, in dem 1,8 Grm. schwefelsaures Ammoniak aufgelöst waren, behandelt. In Auflösung befanden sich 0,435 Grm. Ammoniak, davon wurden absorhirt 0,188 Grm.

Zur Bestimmung der Löslichkeitsverhältnisse der angewendeten Stickstoffverbindungen gegen die Phosphate im Spodiumstaub wurde letzteres

mit den Salzlösungen in fein vertheiltem Zustande zusammengebracht und bei gewöhnlicher Temperatur, unter zeitweiligem Umschütteln 48 Stunden in verschlossenen Flaschen stehen gelassen, dann abfiltrirt und die Phosphorsäure in der Form des Bittererde-Ammonialsalzes bestimmt.

Angewendet wurden:

|                             |                                                              |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 2 Grm. Chilisalpeter        | } nach 48 Stunden waren in Lösung 0,0026 PO <sub>5</sub> .   |
| 6 = Spodium                 |                                                              |
| 200 CC. Wasser              |                                                              |
| 1,8 Grm. schwefel. Ammonial | } nach 48 Stunden waren gelöst 0,0102 PO <sub>5</sub> .      |
| 6 = Spodium                 |                                                              |
| 200 CC. Wasser              |                                                              |
| 1,2 Grm. Chlorammonium      | } nach 48 Stunden waren gelöst 0,0115 Grm. PO <sub>5</sub> . |
| 6 = Spodium                 |                                                              |
| 200 CC. Wasser              |                                                              |

Zur Verwendung kamen folgende Quanten Düngemittel pr. Parzelle (à 400 □Fuß):

|                        | Grm. | darin N (Grm.) |
|------------------------|------|----------------|
| 1. Spodiumstaub . . .  | 3360 | —              |
| 2. Chilisalpeter . . . | 1120 | 154,56         |
| 3. Schwefel. Ammonial  | 1008 | 200,59         |
| 4. Chlorammonium . .   | 672  | 173,37         |
| 5. Salpetersäure . . . | 720  | 74,16          |

Den Gehalt der Salpetersäure an N als Einheit angenommen, wäre das Verhältniß desselben in der Reihenfolge von unten angefangen wie: 1 : 2,3 : 2,7 : 2,1.

Der Anbau fand, wie schon oben erwähnt, am 21. Mai statt, bei trockenem heiterem Wetter. Der Rübensamen war von der weißen schließlichen Varietät, er wurde 14 Zoll im Quadrat gelegt. Die Düngemittel waren vor der Aussaat, mit Erde gemischt, breitwürfig ausgefrenet und sorgfältig eingehackt worden. Die Salpetersäure wurde, stark mit Wasser verdünnt, gleichmäßig ausgespritzt. Während der Vegetationszeit machten sich keine erheblichen Unterschiede auf den Parzellen bemerklich. Nach dreimaligem Behacken der Rüben wurde am 4. October gerentet und sogleich, nach sorgfältigem Abputzen, gewogen.

Folgende Tabelle giebt Aufschluß über die Quantitäten der Ernte:

| Nummer<br>der Parzelle. | D ü n g u n g.                     | Zahl der pro Parzelle<br>geernteten Rüben. | Gewicht                 | Gewicht                              | Ge-              | Durchschnittsgew.<br>einer Rübenplanze. |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------|-----------------------------------------|
|                         |                                    |                                            | der<br>Rüben-<br>körper | der<br>Blätter<br>samt<br>Blattkopf. | samt-<br>gewicht |                                         |
|                         | Grm.                               |                                            | Grm.                    | Grm.                                 | Grm.             | Grm.                                    |
| 1                       | 1120 Chlorsalpete                  | 185                                        | 105,280                 | 29,120                               | 134,400          | 726                                     |
| 2                       | 1008 schwefel. Ammoniat            | 196                                        | 76,880                  | 31,920                               | 108,800          | 555                                     |
| 3                       | 672 Salmiat                        | 183                                        | 87,360                  | 22,400                               | 109,760          | 599                                     |
| 4                       | Unge dü ng t                       | 190                                        | 71,120                  | 17,920                               | 89,040           | 468                                     |
| 5                       | 720 Salpetersäure                  | 178                                        | 64,400                  | 21,280                               | 85,680           | 481                                     |
| 6                       | 3360 Spodium                       | 164                                        | 81,760                  | 21,280                               | 103,040          | 648                                     |
| 7                       | 1120 Chlorsalpete + 3360 Spod.     | 184                                        | 89,600                  | 25,200                               | 114,800          | 623                                     |
| 8                       | Unge dü ng t                       | 182                                        | 68,880                  | 21,840                               | 90,720           | 498                                     |
| 9                       | 1008 schwef. Amm. + 3360 Spod.     | 172                                        | 84,560                  | 25,760                               | 110,320          | 641                                     |
| 10                      | 672 Salmiat + 3360 Spodium         | 206                                        | 84,000                  | 32,480                               | 116,480          | 565                                     |
|                         | Mittel der 2 ungedüngten Parzellen | 186                                        | 70,000                  | 19,880                               | 89,880           | 483                                     |

Um auch annähernden Aufschluß über die Qualität der geernteten Rüben zu erhalten, wurden die in folgender Tabelle niedergelegten Bestimmungen vorgenommen:

| Parzelle. | D ü n g u n g.                                    | Gewicht der Blätter und<br>des Blattkorpers der<br>untertuchten Rübe. |      | Menge des Saftes. | Gewicht des<br>Presssaftes. | Grade Saumé. | Spec.<br>Gewicht<br>des<br>Saftes. | Balling<br>Saccharometer. |
|-----------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|-------------------|-----------------------------|--------------|------------------------------------|---------------------------|
|           |                                                   | Grm.                                                                  | Grm. |                   |                             |              |                                    |                           |
| 1         | 1120 NaO.NO <sub>3</sub>                          | 188                                                                   | 503  | 290               | 147                         | 8,5          | 1,0627                             | 15,28                     |
| 2         | 1008 NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub>              | 275                                                                   | 595  | 380               | 147                         | 7            | 1,0510                             | 12,53                     |
| 3         | 672 NH <sub>4</sub> Cl                            | 373                                                                   | 559  | 330               | 158                         | 9            | 1,0666                             | 16,20                     |
| 4         | Unge dü ng t                                      | 216                                                                   | 421  | 230               | 115                         | 9            | 1,0666                             | 16,20                     |
| 5         | 3360 Spodium                                      | 264                                                                   | 635  | 400               | 178                         | 9            | 1,0666                             | 16,20                     |
| 6         | 720 NO <sub>3</sub>                               | 229                                                                   | 620  | 360               | 191                         | 10           | 1,0746                             | 18,04                     |
| 7         | 1120 NaO.NO <sub>3</sub> + 3360 Spod.             | 380                                                                   | 649  | 390               | 177                         | 8            | 1,0588                             | 14,36                     |
| 8         | Unge dü ng t                                      | 423                                                                   | 554  | 350               | 137                         | 9            | 1,0666                             | 16,20                     |
| 9         | 1008 NH <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> + 3360 Spod. | 283                                                                   | 647  | 370               | 205                         | 9,5          | 1,0706                             | 17,12                     |
| 10        | 672 NH <sub>4</sub> Cl + 3360 Spod.               | 297                                                                   | 287  | 170               | 81                          | 10           | 1,0746                             | 18,04                     |

Fassen wir kurz zusammen, was sich aus dem Versuch ergibt:

Sämmtliche gebüngte Parzellen, mit Ausnahme der mit Salpetersäure gebüngten, haben einen höheren Ertrag als die ungebüngten geliefert, absolut wie relativ.

Die Wirkung des Spodiums ist durch Zusatz der Nsalze erhöht worden.

Die Ammoniaksalze und der Chilisalpeter haben nicht gewirkt gemäß ihrem Stickstoffgehalt; ebenso giebt die lösende Kraft dieser Salze gegen Erdphosphate allein keinen Anhaltspunkt zur Bestimmung ihrer Wirksamkeit.

Chilisalpeter hat absolut wie relativ den höchsten Ertrag geliefert obgleich er nicht den höchsten Stickstoffgehalt, auch nicht die größte Lösungsfähigkeit gegen Phosphate besaß.

Die Wirkung des Chilisalpeters scheint nicht allein in der Salpetersäure begründet, sondern das Salz als solches scheint wirksam zu sein, da Salpetersäure allein sogar ein ungünstigeres Resultat lieferte als ungebüngt.

Zu einem Urtheil über die specifische Wirkung der verschiedenen Ammoniaksalze genügt der Versuch nicht, da die Wirkung dieser Salze sich nicht gleichmäßig gezeigt hat. Ueberhaupt lassen Versuche im Großen auf dem Felde viele Einwände zu, weil es trotz aller Sorgfalt unmöglich ist, sämmtliche einwirkenden Factoren zu bestimmen. Ich ziehe es deshalb vor, mich auf vorstehende Schlüsse zu beschränken, die Bestätigung noch anderer von gegenwärtig im Gange befindlichen Topfversuchen erwartend.

Ob die geringere Wirkung der Ammoniaksalze darin zu suchen ist, daß sie, wenigstens größtentheils, durch Oxydation erst in Salpetersäure übergehen müssen, bevor ihr Stickstoff unmittelbar den Pflanzen zur Nahrung dienen kann; und ob die Wirkung der Ammoniaksalze um so geringer sein wird, je weniger die nothwendigen Bedingungen zur Salpeterbildung im Boden vorhanden sind, ob dieselbe um so größer wird in dem Grade, als man diese Bedingungen künstlich erhöht: ob man z. B. durch Kalk aus dem schwefelsauren und salzsauren Salz das Ammonial im Boden erst frei machen müsse, um raschere Salpeterbildung herbeizuführen; in wie weit die Wirkung des Salmials beeinträchtigt wird dadurch, daß es sich im Boden zu Chlorcalcium und Chlormagnesium umsetzt, welche positiv schädlich auf die Vegetation wirken sollen;

in wie weit die ausnehmend günstige Wirkung des Chillsalpeters auch dadurch begründet ist, daß von einer Lösung desselben die Hälfte ohne Umsaß durch Ackerboden filtrirt, und also ein großer Theil desselben im feuchten Erdreich fähig ist, Phosphate zu lösen: die Beantwortung dieser Fragen muß gleichfalls ferneren Versuchen vorbehalten bleiben.

## Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungs- proceß der Pflanzen

von

Dr. W. Anop.

### II.

Als Fortsetzung der Heft 9 S. 324 abgebrochenen Abhandlung, in welcher ich die Lösung, mit der ich eine Maispflanze zu einer bedeutenden Entwicklung brachte, so wie auch die Veränderungen angegeben habe, welche diese Lösung periodenweise durch die darin vegetirende Pflanze erlitt, theile ich mit Nachfolgendem einige weitere analytische Resultate mit, welche sich bei der Untersuchung derselben Maispflanze ergeben haben.

S. 317—321 des 9. Heftes habe ich bereits alle Quantitäten Salze, welche von der Pflanze, vom Anfang bis zu Ende ihrer Vegetation, aufgefogen wurden, ferner die ganze Wassermenge, die bei dem Versuche in's Spiel kam, so wie endlich auch diejenigen Salzengen, welche nach der Blüthezeit von der Pflanze an destillirtem Wasser wieder abgegeben wurden, aufgezählt. Diese Mengen sind dort in der Reihenfolge der Perioden aufgeführt worden.

Ich erinnere ferner daran, daß ich bei dem Versuche, indem ich jedesmal, wenn die Pflanze ein Liter Wasser verdunstet hatte, nahe an 200 CC. Rest von der ihr gegebenen Salzlösung aus dem Versuchsgefäß anlassen ließ, und diesen Rest analysirte, fünf erste Vegetationsperioden erhielt, wobei die Pflanze bis zur Blüthe kam.

Vom Anfange der sechsten Periode an (s. 9. Heft S. 320) goß ich bloß reines (destillirtes) Wasser in das Versuchsgesäß. Die Pflanze lieferte bei dieser Behandlung den Beweis dafür, daß zur Blüthezeit alle zur Fruchtbildung erforderlichen Stoffe in ihr in genügender Menge angehäuft waren und brachte einen ihrem Körper proportionalen Fruchtkolben zu Wege, auf dem später 140 Samen reiften. ♣

Es ist nun wohl von Interesse, zuvörderst die Gesamt mengen der zum Aufbau eines Gewächses erforderlichen Stoffe zu kennen, welche ohne Weiteres durch Addition der S. 317—321 in den mit C überschriebenen Spalten aufgeführten Zahlen erhalten werden können. An dem Platze der Zahlen, welche die von der Pflanze aufgefogene Menge Salpetersäure angeben sollten, ist an dem citirten Orte ein Fragezeichen gesetzt, um anzudeuten, daß der Rest Salpetersäure, den die Pflanze hinterließ, nicht analytisch bestimmt worden ist.

Da nun aber die weiteren Untersuchungen ergeben haben, daß die salpetersaure Kalk- und Tallerde bis auf ein Minimum in kohlen saure Salze umgewandelt worden waren, und der Kalisalpeter als schwefelsaures Kali in der Lösung, in welcher die Pflanze vegetirt hatte, angetroffen wurde, so darf man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß fast die ganze Menge Salpetersäure, welche der in Rede stehenden Weispflanze gegeben wurde, von derselben aufgenommen und verarbeitet worden sei, diese Menge aber berechnet sich vollkommen sicher aus der angewandten Menge des salpetersauren Kalks und Kalis, weil beide Salze in neutralem Zustande aufgelöst worden sind. Unter der Voraussetzung, die Salpetersäure sei ganz und gar mit in die Pflanze gegangen, giebt die Addition aller der in den ersten 5 Perioden von der Pflanze aufgefogenen Quantitäten Basen und Säuren:

Salpetersäure 5,6160 Grm.

Schwefelsäure 0,5196 =

Phosphorsäure 0,5730 =

Kallerde . . . 1,0534 =

Tallerde . . . 0,2184 =

Kali . . . . . 1,7454 =

---

9,7258 Grm. Salze,

wozu noch eine nicht ermittelte, aber jedenfalls sehr geringe Menge phosphorsauren Eisenoxyds hinzuzurechnen ist.

Diese Salzmengen hat die Pflanze in der Zeit vom 12. Mai bis zum 10. August mit 6 Litern Wasser in sich aufgenommen und ist damit bis zur Blüthe gelangt.

In den übrigen beiden Perioden, die als sechste und siebente bezeichnet sind, in welchen die Pflanzen keine Salze mehr, sondern nur destillirtes Wasser bekam, hat sie noch 5,5 Liter Wasser aufgefogen, und von den zur Blüthezeit in ihr vorhanden gewesenen Salzen, an das die Wurzeln umgebende Wasser zurückgeliefert:

|                             | Kalk.      | Kalk. | Phosphorsäure. | Kalkerde. |
|-----------------------------|------------|-------|----------------|-----------|
| Vom 10. bis 16. August . .  | 0,0160 Gr. | 0,008 | 0,001          | —         |
| Vom 16. Aug. bis 4. Septbr. | 0,0034 =   | 0,051 | 0,006          | 0,007     |
| In 25 Tagen im Ganzen .     | 0,0194 Gr. | 0,059 | 0,007          | 0,007     |

Zieht man diese mit dem Erscheinen der weiblichen Blüthe aus der Wurzel ausgesonderten Mengen von den vorstehenden Zahlen ab, so findet man, daß die reife Pflanze zur Zeit, wo sie geerntet wurde, an Mineralbestandtheilen im Ganzen enthielt:

|                                 |                        |   |                   |
|---------------------------------|------------------------|---|-------------------|
| Stickstoff entsprechend nahe an | 5,616 Salpetersäure    | = | 1,4560 Stickstoff |
| Schwefel                        | 0,5196 Schwefelsäure   | = | 0,3464 Schwefel   |
| Phosphor                        | 0,5730 Phosphorsäure   | = | 0,2500 Phosphor   |
| Kalkerde                        | 1,0534—0,590 Kalk      | = | 0,9944 Kalkerde   |
| Kalkerde                        | 0,2184—0,0070 Kalkerde | = | 0,2114 Kalkerde   |
| Kali                            | 1,7454—0,0194 Kali     | = | 1,7260 Kali       |

und eine geringe Menge phosphorsaures Eisenoxyd.

Unter Aufnahme dieser Stoffe hat die Pflanze die folgenden Gewichte an Trockensubstanz der einzelnen Organe gewonnen. Alle Zahlen drücken Gramme bei 95° getrockneter Substanz aus:

|            |                                          |
|------------|------------------------------------------|
| 4,265 Grm. | Wurzeln                                  |
| 6,420      | Stamm bis zur männlichen Blüthe          |
| 0,750 =    | männliche Blüthe, aus 7 Aehren bestehend |
| 4,500 =    | von vollkommenem Samen entblühter Kolben |
| 21,500 =   | reife Samen (140 Stück)                  |
| 12,853 =   | Blätter und Blattstücken                 |

50,288 Grm. Gesamtgewicht der trocknen Pflanze.

Vorausgesetzt nun, die Salpetersäure sei zur Bildung der Eiweißsubstanzen verwandt, Schwefel und Phosphor aber seien, wenigstens



wesentlich als solche in der reifen Pflanze vorhanden gewesen, so kommt man zu dem Schlusse, dieselbe habe auf vorstehendes Gewicht, in runder Zahl = 50 Grm. Trodenschubstanz, an Mineralbestandtheilen enthalten:

|        |                      |
|--------|----------------------|
| 0,5196 | Grm. Schwefelsäure   |
| 0,5730 | = Phosphorsäure      |
| 0,9944 | = Kalkerde           |
| 0,2114 | = Thonerde           |
| 1,7260 | = Kali               |
| ?      | phosphorsaures Eisen |
| 4,0244 | Grm. Salze,          |

woraus sich im Durchschnitt ein Gehalt von 8 Proc. Asche berechnet, wären diese Mineralbestandtheile in der Pflanze gleichmäßig vertheilt, was natürlicher Weise nicht der Fall ist.

Bei 50,288 Grm. Trodenschubstanz hatte die Pflanze zur Zeit der Reife das Lebendgewicht von 330 Grm. (am 28. Aug.) und enthielt folglich ihr Körper in 100 Theilen

|      |                                 |
|------|---------------------------------|
| 15,2 | Grm. Organische Materie + Asche |
| 84,8 | = Vegetationswasser             |

100,0

Die verschiedenen Fragen, welche beim Ueberblicken dieser Data sich stellen, ließen sich mit dem gegebenen Quantum Substanz nicht alle durch Analyse beantworten; ich mußte mich entschließen, mich für diesmal auf die Erledigung einiger wenigen zu beschränken, und will in Folgendem angeben, in welcher Beziehung ich die Analysen dieser Pflanze durchgeführt habe.

#### I. Analyse der Asche der Wurzel.

Zunächst schien es mir von besonderem Interesse zu sein, die Wurzel auf ihre Mineralbestandtheile zu untersuchen, weil dieselbe während der sechsten und siebenten Periode im Ganzen 19 Tage lang in destillirtem Wasser gestanden hatte, um zu erfahren, wie weit sie hierdurch ihrer Mineralbestandtheile sich entledigt hatte. Um zugleich einige qualitative Versuche über die Natur der in der Wurzel vorhandenen Stoffe anstellen zu können, wurde die gepulverte, bei 95° getrodnete Wurzelmenge in 2 Theile getheilt und die eine Hälfte von 2,1325 Gr. in der Silberchale, die mit Drahtnetz überspannt war, bei niedriger

Temperatur eingedampft. Die Kohle verbrannte dabei außerordentlich leicht.

Es hinterblieben 0,147 Grm. einer rostrothen, also stark eisenhaltigen Asche, die beim Lösen in Salzsäure deutlich aufbrauste. Beim Wiederauflösen des Rückstandes, den diese salzsaure Lösung beim Eindunsten ließ, blieb keine wägbare Menge Kieselsäure zurück.

Kieselsäure war in der Wurzel also nur spurenweise, vielleicht gar nicht vorhanden. Die Analyse auf die übrigen Bestandtheile habe ich hier anders als bei den übrigen Organen ausgeführt; ich fällte nämlich die salzsaure Lösung der Wurzelasche zuerst durch bloßen Zusatz von Ammoniak, um alle Phosphorsäure mit einem Quantum der in der Wurzel vorhandenen drei Basen: Eisenoxyd, Kalk- und Talkerde, auszufällen. Der erhaltene Niederschlag sei mit A bezeichnet.

Darauf fügte ich zum Filtrate phosphorsaures Ammoniak und fällte dadurch die noch vorhandenen Mengen Kalk und Talkerde als Niederschlag B.

Im Filtrate C ist dann nur noch das Kali enthalten.

In dem Niederschlage A ist das phosphorsaure Eisen durch Lösen desselben in Essigsäure, der Kalk mittelst Oxalsäure und die Talkerde durch Zufügen von Ammoniak, dem noch wenige Tropfen Phosphorsäure zugesetzt worden waren, bestimmt, und die ganze Phosphorsäuremenge, welche im Niederschlage A enthalten war, durch Rechnung gefunden, indem die zur Bildung von phosphorsaurem Kalk und von phosphorsaurer Ammoniaktalkerde erforderliche Menge  $PO_5$  ausgerechnet wurde.

Bei diesem Gange der Analyse zeigte sich sofort, daß in der Wurzel außer phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Talkerde noch ein Quantum Kalk und Talkerde auf andere Weise gebunden vorhanden waren; denn als das Filtrat von dem Niederschlage A mit phosphorsaurem Ammoniak versetzt wurde, fiel noch ein Gemenge von phosphorsaurem Kalk mit etwas phosphorsaurer Ammoniaktalkerde nieder.

Diese Trennung der Kalk- und Talkerde von Alkali (C) ist zwar, wie bekannt, nicht so scharf als die sonst gewöhnliche, weil der phosphorsaure Kalk nicht unüblich genug in Wasser ist, allein es ließ sich der Fehler dadurch sehr verkleinern, daß alle Flüssigkeiten auf wenige Cubit-Centimeter Raum eingedunstet wurden; es war wenigstens möglich, die Analyse auf alle vorhandenen Stoffe mit der geringen Menge Asche für den Zweck genau genug durchzuführen.

Das Alkali ist dem Filtrate C mittelst kieselstoffsaurer Kupferoxyde bestimmt. Es wurden gefunden:

|                     |   |                      |        |
|---------------------|---|----------------------|--------|
| Im Niederschlage A  | } | Phosphorsaures Eisen | 0,0630 |
|                     |   | Kalkerde . . . . .   | 0,0330 |
|                     |   | Tallerde . . . . .   | 0,0022 |
| Im Niederschlage B  | } | Kalkerde . . . . .   | 0,0099 |
|                     |   | Tallerde . . . . .   | 0,0004 |
| Im Filtrate C . . . |   | Kali . . . . .       | 0,0054 |
|                     |   |                      | 0,1139 |

Für die Kalkerde des Niederschlags A berechnen sich dann 0,0278 Gr. Phosphorsäure, mit welchem Quantum sie als dreibasisches Salz niederfallen mußte, und für die Tallerde desselben Niederschlags 0,0038 Gr. Phosphorsäure, um mit dieser Erde phosphorsaure Ammoniakalkerde zu bilden.

Die Schwefelsäure wurde in der andern Hälfte der Wurzel, von der sogleich die Rede sein soll, bestimmt. Faßt man alle diese Data zusammen, so ergab die Analyse der Wurzel

| Gefunden in der Hälfte. Berechnet auf die ganze Wurzel |        | von 4,265 Gr. |
|--------------------------------------------------------|--------|---------------|
| Kieselsäure . . . . .                                  | 0,0000 | 0,0000        |
| Phosphorsaures Eisenoxyd                               | 0,0630 | 0,1260        |
| Schwefelsäure . . . . .                                | Spur   | 0, —          |
| Phosphorsäure . . . . .                                | 0,0316 | 0,0632        |
| Kalkerde . . . . .                                     | 0,0429 | 0,0858        |
| Tallerde . . . . .                                     | 0,0026 | 0,0052        |
| Kali . . . . .                                         | 0,0054 | 0,0108        |
|                                                        | 0,1455 | 0,2910        |

4,265 trockner Wurzel enthielten demnach 0,2910 und folglich 100 trockne Wurzel 6,8 Proc. Asche, welche bei der Darstellung noch etwas Kohlensäure gebunden hatte, so daß die directe Wägung der erhaltenen Asche (berechnet auf's Ganze) 0,2940 Grm. ergab.

Die andere Hälfte der gepulverten Wurzel benutzte ich, wie schon bemerkt, zur Bestimmung der Schwefelsäure, von der aber nur eine Spur nachgewiesen werden konnte, und zu einem besonderen Versuch über die Art und Weise, wie das Kali in der Wurzel gebunden war.

Die ganze Quantität der andern Hälfte = 2,1325 Grm. der bei 95° getrockneten fein geriebenen Wurzel wurde nämlich in einem kleinen Verdrängungsapparate mit destillirtem Wasser ausgezogen. Der stark braun gefärbte Auszug wurde eingedunstet und der Rückstand im Platinschälchen verbrannt. Die äußerst geringe Menge Asche wurde in Salzsäure gelöst, die stark saure Lösung mit Aetheralkohol und dann mit Platinchlorid versetzt, worauf sich sofort ein Niederschlag von Chlorplatinchlorid auschied, der 0,012 Gr. wog und folglich 0,0023 Gr. Kali enthielt.

Dieselbe Wurzel also, welche im gesunden Zustande in der siebenten Periode nur 3,4 Milligramm Kali an das sie umgebende Wasser abgegeben und dieses nicht im mindesten gefärbt hatte, da letzteres selbst beim Eindunsten behufs der Analyse auf wenige Cubit-Centimeter farblos blieb, gab nach dem Trocknen bei 95° einen stark braun gefärbten wässrigen Auszug, der, bezogen auf die ganze Menge, das Doppelte von voriger Zahl, also 0,0046 Gr. Kali enthielt.

Die Mutterlauge von dem Platinchloridchlorid enthielt keine Schwefelsäure, und in der Asche des mit Wasser ausgezogenen rückständigen Wurzelpulvers war eine so geringe Menge derselben Säure enthalten, daß Chlorbarium nur eine Trübung in der Lösung der Asche hervorbrachte.

Zusolge diesen Bestimmungen sind außer den in Wasser sehr schwer löslichen phosphorsauren Salzen des Eisenoxyds, der Kalk- und Talkerde noch andere Verbindungen der Kalk- und Talkerde und des Kalis in der lebendigen Wurzel enthalten, welche in 19 Tagen nicht von dem Wasser außen durch Diffusion und Endosmose der Wurzel entzogen werden konnten, während aus der durch Trocknen getödteten destillirtes Wasser Kali in verhältnißmäßig großer Menge auszog.

Bevor ich auf eine nähere Betrachtung dieser Resultate eingehe, will ich erst alle analytischen Data zusammenstellen.

II. Analyse der Stammorgane. Der Stamm von der Wurzel bis zum Anfang der männlichen Blüthe und der von reifem Samen entblühte Kolben sind zusammen eingeäschert und analysirt. Der Stamm für sich allein wog trocken 6,420 Gr., der Kolben 4,500 Gr. Vom Stamme sind aber nur 5,620 Gr. zur Analyse verwandt, weil ein geringes Quantum zur Stickstoffbestimmung reservirt wurde.

Die folgende Analyse ist also von der Asche von

5,620 Grm. Stamm und  
4,500 = Kolben

= 10,120 Grm. Trodensubstanz

gemacht worden. Diese Substanz ist in der Silberschale mit über-  
gespanntem Drahtnetz verlohnt. Die Kohle wird vor dem vollständigen  
Einsäckern mit Salzsäure ausgezogen. Die Analyse gab:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Kieselsäure . . . . .    | 0,0005 |
| Phosphorsaures Eisenoxyd | 0,0030 |
| Schwefelsäure . . . . .  | 0,0186 |
| Phosphorsäure . . . . .  | 0,0440 |
| Kalkerde . . . . .       | 0,0990 |
| Tallerde . . . . .       | 0,0086 |
| Kali . . . . .           | 0,4974 |
|                          | <hr/>  |
|                          | 0,6711 |

Wenn 10,120 Grm. Substanz 0,6711 Mineralbestandtheile ent-  
hielten, so ergibt sich ein Procentgehalt von 6,6 Proc. Asche. Die  
äußerst geringe Menge Kieselsäure, welche oben angegeben ist, rührt  
gewiß von in der Epidermis eingebrungenem Staub her.

III. Analyse der Samen. Die 140 Stück reifer Samen  
gemahlen und gerieben wogen bei 95° getrocknet 21,5 Grm. Davon  
wurden 1,5 Grm. zur Stickstoffbestimmung aufgehoben und 20,0 Grm.  
wie oben analysirt. Die Analyse gab:

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Kieselsäure . . . . .    | 0,0000 |
| Phosphorsaures Eisenoxyd | 0,0020 |
| Schwefelsäure . . . . .  | 0,0000 |
| Phosphorsäure . . . . .  | 0,0482 |
| Kalkerde . . . . .       | 0,0058 |
| Tallerde . . . . .       | 0,0396 |
| Kali . . . . .           | 0,1340 |
|                          | <hr/>  |
|                          | 0,2296 |

20 Grm. trockner Samen enthielten 0,2296 Mineralbestandtheile  
und folglich 100 Theile Samen 1,15 Proc. Mineralbestandtheile.

IV. Die Blätter. Was die Blätter anbetrifft, so muß ich mich für diesmal darauf beschränken, von quantitativen Bestimmungen nur die der Kieselsäure und weiter unten die des Stickstoffgehaltes mitzutheilen.

Zuvörderst sei bemerkt, daß die mittleren Blätter einer normalen in diesem Sommer im Boden gewachsenen Pflanze 13,5 Proc. einer stark alkalischen Asche gaben, von der 100 Theile 28 Theile Kieselsäure enthielten. Es sei ferner daran erinnert, daß bei dem normalen Wachstum der Gräser im Boden die Kalk- und Tallerde sich so vertheilen, daß in der Samenasche mehr Tallerde gegen 1 Gewichtstheil Kalkerde enthalten ist als in den Blättern. Die Kalkerde dagegen geht, wie wir wissen, mehr in die Blätter als in die Samen.

Ein Quantum der mittleren Blätter von meiner künstlich gezogenen Pflanze gab nun eine Asche, in der ich fand:

Kalkerde 0,1486 Grm.

Tallerde 0,0072 =

also ein ähnliches Verhalten, wie es bei der normalen Pflanze statt hat, was sich namentlich herausstellt, wenn man oben die Samenasche damit vergleicht, in welcher in der That das umgekehrte Verhältniß statt hat, insofern diese letztere mehr Tallerde als Kalkerde enthält. Die Aschen der Blätter meiner künstlich erzogenen Pflanze brausten mit Säure übergossen alle stark auf, so wie es bei der Asche von normalen Pflanzen derselben Familie statt hat.

Ich habe ferner Kieselsäurebestimmungen von 3 Abtheilungen der Blätter aus den verschiedenen Höhen des Stammes gemacht, die hier nachfolgen. Den angestellten Analysen zufolge enthielten 100 Theile Asche von

|                                                                   | Kieselsäure.  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| den 3 untersten Blättern, welche trocken zusammen wogen 1,500 Gr. | 4,1 %         |
| = 4 mittleren = = = = =                                           | 3,520 = 7,1 : |
| = 8 obersten = + Füllen des Kolbens, welche                       |               |
| trocken wogen . . . . .                                           | 7,833 = 5,0 = |
| Gesammtgewicht der Blätter . . . . .                              | 12,853 Gr.    |

Das absolute Quantum Kieselsäure, das in den 12,853 Gr. Blättern enthalten war, war folgendermaßen vertheilt:

|                                                 |                        |   |  |
|-------------------------------------------------|------------------------|---|--|
| in den 3 untersten Blättern waren vorhanden     | 0,0070 Gr. Kieselsäure |   |  |
| in den 4 mittleren Blättern . . . . .           | 0,0030 =               | = |  |
| in den 8 obersten + Hülsen des Kolbens zusammen | 0,0120 =               | = |  |
| <hr/>                                           |                        |   |  |
| folglich in allen Blattorganen zusammen . .     | 0,0220 Gr. Kieselsäure |   |  |

welche Menge also die Größe der Verwitterung des Glases, das als Versuchsgesäß diente und desjenigen, in welchem die Salzlösung aufbewahrt wurde, ausdrückt, falls die Kieselsäure nicht vom Staub herrührt.

V. Stickstoffbestimmungen. Die folgenden Stickstoffbestimmungen sind theils von Hrn. Wolf theils von Hrn. Stadler aus Leipzig gemacht worden.

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| A) 0,541 trockne Blätter gaben 0,113 Platin = 0,016 N = 2,96% Stickstoff (Stadler) |
| B) 0,150 Stammorgane " 0,041 " = 0,00593 N = 3,8% Stickstoff (Wolf)                |
| C) 0,445 männl. Blüthe " 0,078 " = 0,01108 N = 2,48% " "                           |
| D) 0,565 Maisfamen " 0,100 " = 0,01421 N = 2,5% " "                                |

Berechnet man diese Procente auf die Gesamtgewichte der geernteten Organe, so findet man, daß enthalten waren in den

|                                                    | Stickstoff. |
|----------------------------------------------------|-------------|
| 10,920 Gr. Stammorganen, d. h. Stamm + Fruchtboden | 0,4150 Gr.  |
| 0,750 = männlichen Blüthen . . . . .               | 0,0186 =    |
| 21,500 = Samen . . . . .                           | 0,5375 =    |
| 12,853 = Blättern . . . . .                        | 0,3804 =    |
| <hr/>                                              |             |
| In allen Organen außer der Wurzel zusammen . . . . | 1,3515 Gr.  |

Die Pflanze hat im Ganzen aufgesogen 5,616 Grm. Salpetersäure, worin 1,4560 Stickstoff enthalten sind. Subtrahirt man hiervon den in der Pflanze vorhandenen Stickstoff, so erhält man: 1,4560 — 1,3515 = 0,1045 Stickstoff als Ueberschuß.

Wenn nun auch von der Wurzel keine Stickstoffbestimmung gemacht werden konnte, so bleiben für 4,265 Grm. Wurzel, doch wie sich mit Vorstehendem ergibt, noch 0,1045 Grm. Stickstoff vom Stickstoffgehalte derjenigen Menge Salpetersäure, welche der Pflanze gegeben wurde, übrig, was mehr als ausreichend ist, denn rührte in der That aller Stickstoff, den die erzeugte Pflanze enthielt, einzig von der ihr in Form von Nitraten gegebenen Salpetersäure her, so fände man, daß der eben berechnete Ueberschuß von 0,1045 Grm. bei dem Gewichte der Wurzel von 4,265 Grm. genügte, um für dieses Quantum Wurzel eine Wurzel-

trockensubstanz von 2,4 Proc. Stickstoffgehalt zu berechnen. Und es wären dann bei diesem Versuche mittelst 1,456 Grm. Stickstoff = 5,616 Grm. Salpetersäure erzeugt, folgende Quantitäten:

| O r g a n e. |                                                | Darin Stickstoffprocentgehalt | Stickstoff. | der Organe. |
|--------------|------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|
| 4,265 Gr.    | Wurzeln . . . . .                              | 0,1045                        | 2,40        |             |
| 10,920 =     | Stammorgane (Stamm und Kolbenspindel . . . . . | 0,4150                        | 3,80        |             |
| 0,750 =      | Näse der 7ährigen männlichen Blüthe . . . . .  | 0,0186                        | 2,48        |             |
| 21,500 =     | reifer Samen . . . . .                         | 0,5375                        | 2,50        |             |
| 12,853 =     | Blätter und Hüllen des Kolbens                 | 0,3804                        | 2,50        |             |
| <hr/>        |                                                |                               |             |             |
| 50,288 Gr.   | organ. aschenhalt. Trockensubstanz             | 1,4560                        |             |             |

Wenn der Versuch nun auch nicht den Beweis liefert, daß die Pflanze mittelst der Blätter kein Ammonial aus der Atmosphäre aufgenommen hatte, so zeigen vorstehende Zahlen doch, daß die Salpetersäuremenge, welche der Pflanze in Form von salpetersaurem Kali und salpetersaurem Kalk neben Bittersalz gegeben worden war, aus welchem letzteren Salze sich offenbar auch etwas salpetersaure Asche in der Lösung bilden mußte, ausreichend ist, um den ganzen Bedarf an Stickstoff, den die Pflanze hatte, zu liefern.

Aus den nunmehr im Detail mitgetheilten Ergebnissen der Untersuchung einer einzigen Pflanze stellt sich im Ganzen Folgendes heraus:

1) Die Maispflanze hat mit einem Gesamtverbrauch von 11,5 Liter Wasser 4 Grm. Mineralsalze und nahe an 1,4560 Stickstoff, in Form von 5,616 Grm. Salpetersäure entsprechenden Nitraten, aufgenommen und damit 50 Grm. organische Substanz erzeugt.

2) Die Lösung, in welcher diese Salze der Pflanze geboten wurde, war neutral und nach der Formel  $MgO, SO_3 + 2 CaO, NO_3 + 2 KO, NO_3$  zusammengesetzt und erhielt zeitweilig einen Zusatz von phosphorsaurem Kali. Außerdem ward phosphorsaures Eisenoxyd in der Lösung aufgeschlämmt.

3) Es ist möglich, daß in frühester Jugend die Aufnahme der Mineralsalze durch Endosmose bedingt wird. Denn zur Zeit, wo der Flächeninhalt der Oberfläche der Blätter (nicht Oberfläche und Unterfläche zusammen) etwa 50 bis 200 Quadratcentimeter beträgt, verdunstet eine Maispflanze bei 10—15° Temperatur in 24 Stunden oftmals



kaum 0,5—1 Grm. Wasser. Bei 15—25° beträgt das durch dieselben Blätter verdunstete Wasser auch noch sehr wenig, etwa 1—2 Grm.

Sobald die Blätter aber weiter entwickelt sind, bedingt die Verdunstung an den Blattflächen einen starken Zug des Wassers von den Wurzeln zu den Blättern hin.

Zur Zeit, wo die Flächen der Oberseite der Blätter zusammen etwa 1000 Quadratcentimeter Ausdehnung haben, beträgt die Verdunstung bei 15°, 20°, 25° der Reihe nach etwa 100, 150, 200 Grm. Wasser, und zu dieser Zeit muß die Wurzel von einer auffaugbaren Lösung umgeben sein.

4) Indem die Lösung aufgefogen wird, stellt die Zellenmembran den einzelnen Salzen einen verschiedenen Widerstand entgegen, den salpetersauren einen geringeren als den schwefelsauren, und eine concentrirtere Salzlösung wird schwieriger als eine verdünnte aufgefogen.

5) Der Erfolg der Thätigkeit der Endosmose wird durch den in die Wurzeln eindringenden Strom der sie umgebenden Lösung ganz umschlossen. In wässriger Lösung bringen die Salze also auch nicht durch endosmotische Vorgänge in die Wurzeln ein, die Ernährung der Pflanze fordert hier nichts weiter als eine auffaugbare Lösung der Nährstoffe.

6) Umgekehrt kommen auch zur Zeit, wo die Pflanze alle zu ihrer weiteren Ausbildung nothwendigen Mineralsalze in ihrem Körper aufgenommen hat, die Bestandtheile dieser Salze aus der Pflanze nicht auf dem Wege der Endosmose in reines Wasser zurück, wenn ihre Wurzeln zu Anfang der Blütheperiode mit destillirtem Wasser umgeben werden. Von 4 Grm. Salzen sind thatsächlich nur äußerst geringe Mengen in das Wasser zurückgegangen, und der Umstand, daß hierbei vorzugsweise kohlensaurer Kalk, wenig Kali und gar keine Schwefelsäure rückgängig wurden, beweist, daß die Zellenmembran auch in der entgegengesetzten Richtung den einzelnen Salzen einen verschiedenen Widerstand entgegenstellt. Berücksichtigt man dabei, daß die Wurzelasche außer phosphorsauren Kalk- und Talkerde und phosphorsaurem Eisen noch Kalk- und Talkerde in anderer Form enthielt, daß die beiden ersteren Salze in Wasser keineswegs ganz unlöslich sind, daß der Wurzelsaft sauer ist und folglich von jenen Salzen noch mehr als Wasser löst, daß aus der durch Trocknen bei 95° getödteten Wurzel bloßes Wasser braune organische Substanz und Kali auszog, Substanzen, welche vorher aus der lebenden Wurzel von einem großen Quantum reinen Wassers nicht auf-

genommen werden konnten, so überzeugt man sich, daß hier entweder gar keine endosmotischen Vorgänge vorhanden waren, oder daß die Wirkungen der Endosmose durch andere Thätigkeiten annullirt worden sein mußten, da die Endosmose mit irgend einer Art von Ausgleichung der Concentrationen innen und außen hätte enden müssen.

Betrachten wir hiernach das Verhalten der einzelnen Mineralstoffe, so finden wir Folgendes:

7) Kieselsäure war absichtlich gar nicht zur Lösung hinzugesetzt. Indessen ist vielleicht durch Verwitterung des Versuchsgefäßes etwas Kieselsäure in Auflösung gegangen. Die Wurzel enthielt eine unwägbare Spur Kieselsäure. Der ganze Stamm nur ein halbes Milligramm.

In allen funfzehn Blättern und Blattstücken zusammen waren 0,022 Grm. Kieselsäure vorhanden. Denkt man sich dieses Quantum auf die Ober- und Unterfläche der funfzehn Blätter gleichmäßig ausgebreitet, so kommen auf 1 Quadratcentimeter Blattfläche 0,00004 Grm. Kieselsäure, da nach den ausgeführten Messungen die Blätter der reifen Pflanze 2645 Quadratcentimeter Flächeninhalt auf der Oberfläche allein, auf Ober- und Unterfläche zusammen also den doppelten Flächeninhalt hatten.

Demnach bleibt es zweifelhaft, ob der gefundene Kieselsäuregehalt aus der Lösung herrührte. Es ist möglich, daß sie dem in die Epidermis eingebrungenen feinsten Staube angehört, der sich von außen auf die Blätter gelegt hat. Diese Ansicht gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß der ganze Stamm nur  $\frac{1}{4}$  Milligramm Kieselsäure enthielt, welchen Gehalt man auch wohl besser einer geringen Menge in den Blatwinkeln eingebrungenen Staubes als dem Stammorgane selbst angehörig zu betrachten hat. Es ist unwahrscheinlich, daß, stammte die Kieselsäure der Blätter aus der Lösung, der Stamm kieselensäurefrei geblieben wäre.

Die Samen zeigten sich ganz kieselensäurefrei.

Ich glaube nicht, daß die Kieselsäure zu den Nährstoffen der Gräser gehört, da ich ähnliche Verhältnisse auch bei der Untersuchung der Gerstenaaschen gefunden habe.

8) Die Salpetersäure ist aus der Lösung verschwunden. Daß sie zersetzt worden ist, ergibt sich daraus, daß sie die Basen, an welche sie gebunden war, als kohlensaure Salze in der Lösung zurückließ.

Giebt man einer Pflanze mehr salpetersaure Salze als sie bedarf, so steigt der Ueberschuß unverändert in die Pflanze mit auf. Ich bewahre noch jetzt Hafer auf, dessen Blätter mit Zischen und Sprähen verbrennen, wenn man sie über einen glühenden Körper hinzieht. Nur in der Nähe der Blattspitzen zeigt die Blattsubstanz diese Erscheinung nicht.

9) Die Schwefelsäure war bei diesem Versuche im Uebermaße angewendet, so daß man schließen darf, eine nach der Formel  $MgO, SO_2 + 4 CaO, NO_2 + 4 KO, NO_2 + xKO, PO_2$  zusammengesetzte Normallösung hätte dieselben Dienste gethan.

10) Die Phosphorsäure ist in allen Perioden vollständig aus der Lösung außerhalb der Wurzel verschwunden, was nur durch Vermittlung des auf die Wurzeloberfläche aufgeschlämmten phosphorsauren Eisenoxyds geschehen konnte.

11) Das Eisen fand sich bei der Analyse der gezogenen Pflanze in sämmtlichen Organen wieder.

Ich habe oben S. 139 in dem Artikel über Keimung es schon ausgesprochen, daß ich nicht glaube, daß dem Eisen specifisch die Wirkung, das Blattgrün hervorzurufen, zukomme. Damit soll aber keineswegs behauptet sein, daß meine bisherigen Versuche bewiesen hätten, das Eisen könne als Nährstoff ganz fehlen. Denn obschon Herr Wolf, wie ich angeführt habe, eine Anzahl Maispflanzen zog, ohne Eisen zur Lösung gefügt zu haben, so waren Spuren von Eisen doch schon im ausgelegten Samen vorhanden. Ob das Eisen absolut fehlen kann, das müssen erst noch weitere Versuche entscheiden.

Das auf der Wurzel haftende phosphorsaure Eisen, das an und für sich fast farblos ist, färbte die Wurzel nach und nach rostgelb und wirkte vortrefflich als Ueberträger der Phosphorsäure aus der Lösung ins Innere der Pflanze. Indem das basisch gewordene Eisenoxyd sich auf vielleicht Tausenden von feinen Wurzelfasern verbreitete, sich immer wieder mit Säure sättigte, verschwand die Phosphorsäure ganz aus der Lösung.

Es läßt sich durch weitere Versuche entscheiden, ob diese Erklärung richtig ist, denn gelingt es, mit eisenfreien Lösungen eine Pflanze zu ziehen, so dürfte dieselbe Erscheinung dabei nicht wiederkehren, man müßte in solchen Lösungen im Gegentheile am Schlusse der Vegetationsperiode noch immer einen den Mengen der übrigen Stoffe entsprechenden aliquoten Theil von der gegebenen Phosphorsäure wiederfinden.

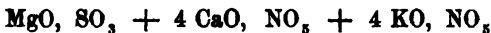
12) Die Talkerde ist den Analysen der Lösungsrückstände zufolge im Ueberschusse vorhanden gewesen, und ihre Aufnahme ist der der Schwefelsäure proportional geschehen, d. h. sie ist in demselben Verhältnisse zur Schwefelsäure, in welchem beide Körper das Bittersalz constituiren, in die Pflanze gegangen. Innerhalb der Pflanze hat diese Erde wie bei der normalen im Boden gewachsenen Pflanze den Weg zur Frucht hin eingeschlagen, in deren Asche sich mehr Talkerde als Kalkerde wiederfand. Im Zusammenhange damit erscheint es von Interesse, daß sich im Stamme doppelt so viel Schwefelsäure als Talkerde wiederfand, gerade als sei das Bittersalz unverändert in den Stamm gebrungen und erst bei dem Uebergange in die Blätter und Fruchtorgane zerlegt.

13) Die Kalkerde ist in allen Perioden in größerer Menge (5—6mal so viel) als die Talkerde aufgenommen und ist, wie bei der normalen Pflanze, vorzugsweise nach den Blättern hin gewandert.

14) Das Kali ist in allen Perioden so ziemlich in demselben Verhältnisse zum Kalk in die Pflanze getreten, als es bezüglich dieser letzteren Base zur Lösung hinzugefügt worden war, d. h. stets mit dem Kalk in gleichem atomistischen Verhältnisse und hat sich durch sämmtliche Organe verbreitet.

15) Die Asche der Samen brauste mit Säuren nicht auf, die Asche aller übrigen Organe enthielt kohlen-saure Salze.

Da Talkerde und Schwefelsäure in derselben Proportion, wie sie das Bittersalz constituiren, von der Maispflanze aufgenommen worden sind, von beiden aber ein beträchtlicher Theil in allen Ernährungsperioden übrig blieb, so glaube ich, daß die Normallösung besser nach der Formel:



zusammengesetzt worden wäre. Ob dem so ist, ob das Bittersalz durch salpetersaure Talkerde ersetzt und die Schwefelsäure somit ganz wegfallen kann, ob ferner besser freie Phosphorsäure statt des phosphorsauren Kalis zu diesen Normallösungen zu setzen und auch das Eisen absolut beseitigt werden kann, das sind Fragen, welche ich demnächst weiter bearbeiten werde.

Möckern, den 1. Mai 1862.

## Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchstation Chemnitz

von

A. Weinhold,

Affistenten der Station Chemnitz.

Da wir soweit davon entfernt sind, alle Verhältnisse zu kennen, die die Aufnahme eines im Boden enthaltenen Stoffes in die Pflanze bedingen; da wir nicht einmal bestimmt wissen, ob eine Substanz sich durchaus vor ihrer Aufnahme in Lösung befinden muß, oder ob Lösung und Aufnahme gleichzeitig durch die Verührung der feinsten Wurzelenden vermittelt werden; da endlich die Bestimmung der löslichen Theile eines Bodens kaum so auszuführen sein dürfte, daß sie einen Anhalt giebt zur Beurtheilung dessen, was in Wirklichkeit unter dem Einflusse der Atmosphäre, des Wetters und dergleichen im Boden des Feldes gelöst wird, so können wir aus der durch die chemische Analyse ermittelten Zusammensetzung eines Bodens nur sehr unsichere Schlüsse auf seine Fruchtbarkeit machen. Man hat deshalb versucht, sich eine Kenntniß des Bodens zu verschaffen durch Analyse der auf demselben vorzüglich wachsenden Unkräuter, da man wohl annehmen kann, daß man auf jedem Boden vorzüglich diejenigen Pflanzen wildwachsend antreffen wird, für deren Ernährung die Mengen der vorhandenen assimilirbaren Mineralbestandtheile das geeignetste Verhältniß darbieten, so daß der umgekehrte Schluß von der Zusammensetzung der Aschen auf eben dieses Verhältniß gerechtfertigt erscheint, umso mehr als auch in der landwirtschaftlichen Praxis das Vorhandensein gewisser Unkräuter als ein Zeichen gilt, daß der Boden die für diese oder jene Culturpflanze erforderliche Beschaffenheit hat.

Es wurden nun einige im Garten der hiesigen Versuchstation häufig wachsende Unkräuter auf ihre Mineralbestandtheile untersucht, um die Wichtigkeit der Methode, den Boden nach seinen Unkrautaschen zu beurtheilen, zu prüfen. Sollte dieselbe gerechtfertigt erscheinen, so mußten diese Aschen sowohl unter sich einige Uebereinstimmung zeigen, als auch mit denen der Culturpflanzen, für die sich der Boden, ein Lehmboden, erdfruchtungsartig eignet. Näheres über die Zusammensetzung dieser

Bodens siehe landw. Versuchs-Stat. Bd. IV. S. 114. Die Pflanzen sind im Sommer 1861 gesammelt und von Herrn Dr. Robbe recognoscirt. Sie befanden sich im Zustande der Fruchtreife und gehörten den folgenden Species an: *Sedum Telephium* L. (purpureum' Bauhin.); *Geranium dissectum* L.; *Myosotis arvensis* Sibth.; *Anagallis arvensis* L.; *Rumex acetosella* L.; *Stellaria media* Villars.; *Veronica arvensis* L.; *Senecio vulgaris* L.

## Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchsstation Chemnitz

von

A. Weinhold,

Affistenten der Station Chemnitz.

Da wir soweit davon entfernt sind, alle Verhältnisse zu kennen, die die Aufnahme eines im Boden enthaltenen Stoffes in die Pflanze bedingen; da wir nicht einmal bestimmt wissen, ob eine Substanz sich durchaus vor ihrer Aufnahme in Lösung befinden muß, oder ob Lösung und Aufnahme gleichzeitig durch die Verführung der feinsten Wurzelaenden vermittelt werden; da endlich die Bestimmung der löslichen Theile eines Bodens kaum so auszuführen sein dürfte, daß sie einen Anhalt giebt zur Beurtheilung dessen, was in Wirklichkeit unter dem Einflusse der Atmosphäre, des Wetters und dergleichen im Boden des Feldes gelöst wird, so können wir aus der durch die chemische Analyse ermittelten Zusammensetzung eines Bodens nur sehr unsichere Schlüsse auf seine Fruchtbarkeit machen. Man hat deshalb versucht, sich eine Kenntniß des Bodens zu verschaffen durch Analyse der auf demselben vorzüglich wachsenden Unkräuter, da man wohl annehmen kann, daß man auf jedem Boden vorzüglich diejenigen Pflanzen wildwachsend antreffen wird, für deren Ernährung die Mengen der vorhandenen assimilirbaren Mineralbestandtheile das geeignetste Verhältniß darbieten, so daß der umgekehrte Schluß von der Zusammensetzung der Aschen auf eben dieses Verhältniß gerechtfertigt erscheint, umso mehr als auch in der landwirthschaftlichen Praxis das Vorhandensein gewisser Unkräuter als ein Zeichen gilt, daß der Boden die für diese oder jene Culturpflanze erforderliche Beschaffenheit hat.

Es wurden nun einige im Garten der hiesigen Versuchsstation häufig wachsende Unkräuter auf ihre Mineralbestandtheile untersucht, um die Richtigkeit der Methode, den Boden nach seinen Unkrautaschen zu beurtheilen, zu prüfen. Sollte dieselbe gerechtfertigt erscheinen, so mußten diese Aschen sowohl unter sich einige Uebereinstimmung zeigen, als auch mit denen der Culturpflanzen, für die sich der Boden, ein Lehmboden, erfahrungsmäßig eignet. Näheres über die Zusammensetzung dieses

Bodens siehe landw. Versuchs-Stat. Bd. IV. S. 114. Die Pflanzen sind im Sommer 1861 gesammelt und von Herrn Dr. Robbe recognoscirt. Sie befanden sich im Zustande der Fruchtreife und gehörten den folgenden Species an: *Sedum Telephium* L. (purpureum' Bauhin.); *Geranium dissectum* L.; *Myosotis arvensis* Sibth.; *Anagallis arvensis* L.; *Rumex acetosella* L.; *Stellaria media* Villars.; *Veronica arvensis* L.; *Senecio vulgaris* L.



| 100 Theile trocknete<br>Friedensblüthen<br>enthaltend: | Sedum Telephium<br>Stengel u.<br>Blätter. | Sedum Telephium<br>Blüthen. | Sansevieria<br>pflanze. | Geranium<br>dissectum. | Myosotis<br>arvensis. | Anagallis<br>arvensis. | Rumex<br>acetosella. | Stellaria<br>media. | Veronica<br>arvensis. | Senecio<br>vulgaris. |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Kali . . . . .                                         | 4,46                                      | 1,56                        | 3,75                    | 1,62                   | 4,48                  | 3,10                   | 2,31                 | 4,44                | 3,00                  | 3,91                 |
| Stron . . . . .                                        | 0,00 <sup>*)</sup>                        | 0,12                        | 0,03                    | 0,58                   | 0,29                  | 2,01                   | 0,15                 | 0,91                | 0,18                  | 1,70                 |
| Kalk . . . . .                                         | 5,32                                      | 1,57                        | 4,38                    | 2,69                   | 5,71                  | 2,01                   | 1,64                 | 1,85                | 2,51                  | 1,70                 |
| Magnesia . . . . .                                     | 0,84                                      | 0,39                        | 0,73                    | 1,22                   | 0,80                  | 0,62                   | 1,09                 | 2,87                | 1,09                  | 2,20                 |
| Silicium . . . . .                                     | 0,28                                      | 0,94                        | 0,44                    | 0,37                   | 1,00                  | 0,59                   | 0,39                 | 0,34                | 0,69                  | 0,33                 |
| Phosphorsäure . . . . .                                | 0,50                                      | 0,48                        | 0,50                    | 1,08                   | 0,52                  | 0,96                   | 0,31                 | 0,38                | 0,82                  | 1,04                 |
| Phosphorsäure . . . . .                                | 1,05                                      | 0,64                        | 1,00                    | 1,64                   | 1,13                  | 1,08                   | 1,13                 | 0,92                | 1,25                  | 1,04                 |
| Kieselsäure . . . . .                                  | 0,71                                      | 0,84                        | 0,75                    | 0,56                   | 3,49                  | 1,01                   | 0,94                 | 0,47                | 1,30                  | 0,52                 |
| Chlor . . . . .                                        | 0,63                                      | 0,08                        | 0,49                    | 0,28                   | 0,55                  | 0,44                   | 0,23                 | 1,29                | 0,46                  | 0,58                 |
| negativ O <sup>*)</sup> . . . . .                      | -0,14                                     | -0,02                       | -0,11                   | -0,06                  | -0,12                 | -0,10                  | -0,05                | -0,29               | -0,10                 | -0,13                |
| Summe . . . . .                                        | 13,65                                     | 6,50                        | 11,96                   | 9,98                   | 17,85                 | 9,71                   | 8,14                 | 13,18               | 11,50                 | 12,21                |

| 100 Theile reine Tri-<br>nervelfrüchte<br>behalten<br>demnach aus: | Stengel u.<br>Blätter. | Sedum Telephium<br>Blüthen. | Sansevieria<br>pflanze. | Geranium<br>dissectum. | Myosotis<br>arvensis. | Anagallis<br>arvensis. | Rumex<br>acetosella. | Stellaria<br>media. | Veronica<br>arvensis. | Senecio<br>vulgaris. |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|
| Kali . . . . .                                                     | 32,3                   | 22,7                        | 31,3                    | 16,3                   | 25,2                  | 31,8                   | 28,3                 | 33,6                | 26,1                  | 31,1                 |
| Stron . . . . .                                                    | 0,0 <sup>*)</sup>      | 1,5                         | 0,3                     | 5,8                    | 1,6                   | 2,0                    | 1,9                  | 6,9                 | 1,6                   | 14,0                 |
| Kalk . . . . .                                                     | 39,5                   | 22,9                        | 36,5                    | 27,0                   | 32,0                  | 20,6                   | 20,1                 | 14,0                | 21,4                  | 18,0                 |
| Magnesia . . . . .                                                 | 6,1                    | 6,5                         | 6,1                     | 12,2                   | 4,5                   | 6,4                    | 13,4                 | 21,8                | 9,5                   | 9,2                  |
| Silicium . . . . .                                                 | 2,1                    | 13,8                        | 3,7                     | 3,7                    | 5,6                   | 6,1                    | 4,8                  | 2,6                 | 5,9                   | 2,7                  |
| Phosphorsäure . . . . .                                            | 3,7                    | 7,0                         | 4,2                     | 10,8                   | 2,9                   | 9,8                    | 3,8                  | 2,9                 | 7,2                   | 8,5                  |
| Phosphorsäure . . . . .                                            | 7,6                    | 12,2                        | 8,4                     | 16,4                   | 6,3                   | 11,0                   | 13,9                 | 7,0                 | 10,9                  | 5,5                  |
| Kieselsäure . . . . .                                              | 5,1                    | 12,2                        | 6,3                     | 5,6                    | 19,5                  | 10,8                   | 11,5                 | 3,6                 | 11,3                  | 4,3                  |
| Chlor . . . . .                                                    | 4,6                    | 1,2                         | 4,1                     | 2,8                    | 3,1                   | 4,5                    | 2,9                  | 9,8                 | 4,0                   | 4,9                  |
| neg. Sauerstoff . . . . .                                          | -1,0                   | -0,3                        | -0,9                    | -0,6                   | -0,7                  | -1,0                   | -0,6                 | -2,2                | -0,9                  | -1,1                 |
| Summe . . . . .                                                    | 100,0                  | 100,0                       | 100,0                   | 100,0                  | 100,0                 | 100,0                  | 100,0                | 100,0               | 100,0                 | 100,0                |

\*) Dem Chlor äquivalent, abzugelen.

\*\*) Abweichung der Procenten durch Glanzreaction bedingt.

Es ist nun allerdings nicht zu verkennen, daß sich alle diese Pflanzen durch ziemlich hohen Gehalt an Kalk und Kali auszeichnen, doch schwankt ersterer zwischen 14,0 Proc. und 36,5 Proc., letzteres zwischen 16,3 Proc. und 33,6 Proc. und die übrigen Bestandtheile zeigen gar keine Uebereinstimmung. Noch ungünstiger aber für die Eingang erwähnte Hypothese gestaltet sich eine Vergleichung des Mineralgehalts dieser Unkräuter mit dem einiger Culturpflanzen.

## Es enthalten:

|                     | *)   | Kloßklee            |           | Kunkelrüben |                   |                     | Turnips. |
|---------------------|------|---------------------|-----------|-------------|-------------------|---------------------|----------|
|                     |      | Woufflin-<br>gault. | Horsford. | Gerapath.   | Wrieyen-<br>ferl. | Woufflin-<br>gault. | Bunder.  |
| Kali . . . . .      | 24,5 | 31,73               | 16,10     | } 53,46     | 51,10             | 49,69               | 30,4     |
| Natron . . . . .    | 20,3 | 0,67                | 40,74     |             | 0,00              | 1,91                | 3,1      |
| Chloralium . . .    | 0,0  | 7,20                | 0,00      | 0,00        | 12,85             | 0,00                | 0,0      |
| Chlornatrium . .    | 5,9  | 0,00                | 4,73      | 8,15        | 17,04             | 10,83               | 11,6     |
| Kalk . . . . .      | 26,9 | 32,80               | 21,91     | 20,24       | 2,45              | 8,91                | 25,9     |
| Magnesia . . . .    | 8,1  | 8,40                | 8,28      | 2,71        | 2,94              | 5,60                | 4,5      |
| Eisenoxyd . . . .   | 0,0  | 0,40                | 0,46      | Spur        | 0,35              | 3,18                | 1,2      |
| Schwefelsäure . .   | 3,1  | 3,33                | 1,06      | 8,32        | 2,30              | 2,04                | 9,7      |
| Phosphorsäure . .   | 6,2  | 8,40                | 4,12      | 7,10        | 10,77             | 7,65                | 11,9     |
| Kieselsäure . . . . | 4,9  | 7,07                | 2,60      | Spur        | 0,19              | 10,19               | 1,7      |

\*) berechnet aus einer Angabe in Göbel's Agriculturchemie über die durch eine mittlere Ernte dem Boden entzogenen Mengen der einzelnen Mineralbestandtheile.

Die beträchtliche Verschiedenheit der einzelnen Analysen scheint allerdings dafür zu sprechen, daß sich die Zusammensetzung einer Pflanzenasche bedeutend nach dem Boden modificiren kann, auf welchem die Pflanze wächst, somit die Aschenzusammensetzung der Bodenbeschaffenheit entspricht, andernteils aber weichen Klee und Kunkelrüben sowohl unter sich, als von dem ohngefähren Mittel der Unkräuter, wesentlich ab: ersterer durch hohen Natron-, letztere durch geringen Kalkgehalt, obgleich beide auf dem Boden des Versuchsfeldes wohl gedeihen, während dieser Boden der Turnips, die in ihrer Zusammensetzung etwa die Mitte hält zwischen Klee und Kunkelrüben und die auch mit den Unkräutern einigermaßen übereinstimmt, durchaus nicht zusagt. Da also die Differenzen größer sein können bei Pflanzen, welche auf demselben Boden gedeihen, als bei solchen, die verschiedenen Boden verlangen, so scheint es, daß,

die Anwesenheit der zum Gedeihen der betreffenden Pflanzen nöthigen absoluten Mengen der einzelnen Mineralsubstanzen überhaupt vorausgesetzt, die Qualification eines Bodens für dies oder jenes Gewächs weniger abhängt von dem relativen Vorwalten eines oder einiger Bestandtheile, als von seinen physikalischen Eigenschaften: seiner wasserhaltenden Kraft u. s. w., besonders wohl von seiner mechanischen Beschaffenheit, indem ein aus sehr groben und festen Partikeln bestehender Boden der Ausbreitung der Wurzeln einen beträchtlichen Widerstand entgegensetzt, ein sehr bindiger hingegen dieselben einer bedeutenden Spannung aussetzt durch die beim Austrocknen erfolgende Zusammenziehung und Zerklüftung, die leicht ein Zerreißen der feineren Wurzeltheile zur Folge haben kann. Für die Bedeutsamkeit der physikalischen Eigenschaften spricht auch der Umstand, daß unser den Turnips ungünstiger Boden für dieselben geeignet wurde durch Zufuhr eines von nährenden Bestandtheilen möglichst freien Sandes, welcher seine große Bindigkeit verringerte.

Allerdings zeugen für das Abhängigkeitsverhältniß der Pflanzen zu der Bodenmischung unangreifbare Thatfachen, so im Besondern das Erscheinen des Klees auf jungfräulichem Boden bei consequent fortgesetzter Aischendüngung, im Allgemeinen die Existenz ganz entschieden ausgesprochener Kalipflanzen, Kaltpflanzen u. s. w. Es scheint auch nicht unmöglich, daß auf einem noch gar nicht cultivirten Boden diejenigen unter den überhaupt nicht allzureichlich vorhandenen Pflanzen, für die die Mischung der assimilirbaren Substanzen die günstigste ist, die andern im Laufe der Zeit größtentheils verdrängen, ihre Aische somit ein Bild dieser Zusammensetzung giebt; auf einem in Cultur befindlichen Boden aber werden durch die Ausfaat u. s. w. so viele ihm eigentlich fremde Pflanzen zugeführt, daß dieselben nicht sogleich von den ihm eigenthümlichen verdrängt werden.

Daß einzelne Pflanzen einen Boden von bestimmter chemischer Zusammensetzung verlangen, kann auch theils seinen Grund darin haben, daß ein sehr entschiedenes Vorwalten eines Bestandtheils, des Kaltes etwa, eine besondere physikalische Beschaffenheit bedingt, theils darin, daß in manchen Bodenarten die überhaupt vorhandene oder doch die in einem Jahre assimilirbar werdende absolute Menge einer einzelnen Substanz nicht hinreicht, den gerade an dieser Substanz sehr hohen Bedarf der betreffenden Pflanze zu decken.

Wenn es nach alledem nicht thünlich erscheint, aus der Analyse der Unkräuter eines Bodens einen Schluß auf seine Zusammensetzung zu machen, so kann doch die Beurtheilung seiner Befähigung zum Tragen gewisser Culturpflanzen nach dem Vorkommen bestimmter Unkräuter, deren oben Erwähnung gethan wurde, sehr wohl gerechtfertigt erscheinen, da derselben ebensogut gleiche Ansprüche der beiderlei Pflanzen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens zu Grunde liegen kann, als gleiches Nahrungsbedürfniß.

Um die Unabhängigkeit oder Abhängigkeit der Pflanzen von der Zusammensetzung des Bodens weiter zu verfolgen, sollen nun Unkräuter von möglichst verschiedenen Standorten untersucht werden.

## Kurzer Bericht über agriculturchemische Untersuchungen

von

Dr. Ed. Peters,

Chemiker der Station Schmiegel (Posen).

### 1. Ueber die Zusammensetzung der gemeinen Rispenhirse und deren Verwendbarkeit zur Spiritus = Fabrikation von Professor Moser\*).

In Ungarn wird die gemeine Rispenhirse (*Panicum miliaceum* L.) vielfach cultivirt und kann in größerer Menge zu nicht hohen Preisen vom Marke bezogen werden. Dies veranlaßte den Verfasser dieselbe auf ihre Ergiebigkeit an Spiritus zu untersuchen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sprechen zwar gegen die Rentabilität des Spiritusbrennens aus Hirse, sie sind jedoch beachtenswerth als die ersten genaueren Brenneri-Versuche mit diesem Materiale und weil mehr und mehr die Spiritusfabrikation anfängt, nach Ersatzmitteln für die durch Krankheit beeinträchtigte Kartoffel umzuschauen.

Nach Prof. Moser ist die procentische Zusammensetzung der unentschälten Körner der Rispenhirse folgende:

\*) Allgem. land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 1861. Seite 8.

|                              |        |                |
|------------------------------|--------|----------------|
| Wasser . . . . .             | 13,15  | %              |
| Proteinstoffe . . . . .      | 10,91  | = (à 15,7 % N) |
| Del . . . . .                | 3,67   | =              |
| Stärke (aus der Differenz) . | 52,32  | =              |
| Gummi, Zucker (Kupferprobe)  | 4,57   | =              |
| Holzfaser . . . . .          | 13,06  | =              |
| Asche . . . . .              | 2,32   | =              |
|                              | <hr/>  |                |
|                              | 100,00 | %              |

Das Verhältniß der Schalen zu dem eigentlichen Mehlkörper ist fast genau = 1 : 4.

Bei den Maischversuchen wurde die Hirse theils einfach geschrotet verwendet, theils wurden daraus zwei Mehlsorten von verschiedener Reinheit dargestellt. Vorläufige Extractbestimmungen, mittelst filtrirter Auszüge von Grünmalz ausgeführt, ergaben, daß die Materialien im Mittel enthielten:

|         | Hirseschrot. | Grobes Hirsemehl. | Feines Hirsemehl. |
|---------|--------------|-------------------|-------------------|
| Extract | 50 %         | 54,3 %            | 63 %              |
| Treber  | 35 =         | 30,6 =            | 23 =              |
| Wasser  | 15 =         | 14,6 =            | 14 =              |

Die Maischversuche wurden im Laufe von vier Jahren in verschiedener Art ausgeführt. Im Ganzen wurden während dieser Zeit aus 2176 Pfd. Hirse 16,557 Maßprocente Spiritus gewonnen. Es entfallen daher im ganzen Durchschnitt 7,6 Eimergrade auf den Centner Rohstoff, die Ausbeute bei den einzelnen Versuchen schwankte zwischen 6,6—8 und 9 Eimergraden. Der gewonnene Alkohol erwies sich jedoch als schlecht, und um so schlechter, je schwächer das Destillat aus dem Apparate ablief. Destillate unter 80 Procent Tr. waren von ekelhaft stechendem Geruche und scharfem Geschmade. Stärkere Destillate erwiesen sich zunehmend reiner, so waren z. B. die ersten vom Apparate ablaufenden Portionen von 88—90 Proc. geruch- und geschmacklos, während die späteren unreiner wurden. Durch Zusatz von Mais zum Schrotgemenge oder durch vermehrten Malzzusatz ließ sich die Qualität des Destillats nicht verbessern; auch war dasselbe beim Vermaischen von Hirsemehl eben so schlecht wie von Schrot. Prof. Moser vermuthet, daß in dem Oele der Hirse flüchtige Fettsäuren oder ein geringer Antheil eines flüchtigen Oeles enthalten sei, welche Substanzen, namentlich

bei stärkerer Destillation mit übergerissen werden. Das Fuselöl des Hirsespiritus hatte im Geruche große Aehnlichkeit mit dem durch Aether aus der Hirse extrahirten Oele. Filtration des zu Branntwein verdünnten Spiritus durch ein Filter von Holzkohle und Sand entfernte zwar den unangenehmen Geruch, aber nicht den scharfen Geschmack. Es ist daher nothwendig, den rohen Hirsespiritus zu rectificiren. Bei einer von Moser in einem Pistorius'schen Apparate ausgeführten Rectifikation wurde ein Destillat von 92,5° Tr. von angenehmem, dem Birn-äther ähnlichen Geruche erzielt.

Das vortheilhafteste Verfahren ist nun, zufolge jener Versuche, folgendes: Die Hirse wird (durch Mählsleine) fein geschrotet, das Schrot mehrere Stunden lang in kaltes Wasser eingeteigt und dabei oft umgerührt. Man läßt nun so lange Wasserdampf in die eingeteigte Masse strömen, bis alles Stärkemehl sich in Kleister umgewandelt hat, wobei die Fingerprobe maßgebend ist. Die Verkleisterung des Hirsemehls beginnt bei etwa 58° R., man muß die Masse jedoch stärker — bis 70° R. — erwärmen, weil die Wärme sich ungleich in dem Maischbottich verbreitet. An Grünmalz ist ohngefähr so viel erforderlich, daß es  $\frac{1}{4}$  des Gemenges ausmacht. Die Wassermenge in der Maische betrug das 4 $\frac{1}{2}$ fache der darin enthaltenen trocknen Substanzen. Die Maische darf nicht über 15 Proc. Saccharometer-Anzeige haben: sie wurde bei 16 $\frac{1}{4}$ ° R. (der geringen Menge halber) mit Bierhefe gestellt, und erfordert circa 7 Proc. Steigraum. Auf einen Centner Schrot ist daher 4 Eimer Maischraum erforderlich. Die Gährung erfolgt meistens unter Bildung einer Treberdecke, verläuft aber dabei lebhaft und normal. Die scheinbare Attenuation betrug 0,1—1 Proc. bei 13—14 Proc. Saccharom.-Anzeige, bei concentrirteren Maischen von 16—17 Proc. Sacch.-Anz. bis zu 2—3 Proc. Bei Verwendung von Hirsemehl (ohne Hülsen) erwies sich eine höhere Concentration der Maischen als zulässig.

Eine Parallele zwischen Hirse und Mais, fällt nach Moser zu Ungunsten der Hirse aus. Zwar erfordert die Maismaische, wie jede aus extractreicherem Material dargestellte Maische, einen relativ größeren Maischraum, als eine aus extractärmeren Stoffen bereitete Maische von gleicher Saccharometeranzeige, dafür giebt aber der Mais bei gleicher Concentration der Mengen mehr Spiritus, als die Hirse; 120 $\frac{1}{4}$  Maß Maismaische so viel wie 125 $\frac{1}{4}$  Maß Hirsemaische. Noch günstiger stellt sich der Mais dadurch, daß derselbe ein dickeres Einmaischen verträgt,

als die Hirse, namentlich die ungeschälte. Während die Hirsemaischen eine Concentration von 15 Proc. Saccharometer-Anzeige nicht übersteigen dürfen, vergähren die Maismaischen mindestens bei 17 Proc. noch vollständig. —

## 2. Ueber die Constitution der Schafmilch bei der Lähme- krankheit der säugenden Lämmer von Dr. Grouven\*).

Der Verfasser analysirte die Milch von Muttereschafen, deren Lämmer von der Lähmekrankheit befallen waren und zur Vergleichung damit die Milch gesunder Schafe, die mit demselben Futter ernährt wurden. Die Analysen ergaben folgende Zusammensetzung, zur weiteren Vergleichung habe ich noch die frühere von Filhol und Joly ausgeführte Analyse der Schafmilch hinzugefügt.

|                      | S c h a f m i l c h  |                     |                      |
|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                      | v. gefunden Schafen. | v. kranken Schafen. | nach Filhol u. Joly. |
| Wasser . . . . .     | 87,02                | 82,24               | 80,20                |
| Milchzucker . . . .  | 5,41                 | 5,05                | 4,70                 |
| Eiweiß . . . . .     | 4,83                 | 5,88                | 7,90                 |
| Fett . . . . .       | 2,36                 | 6,34                | 6,80                 |
| Mineralbestandtheile | 0,89                 | 0,91                | 0,50                 |
|                      | <hr/> 100,51         | <hr/> 100,42        | <hr/> 100,10         |

Das specifische Gewicht betrug . . .

1,0416

1,0390

—

Die Reaction der

Milch war . . . schwach sauer.

schwach sauer.

—

Die Vergleichung seiner Analysen führt Dr. Grouven zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Milch der kranken Schafe enthält mehr Trockensubstanz, als die der gesunden, sie ist somit abnorm consistenz.

2. Der Ueberschuß an Trockensubstanz in der kranken Milch ist vornehmlich durch einen fast dreifach höheren Fettgehalt und sodann durch einen etwas größeren Eiweißgehalt herbeigeführt.

3. Die mit der Milch ausgeführten Aschenanalysen ergaben für beide Milchsorten einen fast gleichen Gehalt an Mineralstoffen, mit Ausnahme des Eisens, welches in gesunder Milch ungefähr in vierfacher

\* Zeitchr. d. landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. 1861. S. 120.

Menge gegenüber der kranken Milch enthalten war; auch die Magnesia war sehr verringert.

4. Schließlich glaubt Dr. Grouven, daß die Lämmerlähme mit der zu großen Nährhaftigkeit der Muttermilch zusammenhängt, und hält er eine dürftigere Ernährung der Mutterschafe, namentlich mit solchen Materialien, die dünnes Blut und magere Milch erzeugen und starke Kochsalzzugaben als Präservativmittel gegen die Krankheit für angezeigt.

3. Ueber die süße Milchgährung von Prof. Alexander Müller\*).

Bekanntlich hat Mitscherlich schon vor längerer Zeit durch mikroskopische Untersuchungen gezeigt, daß die in der Milch suspendirten Fettkügelchen von einem aus Albuminstoffen gebildeten zarten Häutchen umgeben sind. Er zeigte ferner, daß frischgemolkene Milch an Aether kaum Spuren von ihrem Fettgehalte abgibt. Nach den neuen Untersuchungen von Prof. Alex. Müller vermag der Aether um so mehr Butterfett aus der Milch aufzunehmen, je älter diese ist. Mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt und in verschiedenen Zeitintervallen nach dem Melken mit Aether behandelt gab die unmittelbar zuvor mit Wasser verdünnte Milch beispielsweise nach einstündiger Einwirkung folgende Fettmengen an den Aether ab (Temp. des Laboratoriums = 15° C.):

|                      |              |                                                      |
|----------------------|--------------|------------------------------------------------------|
| 2 St. nach d. Melken | 0,55 % Fett, | (Milch frisch und süß)                               |
| 18 = = = =           | 0,85 = =     | (desgl.)                                             |
| 65 = = = =           | 2,56 = =     | (die Milch gerann während des Schüttelns mit Aether) |
| 109 = = = =          | 4,56 = =     | (die Milch schon sauer).                             |

Die Löslichkeit des Butterfettes hatte hiernach mit dem Alter der Milch zugenommen, nach Prof. Müller's Vermuthung, daß in Folge einer Zerstörung der Albuminhüllen der Fettkügelchen, durch welche die letzteren bloßgelegt und dem lösenden Einflusse des Aethers exponirt würden. Es ist nicht näher untersucht worden, ob die Eiweißhüllen sich vollständig auflösen, oder ob das Fett auch aus den nur verdünnten Säckchen von Aether aufgenommen wird, indem er sie vermöge einer lebhaften Endosmose aufschwellt und zersprengt. Bei verlängerter Einwirkung des Aethers auf die Milch nahm derselbe stets mehr Fett daraus auf, wenn nicht schon die einstündige Berührung, wie es bei

\*) Journ. für pract. Chemie. 1861. Seite 13.



alter Milch der Fall war, hinreichte alles Fett zu lösen. Müller nennt diese Veränderung, welche die Milch bei längerem Stehen erleidet, die säße Gährung der Milch; sie ist wahrscheinlich mit einem Oxydationsproceß verknüpft, da über Milch eingeschlossene Luft beim Stehen sauerstoffärmer wird. Bekanntlich hat auch Dr. Hoppe schon früher beobachtet, daß frische Milch in Berührung mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoff eine bedeutende Menge von Sauerstoff aufnimmt und dafür den aufgenommenen Sauerstoff übersteigende Menge von Kohlensäure ausscheidet. Auch bei Hoppe's Untersuchungen ergab sich, daß die Milch, welche einige Zeit dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffs ausgesetzt war, nach Haidler's Methode, eine etwas vergrößerte Menge von Fett an Aether abgab.

Wenn man annimmt, daß die Eiweißhüllen der einzelnen Fettkügelchen ihre Vereinigung mit einander und damit die Ansammlung derselben auf der Oberfläche der Milch verhindern, und wenn der Sauerstoff der Luft diese Hüllen durch Oxydation zu schwächen oder zu zerstören vermag, so erscheint es von Wichtigkeit für die Manipulationen des Ausrahmens und der Butterbereitung, dem oxydirenden Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffs einen möglichst ungehinderten Zutritt zu der Milch zu gestatten. Frühere von Hofrath Stöckhardt \*) mitgetheilte Untersuchungen harmoniren mit dieser Ansicht. Es zeigte sich nämlich bei diesen, daß die Milch in höherer und niedrigerer Temperatur um so schneller und vollständiger aufrahmte, in je dünnerer Speise sie zum Abrahmen hingestellt, je größer also die Oberfläche war, welche eine gewisse Milchmenge dem Einfluß des Sauerstoffs darbot. Bekanntlich besteht auch das Abweichende der schwedischen Abrahmungsmethode zum Theil darin, daß die Milch in sehr flachen Gefäßen von Weißblech zum Abrahmen (bei 16—24 ° C.) hingestellt wird. Daß hierbei ein schnelleres und vollständigeres Ausrahmen der Milch stattfindet ist erwiesen.

#### 4. Ueber Brodbereitung \*\*).

Es sind in letzter Zeit zwei, eine höhere Ausnutzung des Brodforns bezweckende neue Methoden der Brodbereitung bekannt geworden:

\*) Chem. Adersmann. 1856. Seite 56.

\*\*\*) Nach den Berichten von Obting und Oppenheim.

Die von Danglish in London und von Kleemann in Dresden.

Danglish verwendet einen geschlossenen eisernen Apparat, in dem das Mehl durch Knetarme oder Messer mit Wasser zusammengeknetet wird, das vorher, unter starkem Druck, mit Kohlenäure geschwängert war. Nach guter Verarbeitung des Teiges wird der Druck, welcher auch auf den Teig noch einwirkt, ermäßigt, die Kohlenäure dehnt sich aus, und da die plastische Beschaffenheit des Teiges ihr Entweichen hindert, so wird dieser dadurch gelockert. Zum Verbacken des Teiges hat Danglish einen besonderen Ofen construirt, dessen Boden aus beweglichen eisernen Platten bestehen, welche über zwei Räder laufend eine Kette ohne Ende bilden. Da der Teig zufolge des Anmachens mit kaltem Wasser, circa 25° kälter ist, als gewöhnlicher Brodteig, so dehnt er sich langsamer aus und verlangt eine vorsichtigeren Erwärmung, damit erst bei gehöriger Lockerung die Bildung der festen Kruste eintritt. Der Mehrgewinn an Brod bei dieser Methode läßt sich nach den Angaben von Graham und Heeren berechnen, denen zufolge durch die Gährung des Teiges ein Verlust von 0,7—2,1 Proc. des angewandten Mehles bedingt ist. Außerdem gewährt sie eine bedeutende Zeitersparniß. Größere Reinlichkeit, Sicherheit und Gleichförmigkeit in der Bereitung des Brodes empfehlen die Methode noch mehr. Endlich soll das so erzeugte Brod der Gesundheit besonders zuträglich sein.

Bekanntlich ist schon früher oft auf den Verlust an Nährstoffen aufmerksam gemacht worden, welcher durch die Gährung des Brodteiges herbeigeführt wird und man hat empfohlen, die Kohlenäure im Teige ohne Gährung durch Zusatz von doppelt kohlensaurem Natron und Salzsäure oder Weinsäure zu erzeugen, welches Verfahren an manchen Orten noch in Gebrauch ist. Horsford\*) hat neuerdings anstatt der Säure die Anwendung von saurem phosphorsaurem Kalk empfohlen.

Das Kleemann'sche Verfahren hat, soweit es bis jetzt bekannt ist, die größte Aehnlichkeit mit der von Mège-Monries neuerdings empfohlenen Methode. Das gemahlene Korn wird durch Beuteln in Feinmehl und Kleien geschieden und die letzteren einer Maceration mit Wasser unterworfen. Die Flüssigkeit wird sodann durch Centrifugalmaschinen von den Kleien getrennt und einer besonderen (noch geheimen) Manipulation unterworfen, worauf dieselbe mit Sauerteig und der zur

\*) Journ. für prakt. Chemie. 1861. Seite 192.

Erlangung der gewünschten Consistenz nöthigen Menge von Feinmehl versetzt wird. Die weitere Verarbeitung ist die gewöhnliche. Die Ausbeute an Brod beträgt nach Kleemann für einen sächsischen Scheffel 189 Pfd. gegen 160 Pfd. bei dem gewöhnlichen Verfahren. Nach Kleemann sind die aus 100 Pfd. Kleien extrahirbaren Stoffe 124 Pfd. lufttrocknem Mehle gleichwerthig. Die aus den Kleien gewonnenen Stoffe bestehen nach Dr. Lehmann's Analyse im lufttrocknen Zustande aus:

|                       |      |   |
|-----------------------|------|---|
| Proteinstoffen . . .  | 22,1 | % |
| Stärke, Dextrin, Fett | 58,9 | = |
| Mineralstoffe . . .   | 7,0  | = |
| Wasser . . . . .      | 12,0 | = |

##### 5. Ueber die Rousseau'sche Methode der Zuderbereitung.

Eine in Frankreich von E. Rousseau\*) erfundene Zuderbereitungsmethode hat in neuerer Zeit viel Aufsehen erregt. Es wird bei dieser Methode die Reinigung des Saftes durch successive Behandlung mit Gyps und Eisenoxydhydrat bewirkt und die Anwendung von Knochenkohle daher vermieden.

Nach Rousseau sind es besonders zwei im Rübensafte enthaltene organische Stoffe, welche die Gewinnung des Zuders erschweren. Der Eine dieser Stoffe ist ein eiweiß- oder caseinartiger Körper, welcher durch Aetzalkali und Kaltsalze coagulirt wird. Der Andre ist ein Stoff, der, in der Rübe farblos, beim Auspressen des Saftes begierig Sauerstoff aus der Luft an sich zieht und durch diese Oxydation sich immer dunkler färbt. Durch Oxydationsmittel geht er in eine braune Substanz über. Zur Entfernung dieser beiden Körper, wird nach Rousseau der ausgepresste Rübensaft mit einigen Tausendtheilen natürlichem Gypses versetzt und bis zum Kochen erhitzt, wobei die Eiweißstoffe sich als ein dichtes Coagulum an der Oberfläche ansammeln. Nach Entfernung desselben wird der Farbstoff durch Digestion des Saftes mit 8—10 Proc. seines Gewichts Eisenoxydhydrat abgeschieden. Letzteres wird in dicker Teigform zugefetzt, in welcher es noch ungefähr 70—80 Proc. Wasser enthält. Das Eisenoxyd entfernt nach Rousseau hierbei nicht allein den Farbstoff, sondern es nimmt auch den in Lösung gebliebenen Gyps

\*) Durch Polytechn. Centralblatt. 1861. Seite 673 aus Compt. rend. t. 52. p. 55.

hinweg. Nach der Trennung des Saftes von dem Eisenoxydhydrat kann derselbe direct verlohrt werden. Das gebrauchte Eisenoxyd soll sich durch einfaches Liegenlassen an der Luft in kurzer Zeit regeneriren.

Die Bekanntmachung dieser Erfindung hat die Aufmerksamkeit der Zuckerindustrie in hohem Grade erregt, in Frankreich namentlich sind vielfache z. Th. commissionelle Versuche im Großen angeordnet, und aus Deutschland liegen bereits einige Berichte über solche Versuche vor; deren Ergebnisse zur Beurtheilung der Methode mitgetheilt werden sollen.

Theoretisch betrachtet hat der Gyps allerdings die Eigenschaft, die Eiweißstoffe des Rübensaftes zu coaguliren, mit dem Aestalt gemein, er ist jedoch nach der Scheidung viel schwieriger wieder zu entfernen. Als ein schwer lösliches Salz wird er sich beim Verkothen des Saftes fortbauernb gleichmäßig mit der Concentration des Saftes abscheiden, und es erscheint unmöglich aus gypshaltiger Zuckerlösung direct einen gyps-freien Zucker zu erzeugen. Von der Eigenschaft des Eisenoxydhydrats, den Gyps zu absorbiren, ist den Chemikern bis jetzt nichts bekannt geworden, nach den Gesetzen, welche Absorptionserscheinungen zu Grunde liegen, erscheint sie sehr unwahrscheinlich. Die Wirkung des Eisenoxydes auf den Farbstoff kann nur eine mechanische sein, da der Sauerstoff desselben viel zu fest gebunden ist, als daß er ohne Mitwirkung anderer chemischer Prozesse (Fäulniß) oxydirend auf den färbenden Stoff einwirken könnte. Frilkenhauser hat schon früher zu gleichem Zwecke das Mangansuperoxyd empfohlen, jedoch ebenfalls ganz im Widerspruch mit dessen chemischen Eigenschaften. Das Eisenoxydhydrat besitzt jedoch die Eigenschaft, den Farbstoff der Zuckerlösung zu entfernen; es wirkt hierbei in ähnlicher Weise wie die Knochenkohle und das Thonerdehydrat, welches letztere die absorbende Eigenschaft in noch höherem Grade besitzt. Vom technischen Standpunkte aus stellen sich außerdem der Ausführung im Großen mancherlei Hindernisse entgegen, welche durch die successtve Ausscheidung des Gypses beim Verkothen, die unumgängliche Einföhrung großer Wassermengen in den Saft mit dem Eisenoxydbrei und behufs des Ausspielsens desselben, die Schwierigkeit der Herstellung der erforderlichen großen Mengen von Eisenoxyd und namentlich das vorherige Auswaschen desselben u. s. w. bedingt sind.

Daß diese Uebelstände sich bei Anwendung der Rousseau'schen Methode auf den größeren Betrieb in sehr störender Weise geltend machen, ist aus den Berichten von Fichtner (Agronom. Zeitung. 1861.)

und Schnath (Allgem. land- und forstwirthschaftl. Zeitung. 1861.) ersichtlich.

Inspector Schnath hat bei seinen in der Zuckersfabrik Martinitz in Böhmen ausgeführten Versuchen die Methode als vollständig unpractisch erfunden, da:

1. die Scheidung unvollständig ist, indem wohl die Eiweißstoffe, nicht aber die im Saft vorhandenen und bei der Verarbeitung sich bildenden Säuren abgeschieden werden;
2. Auch die Entfärbung durch Eisenoxydhydrat unvollständig ist, selbst bei Zusatz von 51—70 Proc. Eisenoxyd entfärbte sich der Saft nur bis zur weingelben Farbe; bei 6—8 Proc. sah er noch fast schwarz aus und roch und schmeckte noch nach Rübe;
3. der Zucker gypshaltig wird; will man den gypshaltigen Saft durch Knochenkohle reinigen, so verdirbt dieselbe sehr bald und die Kohle ist schwer wieder zu beleben;
4. der im Saft enthaltene Gyps die Verdampfung beeinträchtigt da er sich in Krusten fest an die Vacuumpfannen anlegt, welche schwer wieder abzulösen sind;
5. die Trennung des Saftes vom Eisenoxyde sehr schwierig ist, anfangs geht Eisenoxyd mit durch die Filter, später filtrirt der Saft zwar klar, aber langsamer, so daß durch die Einwirkung der Luft sich unkrystallisirbarer Zucker bildet. Das Auswaschen des Eisenoxydes erfordert außerdem viel Wasser und Zeit.

Schließlich mögen hierbei noch die von Anthon (Dingler's polytechn. Journal. 1861.) ausgeführten Versuche über die Entkalkung der Rübensäfte durch Kieselsäurehydrat und Thonerdehydrat erwähnt werden, welche zeigen, daß (aus Wasserglas niedergeschlagene) galatinsige Kieselsäure und Thonerdehydrat in hohem Grade die Fähigkeit haben, den Kalk aus dem Zuckerkalle niederzuschlagen. Von einer praktischen Anwendung dieser Materialien zur Entkalkung der Rübensäfte kann jedoch keine Rede sein, da die Herstellung, namentlich das vorherige Auswaschen derselben, viel zu umständlich sind.

Anmerkung. Mittlerweile (nachdem vorliegender „Kurzer Bericht“ bereits abgeschlossen war) haben weitere Prüfungen des neuen Rousséau'schen Verfahrens (zu Salzmillde. cf. „Erster Bericht“ ic. erstattet von Dr. F. Gronowen 1862) constatirt, daß in der That der Gyps einen bedeutenden Theil der organi-

ischen Bestandtheile des Saftes, eine größere Menge von Eiweißstoffen, als der Kalk, und geringe Mengen von Kali und Natron aus dem Rübensafte entfernt; daß der Gyps jedoch nachträglich schwer zu scheiden ist, auf den siedenden Rohrzucker nicht ohne Einwirkung zu sein scheint und in die Zuckerslösung eine lästige Menge von Schwefelsäure überführt; daß ferner das lösbar darzustellende und (im Großen) kaum vollständig wieder abzuschreibende Eisenorybhydrat zwar gleichfalls Kalk, Kalk und einen Theil der organischen Substanzen, doch keinesfalls allen Farbstoff und eben so wenig das Kochsalz oder die durch den Gyps zugeführte Schwefelsäure aus dem Saft entfernt und ebenfalls den rechts drehenden Zucker benachtheiligt. Der in diesen Versuchen gewonnene Zucker enthielt 3,61 Proc. Salze, die rückständige Melasse 13,5 Proc. stickstoffhaltige Substanz. Es ergibt sich auch aus diesen Prüfungen, daß dieses neue französische Verfahren die geräuschvollen Empfehlungen, welche ihm zu Theil geworden, nicht verbietet.

Die Redaction.

## Mittheilungen aus dem Laboratorium der k. k. patr. Hon. Gesellschaft in Böhmen

von

Dr. Robert Hoffmann in Prag.

### VIII. Untersuchung von Rüben in drei verschiedenen Vegetationsperioden.

Zweck der nachfolgenden Untersuchungen war, die Veränderungen, welche die nähern Bestandtheile der Zuckerrübe wie der Blätter im Verlaufe der Vegetation erleiden, zu ermitteln.\*) Es wurden zu diesem Zwecke Rüben am 30. Juni, 31. August und 30. October 1860 einer Analyse unterzogen und zwar wurde bestimmt:

Bei den Blättern: Wassergehalt, Trodensubstanz, Aschengehalt, stickstoffhaltige Stoffe und Zellstoff.

\*) Ganz denselben Gegenstand behandelte in jüngster Zeit Bretschneider, jedoch in weit eingehenderer Art. Es erscheinen die vorliegenden Untersuchungen gegenüber den Bretschneider'schen — die veröffentlicht wurden, als ich eben meine Analysen berechnete — sehr läckenhaft; indessen dürften sie dennoch einiges Interesse bieten, weshalb ich auch keinen Anstand nehme, sie der Öffentlichkeit zu übergeben.

Bei dem Rübenkörper: Wassergehalt, Trockensubstanz, Aschengehalt, stickstoffhaltige Stoffe, Zellstoff und Zucker. — Am 31. Oktober wurde nebstdem eine Aschenanalyse des Rübenkörpers und der Rübenblätter vorgenommen; in demselben Monate wurde auch eine mittlere Bodenprobe dem Felde entnommen und einer Analyse unterzogen.

Die Rüben stammten von einem Felde, das der Zuckersabrik Liebesniß (unweit Prag) angehört.

Der Boden, auf dem die Rüben gewachsen waren, ist ein stark thoniger Boden von grauer Farbe und zeigt im nassen Zustande viele Bindigkeit.

Eine mechanische Analyse ergab in 100 Gewichtstheilen desselben:

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Steinchen . . . . .   | 3,80    |
| Grober Sand . . . . . | 4,36    |
| Feiner Sand . . . . . | 7,25    |
| Abschlembare Erde     | } 84,59 |
| Organische Stoffe     |         |
| Wasser . . . . .      |         |

---

100,00

Eine chemische Analyse ergab in 100 Gewichtstheilen der Erde:

Hiervon in Wasser löslich: in Salzsäure löslich:

|                                 |           |         |          |
|---------------------------------|-----------|---------|----------|
| Kali                            | 0,19234   | 0,00462 | 0,18772  |
| Natron                          | 0,21261   | 0,00890 | 0,20371  |
| Magnesia                        | 0,04531   | 0,00337 | 1,22575  |
| Kalk                            | 1,25935   | 0,03360 | 0,04194  |
| Thonerde                        | 7,68867   | —       | 7,68867  |
| Schwefelsäure                   | 0,17457   | 0,01780 | 0,15677  |
| Phosphorsäure                   | 0,30693   | 0,00537 | 0,30156  |
| Kohlensäure                     | 0,33251   | —       | 0,33251  |
| Kieselsäure                     | 0,14578   | —       | 0,14578  |
| Chlor                           | 0,00346   | 0,00346 | —        |
| Organische Stoffe               | 6,59038   | 0,07000 | —        |
| In Säuren unlöslicher Rückstand | 83,04809  | —       | —        |
|                                 | 100,00000 |         |          |
| Stickstoffgehalt                | 0,2764    | 0,14712 | 10,28441 |

Ueber die Kultur der Rüben und die Düngung des Feldes, dem dieselben entnommen wurden, ist Folgendes zu bemerken. Im Frühjahr 1859 wurde das Feld mit einem Gemenge von Scheideschlamm mit Steinkohlensäthe gedüngt und mit Kukuruz bestellt, der grün verfüttert wurde. Im Winter 1860 wurde das Feld tief geadert (12 Zoll) und im Frühjahr — im Monat April — mit Zuckerrüben bestellt. Kurz nach dem Aufgehen wurde die Rübe das erste Mal behackt. Nach dem Behacken wurden die Rüben verzogen, zweimal mit dem Schindpflug behandelt, die Rüben vollständig vereinzelt und Ende Juni das letzte Mal bestellt.

#### Untersuchungsergebnisse.

Dieselben finden sich im Folgenden zusammengestellt. — Gewicht der Rüben und Rübenblätter betrug am:

|             | 30. Juni. | 31. August. | 30. Oktober. |
|-------------|-----------|-------------|--------------|
|             | St. Rüben | St. Rüben   | St. Rüben    |
|             | 10        | 2           | 1            |
|             | Gramm     | Gramm       | Gramm        |
| Blätter     | 998       | 496         | 500          |
| Rübenkörper | 508       | 1008        | 610          |
| Zusammen    | 1506      | 1504        | 1110         |

Demnach Gewicht per Stück Rübe im Durchschnitt:

|             |       |     |      |
|-------------|-------|-----|------|
| Blätter     | 99,8  | 248 | 750  |
| Rübenkörper | 50,8  | 504 | 805  |
| Zusammen    | 150,6 | 752 | 1555 |

100 Gewichtstheile der frischen Blätter enthielten:

|                                           | Am 30. Juni | 31. August | 30. Oktober |
|-------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| Wasser                                    | 88,50       | 87,91      | 87,00       |
| Asche                                     | 4,10        | 3,60       | 3,80        |
| Stickstoffhaltige Stoffe                  | 2,12        | 2,33       | 2,83        |
| Zellstoff                                 | 1,20        | 2,20       | 1,60        |
| Anderer stickstofffreie organische Stoffe | 4,08        | 3,96       | 4,77        |
|                                           | 100,00      | 100,00     | 100,00      |



100 Gewichtstheile der wasserfreien Blätter enthielten am:

|                                           | 30. Juni | 31. August | 30. Oktober |
|-------------------------------------------|----------|------------|-------------|
| Mineralstoffe                             | 35,65    | 29,77      | 29,23       |
| Stickstoffhaltige Stoffe                  | 18,43    | 19,27      | 21,76       |
| Zellstoff                                 | 10,43    | 18,19      | 12,32       |
| Uebrigc stickstofffreie organische Stoffe | 35,49    | 32,77      | 36,69       |
|                                           | 100,00   | 100,00     | 100,00      |

100 Gewichtstheile der frischen Rüben enthielten am:

|                 | 30. Juni | 31. August | 30. Oktober |
|-----------------|----------|------------|-------------|
| Wasser          | 89,20    | 83,20      | 75,20       |
| Trockensubstanz | 10,80    | 16,80      | 24,80       |
|                 | 100,00   | 100,00     | 100,00      |

Eine eingehende Analyse ergab am:

|                                                                                | 30. Juni | 31. August | 30. Oktober |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------|
| Wasser                                                                         | 89,20    | 83,20      | 75,20       |
| Mineralstoffe                                                                  | 0,66     | 0,90       | 1,30        |
| Stickstoffhalt. org. Stoffe                                                    | 1,00     | 1,64       | 2,20        |
| Zellstoff                                                                      | 1,01     | 1,50       | 2,07        |
| Zucker                                                                         | 4,00     | 9,42       | 15,00       |
| Anderweitige organische stickstofffreie Stoffe (Fett, Farbstoff, Pectinstoffe) | 4,13     | 3,34       | 4,23        |
|                                                                                | 100,00   | 100,00     | 100,00      |

100 Gewichtstheile der wasserfreien Rüben enthielten am:

|                                                                          | 30. Juni | 31. August | 30. Oktober |
|--------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------|
| Mineralstoffe                                                            | 6,12     | 5,36       | 5,24        |
| Stickstoffhaltige Stoffe                                                 | 9,26     | 9,76       | 8,87        |
| Zellstoff                                                                | 0,35     | 8,92       | 8,35        |
| Zucker                                                                   | 37,03    | 55,95      | 60,48       |
| Anderweitige stickstofffreie organische Stoffe (Fett, Farbstoff, Pectin) | 38,24    | 20,01      | 17,06       |
|                                                                          | 100,00   | 100,00     | 100,00      |

100 Gewichtstheile der Rübenasche enthielten:

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Kali . . . . .          | 50,8946  |
| Natron . . . . .        | 5,7646   |
| Magnesia . . . . .      | 6,7421   |
| Kalk . . . . .          | 9,8376   |
| Eisenoxyd, Manganoxyd   | 1,1268   |
| Kieselsäure . . . . .   | 3,4224   |
| Phosphorsäure . . . . . | 16,2650  |
| Chlor . . . . .         | 1,9296   |
| Schwefelsäure . . . . . | 4,0172   |
|                         | <hr/>    |
|                         | 100,0000 |

100 Gewichtstheile der Blatt-Asche enthielten:

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Kali . . . . .          | 24,134  |
| Natron . . . . .        | 13,011  |
| Magnesia . . . . .      | 18,316  |
| Kalk . . . . .          | 17,796  |
| Eisenoxyd . . . . .     | 2,331   |
| Kieselsäure . . . . .   | 5,110   |
| Phosphorsäure . . . . . | 6,932   |
| Chlor . . . . .         | 5,009   |
| Schwefelsäure . . . . . | 7,361   |
|                         | <hr/>   |
|                         | 100,000 |

Es lassen die bei diesen Untersuchungen sich herausstellenden, gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen nähern Bestandtheile der Rübenpflanze in den drei verschiedenen Vegetationsperioden in Worten ausgedrückt sich in den nachfolgenden Punkten zusammenfassen, wobei ich jedoch besonders hervorhebe, daß ich diese Folgerungen vorerst auf die untersuchten Rübenpflanzen und nicht auf die Rübenpflanze im Allgemeinen bezogen wissen möchte. Ein einziger Versuch bei einer Pflanze scheint mir denn doch nicht ausreichend, um bestimmte Gesetze, nach welchen Pflanzensubstanzen während der Vegetation einer Pflanze ab- oder zunehmen, aufzustellen, wenigstens nicht ausreichend, um diese Gesetze mit solcher unfehlbaren Bestimmtheit anzustellen, wie dies in der jüngsten Zeit oft geschieht.

Im Anfange der Vegetation der Rübe betrug das Gewicht des Krautkopfes mehr, als das des Rübenkörpers, mit zunehmender Entwicklung der Pflanze wurde dieses Verhältniß geändert, und am 31. August

und 30. Oktober sehen wir das Gewicht des Rübenkörpers das des Krautkopfes übersteigen. Die Verhältnisse zwischen dem Gewichte des Rübenkörpers und der Blätter sind:

|          |                |
|----------|----------------|
| 1 : 1,90 | am 30. Juni    |
| 1 : 0,76 | = 31. August   |
| 1 : 0,82 | = 30. Oktober. |

Nehmen wir an eine Saugweite von 14 à 14 Zoll der Rüben, je würden auf einem Wiener Joch (0,576 Hectare) 40000 Stück Pflanze zu stehen kommen, und die Ernte würde in den einzelnen Perioden gewesen sein per Joch am:

|                 | 30. Juni     | 31. August   | 30. Oktober   |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|
| An Blättern     | 3992 Kilogr. | 9920 Kilogr. | 30000 Kilogr. |
| An Rübenkörpern | 2016 =       | 20160 =      | 32200 =       |

#### Die Blätter:

1. Das relative Verhältniß der einzelnen Bestandtheile der Rübenblätter hat sich im Verlauf der Vegetation geändert.

2. Der Wassergehalt der Rübenblätter ist mit zunehmender Entwicklung der Pflanze abnehmend, und somit nahm die Trockensubstanz (trockene Blattsubstanz) mit zunehmender Reife zu.

Nach obiger Annahme über die Anzahl der Rübenpflanzen würde demnach per Joch geerntet worden sein an Trockensubstanz:

|             |               |
|-------------|---------------|
| 459 Kilogr. | am 30. Juni   |
| 1198        | = 31. August  |
| 3900        | = 30. Oktober |

3. Die Mineralbestandtheile der Blätter, im wasserfreien wie im frischen Zustande, nahmen mit zunehmender Entwicklung ab. Die stickstoffhaltigen Substanzen zeigten Schwankungen im wasserfreien Zustande. In den frischen Blättern zeigte sich eine constante Zunahme.

Der Zellstoff zeigte Schwankungen. Ich lasse mich weiter in keine Folgerungen bei den Blättern ein, indem ich den erhaltenen Daten eben keine große Wichtigkeit beimessen will wegen der Auswahl des zu untersuchenden Materials. Es wurden nämlich nicht nur die Blätter, sondern der ganze Krautkopf einer Analyse unterzogen und so mußte denn aus dieser ganzen so verschieden entwickelten Blatt- und Stengelmasse eine mittlere Probe zur Untersuchung genommen werden — eine Operation, die ziemlich schwierig mit entsprechendem Erfolge, wie ich mich im Verlaufe der Untersuchungen überzeugte, ausführbar ist, und bin zur Ansicht

gelangt, daß wenn man brauchbare Daten in dieser Beziehung erhalten will, man wohl genöthigt ist, die einzelnen Theile des Krauttopfes gesondert zu untersuchen.

#### Der Rübenkörper:

1. Das relative Verhältniß der einzelnen Bestandtheile des Rübenkörpers änderte sich im Verlauf der Vegetation.

2. Der Wassergehalt nahm constant ab, und demnach nahm die trodrene Rübensubstanz mit fortschreitender Vegetation constant zu.

3. Nach der Annahme über die Anzahl der Pflanzen per Joch würde man demnach geerntet haben an Trodensubstanz am:

|             |             |
|-------------|-------------|
| 30. Juni    | 218 Kilogr. |
| 31. August  | 3386 =      |
| 30. Oktober | 7985 =      |

Es beziehen sich natürlich diese Daten auf Rüben von solcher Größe, wie sie der Untersuchung unterzogen wurden.

4. Die Mineralstoffe nehmen — berücksichtigt man die wasserfreien Rüben — mit zunehmender Reife ab.

5. Bei den stickstoffhaltigen Stoffen findet nicht ganz constant, bei der Trodensubstanz eine Abnahme mit fortschreitender Vegetation statt.

6. Beim Zellstoff findet hingegen eine constante Abnahme statt; diese Abnahme ist jedoch bei der frischen Rübe nicht ersichtlich; bei dieser zeigte sich eine Zunahme an diesen Stoffen mit der Reifezunahme.

7. Die Zahlen über die anderweitigen organischen Stoffe, welche die Pektinstoffe, Fett, Farbstoff in sich begreifen, zeigen ebenfalls auf eine Abnahme mit zunehmender Reife hin.

8. Allen den Stoffen entgegengesetzt nahm der Zuckergehalt der Rüben sehr bedeutend mit der Entwicklung der Rüben zu. Während die frischen Rüben am 30. Juni 4 Procent Zucker enthielten, betrug der Zuckergehalt derselben am 31. August schon 9,42 und beim Ernten derselben am 30. Oktober 15 Proc. Bei der Trodensubstanz tritt diese Zunahme natürlich noch deutlicher hervor. Bemerkenswerth ist es wohl, daß die noch ganz jungen Rüben am 30. Juni, also nachdem dieselben etwa 2 Monate vegetirten, schon einen Zuckergehalt von 4 Proc. zeigten. Vom 30. Juni bis 30. Oktober nahm der Zuckergehalt der Rüben um 11 Proc. zu, demnach täglich um 0,08943 Proc.

9. Es fand demnach mit zunehmender Reife, mit Ausnahme des Zuckers, man kann annehmen bei allen anderweitigen Rübenbestandtheile eine Verminderung der relativen Mengen derselben statt.

10. Ob die relative Zunahme des Zuckers im Zusammenhang steht mit der relativen Abnahme aller der einzelnen übrigen Stoffe, oder nur bestimmter Stoffe, ist ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit und von höchstem physiologischen Interesse.

In der That scheinen nur die mit dem Collectionnamen „anderweitige organische stickstofffreie Stoffe“ bezeichneten Rübenbestandtheile in umgekehrten Verhältnisse mit dem Zucker zu stehen.

Diese Bestandtheile bestehen im Wesentlichen aus Pectinstoffen, deren Rolle, und wahrscheinlich sehr wichtige Rolle, im Pflanzenleben uns noch leider fast alles zu wissen erübrigt. Die fetten Stoffe der Rüben sind in keiner so bedeutenden Menge in derselben vorhanden, als daß sie hier von wesentlichem Einfluß sein könnten. Im Mittel von mehreren Bestimmungen fand ich den Gehalt an Fetten — mit Aether ausziehbaren Stoffen — in 100 Gewichtstheilen Trockensubstanz der Rüben mit 0,13.

Wichtiger dürften jedoch die Pflanzensäuren sein, welche sich in der Rüben finden. Diese sind, wie die organischen Basen, mit bei den „anderweitigen organischen stickstofffreien Stoffen“ einbegriffen, sie erleiden ohne Zweifel zum Theil wichtige Veränderungen mit fortschreitender Reife der Pflanze. Doch auch hierüber ist noch viel zu wenig bekannt, um darüber mehr sagen zu können, als es eben nur zu erwähnen.

Es sei bei dieser Gelegenheit angebeutet, daß wir über den Salzgehalt der Rüben — wie man diesen Ausdruck so häufig hört, eigentlich nichts wissen; denn das, was man mit dem Ausdruck Salzgehalt bezeichnet, ist nur der Aschengehalt der Rüben, die durch Eindüffern, zum Theil jedoch schon durch Hitze und gegenseitige Einwirkung, veränderten mineralischen Bestandtheile der Rüben. Zu dem Gesamtsalzgehalte der Rüben gehören jedoch auch die pflanzensauren Salze, die sich jedoch leider der Untersuchung entziehen.

Es würde demnach eine fruchtlose Arbeit sein, Beziehungen zwischen dem Zucker und dem sogenannten Salzgehalt der Rüben zu suchen, da wir ja diesen nicht bestimmen können.

Ob Beziehungen zwischen den bloßen Mineralbestandtheilen der Rüben und dem Zucker bestehen, ist wohl sehr in Frage zu ziehen — in Brück-

**festigung** des Umstandes, daß man wohl annehmen kann, daß sich organische und unorganische Salze bis zu einem gewissen Punkte vertreten können.

Die Vermuthung, daß die Pectinstoffe in einem gewissen Zusammenhange mit der Zuckerbildung stehen, ist keinesfalls eine der unhaltbarsten Annahmen. Bretschneider in seiner erwähnten eingehenden Untersuchung über die Wachstumsverhältnisse der Zuckerrübe meint in dieser Beziehung: „Man kann sich kaum der Vermuthung entschlagen, daß die Zuckerbildung auf Kosten der außer Zucker vorhandenen stickstofffreien Substanzen erfolge u. s. w. Bretschneider folgert dies aus seinen Untersuchungen. Eine gleiche Folgerung lassen die eben mitgetheilten Untersuchungen auch zu; denn berechnet man nach Abzug des Zuckers die übrigen Bestandtheile auf 100, so zeigt es sich, daß eben nur die im Wesentlichen aus Proteinsubstanzen bestehenden Rübenbestandtheile mit zunehmender Reife abnehmen, während der Zucker zunimmt, wie die stickstoffhaltigen Stoffe, der Zellstoff und die Aschenbestandtheile, wie dies aus dem Folgenden ersichtlich ist:

|                                                | 30. Juni | 31. August | 30. Oktober |
|------------------------------------------------|----------|------------|-------------|
| Mineralstoffe                                  | 9,71     | 12,16      | 13,27       |
| Stickstoffhaltige Stoffe                       | 14,70    | 22,15      | 22,44       |
| Zellstoff                                      | 14,84    | 20,25      | 21,24       |
| Anderweitige stickstofffreie organische Stoffe | 60,75    | 45,44      | 43,05       |
|                                                | 100,00   | 100,00     | 100,00      |

11. Wenn nun auch immerhin sich eine relative Abnahme beim Zellstoff, den Aschenbestandtheilen, den stickstoffhaltigen Substanzen, wie den anderweitigen organischen Verbindungen zeigt, so findet doch, wenn man die in den einzelnen Perioden producirte Pflanzenmasse berücksichtigt, eine absolute Zunahme an allen den einzeln genannten Stoffen mit zunehmender Reife statt, wie dies schon aus der Menge der in den einzelnen Perioden producirten Pflanzensubstanz resultirt.

Es wurde, wie schon hervorgehoben, an trockener Rübensubstanz producirt per Joeh am:

|             |             |
|-------------|-------------|
| 30. Juni    | 218 Kilogr. |
| 31. August  | 3386 =      |
| 30. Oktober | 7935 =      |

Auf die einzelnen Bestandtheile berechnet ergibt sich das Folgende per Joch:

|                                           | 30. Juni | 31. August. | 30. October |
|-------------------------------------------|----------|-------------|-------------|
| Mineralstoffe                             | 12,34    | 181,49      | 418,41      |
| Stickstoffhalt. org. Stoffe               | 20,08    | 330,74      | 708,26      |
| Zellstoff                                 | 20,38    | 302,03      | 656,74      |
| Zucker                                    | 80,72    | 1895,46     | 4829,32     |
| Uebrige stickstofffreie organische Stoffe | 84,48    | 676,28      | 1372,27     |
|                                           | 218,00   | 3386,00     | 7985,00     |

## Ueber die feinere Verästelung der Pflanzenwurzel.

Eine Vegetationsstudie

von

Dr. Friedrich Kobbe.

1. Motive. Das functionelle Verhältniß der Pflanzenwurzel zu ihrem Medium tritt neuerdings näher in den Vordergrund der Agriculturwissenschaft. In der That, lange Zeit ist die innige Continuität des Gesamtorganismus der Pflanze, mit Einschluß der Wurzel, übersehen und vorzugsweise sind entweder die oberirdischen Gebilde oder die unterirdischen, je nach dem practischen Interesse, welches der Forschung die Richtung gab, also pars pro toto, in Untersuchung genommen worden. Und selbst heute, wiewohl man weit entfernt ist von jenem Baco'schen Standpunkte, auf welchem noch Joh. Ingenhousz den hauptsächlichsten Nutzen der Wurzeln darin sah, daß sie die Pflanzen „auf eine stabile Art an ihrem Geburtsorte festhalten,“ \*) fehlt doch viel, daß bei dem Studium der Culturgewächse die Pflanzenwurzeln, soweit sie nicht unmittelbar um ihrer selbst oder vielmehr um der Producte willen cul-

\*) Johann Ingenhousz, Versuche mit Pflanzen, übersetzt von Scherer. 1768. Bd. II. S. 150.

tivirt werden, welche sie im jugendlichen Zustande, behufs künftiger Organisation, aufspeichern, überall die entsprechende Beachtung erfahren. Dieser Umstand ist wesentlich schuld, daß wir über die Wurzeln der Culturpflanzen — wieweit dieselben von der Culturbehandlung gestaltlich und stofflich mitbetroffen werden, oder in wie fern Veränderungen, welche die Cultur in den Wurzeln hervorruft, organisch auf die oberirdischen Pflanzentheile zurückwirken — wenig positive Kenntnisse besitzen.

Die Entdeckung der ungeahnten Attractionskräfte der Aderkrume für gewisse Pflanzennährstoffe, nicht minder die Studien über Vegetation von Landpflanzen in tropfbar flüssigen Medien haben, trotz der Räthsel und Widersprüche, welche die letztere Culturmethode in Bezug auf die Pflanzenernährung (als Diffusionsproceß aufgefaßt) bis jetzt darbietet, erneute Impulse in dieser Richtung gegeben, indem sie den physiologischen Functionen der Wurzeln eine erhöhte Aufmerksamkeit zuleitete.

Die Verästelung der Pflanzenwurzel, d. h. die Vergrößerung der Wasser und Mineralstoffe aufnehmenden Fläche des Pflanzenkörpers, ist, wie die in tropfbar flüssigen Medien erzogenen Pflanzen zeigen, specifisch bestimmten Grundgesetzen unterworfen. Für die Schminkebohne hat bereits vor einem Jahrhundert Carl Bonnet \*) demonstirt, daß an jungen, in angefeuchteten Schwämmen gewachsenen Individuen die Nebenwurzeln regelmäßig in vier Orthostichen angeordnet sind. Für dieselbe Pflanze, sowie für Dolichos Lablab, den Kürbis, die Sonnenblume, die Kastanie und andere dikotyledone Pflanzen hat Julius Sachs \*\*) eine gesetzmäßige Stellung der Nebenwurzeln nachgewiesen und diese Stellung auf die Anordnung der Gefäßbündel im Hauptstamme der Wurzel ursächlich zurückgeführt. Ich habe diese Verhältnisse an den Wurzeln von jungen Kartoffelpflanzen, Zuckerrüben, von Buchweizen, Mais (Radicula und Adventiwurzeln) und anderen in wässrigen Lösungen erzogenen Pflanzen studirt und überall einen Zusammenhang der Nebenwurzelordnung mit dem Gefäßbündelsystem des Wurzelstammes nachzuweisen vermocht. Zugleich überzeugt man sich bei diesen Untersuchungen leicht,

\*) Carl Bonnet, Untersuchungen über den Nutzen der Blätter. 2. Auflage. 1803. S. 86.

\*\*) Dr. Julius Sachs, über die gesetzmäßige Stellung der Nebenwurzeln der ersten und zweiten Ordnung bei verschiedenen Dicotyledonen-Gattungen. Sitzber. der I. I. Acad. d. Wiss. Oct. 1857.



daß (bei den genannten Pflanzen) ein jeder Gefäßbündelzug der jungen Wurzel unabhängig von den ihm coordinirten Parallelzügen vegetirt, Seitengebilde aussendet und überhaupt seine individuelle Entwicklungsgeschichte verfolgt.

Indessen sind wir mit diesen Resultaten vor der Hand nicht weiter gefördert, als zu der Einsicht, daß die Anordnung der Gefäßbündel in der Wurzel das Schema für die mögliche Stellung der Nebenwurzeln vorschreibt, oder, bestimmter ausgedrückt, daß die verticalen Projectionslinien der Gefäßbündel auf die peripherische Fläche des Wurzellörpers den geometrischen Ort der Nebenwurzeln bestimmen.

Sucht man an den sorgfältig gereinigten Wurzeln einer in festem Boden gewachsenen Pflanze dieses gesetzliche Regelmaß vergebens mehr als annähernd nachzuweisen, so möchte es scheinen, als wären die mechanischen Hindernisse, welche der Boden der Entfaltung der Pflanzenwurzel entgegensetzt, ausreichend, die Verbiegungen, Verwindungen und partiellen Deformitäten der Haupt- und Seitenwurzeln zu erklären, allein wir treffen auch in den Lösungen nur ausnahmsweise ein einfaches Regelmaß innerhalb der orthostatischen Anordnung vorherrschend. Ein vollständiger Wirtel kommt selten vor; die Interstitien zwischen je zweien Wurzelzweigen einer Orthostatische sind höchst ungleich, und häufig sehen wir die Nebenwurzeln der zweiten oder dritten Ordnung, welche typisch vierzeilig angeordnet sein sollten, scheinbar zweizeilig, ja sogar einzeilig stehen, während die übrigen, zufolge des inneren Baues geforderten Zeilen nur mit Mühe aus vereinzelt in weiten Abständen hervorbrechenden Wurzelfäden bestimmbar sind. Es zeigten mir diese Erscheinungen außer den Wurzeln verschiedener Kulturgattungen, wie Buchweizen, Widen, Kartoffeln, Kohlpflanzen, Mais und Kirsbis auch die Wurzeln bez. Rhizome mehrerer wildwachsenden Pflanzen, z. B. der Ackerdistel (*Cirsium arvense* Scop.), des Kreuzkrauts (*Senecio vulgaris* L.) u. a., nachdem sie, aus dem Boden in Lösungen von Nährstoffen versetzt, neue Wurzelsysteme getrieben hatten.

Eben so wenig wie von den mechanischen Widerständen des festen Bodens lassen sich die Abweichungen der Wurzelverzweigung von der typischen Vorschrift von Licht- oder Wärmewirkungen genügend ableiten, wie etwa die Adventivsprossen des Stammes von Pappeln, Kirschen, Linden und anderen Laubbäumen, welche wir überwiegend an der Sonnenseite der Stämme hervorbrechen sehen, sofern nicht örtliche Verlegun-

gen auf die Sproßbildung bestimmend eingewirkt haben. Die Wärme ist allerdings von sehr bedeutendem Einfluß auf die Entwicklung der Wurzelsprossen im Allgemeinen. Ein Experiment Bouchardat's \*) hat dies nachgewiesen. Ich habe mich jedoch vergeblich bemüht, in den Glaschindern, worin jene Pflanzen vegetirten und welche dunkel gehalten wurden, eine Coincidenz der Nebenwurzeln nach einer einheitlichen Richtungsachse an den vorzugsweise verzweigten Orthostichen aufzufinden, aus welcher das Vorhandensein vielleicht sehr feiner thermophysiologicalen Wirkungen, bedingt durch die Schwankungen der Temperatur innerhalb der Flüssigkeitssäule, hätte erschlossen werden können. Die Nebenwurzeln einer und derselben Pflanze sind nach innen, außen, oben, unten entsprossen und ausgestreckt, ohne erkennbare Ursache für das örtliche Vorherrschen der einen oder andern Richtung.

Es ist eine constante Erfahrung, daß in tropfbar flüssigen Medien die Dimensionen und die Verzweigung der Wurzeln in Abhängigkeit stehen von dem Concentrationsgrade der Ernährungsflüssigkeit. Concentrirtere Lösungen erzeugen in der Regel ein kurzes, gedrungenes, mit zahlreichen Nebenwurzeln versehenes Wurzelsystem; in verdünnteren Lösungen oder gar in reinem Wasser strecken sich die dünnen und armverzweigten Wurzeln zu einer beträchtlicheren Länge hinab. Uebereinstimmend hiermit lehrt das Mikroskop, daß ein Gefäßbündel, welches oftmals fast schon im Bereiche der Wurzelhaube sich differenzirte, erst einen gewissen Ausbildungsgrad erlangt haben muß, bevor dasselbe, fern von dem Vegetationskegel der Wurzelspitze, Nebenwurzeln zu erzeugen vermag.

Scheint somit die Entstehung von Nebenwurzeln mit der Ernährungsweise der Wurzel in causalem Zusammenhange zu stehen, so ist die Frage von Bedeutung, ob die Erscheinung einer reichen Nebenwurzelsbildung allgemein die Wirkung der durch die Vegetation der oberirdischen Pflanzenorgane mitbedingten Wurzelernährung sei, oder ob sich dieselbe local specificiren und auf einzelne Aeste des Wurzelsystems wo nicht beschränken, doch an einzelnen Wurzelästen vorzugsweise begünstigen lasse.

Gewisse allbekannte Erscheinungen auf dem Felde und im Forste sprechen für das Letztere. Duhamel \*\*) fand, daß die Seitenwurzeln

\*) Bouchardat Recherches sur la végétation appliquées à l'agriculture 1846.

\*\*) Duhamel, Physique des arbres livre I. chap. 5.

der Bäume um so stärker und kräftiger sind, je näher der Oberfläche sie sich befinden, so daß, wenn man beim Verpflanzen eines Baumes mehrere Wurzeläste verschont, derjenige, welcher näher an der Oberfläche hinstreicht, fast immer kräftiger sein wird, als der, welcher tiefer eingepflanzt ist. Theod. de Saussure, \*) in einer Abhandlung über den Einfluß des Sauerstoffs auf die Vegetation, glaubt diese Erscheinung aus der näheren Berührung der oberflächlichen Wurzeln mit dem atmosphärischen Sauerstoff erklären zu müssen und weist als ferneren Beleg für diese Ansicht darauf hin, daß die Baumwurzeln, welche in Mist, in Schlammgrund (vase) oder in Wasserröhren eindringen, sich darin unendlich theilen und Fuchsschwänze bilden, weil sie nicht darin wachsen können, ohne ihre Berührungspunkte mit der sehr kleinen Menge Sauerstoffgas zu vermehren, welche sie in diesen Medien finden.

Ohne hier auf die Rolle, welche Saussure dem Sauerstoff in diesen Erscheinungen anweist, näher eingehen zu wollen, da ich später hierauf zurückkommen werde, erwähne ich nur, daß die Wurzeln, welche ich aus verstopften Drainsröhren gelöst und gereinigt hatte, entsprechend den Wurzeln, welche in sehr verdünnten Nährstofflösungen sich bilden, äußerst fein- und langfaserig ausgebildet waren. Sehr beachtenswerth ist ferner eine hierher gehörige Beobachtung Nöggerath's. Dieser fand \*\*) auf einem alten Todtenfelde am Dübener Berge unter einer sechs Fuß tiefen Schicht Bimstein, auf welchem Luzerne wuchs, Knochenstücke, deren Substanz vollständig durch Wurzelspilz ersetzt war.

Ein exacter Vegetationsversuch in dieser Richtung würde, wie ich glaubte, zu ermitteln haben, ob, unter übrigens gleichen Verhältnissen, durch ungleiche Localisirung der Nährstoffe innerhalb der Bodenträume, welche die Wurzeln einer Pflanze vermöge ihrer specifischen Durchschnittserstreckung zu durchsetzen vermögen, die überwiegende Ausbildung der entsprechenden Wurzelpartien örtlich beeinflusst werden könne.

Daß ein Versuch dieser Art in abgeschlossenen Gefäßen mit gutem Vertrauen und ohne die Befürchtung begonnen werden darf, durch das nothwendige Begießen mit Wasser die localisirten Stoffe aufgelöst in

\*) Th. de Saussure, Recherches chimiques s. l. végétation. 1804. S. 110.

\*\*) Jacob Nöggerath in Wefermann's „Illustr. Monatsheften“ 1859. Nr. 35.

dem ganzen Bodenraum sich verbreiten zu sehen, wird eben jenen absorbierenden Kräften der Ackererde verdankt, für deren physiologische Bedeutung dieser Vegetationsversuch ein neues Moment hinzufügen konnte, und welche zugleich die Mengenverhältnisse der anzuwendenden Düngstoffe zu der rohen Gesamterde vorschrieben.

2. Methode. Als Versuchspflanze diente badischer Mais; als Versuchsboden eine nicht absolut nahrungslose, aber nahrungssarme thonige Erde. \*) Diese wurde in cylindrische Glasgefäße eingefüllt, deren jedes eine Pflanze zu tragen bestimmt war und bei 27 Centimeter Höhe und 13 Centimeter Weite ein Lumen von 3 Litres Wasser besaß.

Zwei Salzgemische, das eine stickstoffhaltig, das andere stickstofffrei, nach chemischen Äquivalenten bereitet, wurden in zwei parallelen Reihen (zu je 6 Glaszylindern) in der rohen Erde, welche zuvor in einem Tiegelofen geglüht und grüblich gesteht war, in verschiedener Weise localisirt.

Die Zusammensetzung der beiden Salzgemische war folgende:

| Reihe A (Cylinder I—VI).<br>Stickstofffrei. | Reihe B (Cylinder VII—XII).<br>Stickstoffhaltig. |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 3 Äq. phosphorsaures Kali,                  | 1 Äq. phosphorsaures Kali,                       |
| 1 = Bittersalz,                             | 1 = Kalisalpeter,                                |
| 1 = Pottasche,                              | 1 = schwefelsaures Ammonial.                     |
| 1 = kieselhaftes Natron.                    |                                                  |

Von dem stickstofffreien Salzgemisch wurden je 2,5 Grm., von dem stickstoffhaltigen je 3 Grm. mit ihrer 20—30fachen Menge roher Erde innig verrieben und, wie sogleich anzugeben, in den Cylindern vertheilt.

Die Cylinder der Reihe A erhielten somit in den 2,5 Grm. stickstofffreier Salze, auf eine Masse von mehr als 3 Kilogr. geglüheter roher Erde, 0,266 Grm. Kali und 0,627 Grm. Phosphorsäure. Die Cylinder der Reihe B erhielten in den 3 Grm. stickstoffhaltiger Salze 0,502 Grm. Kali, 0,755 Grm. Phosphorsäure, 0,574 Grm. Salpetersäure und 0,180 Grm. Ammonial.

\*) Untergrund des Gartens der Versuchstation Chemnitz.

Wiewohl das Absorptionsvermögen der rohen Erde durch das Gießen einige Einbuße erleiden mußte,\*) so läßt sich doch aus den bis jetzt bekannten Ziffern für die durchschnittlichen Attractionsquantum der Ackererden berechnen, daß die zugeführten Nahrungstoffe nur einige Procente der angewandten Erdmasse absorptiv zu sättigen vermochten. Wenn demnach auch durch wiederholtes Begießen der Töpfe kleine Quantitäten der einmal absorbirten Düngsalze wieder in Lösung gelangten, mußten dieselben von den angrenzenden Erdzonen sofort attrahirt werden, und somit die Bodenregion rings um den Ort der Localisirung, welche als mit Nährstoffen gesättigt zu betrachten war, eine relativ beschränkte sein.

Nun ist aber schon durch Th. de Saussure\*\*) bekannt geworden, daß Dammerde (terreau), welche durch wiederholtes Auslöchen mit Wasser eines Theils (11 Proc.) ihrer Nahrungsbestandtheile beraubt worden war, einen um ein Viertel geringeren Ernteertrag hervorgebracht hatte, als eine übrigens gleiche Menge derselben nicht beraubten Dammerde. Bestimmter noch haben neuerdings Naegeli und Böller's Untersuchungen\*\*\*) ergeben, daß die vegetative Massenproduction eines absorptiv ganz gesättigten Torfpulvers in höherem Verhältniß von der Production des rohen Torfpulvers differirte, als diejenige eines halb oder viertel gesättigten Torfpulvers. Bestand demnach eine Abhängigkeit der Wurzelverzweigung von der örtlich reicheren Gegenwart von Nährstoffen, so mußte dieselbe in dem bezeichnetermaßen zubereiteten Boden zur Evidenz gelangen.

Die Vertheilung der Düngstoffe in der rohen Erde war folgende:  
 Cylind. I und VII: die Salzgemische sind homogen mit der rohen Erdmasse gemengt;  
 = II und VIII: sie bilden eine sehr dünne Horizontalschicht am Boden des Cylinders;  
 = III und IX: sie bilden eine solche in mittlerer Höhe des Cylinders;

\*) Nach Dr. C. Peters absorbirten 100 Grm. einer Ackererde (Folgentgut zu Tharand) aus 250 Cc. einer  $\frac{1}{2}$ -atomigen Chlorkaliumlösung 0,1841 Grm. Kali, dieselbe Erde geglüht 0,1256 Grm.

\*\*) Théod. de Saussure, Recherches chimiques sur la végétation. 1804. S. 171.

\*\*\*) Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. CXXI. Heft 3.

- Cylinder IV und X:** sie bilden eine solche 3—4 Centimeter tief unter der Oberfläche;  
 = **V und XI:** sie bilden einen verticalen peripherischen Cylindermantel;  
 = **VI und XII:** sie bilden einen Verticalcylinder in der Achse des Glasgefäßes.

Behufs der letztgenannten Vertheilungsweise der Düngstoffe in der Form eines centralen Verticalcylinders wurde eine weite beiderseits offene Glasröhre (Verbrennungsröhre) in der Achse des Glasgefäßes festgehalten, während man außerhalb derselben die rohe Erde einfüllte; sodann wurde die Röhre selbst mit dem Salzgemisch angefüllt und vorsichtig herausgezogen. Die übrigen Vertheilungsweisen boten keine Schwierigkeiten dar.

Im Juni 1861 wurden die Keimpflänzchen aus dem destillirten Wasser, ihrem bisherigen Medium, in die von Papphülften umschlossenen Cylinder gesteckt, Anfangs mit Glasglocken bedeckt und jeden zweiten oder nach Befinden dritten Tag mit destillirtem Wasser, welches nur sehr langsam in die dichte Erdmasse einbrang, mäßig begossen.

An den Ostfenstern unseres physiologischen Laboratoriums, welches von Osten und Süden sehr stark durchleuchtet und erwärmt wird, ging die Entwicklung sämmtlicher Pflanzen gesund und rasch von Statten, wiewohl die Zimmerluft und die wenig fruchtbare, dabei sehr dichte Erde sich in der jarten Gestalt der Versuchspflanzen geltend machten. Die Inflorescenz trat übereinstimmend in den letzten Tagen des August und den ersten Tagen des September ein. Den 30. October wurden die oberirdischen Stöcke abgeschnitten. Die lufttrockenen Erntegewichte.\*) schwankten zwischen 20,7 Grm. und 25,0 Grm. (Mittel 23,4 Grm.) bei den unter Zufuhr von stickstofffreien Salzen erwachsenen Pflanzen, und zwischen 21,5 Grm. und 27,2 Grm. (Mittel 25,5 Grm.) bei den Pflanzen, welchen stickstoffhaltige Salze dargeboten waren. Dieses Uebergewicht der unter Stickstoffzufuhr erzeugten Pflanzen ist darin begründet, daß dieselben durchschnittlich größere und reifere Fruchtkolben ausgebildet

\*) Die Ernteträge waren in verschlossenen Gläsern während des Winters an einem trocknen Orte aufbewahrt, sie wurden im Frühling 1862 etwa 24 Stunden lang gleichmäßig einer Temperatur von ca. 70° C. ausgesetzt und nach dem Erhitzen gewägt.

hatten. Ich lasse dahingestellt, ob den stickstoffhaltigen Nährstoffen ein directer Einfluß auf diese Beschleunigung der samenbildenden Proceße zuzuschreiben sein mag.

3. Resultate. Für das Studium der Wurzelgestaltung unter dem Einfluß äußerer Agentien ist es wesentlich, Mittel zu besitzen, durch welche man die Wurzeln nach abgeschlossener Vegetation in ihrer Totalität und natürlichen Lage aus festen Medien zu isoliren vermag. Betreffs mancher Feldpflanzen hat Schubert uns ein Verfahren an die Hand gegeben, das in den meisten Fällen ausreicht, wo es die Hauptwurzelstränge in ihrer absoluten Erstreckung zu verfolgen gilt. Handelt es sich jedoch darum, die feineren Verzweigungen der Nebenwurzeln zu studiren, so ist man genöthigt, noch minder gewaltsame Hülfsmittel, als selbst diejenigen Schubert's es sind, herbeizuziehen. Aus Glasclindern dürfte sich in folgender Weise das Wurzelsystem einer Pflanze, selbst wenn dasselbe so zartfaserig verzweigt ist, wie bei Mais, Getreide und andern Amphibryen, und die Erde eine thonig dicke Beschaffenheit hat, in ausreichender Vollständigkeit gewinnen lassen.

Nachdem der oberirdische Pflanzenstod entfernt ist, setzt man die Erde des Glasclinders unter Wasser, so lange nachfüllend, bis der ganze Ballen durchdrungen und aufgeweicht ist, wozu unter Umständen mehr als 24 Stunden erforderlich sind. In diesem Zustande gleitet der Erdballen leicht und unverfehrt in eine große Wanne, aus welcher der Wurzellörper mittelst vorsichtigen Abschleppens der Erde sich allmählig isolirt. Bei gehöriger Behutsamkeit sind die so eintretenden Verluste an feinen Fasern auf zu vernachlässigende Mengen reducirbar. Das in solcher Art getrennte und in reinem Wasser abgepülte Wurzelsystem ist freilich verworren, und die Fasern desselben liegen schlaff an einander. Man kann indeß die ursprüngliche Ausbreitungsform wenigstens annähernd wiederherstellen, indem man das ganze Wurzelsystem durch Einschieben eines Stabes (bei der Maiswurzel unter den höchsten Wurzelknoten) in einen geräumigen mit Wasser gefüllten Glasclinder aufhängt, worauf durch leise horizontale und verticale Bewegungen das Fasergewirr sich sehr schön auflösen läßt.

In dieser Weise nebeneinander gestellt, zeigten nun die Wurzellörper unserer Versuchspflanzen gestaltliche Unterschiedenheiten, welche unbedenklich als Wirkungen der verschiedenen Behandlungsweise gedeutet werden konnten, indem auch specieller nicht unterrichtete Personen aus

der äußeren Configuration des Wurzellkörpers das Local, an welchem die Nährstoffe sich befunden hatten, zu bestimmen vermochten.

Die Wurzeln sämtlicher Versuchspflanzen sind, übereinstimmend mit ihren oberirdischen Theilen, zart und dünn gebaut. Die fast überall noch vorhandene Radicula ist von verschiedener Länge und stark verzweigt, die primären Adventiwurzeln, welche der Centralachse oberhalb des Samens entstammen, sind in mehr oder minder deutlichen Wirteln zu vier oder acht (bisweilen neun bis zehn) angeordnet, sie ziehen sich als starke Stränge mehr oder minder vertical bis zum Boden des Gefäßes hinab, woselbst sie zum Theil noch mehrfache Windungen vollführen, und sind mit zahlreichen secundären und tertiären stark behaarten und stellenweise aufs feinste verzweigten Wurzelfasern besetzt.

Der morphologische Habitus der Maiswurzel ist somit bei den Versuchspflanzen den normalen Verhältnissen identisch geblieben. Die Differenzen aber, deren soeben erwähnt wurde, treten in der Zahl der local entwickelten feinsten Seitenwurzeln hervor. An den nicht gedüngten Stellen der Cylinder sind oftmals die primären und secundären Wurzelstränge, wie dies auch an den im freien Felde gewachsenen Maiswurzeln zu beobachten ist, in der Erstreckung von einem bis zwei Centimetern unverästelt und nur mit Wurzelhaaren besetzt, während da, woselbst die Nährstoffe dargeboten waren, die Seitenzweige dicht gedrängt und ihrerseits aufs feinste verzweigt sind.

In den Glasclindern, in welchen die Düngstoffe homogen mit der ganzen Erdmasse gemengt waren, verläuft der Wurzellkörper in cylindrischer Gesamtform bis zum Boden hinab; die Nebenwurzelbildung ist nicht erkennbar örtlich differenzirt.

In den Cylindern, welche in der Tiefe von 3—4 Centim. eine dünne Horizontalschicht von Nährstoffen der Pflanze darboten, überlagert in der angegebenen Tiefe des Gefäßes eine dicke perückenartige Wolke der feinsten Wurzelfasern die tieferen und verzüngten Partien des Wurzelsystems.

Wo die Düngung in einer horizontalen Schicht in mittlerer Höhe des Erdcylinders angeordnet war, zeigt der Wurzellkörper in der gedüngten Region eine flachgedrückt-sphäroidische Ausbauchung.

Die Localisirung der Nährstoffe in einem peripherischen Cylindermantel hat vorzugsweise an den äußeren Wurzelsträngen, und zwar von oben bis unten in ziemlich gleichmäßiger Dichtigkeit, eine Aus-



zweigung (Zerfaserung) hervorgerufen; die im Innern hinablaufenden Stränge sind verhältnismäßig ärmer an Nebenwurzeln.

Der centrale Vertical=Cylinder der Nährstoffe hat dagegen an den inneren Strängen die Individualisirung begünstigt. Auch scheint es, als ob die Gesamttrichtung der Wurzelstränge erster Ordnung in den letztgenannten beiden Fällen eine Declination erfahren habe, bei dem peripherischen Cylindermantel nach außen, bei dem centralen Cylinder nach innen; doch sind diese letzteren Verhältnisse nicht mit genügender Sicherheit zu entscheiden.

Die Beschränkung der Nährstoffregion auf die Bodenschicht des Gefäßes endlich hat in dem einen Cylinder ein langgedehntes und wenig verzweigtes Fasersystem erzeugt, welches erst am Boden seine Hauptentwicklung erlangt hat; in dem anderen Cylinder dagegen sind die primitiven Wurzelstränge überhaupt nicht bis zum Boden gelangt und sehr dürftig entwickelt.

4. Resümé. Es geht aus den Resultaten des obigen Versuches hervor, daß die Zahl der Nebenwurzeln eines Wurzelastes keine gesetzlich beschränkte, sondern eine zufällige ist; daß die einzelnen Aeste eines Wurzelsystems in ihrer Verzweigung unabhängig von einander vegetiren und daß die Bildung der Nebenwurzeln — selbstverständlich nur am dem geometrischen Orte derselben — von außen her durch directe chemische Reize, wie die Pflanzennährstoffe sie darstellen, örtlich beeinflusst wird. „Beeinflusst“: denn ohne Zweifel sind außer diesen örtlichen Anreizen noch innere Gründe, welche in der Natur der Pflanze und der ursprünglichen Anlage des einzelnen Gefäßbündels liegen, in dem Verzweigungsmodus eines Gefäßbündels wirksam. Daß die Abstände der Nebenwurzeln in den Orthostichen von innen her mitbestimmt werden, beweisen die Vegetationen in wässrigen Nährstofflösungen, in welchen zwar, im Vergleich zu den Vegetationen im festen Boden, allgemein eine größere, doch keine vollkommene Regelmäßigkeit der Nebenwurzelstellung anzutreffen ist. Andererseits ist es nicht unwahrscheinlich, daß die freie Hydrodiffusion, welche innerhalb der Nährstofflösung selbst, in welcher Pflanzen vegetiren, durch den Austausch der Wurzelmembranen mit den Lösungstoffen der angrenzenden Flüssigkeitsschichten hervorgerufen wird und Strömungen concentrirterer Flüssigkeiten in der Richtung nach den Wurzelflächen bedingt, in eben diesen Strömungen zufälligen Richtungsunterschieden ausgesetzt ist, deren Effect in endosmotischen Intensitätsschwankungen an der

Wurzel zur Geltung kommt. Complicirend in diese Diffusionsströmungen innerhalb der Lösungen greifen die auf- und absteigenden Ströme ein, welche auf die Herstellung des thermischen Gleichgewichts zwischen den oberflächlichen und Bodenschichten der Lösung gerichtet sind; und da sowohl die Temperaturcurven des gesammten Flüssigkeitskörpers im Wechsel der Tageswärme stetig und bedeutend schwanken — wodurch Contractionen und Extensionen, also lebhaftere Verschiebungen der Flüssigkeitsmoleküle, bedingt sind — als auch die Differenzen zwischen den höher und tiefer gelegenen Schichten in der Regel einige Zehntelgrade, bisweilen aber mehrere ganze Grade der Centesimalscala betragen, so sind diese und andere physikalische Momente hinlängliche Zeugnisse dafür, daß auch in wässrigen Lösungen die Ernährung der Pflanzenwurzeln, räumlich betrachtet, weder gleichförmig noch einfach regelmäßig von Statten geht. —

Es sind aber ferner die Resultate des obigen Vegetationsversuches eine demonstratio ad oculos dafür, daß die von dem festen Boden absorbirten Nahrungstoffe nur denjenigen noch assimilationsfähigen Wurzelzweigen wesentlich zu Statten kommen, welche mit ihnen in unmittelbare Berührung treten.

Bestätigen sich diese Schlüsse, so rechtfertigten sich auf's Neue und in eigenthümlicher Weise die Empfehlungen der Tiefbearbeitung des Bodens. Denn wiewohl die Cultur im Stande sein wird, die Bodentiefe, in welcher die Pflanze ihr Wurzelsystem vorzugsweise durch Verzweigung ausbreiten, d. h. die aufnehmende Fläche vergrößern soll — worauf doch bei einjährigen um ihrer oberirdischen Producte willen cultivirten Gewächsen das größte Gewicht liegt — durch Localisirung der Nahrung willkürlich mitzubestimmen: so ist doch aus Obigem einleuchtend, daß das Studium des specifischen Normalhabitus und der absoluten Durchschnittserstreckung der Wurzeln unserer verschiedenen Cultur-gattungen die Vorschriften für die Bearbeitung und Düngung des Bodens darbieten muß, wenn der gesammte Pflanzenorganismus zur höchstmöglichen Ausbildung gesteigert werden soll.

Es dürften endlich aus diesem Verhalten der Pflanzenwurzeln manche praktischen Erfahrungen von räthselhaftem Charakter eine Erläuterung finden. Die oben erwähnte Beobachtung Duhamel's, daß an den Waldbäumen vorzugsweise die nahe unter der Oberfläche streichenden Wurzeln stark und ausgebildet sind, für deren Erklärung Lh. de Saussure eine

directe Einwirkung des Sauerstoffs auf die Wurzelflächen in Anspruch nahm, würde sich aus dem Plus der Verwitterungsgröße in den oberflächlichen Bodenschichten in zureichender Weise herleiten lassen. Auch die bekannte Thatsache, daß die Luzerne in manchen Gegenden nicht dauernd Fuß fassen will, ungeachtet man es an reichlicher Kalkdüngung nicht hat fehlen lassen, dürfte in vielen Fällen darin begründet sein, daß, sobald der lebensthätige Hauptstod der so äußerst tief streichenden Wurzeln dieser Pflanze in eine nahrungsarme Bodentiefe eingedrungen ist, die oberflächliche Düngung der Pflanze nur geringen Nutzen zu gewähren vermag.

Chemnitz, den 15. Juni 1862.

Die landwirthschaftlichen



# Versuchs-Stationen.

---

Organ

für

wissenschaftliche Forschungen auf dem Gebiete  
der Landwirthschaft.

---

Vierter Band.

---

Preisden,

Berlag von G. Schönfeld's Buchhandlung (E. A. Werner).

1862.



## Inhalt.

|                                                                                                                                                                                                                                                       | Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Mittheilungen aus der Station Dahme.                                                                                                                                                                                                                  |       |
| I. Die Vertheilung der Mineralkstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklee in den verschiedenen Perioden seines Wachstums, von Dr. R. Ulbricht. (Schluß).                                                                                 | 1     |
| II. Die Mineralkstoffe im Saft der Rothklee-Pflanze, in den einzelnen Organen und in verschiedenen Vegetations-Perioden bestimmt von Dr. Hermann Hellriegel                                                                                           | 31    |
| Ueber Vegetationsversuche in wässrigen Lösungen von Dr. F. Stohmann                                                                                                                                                                                   | 65    |
| Ueber das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde, von Dr. W. Knop und Dr. W. Wolf                                                                                                                                                     | 67    |
| Ueber den Zusammenhang der oberirdischen und unterirdischen Stengelorgane bei Knollengewächsen, von Dr. Friedrich Robbe in Chemnitz                                                                                                                   | 89    |
| Kurzer Bericht über agriculturchemische Untersuchungen, von Dr. E. b. Peters, Chemiker der Station Schmiegel (Posen)                                                                                                                                  | 102   |
| Die Versuchspläne der landwirthschaftlichen Versuchstationen des Königreichs Sachsen für das Jahr 1862                                                                                                                                                | 107   |
| Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal entwickelten und verkümmerten Turnipspflanzen ( <i>Brassica rapa depressa</i> ), von Dr. Gustav Wunder                                                                                  | 113   |
| Ueber den Einfluß, welchen eine höhere oder niedrigere Bodentemperatur auf den Verwitterungs- und Verwesungsproceß in der Ackererde ausübt, von Dr. E. b. Peters, Chemiker der Station Ruzschen bei Schmiegel (Posen)                                 | 117   |
| Ueber einige Vorgänge beim Keimen der Samen unter normalen und abnormen Umständen, von Dr. W. Knop                                                                                                                                                    | 137   |
| Ueber das Keifen und Nachreifen des Getreides, von D. Lucanus, Assistenten der Station Dahme                                                                                                                                                          | 147   |
| Beitrag zur Lösung der Frage: Ist die Hauptwirkung der Ammoniaksalze und des Chilisalpeter in ihrem Stickstoffgehalt begründet oder beruht sie auf vermehrter Auflösung von phosphorsauren Erden? Von Dr. Th. v. Sohren, Chemiker der Station Blansko | 166   |
| Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsproceß der Pflanzen, von Dr. W. Knop                                                                                                                                                              | 173   |
| Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchstation Chemnitz von A. Weinhold, Assistenten der Station Chemnitz                                                                                                                                       | 189   |

|                                                                                                                                                                | Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Kurzer Bericht über agriculturchemische Untersuchungen von Dr. Ed. Peters, Chemiker der Station Schmiegel (Posen) . . . . .                                    | 193   |
| Mittheilungen aus dem Laboratorium der k. k. patr. Kon. Gesellschaft in Böhmen, von Dr. Robert Hoffmann in Prag . . . . .                                      | 203   |
| Ueber die feinere Verästelung der Pflanzenwurzel. Eine Vegetationsstudie von Dr. Friedrich Robbe . . . . .                                                     | 212   |
| Beiträge zur Kenntniß von der Zusammensetzung der Ackererde, von Alexander Müller in Stockholm . . . . .                                                       | 225   |
| Meine Beiträge zur Naturgeschichte der Zuckerrübe von Friedrich Robbe und Theodor Siegert . . . . .                                                            | 238   |
| Ueber den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Keimungs- und Vegetationskraft der Roggenkörner, von B. Lucanus, Assistenten der Station Dahme . . . . . | 253   |
| Ueber den Einfluß des Bodens auf den Gehalt der Turnipspflanze an verschiedenen Mineralstoffen, von Dr. Gustav Wunder . . . . .                                | 264   |
| Nimmt die Pflanze ihre Nahrungstoffe aus dem Bodenwasser oder direct von den Bodentheilen auf? Von Dr. Wilh. Schumacher in Glehn (bei Reuß) . . . . .          | 270   |
| Einwirkung von Ammoniasalzen auf Boden, von A. Weinholt, Assistenten der Station Chemnitz . . . . .                                                            | 308   |
| Ueber das Chlor als specifischen Nährstoff der Buchweizenpflanze, von Fr. Robbe und Theodor Siegert . . . . .                                                  | 318   |
| Inhaltsverzeichnis der Bände I bis IV (Heft 1 bis 12) der „Landw. Versuchs-Stationen“ . . . . .                                                                | 341   |
| Verzeichniß von Corrigendis in den Bänden I bis IV der „Landw. Versuchs-Stationen“ . . . . .                                                                   | 359   |

# Beiträge zur Kenntniß von der Zusammensetzung der Äckererde

von

Alexander Müller  
in Stockholm.

## 1. Die mechanische Analyse.

Zur Scheidung der mechanischen Gemengtheile der Äckererden dient vorzüglich das Schlämmen. Unter den vielen Apparaten, welche für diese Operation vorgeschlagen worden sind, halte ich nach zehnjähriger Erfahrung eine Modification des Schulze'schen Champagnerglasapparates für die zweckmäßigste; sie ist außerdem von der Beschaffenheit, daß man sich dieselbe leicht in einem jeden Laboratorium zusammenstellen kann, da sie einen Retortenhals, Kautschuckröhre und Quetschröhre verlangt. Den Retortenhals wähle ich so, daß die eine weitere Mündung noch mit einem Theile des Retortenbauchs wie mit einer Halskrause umgeben ist, und daß der Durchmesser der anderen engeren Mündung nicht mehr als höchstens 10 Millimeter beträgt. Weitere Retortenhälse hat man entweder vor der Glasbläserlampe ausziehen oder mit einem konischen Kautschuckvorstoß zu versehen. Der Retortenhals wird möglichst vertikal in einen Retortenhalter eingeklemmt und vermittelst eines Kautschuckrohres von ungefähr fünf Millimeter Weite mit einem höher stehenden Wasserreservoir in Verbindung gesetzt. Die Menge des zufließenden Wassers regulirt man durch einen Dunsen'schen Quetschhahn, der nahe unterhalb des Retortenhalters angebracht ist. Während dem daß man die durch Kochen im Wasser vertheilte Schlämmprobe in den Retortenhals, der nach Umständen 250—400 Millimeter hoch ist, einfüllt, läßt man einen schwachen Wasserstrom von unten her eintreten, um das Berstzen zu verhüten. Später bemißt man die nöthige Wassermenge nach



dem Gange der Schlämmung. Die Thonmilch, respective bei stärkerem Wasserfluß der aufgeschlämmte feine Sand, fließt über den oberen bekräuften Rand ab und wird wie gewöhnlich aufgefangen. Bemerkt man, daß die Schlämmung eine einseitige ist, so hilft man durch veränderte Einstellung des Retortenhalses nach.

Den durch Schlämmen vom Thon befreiten Sand pflegt man durch einen stärkeren Wasserstrom in feineren und gröbern Sand zu zerlegen, und Staubsand, Streusand u. s. w. zu benennen. Diese ziemlich vagen Bezeichnungen sind leicht zu umgehen durch Benutzung eines Siebsatzes, durch welchen die Sandkörner nach dem verschiedenen Durchmesser in mehrere Sorten zerlegt werden. Ich bediene mich seit einer Reihe von Jahren dreier Siebe, deren Durchbohrungen  $\frac{1}{4}$ , 1 und 2 Millimeter weit sind, und da alle drei Siebe das eine auf das andere aufgesetzt (zu haben beim Mechanikus F. Hugersthoff in Leipzig) und mit gemeinschaftlichem Deckel und Boden versehen werden, erhält man mit einer Siebung 4 Sorten Sandkörner, deren Durchmesser kleiner als  $\frac{1}{4}$  Millimeter sind oder größer als  $\frac{1}{4}$ , 1 und 2 Millimeter. Wenn man so will läßt sich die Sortirung nach unten oder oben hin fortsetzen und dadurch eine um so getreuerer Bezeichnung für die mechanische Zertheilung einer Ackererde gewinnen.

## 2. Gehalt der Ackererden an den Hydraten des Eisenoxydes und an Thonerde, sowie an löslicher Kieselsäure.

Die meisten Analysen der Ackererden beschränken sich hauptsächlich auf die in heißer Salzsäure löslichen Bestandtheile. Ausgenommen die Kalkböden hat man im Salzsäureauszug eine Menge Eisenoxyd und Thonerde, welche diejenige der übrigen Stoffe bedeutend überwiegt. Man hat sich gewöhnt, diese Oxyde des Eisens und Aluminiums als von den in der Ackererde enthaltenen Hydraten abstammend zu betrachten, und nur zum geringsten Theile von zerlegten Silikaten abzuleiten. Gleichwohl dürften die Ackererden der Regel nach nur Spuren jener Hydrate fertig gebildet enthalten. Obwohl meine hierauf bezüglichen Beobachtungen seit 2 Jahren in Folge äußerer Umstände dem Abschluß gleich fern geblieben sind, so glaube ich doch diesen Punkt zur Sprache bringen zu müssen.

Keine Gründe gegen Annahme größerer Mengen obiger Hydrate als Bestandtheile des Ackerbodens sind folgende:

a) Verhalten des kohlenfauren Natrons gegen Ackererde.

Durch Salzsäure, Salpetersäure u. s. w. werden den thonreichen schwedischen Ackerböden, die meistens als vormaliger Seeschlamm und nicht als Producte unmittelbarer localer Verwitterung anzusprechen sind, nebst bedeutenden Mengen Eisenoxyd, Thonerde u. s. w. nur wenige Zehntel Procent Kieselsäure entzogen; der Rückstand dagegen mit einer Lösung von kohlenfaurem Natron ausgekocht, giebt bis zu 15 Procent löslicher Kieselsäure.

Eine sofortige Behandlung mit Sobalösung ohne vorausgehende Extraction mit Säuren zieht aus dem Boden nur eine verhältnißmäßig geringe Menge löslicher Kieselsäure aus.

Es ist mir auffallend, daß unter den vielen zur Veröffentlichung gelangenden Analysen von Ackererden kaum eine den Gehalt an in Soda löslicher Kieselsäure angiebt.

b) Verhalten einer neutralen Weinsäurelösung gegen Ackererde.

Bekanntlich verhindert die Weinsäure die Ausfällung verschiedener Metalloxyde (und unter diesen auch Eisenoxyd und Thonerde) durch Alkalien. Die Weinsäure wirkt aber nicht bloß passiv, sondern auch activ, und Seignettesalz, mit Eisenoxydhydrat gekocht, giebt eine alkalische intensiv braun gefärbte Eisenlösung. Das Eisenoxydhydrat verliert nicht seine Löslichkeit durch Trocknen an der Luft; das bei 100° getrocknete Hydrat ist jedoch schwerer löslich. Thonerdehydrat verhält sich ähnlich, doch scheint es sich träger zu lösen. Durch Erhitzung der Hydrate bis zur völligen Austreibung des Wassers wird die Löslichkeit beider Oxyde vernichtet. Ein auf wässrigem Wege gebildetes Silikat zeigte sich unlöslich in ammoniakalischer Weinsäurelösung, in welcher die Hydrate sich leicht lösen.

Ackererden, mit neutraler oder ammoniakalischer Weinsäurelösung digerirt, haben mir nur dann bemerkenswerthe Mengen Eisenoxydhydrat (auch Manganoxydorydulhydrat) gegeben, wenn sie eine deutliche Ocherfarbe besaßen (gelbbrauner Lehm, eisenschüssiger Sand); aus rothem Boden (verwittertem Kalkboden, Rothbodtliegenden u. s. w.), sowie aus

lichtgefärbtem Boden zieht die alkalische Weinsäurelösung, im Vergleich mit Salzsäure, nur wenig Eisen aus.

Thonerdehydrat habe ich kaum bemerkt. Die rothen Bodenarten scheinen wasserfreies Eisenoxyd zu enthalten, die lichten dagegen hydratisches Eisenoxydsilikat. Vielleicht kann Schwefelammonium zur Scheidung und Erkennung dieser beiden Verbindungen benutzt werden.

Von der Thonerde vermuthete ich, daß sie nur selten als Hydrat in den Ackererden auftritt, sondern fast stets als Silikat vorhanden ist, und wahrscheinlich kommt es den hydratirten Eisenoxyd- und Thonerdesilikaten zu, vermöge eines wenig stabilen chemischen Gleichgewichts die Absorptionen zu bewirken, welche man so sehr geneigt ist, einer rein physikalischen Flächenanziehung zuzuschreiben.

### 3. Gehalt der Ackererde an kohlen-saurem und organisch-saurem Kalk.

Im Säureauszug einer jeden Ackererde findet sich mehr oder weniger Kalk; aber mit Ausnahme der eigentlichen Kalkböden, in welchen der Kohlen-säuregehalt so groß ist, daß sie sich beim Uebergießen der Erde mit einer stärkeren Mineralsäure durch Aufbrausen bemerkbar macht, hat man nur in höchst seltenen Fällen ermittelt, wie viel von der Summe des gelösten Kalkes als Kohlen-säure anzunehmen sei; doch wird Niemand die Wichtigkeit dieser Frage bezweifeln.

In Ermangelung einer Methode, den kohlen-sauren Kalk in Substanz aus den Ackererden auszuziehen und zu isoliren, versuchte ich die Beantwortung der Frage durch genaue Bestimmung der in der Ackererde enthaltenen Kohlen-säure. Da luft-trockene Ackererde nur äußerst wenig Kohlen-säuregas absorhirt und da ferner der Kohlen-säuregehalt der Ackererden, wenn deren Salzsäureauszug keine anderen als die gewöhnlichen mit den Aschenbestandtheilen der Pflanzen übereinstimmenden Stoffe enthält, nur höchst selten von dem Carbonat einer anderen Basis (vielleicht Magnesia) als Kalk abhängt, so scheint mir der Schluß von der Menge der gefundenen Kohlen-säure auf diejenige des Kalkcarbonates hinlänglich gerechtfertigt.

Die Bestimmung geringer Kohlen-säuregehalte der Ackererden erfolgt in einer befriedigenden Weise nach der Exhalationsmethode, welche ich vor einiger Zeit beschrieben habe (siehe „Zeitschrift für analyt. Chemie“

von Fresenius, Bd. I. pag. 147). Die einzigen Veränderungen, die ich in der ursprünglichen Methode einzuführen für zweckmäßig gefunden habe, bestehen in möglichster Oberflächenvergrößerung der exhalirenden Flüssigkeit und in Ausschluß der atmosphärischen Kohlensäure vom Apparat; zu dem Ende empfehle ich als Exhalationsgefäß eine weite aber niedrige Glasbüchse, deren Hals bis auf kurzen Abstand an das Absorptionsglas sich anschließt und mit einem wohl aufgeschliffenen Glasdeckel versehen ist. Seitlich ist ein kleiner mit Stopfen dicht verschließbarer Tubulus im Exhalationsgefäß angebracht.

Vor Beginn der Analyse wird ein kohlenäurefreier Luftstrom durch den Apparat geblasen, den man dadurch erhält, daß man zwischen dem Kautschukball und dem analytischen Apparat eine große mit Sägespänen und Kalkhydrat gefüllte, sowie mit entsprechendem Zu- und Ableitungsrohr und Wattfilter ausgerüstete Blechflasche einschaltet.

Man umgeht auf diese einfache Weise die Einführung einer Correction für den Kohlensäuregehalt der mit eingeschlossenen Luft, daß in gute Apparate selbst während fünftägigen Stehens eine bemerkbare Menge Kohlensäure nicht hineindiffundirt, ist durch mehre directe Versuche bewiesen worden. Entweder bleibt die Barztlösung völlig ungetrübt, oder bedeckt sich nur mit einem so dünnen Häutchen, daß die Menge des kohlen-sauren Barzts innerhalb der Fehlergränze der Methode fällt.

In einem Falle fand Herr Eisenstud bei:

$$\begin{aligned} a &= 0,13247, \\ b &= 0,10674, \\ c &= 21,390, \\ d &= 26,057, \\ w &= 0,000706 \text{ Grm. Kohlensäure;} \end{aligned}$$

in einem anderen Falle bei:

$$\begin{aligned} a &= 0,11159, \\ b &= 0,10674, \\ c &= 12,587, \\ d &= 13,170, \\ w &= 0,000025 \text{ Grm. Kohlensäure,} \end{aligned}$$

d. h. der Titer des Theils wurde um eine Spur höher gefunden, als er nach dem Titer der angewendeten gesammten Barztlösung sein sollte.

Wenn aber während fünf Tagen keine nennenswerthe Diffusion nach Innen Statt hat, darf man sich wohl während zweier Tage auch vor Diffusion in umgekehrter Richtung sicher halten.

Es folgt nun hier eine Reihe von Kohlensäure-Bestimmungen, die Herr Eisenstud in meinem Laboratorium an verschiedenartigen Bodenarten ausgeführt hat. Der Kohlensäuregehalt ist in lufttrockner Substanz ermittelt und auf kohlenfauren Kalk überrechnet worden.

| No. | Ort.                               | Kohlensf. Kalk  | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----|------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Stultana im Unter-Mälerthal grund. | Proc.<br>0,901. | Thonmergel unter fast kohlenfreie Ackertrume; ein Controlversuch mit Auffangen der Kohlensäure im Liebig'schen Kugelapparat gab 0,886 Procent.                                                                                                                                                                                     |
| 2.  | Stockholm.                         | 0,132.          | Ackertrume auf Thonmergel.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.  | Ottenby auf Öland, Ackertrume.     | 2,51.           | Öland ist eine silurische Kalkinsel mit einer dünnen Erdbede; No. 3 und 4 stammen von einem entwässerten Morast und enthalten wie No. 5 ziemlich viel Humus mit eingemengten Muschelresten; der Kalkgehalt von No. 5 beruht vorwaltend auf Kalksteinsand; No. 6 besteht anscheinlich aus angeschwemmter granitischer Glaciereerde. |
| 4.  |                                    | 7,99.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5.  |                                    | 4,57.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6.  |                                    | 0,09.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7.  | Förösa, Untergr.                   | 0,06.           | Leichter Thonboden reich an löslicher Kieselsäure vom Festland bei Calmar gegenüber Öland.                                                                                                                                                                                                                                         |
| 8.  |                                    | 0,02.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9.  | Gubbhem, Ackertr.                  | 0,34.           | Auf silurischen Kalkstein aufgela-<br>gert; No. 9 leichter als 10; beide<br>wissentlich niemals gefalzt.                                                                                                                                                                                                                           |
| 10. |                                    | 0,45.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11. | Boda, desgl.                       | 0,21.           | Wissentlich nie gefalzt } Mergel i. Unter-<br>grund eines an-<br>grenzenden Fels-<br>küdes.                                                                                                                                                                                                                                        |
| 12. |                                    | 0,52.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13. | Brangabäck, Untergrund.            | 0,06.           | ½ geogr. Meile von 11 und 12 entfernt.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 14. | Kastlas, Ackertr.                  | 0,66.           | Vor etwa 30 Jahren gefalzt.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 15. |                                    | 0,06.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16. |                                    | 0,07.           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

| No. | Ort.                                         | Kohlens. Kalk | Bemerkungen                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|----------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                              | Proc.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 17. | Kilagarden desgl.                            | 0,03.         | Desgl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 18. |                                              | 0,04.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 19. |                                              | 0,25.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 20. | Desgl. Untergr.                              | 1,17.         | 3½ Fuß tief.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 21. |                                              | 2,10.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 22. | Santetorp desgl.                             | 0,08.         | } wissentlich nie gekalkt.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 23. | Samelstorp,<br>Åkerfr.                       | 0,34.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 24. |                                              | 0,07.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 25. |                                              | 0,19.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 26. | Österång Åkerfr.                             | 0,20.         | Desgl.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 27. |                                              | 0,30.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 28. |                                              | 0,20.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 29. |                                              | 0,04.         | } Brauner Ziegelthon.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 30. | Satenäs, Untergr.                            | 0,05.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 31. | in zunehmender<br>Tiefe bis gegen<br>40 Fuß. | 0,32.         | } Bläulich gefärbter Thon.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 32. |                                              | 0,68.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 33. |                                              | 0,95.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 34. |                                              | 0,45.         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 35. | Marby Åkerfr.                                | 1,75.         | Am Abhange des Sinnegulle, der Kalkgehalt beruht auf eingemengtem Kalksand.                                                                                                                                                                                                                                 |
| 36. | Ölleberg Åkerfr.                             | 0,21.         | Anscheinend aus verwittertem Diabas gebildet.<br>Die Proben No. 9 bis 36 stammen alle aus Westgothland; diese Provinz ist reich an mit Diabas überlagerten silurischen Kalkbergen und — Berggründen, welche wie Inseln aus dem mit Glacierterriten (Sand bis feinsten Thon) bedeckten Flachland emporragen. |
| 37. | Millmark, Åkerfr.                            | 0,048.        | } Die Proben No. 37 bis 49 stammen aus der Provinz Wernland. Sedimentärkalk ist daselbst noch nicht beobachtet worden, wohl aber ein häufiges Auftreten von Urkalk im granitischen Gestein; die No. 37 bis 46 sind thönigter Beschaffenheit.                                                                |
| 38. | Norum, Untergr.                              | 0,004.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 39. |                                              | 0,129.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 40. | Desgl., desgl.                               | 0,070.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 41. |                                              | mit           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 42. | zunehmender Tiefe                            | 0,034.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 43. |                                              | 0,027.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 44. | Warpnäs, Åkerfr.                             | 0,105.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 45. | Bältinge, Åkerfr.                            | 0,025.        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Aus einem Terrmoor.

| No. | Ort.                  | Kohlenf. Kalk   | Bemerkungen.                                                     |
|-----|-----------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| 46. | Malsjö.               | Proc.<br>0,086. | Einige Zoll über Urkalkstein.<br>Feinsandiger Thon.<br>Flußsand. |
| 47. | Nisberg, Adert.       | 0,020.          |                                                                  |
| 48. | Lejlsjöfors, Untergr. | 0,027.          |                                                                  |
| 49. | Katrineberg, desgl.   | 0,048.          |                                                                  |

| No. | Ort.                                                                                        | Hygro-<br>skop.<br>Wasser. | Hydrat-<br>wasser<br>und org.<br>Sub-<br>stanz. | Kohlenf. Kalk in |                 | *               | Bemerkungen.                                                                                                                                                                    |                                                              |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|     |                                                                                             |                            |                                                 | frischer         | geglüht.        |                 |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
|     |                                                                                             |                            |                                                 | Erde.            |                 | Diffe-<br>renz. |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| 50. | Achtungen des Experimenten-<br>salures bei Stockholm.<br>benachbar-<br>ten Feltes.<br>Gines | Proc.<br>2,11.             | Proc.<br>7,05.                                  | Proc.<br>0,077.  | Proc.<br>0,786. | Proc.<br>0,637. | Vor einem Jahre<br>stark geküht.<br>cultivirter Wald-<br>boden, reich an<br>Holzresten.<br>strocken gelegter<br>Morastboden.<br>seit Jahren stark<br>gedüngtes La-<br>balkland. | reicher<br>fruchtbarer<br>Mergeluntergrund.<br>Thonboden auf |
| 51. |                                                                                             | 2,56.                      | 7,62.                                           | 0,077.           | 0,482.          | 0,356.          |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| 52. |                                                                                             | 1,91.                      | 5,10.                                           | 0,095.           | 0,275.          | 0,161.          |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| 53. |                                                                                             | 2,60.                      | 8,49.                                           | 1,743.           | 2,159.          | 0,177.          |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| 54. |                                                                                             | 5,14.                      | 23,67.                                          | 0,925.           | 4,600.          | 2,349.          |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| 55. |                                                                                             | 4,65.                      | 21,04.                                          | 0,173.           | 0,205.          | 0,013.          |                                                                                                                                                                                 |                                                              |
| 56. | 3,01.                                                                                       | 15,05.                     | 0,861.                                          | 5,186.           | 0,439.          |                 |                                                                                                                                                                                 |                                                              |

Im Allgemeinen muß ich von den schwedischen Erdbalagerungen bemerken, daß sie nur an wenig Stellen durch Vermittelung der von ihnen überlagerten Gesteine gebildet sind, sondern höchst wahrscheinlich verdanken sie mit seltener Ausnahme ihre Existenz der gesteinzermalenden Wirksamkeit ausgebreiteter vorgeschichtlicher Gletscher. Als einen hervorragenden Unterschied der schwedischen Erdbalagerungen von denen des Continentes glaube ich den Umstand erwähnen zu müssen, daß der Untergrund in einer gewissen Tiefe meist weit reicher an mineralischen Pflanzennährstoffen ist, als die zu Tage liegenden Schichten, und ich bin geneigt zu glauben, daß für Bildung der schwedischen Bodenarten die

\*) Nach Ueberrechnung der vorausgehenden Werthe von geglühter auf frische Substanz.

granitischen und silurischen Gesteine des Landes erst in rein mechanischer Weise zermahlen worden und nach vollendeter Schlämmung einer chemischen Verwitterung und Auflösung anheim gefallen sind, während sonst die chemische Zersetzung der Gesteine dem mechanischen Zerfallen derselben vorauszugehen und die Sichtung der Verwitterungsproducte durch Schlämmung den Schluß zu bilden pflegt.

Man findet in Schweden nur selten lebhaft verwitterndes krystallinisches Gestein, meist erscheinen die Oberflächen des Granites oder Gneises, oder krystallinischen Kalksteines u. s. w. wie geschliffen und zeigen keinen Zusammenhang mit der aufgelagerten Erde. Die thonreicheren Ackererden sind ziemlich löslich in heißer concentrirter Salzsäure und geben an diese durchschnittlich 1 Procent Alkalien und 2 bis 2½ Procent alkalische Erden ab, wobei das Kali bedeutend das Natron und die Magnesia etwas den Kalk überwiegt. Der Gehalt an in Soda löslicher Kieselsäure beträgt durchschnittlich 8 bis 10 Procent. Solcher Thonboden tritt häufig in innigem Gemenge mit geringeren oder größeren Quantitäten kohlenfauren Kalkes, theils silurischen, theils conchyliischen Ursprunges auf und bildet dann einen vorzüglichen Mergel.

Auf die vorangestellte Tabelle zurückkommend habe ich anzuführen, daß ich mit den Untersuchungen vorzüglich bezweckte zu zeigen, wie trügerisch die Schlüsse von dem Kalkreichthum eines unterliegenden Mergels oder benachbarten Kalkfelsens auf den Kalkgehalt der bearbeiteten Ackertrume sind, und wir sehen in der That, daß der kohlenfaure Kalk nur zu äußerst geringen Gemengen in die Ackererden übrigens sehr kalkreicher Provinzen eingeht. No. 6, 9 und 10 sind von Stellen entnommen, wo der Spaten des Draineurs auf silurischen Kalkstein aufstößt; No. 46 war bis auf wenige Zolle Abstand einem in Verwitterung begriffenen Urkalk aufgelagert und doch enthalten sie weniger kohlenfauren Kalk als die künstlich gefalkten Erden No. 12 und 14. Ähnlich verhält es sich mit der auf Mergel ruhenden Ackertrume, vergleiche die No. 1, 17—21, 29—34 und 50—56.

Dem kohlenfauren Kalk scheint die Fähigkeit, nach oben zu diffundiren, vollständig zu fehlen und im Gegentheil die Eigenschaft zuzukommen, verhältnißmäßig leicht nach der Tiefe hin ausgewaschen zu werden und zu versinken. Man begegnet Erdburchschnitten, in denen man deutliche Grenzen zwischen dem eigenthümlichen chocoladbraunen geschichteten Mergel des Mälertales und des aufgelagerten Thones wahrnimmt, doch



läßt die angestellte Säureprobe\*) erst in einer größeren Tiefe die Gegenwart des kohlensauren Kalkes bemerken.

Die Frage, bei welchem Kalkgehalt einer Ackererde ist die künstliche Zufuhr von Kalk, sei es von kohlensaurem oder ätzendem, unwirksam? läßt sich nicht auf Grund obiger Mittheilungen beantworten.

Es ist nicht sowohl der Procentgehalt an kohlensaurem Kalk maßgebend, als vielmehr die Natur der übrigen Bodenbestandtheile und ich bezweifle nicht, daß eine Zufuhr von Aetzkalk (gelblichem Kalk) unter Umständen selbst auf kalkreichem Boden lohnend sein kann; unter welchen? das haben Culturversuche in Gemeinschaft mit ausführlicheren Bodenanalysen zu ermitteln.

In den Bodenproben No. 50—56 ist der Kohlen säuregehalt zweimal bestimmt worden: a. in der lufttrockenen Substanz und b. in der an der Luft geglühten und hernach mit kohlensaurem Ammonial erhitzten Erde. Die Differenz zwischen beiden Bestimmungen nach Ueberrechnung der zweiten auf lufttrocknen Zustand zeigt die Menge kohlensauren Kalks, welche den durch Zerstörung der organischen Substanz gebildeten Carbonaten äquivalent ist. Ohne von der Wahrheit sehr abzuweichen, wird man die Differenz als einen Ausdruck für die Menge der in der Erprobung enthaltenen organischen Kalksalze betrachten dürfen. Die Zahl der Analysen, die ich von diesem Gesichtspunkte aus habe anstellen lassen, ist zur Zeit noch nicht groß, doch ist ein Unterschied zwischen starkgedüngtem und ausgetragenen Boden nicht zu verkennen gewesen.

#### 4. Gehalt der Ackererden an Stickstoff.

Wenngleich der Stickstoff nicht der alleinseligmachende Bestandtheil der Ackererden ist, so ist er doch einer der normalen Bestandtheile, und als solcher muß er selbst für den mineralisirten Agriculturnchemiker von Wichtigkeit sein. Daß der Stickstoffgehalt der Ackererde nur zum geringeren Theil auf der Gegenwart von Ammonial, sondern mehr auf derjenigen von organischen Substanzen beruht, darüber sind die Gelehrten

\*) Ich pflege dem plastisch feuchten Thonmergel die Gestalt einer kleinen Kugel zu geben und diese in verdünnte Salz- oder Schwefelsäure fallen zu lassen, bei ungefähr 0,4 Procent Gehalt kohlensauren Kalks zerbröckelt die Kugel allmählich unter Entwidlung einzelner Gasblasen; mit steigendem Gehalt werden auch diese Erscheinungen lebhafter.

so ziemlich einig. Es giebt indeffen noch verschiedene Beziehungen, nach welchen ein Studium des in der Ackererde enthaltenen Stickstoffs Interesse gewährt. Aus Bestimmungen, die gelegentlich in meinem Laboratorium ausgeführt worden sind\*), scheint mir, einen seit langer Zeit bewachsenen oder, natürlich ohne Brennkultur oder außergewöhnlich starke organische Düngung bebauten Boden vorausgesetzt, hervorzugehen, daß:

- a) der Stickstoffgehalt des Bodens im Allgemeinen mit dem Gehalt an organischer Substanz steigt und fällt;
- b) daß aber der Stickstoffgehalt der organischen Substanz geringer ist bei steigender Menge der letzteren im Boden, sowie
- c) daß die organische Substanz in kalkhaltigem Boden stickstoffreicher ist, als in kalkarmen.

Als Beleg führe ich folgende Analysen an:

Procentgehalt

| No.             | des Bodens. |                    |                                      | der organischen Substanzen. |             |
|-----------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------|
|                 | Ort.        | Hygroskop. Wasser. | Hydratwasser und organ. Substanz. †) | Stickstoff.                 | Stickstoff. |
| 1.              | No. 11.     | 2,5 Proc.          | 5,5 Proc.                            | 0,198 Proc.                 | 3,6 Proc.   |
| 2.              | = 14.       | 1,4 =              | 3,0 =                                | 0,135 =                     | 4,5 =       |
| 3.              | = 17.       | 4,5 =              | 6,8 =                                | 0,278 =                     | 4,1 =       |
| 4.              | = 27.       | 8,7 =              | 22,0 =                               | 0,523 =                     | 2,4 =       |
| 5.              | = 7.        | 0,8 =              | 1,2 =                                | 0,048 =                     | 4,0 =       |
| 6.              | = 8.        | 5,6 =              | 4,8 =                                | 0,111 =                     | 2,3 =       |
| 7.              | **)         | 8,9 =              | 13,6 =                               | 0,289 =                     | 2,1 =       |
| 8.              | = 4.        | 5,5 =              | 25,0 =                               | 0,117 =                     | 4,5 =       |
| 9.              | = 5.        | 5,6 =              | 18,4 =                               | 0,931 =                     | 5,1 =       |
| 10.             | = 6.        | 3,1 =              | 11,1 =                               | 0,680 =                     | 6,1 =       |
| 11.             | = 9.        | 3,3 =              | 12,4 =                               | 0,365 =                     | 2,9 =       |
| 12.             | = 10.)      | 4,0 =              | 5,1 =                                | 0,230 =                     | 4,4 =       |
| Mittel No. 1—4. |             | 4,3 Proc.          | 9,3 Proc.                            | 0,259 Proc.                 | 3,65 Proc.  |
| von { 8—12.     |             | 4,3 =              | 14,4 =                               | 0,664 =                     | 4,60 =      |

\*) Die Stickstoffbestimmungen erfolgen in dem gebräuchlichen Will-Barren-trapp'schen Apparat, doch werden die Erden nicht mit Natronkalk, sondern mit reinem Alkalihydrat gemengt und, zwischen Natronkalk eingeschaltet, verbrannt, indem die Erde selbst die Rolle des Kalkes vertritt.

\*\*\*) Ebenfalls von Förlis'sa, doch nicht in der früheren Tabelle aufgenommen.

†) Bestimmt durch Silyverlust der bei 100° getrockneten Erde, da man

Die vorstehenden analytischen Data leiten, dünkt mich, ziemlich ungenügend zu obigen drei Folgerungen; dagegen ist die Anzahl der Beobachtungen eine ungenügende für die endgültige Lösung einer Frage von so verwickelter Natur, und ich würde Bedenken tragen, die Antwort in der Weise, wie ich es gethan, zu formuliren, wenn sie nicht mit andern Beobachtungen so wohl zusammenstimmt, nämlich mit den Beobachtungen über sogenannte Selbstzersehung der organisirten Stoffe bei Fäulniß und Verwesung. Ich beziehe mich vorzugsweise auf die allmählich erfolgende Stoffveränderung des Hofdüngers und des Brenntorfes.

Nach dem, was über die Zusammensetzung des Torfes in verschiedener Tiefe eines Lagers bekannt ist, muß man schließen, daß der ältere Torf deshalb reicher an in Wasser unlöslichen Aschenbestandtheilen und an Stickstoff ist, weil die Quantität der organischen Substanz mit der Zeit abnimmt und dabei vorzüglich die Elemente des Wassers austreten, so daß die organische Substanz nur relativ reicher an Stickstoff wird.

Diese relative Stickstoffzunahme hat man noch genauer am Hofdünger beobachtet — während die organische Masse bei längerer Bewahrung bedeutend abnahm, so gab doch die Analyse des Rückstandes nur eine geringe Abnahme des Gesamtstickstoffs, sie gab mit andern Worten eine relative Stickstoffzunahme zu erkennen, besonders wenn Kalk eingemischt worden war. (E. Wolff.) Ob diese Erscheinungen die ausschließliche Folge einer moleculären Selbstentmischung (Fäulniß und Verwesung) bei Gegenwart von Luft und Wasser sind, oder durch thierische Organismen\* vermittelt werden, ist eine Frage, deren Entscheidung für

kein Mittel kennt, die organische Substanz der Ackererde zu isoliren. Obwohl die Fehler, womit das bei Glühhitze verflüchtigte Hydratwasser die auf Glühverlust basirte Gewichtsbestimmung der organischen Substanz befaßt, nicht bedeutend sind, so dürfte doch bei einer eingehenden Erörterung der Stickstofffrage das Gewichtsverhältniß zwischen Stickstoff und Kohlenstoff zu berücksichtigen sein, insofern sollte man zugleich das Verhältniß von Kohlenstoff zu organischer Substanz kennen, da auch hierbei Regelmäßigkeiten zu vermuthen sind, ähnlich den oben für Stickstoff angeführten.

\*) Ein sehr sorgfältiger Beobachter, Campus von Post, ist durch mikroskopische Untersuchung zahlreicher Torflager zu dem Resultat gekommen, daß diejenige Torferde, in welcher die pflanzliche Textur fast ganz verschwunden ist, zum überwiegenden Theil aus den Excrementen, beziehentlich Speiseresten kleiner thierischer Organismen besteht. Da nun die animalische Verdauungsthätigkeit im Allgemeinen durch Ausscheidung von Kohlenäure und Wasser die mine-

unsern Fall gleichgültig ist — genug, die Rückstände einer weiter vorgeschrittenen Zersetzung sind stickstoffreicher, als die weniger veränderten Materialien (und dies in höherem Grade bei Gegenwart von Kalk).

Was für Torf gilt, gilt in noch höherem Grade für den Humusgehalt in der Erde des Waldes, der Wiese oder des Feldes. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen ihnen besteht in der größeren Schnelligkeit, mit welcher die pflanzlichen Reste des trocknen Landes verwehen, verglichen mit den weniger Pflanzensubstanz producirenden, aber besser conservirenden Torfmooren.

Und da die Schnelligkeit der Verwehung vorzugsweise die stickstoffärmere frische Pflanzensubstanz berührt und nicht die stickstoffreicheren älteren Pflanzenereste (Humuskohle), so scheint damit eine Erklärung gegeben zu sein für den höheren Stickstoffgehalt der organischen Substanz in humusarmen Boden, im Gegensatz zu humusreichem Boden.

ralischen Bestandtheile und den Stickstoffgehalt der verbrauchten Nahrungsstoffe in den Excrementen concentrirt, so stimmt der größere Stickstoffgehalt alter Torferde (und alten Düngers?) recht wohl mit der Beobachtung des Herrn von Post.

Gegenüber der Behauptung, daß die Kultur-Pflanzen hinreichende Mengen Stickstoff aus der Atmosphäre zu absorbiren befähigt seien und deshalb keine Stickstoffzufuhr zur Erde bedürfen, mag es erlaubt sein, hier an die Thatsache zu erinnern, daß die animalische Lebensthätigkeit wohl den größten Theil des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der Atmosphäre zurückerstattet, aus welcher sie von der Pflanzenwelt entnommen worden waren, aber nicht den Stickstoff. Es ist als Regel zu betrachten, daß dieser dem Erdboden für Production neuer Pflanzensubstanz (oder für andere Zwecke?) erhalten bleibt, und als Ausnahme, daß er in Form von Ammoniak den Umweg durch die Atmosphäre macht.

## Kleine Beiträge zur Naturgeschichte der Rübe (Beta)

von

Friedrich Hobbe und Theodor Siegert.

### I.

#### Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Habitus und chemischem Bestande bei der Rübenpflanze.

Man trifft in den Zuckerrübenfeldern nicht selten eine eigenthümliche Verschiedenheit in der Wachstumsweise der Pflanzen. Bei einzelnen Individuen streben sämmtliche Blätter der Laubkrone, selbst die äußersten, fast vertical empor; bei anderen sind die äußeren Blätter sammt ihren Stielen, wiewohl sie straff sind und kräftig vegetiren, fast horizontal am Boden ausgebreitet\*).

Diese Erscheinung ist nicht auf die Zuckerrübe beschränkt; sie zeigt sich in gleicher Weise bei den gelben und rothen Varietäten der Species *Beta vulgaris* L., und erinnert an ein ähnliches Verhalten einiger Kohl- und *Lactuca*-Arten. Dort wie hier sind es die erstjährigen, wesentlich nahrungsbereitenden Blattorgane zweijähriger Culturgewächse, deren Anordnung an eine noch unentwickelte Stengelachse jene Verschiedenheit eines offenen oder geschlossenen Habitus darstellt. Die Rübenpflanzen, deren Blattkopf in dieser Weise unterschieden ist, erhalten dadurch einen so abweichenden Charakter, daß bei dem Ueberblicke eines Rübenfeldes der bezeichneten Art die Vermuthung entstehen könnte, man habe zwei verschiedene Rübenvarietäten vor sich.

Zieht man eine Anzahl Pflanzen von so verschiedenem Habitus, behufs näherer Vergleichung, aus dem Boden, so sieht man zunächst,

\*) Natürlich ist hier nicht von welken Zuständen die Rede, noch von solchen Pflanzen, deren lange schwache Stiele unter der Last des voluminösen Blattes bogig überhangen, sondern von Pflanzen, deren übrigens starke und gestreckte Stengel zu jeder Tageszeit, selbst frisch befeuchtet, eine horizontale Richtung haben.

daß die hochwüchsigen Pflanzen (mit aufstrebender Krone) in der Regel zartere Herzblätter und Blätter, die liegendblättrigen dunklere und kräftigere besitzen. Die hochwüchsigen Rübenpflanzen haben ferner meist einen breit und kurz angelegten Wurzellkörper, indem die concentrischen Gefäßbündelkreise auf dem Querschnitt desselben radial entfernter von einander verlaufen und breitere Massen des secernirenden Füllgewebes zwischen sich einschließen, als dies bei den flachwüchsigem Rüben der Fall zu sein pflegt. Zugleich ist der Rübenkopf (der verkürzte markterfüllte Stengel) bei manchen Rüben kürzer, und dem kleineren Verticaldurchmesser entspricht eine stumpf-kegelförmige, fast scheibenförmige Insertionsfläche für die Blätter, während andere Rüben die Eigenthümlichkeit haben, daß ihre Vegetationsspitze aufwärts drängt, die Wurzel aber gleichzeitig sich schlang in die Tiefe hinab erstreckt. Dieses verschiedene Streckungsvermögen hat, wie es scheint, einigen Antheil an der in Rede stehenden Erscheinung. Man erinnere sich des Blüthenbodens oder Receptaculum mancher Compositen, welcher bald als fast vollkommene Scheibe, bald mehr oder minder gewölbt und kegelförmig erscheint und dem entsprechend eine verticale oder horizontale Richtung der Blütenachsen bedingt. Das Darniederliegen der äußeren Rübenblätter könnte indessen auch durch andere Ursachen mitbedingt werden, z. B. durch eine gewisse Raummenge der Insertionsfläche des Blattkopfes, in Folge dessen die nachwachsenden Herzblätter in ihrer Entfaltung die äußeren Blattstiele abwärts drängen.

Es ist nun ohne Zweifel, auch für die Zwecke der Praxis, von Interesse, zu untersuchen, ob diese morphologischen Differenzen sich chemisch begründen lassen. Ein etwaiger Nachweis größeren Zuckergehalts in den Wurzeln der einen oder anderen Form würde die Constanterhaltung und Cultur dieser Form empfehlen.

Bei der Rübenenernte im landwirthschaftlichen Versuchsgarten zu Chemnitz (October 1861) haben wir daher mehrere extrem hochwüchsige und breitwüchsige Rübenpflanzen einer Untersuchung unterzogen, welche sich auf Blätter und Wurzeln erstreckte.

Da die Auswahl extremer Formen für die Analyse in erster Reihe von Wichtigkeit erschien, so konnte bei dem geringen Umfange der disponiblen Parzellen, das Volumen der Rüben nur untergeordnet Berücksichtigung finden.

Die untersuchten Rüben hatten folgende Frischgewichte:

Tab. I.

| No.    | A.<br>hochwüchfige |               | B.<br>breitwüchfige |               |
|--------|--------------------|---------------|---------------------|---------------|
|        | Rübenwurzel.       | Rübenblätter. | Rübenwurzel.        | Rübenblätter. |
| 1      | 793,34 Grm.        | —             | 917,45              | —             |
| 2      | 737,38 =           | —             | 382,52              | —             |
| 3      | 747,18 =           | —             | 1021,87             | —             |
| 4      | 604,14 =           | —             | 0                   | 0             |
| Summa  | 2882,04 Grm.       | 850 Grm.      | 2321,84 Grm.        | 567 Grm.      |
| Mittel | 720,51 =           | 212,5 =       | 773,94 =            | 189,0 =       |

Bezüglich der bei dieser und den folgenden Untersuchungen angewandten analytischen Methode ist Folgendes zu bemerken.

Die Rüben und die Blätter wurden, nachdem sie durch Waschen möglichst von Sand und Erde gereinigt worden waren, zerschnitten, sodann auf einem Trockenofen bei gelinder Temperatur (40—60° C.) getrocknet und der hierbei stattfindende Verlust an Wasser bestimmt; durch weitere Austrocknung eines Theils des so erhaltenen Materials im Luftbad bei 100—110° wurde die noch verbliebene Wassermenge und somit der gesammte Wassergehalt der frischen Substanz, ermittelt.

Ein anderer Theil der wie oben vorgetrockneten Substanz wurde möglichst fein gepulvert und zur Bestimmung der Cellulose, des Zuckers, des Stickstoffes, der Aschenmenge und des Wassergehaltes verwendet. Letztere Bestimmung, in gleicher Weise ausgeführt wie die obige in dem ungelulverten, vorgetrockneten Material, sollte nur die Fehler eliminiren, welche durch einen während des Pulverns veränderten Feuchtigkeitsgehalt entstehen konnten.

Behufs Ermittlung des Gehalts an Cellulose wurden 5—6 Grm. des Pulvers in einem Kölbchen zunächst mit lauwarmem destillirten Wasser angerührt, und die Lösung nach dem Absetzen des ungelöst Gebliebenen vorsichtig abgehoben oder abfiltrirt. Nachdem diese Digestion dreimal wiederholt und die überstehende Flüssigkeit so viel als möglich entfernt worden war, wurden 50 Cc. einer dreiprocentigen Kalilauge zugebracht, 15 Minuten lang gekocht (die Zeit vom Anfang des Kochens an gerechnet), mit heißem Wasser aufgefüllt, nach dem Absetzen die Flüssigkeit entfernt und dreimal mit warmem Wasser gewaschen; dann mit

50 Cc. dreiprocentiger Salzsäure wiederum 15 Minuten lang gekocht, mit heißem Wasser verdünnt, ausgewaschen und schließlich die Cellulose auf einem gewägten Filter mit kochendem Wasser, Alkohol und Aether gewaschen. In der erhaltenen Cellulose wurde der Aschengehalt durch Glähen bestimmt und vom Gewicht derselben in Abzug gebracht. Diese Vorschrift, welche im Wesentlichen derjenigen von Böller im 2. Heft des Berichtes der Münchener Versuchstation publicirten gleicht, wurde möglichst consequent befolgt; die erhaltenen Resultate sind daher wohl vergleichbar, wenn sie auch auf absolute Richtigkeit keinen Anspruch machen können und von denjenigen mittelst anderer Methoden gefundenen abweichen. Es wäre bei dem Mangel einer exacten Bestimmungsweise sehr zu wünschen, daß man eine der vielen für die Cellulose-Bestimmung jetzt in Anwendung befindlichen Methoden, als zur Vergleichung dienend, allgemein adoptirte.

Die Menge des Stickstoffs wurde auf die bekannte Weise durch Glähen mit Natronalkali und Auffangen des Ammoniak in titrirter Schwefelsäure bestimmt. Durch Multiplication der so erhaltenen Stickstoffmenge mit 6,25 erhielt man die Quantität der Proteinstoffe. Trotzdem die Sicherheit und Schärfe dieser Bestimmungsart durch den Gehalt der Rüben an Asparagin, Salpetersäure, Ammoniak (?) vermindert wird, so liefert doch diese Methode zuverlässigere Resultate, als jene der directen Bestimmung der Eiweißstoffe.

Zur Zuckerbestimmung wurde die vorgetrocknete Substanz mit Weingeist von 0,83 spec. Gew. ausgelocht und die zuckerhaltige Lösung auf dem Wasserbad unter Wasserzusaß bis zur Verflüchtigung des Alkohols, sodann mit einigen Tropfen Schwefelsäure bis zur völligen Umwandlung des Rohrzuckers in Fruchtzucker erwärmt. Die erhaltene Flüssigkeit wurde unter Zusaß von Bleieffig auf ein bestimmtes Volumen gebracht, filtrirt und mit der Fehling'schen Kupferlösung titrirt.

Die Quantität der Aschenbestandtheile wurde durch Glähen in der Muffet ermittelt; um die so erhaltenen Werthe von den durch den beigemengten Sand u. (welcher vorzüglich bei den Blättern trotz sorgfältiger Reinigung in ungleichen Mengen vorhanden war) verursachten Fehlern möglichst zu befreien, wurde der erhaltene Glührückstand in Salzsäure gelöst, das ungelöst Gebliebene abfiltrirt, gewägt und von der Menge der rohen Asche abgezogen. Sind auch die so erhaltenen Resultate, da einerseits Kieselsäure aus der Asche ungelöst bleibt, andererseits



Bestandtheile der beigemischten Erde gelöst werden, nur mit Vorsicht vergleichbar, so schien uns doch diese Methode die genaueste zu sein.

Als „stickstofflose Stoffe“ wurden in den Tabellen die übrigen nicht direct bestimmten Bestandtheile, als Pectinstoffe, organische Säuren, Fett, Gummi zc. bezeichnet.

Was die Bestimmung des spec. Gewichts des Rübensaftes betrifft, so wurde nach Alex. Müllers Vorgange jede Untersuchungsrübe vertical symmetrisch getheilt, und von jedem Theil, auf entgegengesetzter Seite der ganzen Länge der Rübe nach, ein proportionaler Keilschnitt entnommen (Die verbleibenden Theile der Rüben wurden zerkleinert und dienten zu den sämtlichen übrigen, oben angeführten Bestimmungen). Die erhaltenen Schnitte wurden auf dem Reibeisen zerrieben, die Masse in einem Tuch gepreßt, und der nach einiger Zeit geklärte Saft mittelst eines Hydrometers, von bekanntem Fassungsraum gewägt.

Das spec. Gewicht der ganzen Rüben wurde aus dem Gewicht des Wassers berechnet, welches dieselben aus einem mit Abflusrohr versehenen Topfe verdrängten.

Tab. II. Analytische Resultate.

|                | Auf frische Substanz |              |              |              | Auf trockne Substanz |              |              |              |
|----------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                | Rübenwurzeln         |              | Rübenblätter |              | Rübenwurzeln         |              | Rübenblätter |              |
|                | hochwüchsig          | breitwüchsig | hochwüchsig  | breitwüchsig | hochwüchsig          | breitwüchsig | hochwüchsig  | breitwüchsig |
| Wasser . . .   | 86,10                | 86,09        | 90,96        | 91,60        | —                    | —            | —            | —            |
| Zellstoff . .  | 1,16                 | 1,03         | 1,44         | 1,33         | 8,37                 | 7,45         | 15,91        | 15,78        |
| Zucker . . .   | 8,28                 | 8,02         | —            | —            | 59,56                | 57,65        | —            | —            |
| Pectin zc. . . | 2,21                 | 2,33         | 4,07         | 3,63         | 15,87                | 16,73        | 45,06        | 43,26        |
| Protein . . .  | 1,48                 | 1,66         | 1,41         | 1,49         | 10,64                | 11,96        | 15,54        | 17,76        |
| Asche . . .    | 0,77                 | 0,86         | 2,12         | 1,95         | 5,56                 | 6,21         | 23,49        | 23,20        |
|                | 100,00               | 100,00       | 100,00       | 100,00       |                      |              |              |              |

|                               | Hochwüchf. Rüben | Breitwüchf. Rüben |
|-------------------------------|------------------|-------------------|
| Specif. Gewicht des Safts . . | 1,0670           | 1,0672            |

Der Wassergehalt in den Wurzeln der hoch- und breitwüchsigem Rübenpflanzen zeigt keine Differenzen; das geringe Plus in den Blättern ist ebenfalls ohne Bedeutung.

Die Zellstoffmasse ist etwas größer in den Wurzeln der hochwüchsigem; in den trocknen Blättern ist keine Differenz im Zellstoff der beiden Formtypen bemerkbar.

Der Zuckergehalt der hochwüchsigem Rüben ist etwas höher, als der der breitwüchsigem; doch sind auf alle Fälle die Unterschiede zu gering, als daß weitere Schlüsse von praktischer Bedeutung darauf basirt werden könnten.

Im Stickstoffgehalt übertreffen die Blätter und Wurzeln der breitwüchsigem Rübenpflanzen die hochwüchsigem um 1—2 Procent der Trockensubstanz.

Dagegen zeigt der Aschengehalt keine Unterschiede weder in den Wurzeln noch Blättern, sowie auch auf die Differenzen in den Pectinstoffen, in Anbetracht der für diese Körper üblichen Ermittlungsweise aus der Differenz, kein großes Gewicht zu legen ist.

Die in den obigen Resultaten enthaltenen Differenzen zwischen den hoch- und breitwüchsigem Rübenpflanzen sind an sich zu gering, um unmittelbare praktische Folgerungen zuzulassen, und bedürfen überdies der Bestätigung unter Benutzung eines Bodens, welcher der Rübenkultur günstiger als der Lehmboden unseres Versuchsgartens ist.

Würden wir indeß im Stande sein, diese morphologischen und chemischen Eigenschaften durch rationelle Züchtung nicht nur constant zu erhalten, sondern auch zu steigern, so würde für die Zwecke der Zuckerrückgewinnung die hochwüchsigem, für Fütterungszwecke die breitwüchsigem Rübe sich vorzugsweise empfehlen.

## II.

### Ueber die chemische Verschiedenheit jugendlicher, ausgewachsener und vergilbter Blätter der Zuckerrübe.

Die Zahlenwerthe, welche durch Bausanalysen des „Blattkopfes“ der Rüben gewonnen werden, leiden an dem Mangel, daß in dem Blattbüschel Elemente von sehr verschiedenen Lebensaltern für die Bestimmung zusammengewürfelt sind. Es giebt daher auch die vergleichende Untersuchung junger und ausgebildeter Blattköpfe kein vollkommen treues Bild der chemischen Veränderungen, denen die Blätter im Fortschritt ihrer Vegetation unterworfen sind. Denn in der jungen Rübenpflanze hat man es mit einem Organismus zu thun, dessen Massenproduktion vor-

zugeweiht auf die Entwicklung der aufnehmenden Fläche: Blattorgane und Nebenwurzeln, gerichtet ist, welche Letzteren in dieser Periode oftmals den jungen Hauptwurzelkörper um das Mehrfache an Länge überbieten;\*) in den späteren Lebensperioden dieser Pflanze dagegen betrifft die Volumenvermehrung vorherrschend den Körper der Pfahlwurzel, ein Secretionsorgan, welches vielleicht nur an seiner Vegetationsspitze der Aufnahme von Nährstoffen wesentlich dient. Dazu kommt, daß nicht a priori anzunehmen ist, die an älteren Rübenpflanzen neuentstehenden Herzblätter seien in ihrer Zusammensetzung identisch mit den ersten Laubblättern der Jugendperiode der Pflanze; denn diese „Herzblätter“ unterscheiden sich schon in ihrer äußeren Form, nicht minder in ihrer Ernährungsweise, von den zuerst gebildeten Blättern der jugendlichen Pflanze.

Wir haben uns hier die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, welche chemischen Unterschiede zur Erntezeit die ungleichaltrigen Blätter eines und desselben Rüben-Individuums zeigen, und zwar:

- 1) die jungen Herzblätter;
- 2) die vollkommen ausgewachsenen, noch frisch grünen Blätter;
- 3) die bereits vergilbten (nicht vertrockneten) Blätter.

Am 15. October 1861 wurden zu diesem Zwecke von mehreren gesunden Pflanzen unseres Versuchsgartens 633 Grm. Herzblätter (bis zu 2 Decimetern Länge), 700 Grm. grüner Blätter mit abgeschlossenem Größenwachsthum und 646 Grm. vergilbter Blätter an der Stengelbasis abgeschnitten und mit ihren Stielen zusammen der Analyse unterzogen.

#### Ergebnisse:

|                        | Frische Blätter. |                  |                    | Wasserfreie Blätter. |                  |                    |
|------------------------|------------------|------------------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|
|                        | Herzblätter.     | ausgew. Blätter. | vergilbte Blätter. | Herzblätter.         | ausgew. Blätter. | vergilbte Blätter. |
| Wasser . . . . .       | 88,15            | 90,70            | 87,11              | —                    | —                | —                  |
| Zellstoff . . . . .    | 1,95             | 1,45             | 2,29               | 16,46                | 15,63            | 17,74              |
| anberw. org. Nl. . . . | 4,67             | 4,22             | 5,55               | 39,45                | 45,35            | 43,04              |
| Protein . . . . .      | 3,72             | 1,74             | 1,02               | 31,39                | 18,69            | 7,95               |
| sandfreie Asche . . .  | 1,50             | 1,89             | 4,03               | 12,70                | 20,33            | 31,27              |

\*) Ueber diese Entwicklungsgeschichte der Rübenpflanze hoffen wir demnächst speciellere Data darbieten zu können.

Vorstehende Tabelle lehrt, daß in dem Laubblatt der Rübe der procentische Wassergehalt bis zum vollendeten Wachsthum hin eine — zwar nicht beträchtliche — Zunahme, von da ab dagegen wiederum eine Abnahme erfährt. Im Gegensatz dazu erreichen Cellulose und die anderen organischen stickstofffreien Stoffe ein Minimum während der Periode des abgeschlossenen Wachsthums. Da jedoch in der trocknen Blattmasse die Schwankungen im Procentgehalt der beiden letztgenannten Körper verschwinden, so ist die Annahme begründet, daß diese Schwankungen überhaupt nur das Resultat des verschiedenen Wassergehalts sind, und in der That die procentischen Mengen der stickstofffreien organischen Körper, mit Einschluß des Zellstoffes, keine wesentlichen Veränderungen im Verlaufe der Vegetation des Rübenblattes erfahren.

Weit anders stellt sich die Sache für die Proteinkörper und für die mineralischen Bestandtheile. Erstere nehmen mit dem Alter des Blattes constant und bedeutend ab, letztere in eben dem Maße zu.

Das Protoplasma der Blätter, welche den Höhepunkt ihrer Entfaltung erreicht haben, scheint demnach zur Deckung des Proteinbedarfes der neuentstehenden Herzblätter mit ihrer vorherrschend zellenbildenden Lebenshätigkeit, vielleicht auch zur Deckung des gleichen Bedarfs der noch wachsenden Pfahlwurzel einen wesentlichen Beitrag zu liefern.

Die auffallende Procentzunahme an unorganischen Substanzen, welche die Rübenblätter mit zunehmendem Alter erfahren — ein Resultat, zu welchem auch Alexander Müller in seinen Studien über die Naturgeschichte der Rübe\*) und andere Analytiker\*\*), deren Untersuchungsmethode mit der unsrigen vergleichbar ist, gelangt sind — scheint dafür zu sprechen, daß in den Blattorganen ein großer Theil der unverbrennlichen Stoffe in der Form schwerlöslicher Verbindungen abgeschlossen und dem Diffusionsströme entzogen werden, d. h. der Fähigkeit zu jenen Wanderungen verlustig gehen, welche von einzelnen Mineralstoffen mehrfach nachgewiesen worden ist.

\*) Zur Geschichte der Runkelrüben s. landw. Versuchsstat. 2b. I. S. 245.

\*\*) Auch für die Blätter der Haferspizze und der Kleispizze haben die Analysen von R. Arendt bez. G. Hellriegel und R. Ubricht eine Zunahme des Mineralgehaltes mit zunehmendem Alter ergeben, s. ds. Jthr. Bb. I. S. 31 IV, S. 31 und III S. 241.

## III.

### Ueber den Einfluss einer schwachen Entlaubung der Zuckerrübe auf die Quantität und Qualität der Ernte.

Die Samen der weißen schlesischen Zuckerrübe, welche letztere zu den vorliegenden Versuchen diente, waren am 29. Mai 1861 auf vier ungebüngten Parzellen, deren jede 61,75 Quadratmeter umfasste, zum Saatbetrage von einem Zollpfund, in Reihen von 0,5 Metern Entfernung etwa 5 Centimeter tief gesteckt und eben gereicht worden. Die ersten Kotsledonen erschienen am 12. Juni, die überschüssigen Pflänzchen wurden am 10. Juli ausgelichtet.

Die Parzellen I. und II. dienten lediglich als Controlparzellen. Die Pflanzen der Parzellen III. und IV., welche zu der Entlaubung bestimmt waren, wurden am 14. August, die ersteren der fünf, die letzteren der zehn äußersten (ältesten) Blätter sammt ihren Stielen beraubt. Das gesammte Frischgewicht der so entnommenen Laubmasse betrug für Parzelle III. 12,17 Kilogr. und für Parzelle IV. 32,5 Kilogr. oder 1971 Kilogr. bez. 5265 Kilogr. auf die Fläche eines Hektare berechnet. Die Parzelle IV., welcher wir am 6. September abermals je zwei bis vier Außenblätter im Betrage von 29 Kilogr. (4098 Kilogr. pr. Hekt.) entnahmen, hatte somit einen Gesamtverlust von 61,5 Kilogr. per Parzelle oder 9963 Kilogr. pro Hektare an vegetirenden Blattorganen erlitten.

Die Ernte der im Uebrigen ordnungsmäßig cultivirten Pflanzen fand nach 140 Vegetationstagen, am 16. October, statt. Folgendes sind die erzielten Erntegewichte, wobei die während der Vegetation entführte Laubmasse dem Ergebniss der betr. Parzellen hinzugerechnet worden ist.

Tab. I.

| No. der Parzelle. | Behandlung.    | Zahl der gemessenen Pflanzen. | Gewicht der frischen Stübenmengen. | Gewicht der frischen Stübenblätter. | Gesammtgewicht. | Gesammtgewicht einer Pflanzung. | Durchschn. Gewicht einer Pflanzung. | Durchschn. Gewicht einer Pflanzung. | Verhältnis der Ernte zu den Stüben. |
|-------------------|----------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                   |                | Kilogr.                       | Kilogr.                            | Kilogr.                             | Kilogr.         | Grm.                            | Grm.                                |                                     |                                     |
| I.                | nicht entlaubt | 308                           | 115,02                             | 78,85                               | 193,87          | 374                             | 256                                 | 1 : 1,46                            |                                     |
| II.               | vgl.           | 316                           | 112,43                             | 66,03                               | 178,46          | 356                             | 209                                 | 1,70                                |                                     |
| I. II.            | vgl.           | 312                           | 113,73 *)                          | 72,44                               | 166,17          | 365                             | 233                                 | 1,57                                |                                     |
| III.              | 1mal entlaubt  | 328                           | 110,00                             | 81,62                               | 191,62          | 336                             | 249                                 | 1,35                                |                                     |
| IV.               | 2mal entlaubt  | 310                           | 67,22                              | 100,00                              | 167,20          | 217                             | 323                                 | 0,67                                |                                     |

\*) 204 Zollcentner pro sächf. Ader.

Die normale Productionskraft unfres nicht gedüngten Versuchsbodens erreicht, wie aus dem mittlern Ergebniß der Parcellen I und II erhellt, 72,44 Kilogr. Rübenlaub. Demgemäß beträgt die der einmal herausgenommenen Parcellen entzogene Blattmasse 16,8 Procent des normalen Laub-ertrags. Man sieht, daß schon eine so geringfügige, neun Wochen vor der Ernte ausgeführte Entfernung vegetirender Lauborgane in demselben Sinne, wenn auch kaum erkennbar, gewirkt hat, wie es von beträchtlicheren Entlaubungen bei Rüben und Kartoffeln bekannt ist: die Blattbildung der verstümmelten Pflanzen wird gesteigert und die Entwicklung der unterirdischen Secretionsorgane entsprechend gehemmt. Entschiedener tritt diese Wirkung hervor bei einer zu derselben Periode ausgeführten Entnahme von 45 Proc. des normalen Mitteltrags unseres Bodens, auf welche drei Wochen später, also sechs Wochen vor der Unterbrechung des Wachstums durch die Ernte, eine abermalige Entnahme von 40 Proc. gefolgt ist. Diese Entnahme von in Summa 85 Proc. des Normalblattertrags ist immerhin, im Vergleich zu den sonst bei Entblätterungsversuchen üblichen Mengenverhältnissen, als eine sehr mäßige zu bezeichnen.

Durch einmalige Entlaubung im Betrage von 16,8 Proc. erscheint der Blattertrag um 12,5 Proc. erhöht, der Rüben-ertrag um 3 Procent vermindert; durch zweimalige Entlaubung im Betrage von 85 Proc. ist der Blattertrag um 38 Proc. gesteigert, der Rüben-ertrag um 41 Proc. erniedrigt.

Berechnen wir die Erntegewichte sämtlicher Versuchsparcellen auf eine gleiche Stückzahl von Pflanzen (z. B. auf 316 Stück per Parcellen, als der mittleren Anzahl der Pflanzen unserer Parcellen, oder 51192 Stück per Hektare) und zugleich auf die Fläche eines Hektars, so stellen sich zwar die Verhältnisse im Einzelnen etwas anders, das Hauptresultat aber bleibt dem Wesen nach unverändert.

Tab. II.

Ernterträge auf 1 Hektare und auf gleiche Stückzahl berechnet.

| No. der Parc. | Behandlung.          | Gewicht der Rübenwurzeln. | Gewicht der Rübenblätter. | Gesamtw. gewicht. |
|---------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| I. II.        | Nicht entlaubt . .   | Kilogr.<br>18660          | Kilogr.<br>11910          | Kilogr.<br>30570  |
| III.          | Entlaubung v. 16,8 % | 17170                     | 12730                     | 29910             |
| IV.           | Entlaubung von 85 %  | 11100                     | 16520                     | 27620             |

Auch bei dieser Umrechnung ergibt sich noch ein Plus von 7 Proc. bez. 39 Proc. an frischen Blättern und ein Minus von 8 Proc. bez. 41 Proc. an frischer Rübenmasse bei den entlaubten Pflanzen, gegenüber dem mittleren Ertrage der nicht beraubten Parzellen; im Ganzen aber stellt sich ein Verlust von 2 Proc. bez. 10 Proc. an frischer Pflanzensubstanz als unzweifelhafte Folge der Entlaubung heraus.

Die morphologische Gestalt der entlaubten Rübenpflanzen hat einige nicht unerhebliche Abänderungen erlitten. Die allgemeine Tendenz der Rübenwurzel, in schwerem Boden das schöne RegelmäÙ der birnenförmigen Gestalt, an welcher in zwei symmetrischen Längsfurchen die Nebenwurzeln angeordnet sind, aufzugeben und bei stärkerer Verzüngung ein mehrfach gabliges verkrümmtes Gebilde darzustellen, ist bei unseren Rüben, auch den nicht entlaubten, erkennbar. Die entlaubten Rüben aber besitzen eine größere Menge von Nebenwurzeln. Der oberirdische Stengeltheil der Pflanze ist durchweg langtonisch, und alle Folgeerscheinungen dieses Umstandes treten damit gleichzeitig auf: der zuckerarme Marktheil der verkrüppelten Stengelachse erreicht in einigen Fällen die ungewöhnliche Länge von 5 Centimetern, die oberen Partien der Rübe sind mehr oder minder ergrünt, und die Asymmetrie der Gefäßbündelkreise, deren Beginn die Grenze zwischen Stengel und Wurzel der Rübe bezeichnet, zieht sich tiefer als gewöhnlich hinab. Zudem haben die zweimal entlaubten Rüben ein sehr energisches Bestreben, die Knospen, welche in den Achseln der hinweggeschnittenen Blätter angelegt waren, zu Sprossen zu entfalten: eine Erscheinung, die man auch an solchen Rübenindividuen häufig beobachtet, welche von oben her dadurch hohl geworden sind, daß Insectenverletzungen den Vegetationsherd des Stengels der Verwitterung preisgaben. Doch haben diese Sprossen nirgendwo eine erhebliche Größe erreicht.

Inwieweit die chemische Beschaffenheit der Rübenpflanze durch eine schwache Entlaubung influirt wird, ergeben folgende die näheren chemischen Bestandtheile der Ernten betreffende Tabellen.

Für alle folgenden Bestimmungen wurden von jeder der vier Versuchsparzellen 12 Pflanzen genommen; die Gewichte derselben waren folgende:

Tab. III.

Absolute und specifische Gewichte der Untersuchungsrüben.

| No. der Parzellen. | Absolute Gewichte.           |                            |                  |                           |                             | Specifische Gewichte |                 |
|--------------------|------------------------------|----------------------------|------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------|
|                    | Gewicht der 12 Rübenwurzeln. | Gewicht der 12 Laubfröhen. | Gesammt-Gewicht. | Gewicht der größten Rübe. | Gewicht der kleinsten Rübe. | der Rüben.           | des Rübensaftes |
| I.                 | Kilogr. 8,200                | Kilogr. 3,667              | Kilogr. 11,867   | Grm. 983                  | Grm. 374                    | Grm. 1,051           | 1,0676          |
| II.                | 6,367                        | 3,217                      | 9,584            | 991                       | 168                         | 1,040                | 1,0668          |
| III.               | 4,667                        | 2,033                      | 6,700            | 791                       | 97                          | 1,047                | 1,0673          |
| IV.                | 3,500                        | 2,083                      | 5,583            | 536                       | 124                         | 1,048                | 1,0593          |

Tab. IV.

Wasser, organische Substanz und Asche in Procenten.

| No. der Parzellen. | Rübenwurzel. |                      |        | Rübenblätter. |                  |        |
|--------------------|--------------|----------------------|--------|---------------|------------------|--------|
|                    | Wasser.      | Organische Substanz. | Asche. | Wasser.       | Organ. Substanz. | Asche. |
| I.                 | 86,59        | 12,70                | 0,71   | 90,16         | 7,70             | 2,14   |
| II.                | 86,38        | 12,98                | 0,64   | 89,85         | 8,19             | 1,96   |
| I. II.             | 86,49        | 12,84                | 0,68   | 90,01         | 7,95             | 2,05   |
| III.               | 86,30        | 13,01                | 0,69   | 89,13         | 8,88             | 1,99   |
| IV.                | 87,99        | 11,21                | 0,80   | 89,34         | 8,83             | 1,83   |

Tab. V

Die organische Substanz der Rübenwurzel in Procenten.

| No. der Parzellen | Im frischen Zustande. |         |      |      | Im wasserfreien Zustande. |         |       |       |
|-------------------|-----------------------|---------|------|------|---------------------------|---------|-------|-------|
|                   | Zellstoff.            | Zucker. | Nh.  | Nl.  | Zellstoff.                | Zucker. | Nh.   | Nl.   |
| I.                | 1,03                  | 7,52    | 1,33 | 2,82 | 7,66                      | 56,06   | 9,94  | 21,02 |
| II.               | 1,04                  | 7,87    | 1,43 | 2,63 | 7,65                      | 57,83   | 10,50 | 19,29 |
| I. II.            | 1,03                  | 7,70    | 1,38 | 2,72 | 7,66                      | 56,94   | 10,20 | 20,15 |
| III.              | 1,18                  | 7,13    | 1,34 | 3,36 | 8,64                      | 52,04   | 9,79  | 24,53 |
| IV.               | 1,14                  | 6,29    | 1,43 | 2,36 | 9,51                      | 52,35   | 11,89 | 19,62 |



Tab. VI.  
Die organische Substanz der Rübenblätter in Procenten.

| No. der Parcellen. | Im frischen Zustande. |      |      | Im wasserfreien Zustande. |       |       |
|--------------------|-----------------------|------|------|---------------------------|-------|-------|
|                    | Zellstoff.            | Nh.  | Nl.  | Zellstoff.                | Nh.   | Nl.   |
| I.                 | 1,46                  | 1,83 | 4,41 | 14,82                     | 18,60 | 44,83 |
| II.                | 1,51                  | 1,76 | 4,92 | 14,84                     | 17,35 | 48,64 |
| I. II.             | 1,48                  | 1,80 | 4,66 | 14,83                     | 17,98 | 46,65 |
| III.               | 1,47                  | 1,95 | 5,46 | 13,51                     | 17,93 | 50,20 |
| IV.                | 1,41                  | 2,66 | 4,76 | 13,21                     | 24,94 | 44,68 |

Bevor wir zur Discussion der vorstehenden Tabellen schreiten, möge eine aus den letzteren mit Heranziehung der Tabelle II berechnete Uebersicht des absoluten Ertrags eines Hektare an den wichtigsten näheren Bestandtheile der Rübenpflanze vorausgeschickt werden.

Tab. VII.  
Absolute Ernteerträge an Trockensubstanz pro Hektare in Kilogramm.

| No. der Parcellen. | Rübenwurzeln. | Rübenblätter. | Gesamtertrag. |
|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| I. II.             | 2521          | 1190          | 3711          |
| III.               | 2351          | 1384          | 3736          |
| IV.                | 1333          | 1750          | 3083          |

Tab. VIII.  
Absoluter Zellstoff-Ertrag pro Hektare.

| No. der Parcellen. | In Rübenwurzeln. | In Rübenblättern. | Gesamtmenge.   |
|--------------------|------------------|-------------------|----------------|
| I. II.             | Kilogr. 192,20   | Kilogr. 176,27    | Kilogr. 368,47 |
| III.               | 202,61           | 187,13            | 389,74         |
| IV.                | 126,54           | 232,93            | 359,47         |

Tab. IX.  
Absoluter Ertrag an Proteinstoffen pro Hektare.

| No. der Parcellen. | In d. Rüben-<br>wurzeln. | In d. Rüben-<br>blättern. | Gesamt-<br>menge. |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| I. II.             | 257,51                   | 214,38                    | 471,89            |
| III.               | 230,08                   | 248,24                    | 478,32            |
| IV.                | 158,73                   | 439,43                    | 598,16            |

Tab. X.  
Absoluter Ertrag an Pectin u. pro Hektare.

| No. der Parcellen. | In d. Rüben-<br>wurzeln. | In d. Rüben-<br>blättern. | Gesamt-<br>menge. |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| I. II.             | 507,55                   | 555,01                    | 1062,56           |
| III.               | 576,91                   | 693,79                    | 1270,70           |
| IV.                | 260,85                   | 786,35                    | 1047,20           |

Tab. XI.  
Absolute Aschenernte pro Hektare.

| No. der Parcellen. | In d. Rüben-<br>wurzeln. | In d. Rüben-<br>blättern. | Gesamt-<br>menge. |
|--------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| I. II.             | 126,89                   | 244,16                    | 371,05            |
| III.               | 118,47                   | 254,60                    | 373,07            |
| IV.                | 88,80                    | 302,32                    | 391,12            |

Tab. XII.  
Absoluter Zuckerertrag pro Hektare.

| No. der Parcellen. | Kilogramm. |
|--------------------|------------|
| I. II.             | 1436,82    |
| III.               | 1224,22    |
| IV.                | 698,19     |

Die einmalige und sehr schwache Entlaubung (16,8 %) hat das Product eines Hektare an Trockensubstanz und Asche in den Rübenwurzeln nicht alterirt; die zweimalige und etwas stärkere Blattentziehung (85 %) dagegen erniedrigte die relative, also in noch höherem

Grade die absolute Menge der Trockensubstanz und erhöhte um ein Geringes den Aschenprocentgehalt der Rübenwurzel. In den Blättern der entlaubten Parcellen finden wir im Gegensatz hierzu eine etwas höhere procentische Menge der Trockensubstanz und eine etwas geringere der Asche, als in denen der unverletzten Parcellen: entsprechend dem Umstande, daß wir es bei entlaubten Pflanzen mit Blättern ausschließlich mittleren und jugendlichen Alters zu thun haben (siehe unsere vorstehende Abhandlung).

In dem absoluten Ernteertrag machen diese Verhältnisse sich nichtsdestoweniger dahin geltend, daß die Entlaubung eines Rübenfeldes in einer absolut geringeren Masse organischer Substanz eine absolut größere Menge mineralischer Stoffe dem Boden entzieht: ein Umstand, welcher bedenklicher erscheinen würde, wenn nicht diese Stoffe, da die Abblattung in der Regel zu Fütterungszwecken geschieht, dem Felde in der Form des Stalldüngers wieder zu Gute kämen.

An Cellulose scheint in den Rüben eine (fast verschwindende) relative Zunahme, in den Blättern eine gleich unbeträchtliche Abnahme vorzuliegen. Diese Veränderungen sind indeß in der That so unerheblich — wenn man die Bestimmungsmethode des Zellstoffs und ihre Fehlergrenzen berücksichtigt — daß man vielleicht aussprechen darf, eine mäßige Entlaubung verändere die Relationen des Zellstoffs in der Rübenpflanze nicht.

Ein Gleiches scheint für das Mengenverhältniß des Zuckers zu der Gesamtmenge organischer Trockensubstanz zu gelten. Der absolut verminderte Wurzeleertrag indeffen, in Verbindung mit dem größeren Wassergehalt der entlaubten Rüben machen, daß im Gefolge der Entlaubung die Zuckerernte um mehr als die Hälfte herabgedrückt erscheint.

Ganz ebenso verhalten sich die anderen stickstofffreien organischen Körper; denn die geringen Unterschiede im Procentgehalt derselben lassen sich nicht wohl als Entlaubungsergebnisse deuten.

Die Proteinstoffe zeigen in den Rübenwurzeln eine zweifelhafte procentische Zunahme: eine unzweifelhafte in den Blättern. (Letzteres bestätigt wiederum die Resultate unserer vorhergehenden Untersuchung bezüglich des Stickstoffgehalts jüngerer und älterer Blätter.) Da nun zu diesem höheren Procentgehalt der Blätter an Stickstoff eine überwiegende Production oberirdischer Organe bei den entlaubten Pflanzen

hingutritt, so ist durch das von uns beobachtete Maß der Entlaubung der Gesamtertrag an Proteinen um ein Fünftel vermehrt worden.

Landwirthschaftl. Versuchstation Chemnitz, physiologisch-chemische  
Abtheilung. August 1862.

## Ueber den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Keimungs- und Vegetationskraft der Roggenkörner

von

S. Lucanus,

Assistenten der Station Dahme.

Wenn bereits im vorhergehenden Hefte (S. 147 ff.) die Lösung der Frage: „Welchen Einfluß übt die Reife und Nachreife auf die Güte des Kornes“ versucht wurde, so schlossen wir hieran noch die weitere Frage: wie weit erstreckt sich der Einfluß beider auf die Keimungs- und Vegetationskraft der Körner? Bezüglich dieser Frage wurde auf eine ausführlichere Mittheilung in den „Annalen der Landwirthschaft“ als bevorstehend hingedeutet. Da letztere Mittheilung indeß zu unterbleiben hat, so erlaube ich mir nun hier etwas ausführlicher auf die erwähnte Frage einzugehen.

Das verwendete Material (Winterkorn) war ein gleiches, wie das früher benutzte. Die Eintheilung desselben in fünf Reifungsperioden und die Trennung jeder Periode in vier Versuchsreihen gilt auch hier, so daß also eine nochmalige ausführlichere Beschreibung der Eintheilung des Materials fortfallen kann.

Anfang October wurde die Aussaat der Körner vorgenommen und zwar auf zweierlei Bodenarten: einmal auf leichterem sehr humosen Boden im Garten der hiesigen Station, und dann auf sehr leichtem armen Höhenabdboden.

Diese Aussaat auf verschiedenen Boden schien nöthig, da zu vermuthen stand, daß durch einen Boden, der sehr reich an Pflanzennährmitteln ist, durch welchen also vom Anfang der Vegetation an der jungen Keimpflanze eine beträchtliche Menge von Stoffen zugeführt wurde, die

Folgen der ungleichen Beschaffenheit des Saatgutes vermindert oder wohl gar aufgehoben werden könne.

Bei folgender Mittheilung der Versuchsergebnisse erlaube ich mir, zur besseren Uebersicht jede Versuchsreihe für sich in ihren Perioden zusammenzustellen.

### 1. Versuchsreihe.

Körner nach der Ernte einer sofortigen Trennung von Aehren und Spelzen unterworfen; ein Nachreifen also unmöglich gemacht.

| Es keimten von 100 Körnern:    | Auf armem Sandboden. | Auf reichem Gartenboden. |
|--------------------------------|----------------------|--------------------------|
| der Reifungsperiode I. . . . . | 3                    | 6                        |
| „ „ II. . . . .                | 6                    | 4                        |
| „ „ III. . . . .               | 6                    | 13                       |
| „ „ IV. . . . .                | 35                   | 37                       |
| „ „ V. . . . .                 | 73                   | 95                       |

Interessant war es, von vorn herein den Aufgang der Saat und die Entwicklung der kleinen Pflanzen zu beobachten. Wie mit der Reife der Samenkörner ihre Keimungskraft steigt, so zeigte sich in der Vegetation der Pflanzen, selbst in den weiterstehenden Reifungsperioden, eine gleiche Zunahme. Die Pflanzen, die aus reiferer Saat hervorgegangen waren, zeigten sich von vorn herein ungleich kräftiger und überholten die früheren Perioden sowohl an Stärke als an Länge bedeutend. Dieser Unterschied war selbst bis zur Bildung der Aehre zu beobachten, und die im Frühjahr angestellten Messungen der Pflanzen sprechen deutlich für das eben Gesagte.

| Durchschnittliche Länge der Pflanzen: | Auf dem Sandboden       | Auf dem Gartenboden    |                         |
|---------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                       | am 20. März.<br>Centim. | am 7. März.<br>Centim. | am 20. März.<br>Centim. |
| der Reifungsperiode I. . . . .        | 3½                      | 5½                     | 8                       |
| „ „ II. . . . .                       | 4                       | 4                      | 6                       |
| „ „ III. . . . .                      | 4                       | 6                      | 6½                      |
| „ „ IV. . . . .                       | 5                       | 6½                     | 9½                      |
| „ „ V. . . . .                        | 6                       | 6½                     | 10½                     |

Die erhaltenen Ernteresultate waren folgende:

| 60 Körner Ausaat<br>gaben Ertrag in: | Zahl<br>der geernteten<br>Pflanzen. | Auf Sandboden. |                |        | Auf Gartenboden. |                |        |         |
|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|--------|---------|
|                                      |                                     | Körner.        | Stroh u. Raff. | Summa. | Körner.          | Stroh u. Raff. | Summa. |         |
|                                      |                                     |                |                |        |                  |                |        | Gramme. |
| der Reifungsperiode I.               | 2                                   | 0,1            | 2,9            | 3,0    | 4                | 33             | 64     | 97      |
| " " II.                              | 4                                   | 0,4            | 4,6            | 5,0    | 1                | 4              | 9      | 13      |
| " " III.                             | 4                                   | 0,7            | 7,3            | 8,0    | 7                | 26             | 60     | 86      |
| " " IV.                              | 21                                  | 20,5           | 61,5           | 82,0   | 22               | 133            | 237    | 370     |
| " " V.                               | 44                                  | 52,2           | 137,8          | 190,0  | 56               | 257            | 538    | 795     |

Dieser bedeutende Unterschied im Ertrage ist nicht nur der größeren Anzahl der geernteten Körner zu Gute zu rechnen, sondern beruht eben sowohl in der vermehrten Massenproduction der einzelnen Pflanzen selber, und erhellt sehr deutlich bei Berechnung obiger Zahlen auf den Ertrag einer Pflanze.

| Es lieferte Ertrag<br>je eine Pflanze: | Auf Sandboden. |                |        | Auf Gartenboden. |                |        |
|----------------------------------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|--------|
|                                        | Körner.        | Stroh u. Raff. | Summa. | Körner.          | Stroh u. Raff. | Summa. |
|                                        |                |                |        |                  |                |        |
| der Reifungsperiode I.                 | 0,05           | 1,45           | 1,50   | 8,25             | 16,00          | 24,25  |
| " " II.                                | 0,10           | 1,15           | 1,25   | 4,00             | 9,00           | 13,00  |
| " " III.                               | 0,18           | 1,82           | 2,00   | 3,80             | 8,50           | 12,30  |
| " " IV.                                | 0,98           | 2,83           | 3,91   | 6,04             | 10,80          | 16,84  |
| " " V.                                 | 1,19           | 3,13           | 4,32   | 4,60             | 9,61           | 14,21  |

Aus diesem Allen geht also hervor, daß mit der Reife des Saatgutes die Keimungskraft desselben zunimmt und zwar in bedeutender Progression, bis das Maximum bei der vollkommensten, der Tod- oder Ueberreife, eintritt.

Ebenso wie die Keimungskraft zunimmt, steigt die Vegetationskraft der aus diesen Körnern erzielten Pflanzen und zwar gleichfalls bis zur vollkommensten Reife. Endlich ist der erzielte Ertrag von dem reifsten

Samen gegenüber solchem, der nicht diese vollkommene Reife erlangt hat, gleichfalls bedeutend höher, und zwar tritt dieses sehr scharf bei dem armen Sandboden hervor, wo der Pflanze nur wenige Nährmittel durch den Boden zu Gebote standen. Die junge Keimpflanze war hier im Anfange ihrer Entwicklung fast lediglich auf die ihr durch das Samentorn mitgegebenen Stoffe angewiesen. Je mehr Stoffe nun durch reiferen Samen der jungen Pflanze im Anfange ihrer Vegetation geboten wurden, um so kräftiger entwickelte sich dieselbe, und behauptete dann während der ganzen Zeit ihrer Entwicklung ein gesünderes kräftigeres Aussehen, bis endlich selbst der Ertrag bedeutend zu Gunsten dieses Reifezustandes sprach. Bei dem Versuche in reichem Gartenboden wird der Schluß etwas anders. Trotzdem in der Vegetationszeit bis zum Frühjahr immer noch ein Unterschied in der Stärke und Größe der Pflanzen der einzelnen Reifungsperioden zu beobachten war, schwankten die erhaltenen Ernteerträge unter sich bedeutend. Mit gutem Grunde, glaube ich, kann dies der großen Nahrungszufuhr, die den Pflanzen im Gartenboden geboten wurde, zugeschrieben werden. Der geringe Mehrzuschuß von Nährstoffen aus dem reiferen Samen mußte hier notwendig gegenüber der bedeutenden Zufuhr, die die Pflanzen durch den Boden erhielten, im Laufe der Vegetation immer mehr verschwinden, bis endlich beim Ertrage der einzelnen Perioden der Einfluß der Güte des Saatgutes ziemlich verwischt war.

Zu bemerken ist hier noch, daß die ungleich kräftigere Entwicklung der ersten Reifeperiode bei dem Versuche im Gartenboden ihren Grund darin hat, daß die Pflanzen am Rande des Versuchsbeetes standen, sie daher, da an sich nur 4 zum Aufgang gekommene Pflanzen diese Periode bildeten, nach fast allen Seiten einen größeren Raum zu ihrer Ausbildung hatten und in Folge dessen sich kräftiger entwickelten.

### 3. Versuchsreihe.

Körner nach der Ernte im Zusammenhange mit Aehren und Halmen gelassen, ein Nachreifen also möglich. Art der Aufbewahrung der in der landwirtschaftlichen Praxis üblichen gleich, und Mitte Septbr. der Ausbruch vorgenommen.

| Es keimten von 100 Körnern:    | Auf dem Sandboden. | Auf dem Gartenboden. |
|--------------------------------|--------------------|----------------------|
| der Reifungsperiode I. . . . . | 70                 | 85                   |
| " " II. . . . .                | 70                 | 85                   |
| " " III. . . . .               | 71                 | 86                   |
| " " IV. . . . .                | 27                 | 50                   |
| " " V. . . . .                 | 92                 | 84                   |

| Es hatten eine durchschnittliche Länge erreicht die Pflanzen: | Auf dem Sandboden       | Auf dem Gartenboden    |                         |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                                                               | am 20. März.<br>Centim. | am 7. März.<br>Centim. | am 20. März.<br>Centim. |
| der Reifungsperiode I. . . . .                                | 4                       | 6                      | 8                       |
| " " II. . . . .                                               | 4½                      | 6½                     | 8½                      |
| " " III. . . . .                                              | 5½                      | 6½                     | 10                      |
| " " IV. . . . .                                               | 5½                      | 7                      | 10½                     |
| " " V. . . . .                                                | 6                       | 7                      | 10½                     |

| 60 Körner Ausfaat<br>gaben Ertrag in: | Auf Sandboden.                      |         |                |        | Auf Gartenboden.                    |         |                |        |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---------|----------------|--------|-------------------------------------|---------|----------------|--------|
|                                       | Zahl<br>der geernteten<br>Pflanzen. | Körner. | Stroh u. Raff. | Summa. | Zahl<br>der geernteten<br>Pflanzen. | Körner. | Stroh u. Raff. | Summa. |
|                                       |                                     |         |                |        |                                     |         |                |        |
| der Reifungsperiode I. . . . .        | 40                                  | 3,8     | 31,2           | 35     | 47                                  | 164     | 312            | 476    |
| " " II. . . . .                       | 39                                  | 20,2    | 48,8           | 69     | 47                                  | 227     | 458            | 685    |
| " " III. . . . .                      | 40                                  | 39,7    | 94,3           | 134    | 54                                  | 252     | 533            | 785    |
| " " IV. . . . .                       | 15                                  | 24,1    | 65,9           | 90     | 28                                  | 120     | 260            | 380    |
| " " V. . . . .                        | 51                                  | 67,2    | 174,8          | 242    | 50                                  | 325     | 550            | 875    |



| 1 Korn brachte demnach<br>Ertrag in: | Auf Sandboden. |                |        | Auf Gartenboden. |                |        |
|--------------------------------------|----------------|----------------|--------|------------------|----------------|--------|
|                                      | Körner.        | Stroh u. Raff. | Summa. | Körner.          | Stroh u. Raff. | Summa. |
|                                      | Gramme.        |                |        | Gramme.          |                |        |
| der Reifungsperiode I.               | 0,10           | 0,78           | 0,88   | 3,49             | 6,64           | 10,13  |
| " " II.                              | 0,52           | 1,25           | 1,77   | 4,83             | 9,74           | 14,57  |
| " " III.                             | 0,99           | 2,36           | 3,35   | 4,67             | 9,87           | 14,54  |
| " " IV.                              | 1,61           | 4,39           | 6,00   | 4,29             | 9,27           | 13,58  |
| " " V.                               | 1,32           | 3,43           | 4,75   | 6,50             | 11,00          | 17,50  |

Die hier mitgetheilten Resultate gegenüber denen der 1. Versuchsreihe zeigen deutlich den Einfluß des Nachreifens auf die Güte der Körner und zwar am wesentlichsten tritt dieser Einfluß in der Keimungskraft der Körner hervor. In den ersten Perioden, wo in voriger Versuchsreihe bis 6 von 100 Körnern keimten, steigt die Zahl hier bis zu 70 — 80 und erreicht auf dem Gartenboden nahezu die späteren Perioden.

Die geringe Keimungskraft der Samenkörner vierter Periode im Garten wie im Sandboden beruht vielleicht darau, daß diese Pflanzen bei etwas feuchter Witterung eingebracht worden waren und die Körner, trotz der luftigen Aufbewahrung derselben, in ihrer Keimungskraft gelitten hatten.

Bei der weiteren Entwicklung der Pflanzen dieser Versuchsreihe und denen der vorhergehenden trat ein Unterschied zu Gunsten der Pflanzen der 3. Versuchsreihe hervor. Die Körner einer gleichen Periode, die nach der Ernte noch nachreifen konnten, entwickelten Pflanzen, die im Anfange der Vegetation stärker und größer waren, als solche, bei denen ein Nachreifen der Saatkörner unmöglich gemacht war.

Wenn gleich nun durch den Prozeß des Nachreifens die Keimungs- und selbst anfangs die Vegetationskraft bedeutend erhöht und bis dahin nahezu die Güte der vollkommenen Reife erreicht wurde, so behaupteten in der späteren Entwicklung doch die Pflanzen der vollkommensten Reife den Vorrang. Die normal gereiften Samen zeigten im Vergleich zu

den nachgereiften ein kräftigeres Aussehen, und der Ernteertrag ergibt, daß die Pflanzen der vollkommensten Reife auch die größte Pflanzenmasse producirt haben.

### 2. und 4. Versuchsreihe.

2. Versuchsreihe: Nachreife beschränkt, eine nachträgliche Aufnahme von Nahrungstoffen in die Samen nur aus den Spelzen und Spindeln möglich.

4. Versuchsreihe: Nachreife begünstigt durch Zufuhr von Wasser zu den Pflanzen nach der Ernte, eine nachträgliche Aufnahme von Nahrungstoffen in die Körner aus allen Theilen der Pflanzen möglich.

Diese beiden übrigen Versuchsreihen erlaube ich mir der Kürze halber zusammenzuziehen und nach Vorführung sämtlicher erhaltenen Resultate dieselben einer gemeinsamen Betrachtung zu unterwerfen.

| Es keimten von 100 Körnern: | Auf Sandboden. |           | Auf Gartenboden. |          |
|-----------------------------|----------------|-----------|------------------|----------|
|                             | 2. Reihe.      | 4. Reihe. | 2. Reihe.        | 4 Reihe. |
| der Reifungsperiode I. . .  | 80             | 55        | 82               | 67       |
| " " II. . .                 | 67             | 77        | 77               | 48       |
| " " III. . .                | 82             | 82        | 82               | 92       |
| " " IV. . .                 | 80             | 82        | 88               | 100      |
| " " V. . .                  | 72             | 77        | 97               | 92       |

| Es hatten eine durchschnittliche Länge die Pflanzen: | Auf Sandboden.             |                            | Auf Gartenboden.          |                            |                           |                            |
|------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
|                                                      | 2. Reihe                   | 4. Reihe                   | 2. Reihe                  |                            | 4. Reihe                  |                            |
|                                                      | am<br>20. März.<br>Centim. | am<br>20. März.<br>Centim. | am<br>7. März.<br>Centim. | am<br>20. März.<br>Centim. | am<br>7. März.<br>Centim. | am<br>20. März.<br>Centim. |
| der Reifungsperiode I.                               | 4                          | 4                          | 6½                        | 8                          | 6½                        | 8½                         |
| " " II.                                              | 4½                         | 4½                         | 6½                        | 9                          | 6½                        | 9                          |
| " " III.                                             | 6                          | 5½                         | 6½                        | 9½                         | 6½                        | 10                         |
| " " IV.                                              | 6                          | 5½                         | 7                         | 10                         | 7½                        | 12                         |
| " " V.                                               | 5½                         | 6                          | 7½                        | 10½                        | 7½                        | 11                         |

**Von 60 Körnern Ausfaat  
wurden geerntet  
(in Grammen):**

|                           | Auf Sandboden.                |                                                 |                                                  | Auf Gartenboden.              |                                                  |                                                  |                          |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|
|                           | Zahl der geernteten Pflanzen. | 2. Reihe.<br>Körner<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. | 4. Reihe.<br>Körner.<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. | Zahl der geernteten Pflanzen. | 2. Reihe.<br>Körner.<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. | 4. Reihe.<br>Körner.<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. |                          |
| in der Keimungsperiode I. | 43                            | 43<br>11,0<br>20,7<br>25                        | 32<br>6,7<br>35,3<br>42                          | 47                            | 241<br>178<br>719<br>890                         | 39                                               | 205<br>412<br>378<br>617 |
| " II.                     | 39                            | 48<br>11,0<br>41,0<br>52                        | 46<br>25,3<br>67,7<br>93                         | 45                            | 213<br>454<br>667<br>880                         | 28                                               | 175<br>378<br>553        |
| " III.                    | 48                            | 32,2<br>102,8<br>135                            | 49<br>77,1<br>175,9<br>252                       | 47                            | 294<br>531<br>825<br>1119                        | 53                                               | 322<br>575<br>897        |
| " IV.                     | 44                            | 53,7<br>116,3<br>170                            | 47<br>51,7<br>120,3<br>172                       | 53                            | 333<br>677<br>1010<br>1343                       | 60                                               | 300<br>607<br>907        |
| " V.                      | 39                            | 35,6<br>83,4<br>117                             | 44<br>38,4<br>106,6<br>145                       | 57                            | 290<br>590<br>880                                | 55                                               | 376<br>760<br>1142       |

**1 Korn brachte demnach**

Ertrag:

|                           | Auf Sandboden.                |                                                 |                                                 | Auf Gartenboden.              |                                                 |                                                 |
|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                           | Zahl der geernteten Pflanzen. | 2. Reihe.<br>Körner<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. | 4. Reihe.<br>Körner<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. | Zahl der geernteten Pflanzen. | 2. Reihe.<br>Körner<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. | 4. Reihe.<br>Körner<br>Stroh u. Raff.<br>Summa. |
| in der Keimungsperiode I. | 0,10                          | 0,48<br>1,33<br>0,58                            | 0,21<br>1,10<br>1,31                            | 5,13                          | 10,17<br>15,30<br>5,26                          | 10,56<br>15,82                                  |
| " II.                     | 0,28                          | 1,05<br>2,81<br>1,33                            | 0,55<br>1,47<br>2,02                            | 4,73                          | 10,09<br>14,82<br>6,25                          | 13,50<br>19,75                                  |
| " III.                    | 0,67                          | 2,14<br>5,86<br>3,86                            | 1,57<br>3,59<br>5,16                            | 6,25                          | 11,30<br>17,55<br>6,08                          | 10,85<br>16,93                                  |
| " IV.                     | 1,22                          | 2,64<br>7,52<br>4,88                            | 2,56<br>5,86<br>3,66                            | 6,28                          | 12,77<br>19,05<br>6,94                          | 10,12<br>15,12                                  |
| " V.                      | 0,86                          | 2,14<br>6,00<br>3,00                            | 2,42<br>6,29<br>3,29                            | 5,09                          | 10,35<br>15,46<br>6,94                          | 13,93<br>20,77                                  |

Bei Betrachtung dieser beiden Versuchsreihen zeigt sich eine ziemliche Uebereinstimmung mit den Resultaten der 3. Versuchsreihe, so daß die bei dieser letzteren gezogenen Schlüsse durch die hier erhaltenen Zahlen bestätigt werden. Andernfalls ist durch die verschiedene Aufbewahrung der Pflanzen nach der Ernte bei der 2., 3. und 4. Reihe kein erheblicher Vortheil erzielt worden. Der Prozeß des Nachreifens zu Gunsten der Körner ist bei der 4. Reihe, wo die Nachreife möglichst begünstigt war, gegenüber der 2. und 3. Reihe nicht bedeutend erhöht. Nur etwa bei den 3 ersten Perioden, wo die Körner in ihrer Entwicklung noch sehr zurück waren, Stroh und Spelzen dagegen noch größere Mengen von Nahrungstoffen aufgespeichert enthielten und solche daher bei Zuschuß von Wasser leichter und längere Zeit hindurch nach der Ernte an die Körner abgeben konnten, war bei der 4. Reihe ein vollkommenes Nachreifen erreicht worden.

Ebenso stellen sich die Ergebnisse der 2. Reihe denen der 3. gegenüber fast ziemlich gleich. Durch das Fehlen des Halmes beim Nachreifen ist dieser Prozeß nicht sehr verringert, so daß, wie früher bereits erwähnt, sich hiernach schließen läßt, daß es für die nachreifenden Körner ziemlich gleichgültig ist, ob ihnen zur weiteren Stoffaufnahme nur die Spelzen und Spindeln oder außerdem noch Halm und selbst die Wurzel zu Gebote stehen.

Für die Landwirtschaft wünschenswerth schien es, die Länge der Zeit des Nachreifens nach der Ernte genau kennen zu lernen, um nicht bei frühem Ausbruche des Getreides diesen Prozeß zu stören und dadurch einen Verlust in der Güte der Körner zu erleiden. Es wurde auch hierüber ein kleinerer Versuch eingeleitet.

Da der Prozeß, den ich das „Nachreifen“ der Körner genannt habe, in einer Aufnahme von Nahrungstoffen aus den anderen Organen der Pflanze besteht, und diese Stoffe nur in flüssigem Zustande, also bei Gegenwart von Saft, beweglich sind, so war von vorn herein zu vermuthen, daß dieser Prozeß auch nur so lange stattfinden konnte, als noch Saft in der Pflanze vorhanden war. Um Gewißheit hierüber zu erlangen, wurde nun eine Quantität Roggen in der Gelbreife (unserer 4. Periode) geschnitten und in 4 Partien getheilt. Bei der 1. Partie wurden am Tage der Ernte die Körner sofort von Stroh und Spelzen getrennt; die übrigen drei Partien blieben vorläufig in einem schattigen, kühlen Lokale bis zur weiteren Verwendung stehen. Nach 8 Tagen

wurde dann eine 2. Partie der Trennung unterworfen. Nach 27 Tagen, stets vom Tage der Ernte an gerechnet, die 3. Partie und nach 50 Tagen endlich die letzte.

Nachdem nun diese 4 Partien gleichen Roggens in den bezeichneten Zwischenräumen von den Halmen und Spelzen getrennt waren, wurden die Körner einer Gewichtsbestimmung unterworfen, deren Resultat folgendes war:

| 100 Körner wogen:                       | In Grammen. | Zunahme gegen I. in Procenten. |
|-----------------------------------------|-------------|--------------------------------|
| I. Gleich nach der Ernte ausgeföhrt . . | 19,89       | —                              |
| II. Nach 8 Tagen " . .                  | 22,10       | 11,1                           |
| III. Nach 27 Tagen " . .                | 22,24       | 11,8                           |
| IV. Nach 50 Tagen " . .                 | 22,05       | 10,9                           |

Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß schon nach einem Zeitraum von circa 8 Tagen eine Zunahme des Gewichtes der Körner nicht mehr stattgefunden hat und also das Nachreifen der Körner nach dieser Zeit aufhört. Die kleinen Differenzen zwischen II., III. und IV. können leicht durch Ungleichheit der Körner unter sich herbeigeföhrt sein. Der Zunahme von I. zu II. gegenüber sind dieselben auch so unbedeutend, daß sie unberücksichtigt bleiben können.

Nach diesem mügen nun die Ergebnisse dieser Arbeit, in folgende Schlüsse zusammengezogen, nochmals kurz hier nebeneinander gestellt folgen.

Die Keimungskraft der Körner schreitet mit Ausbildung derselben d. h. mit der Reife des Kornes im gleichen Verhältnisse fort. Vor der Bildung resp. Ablagerung von Stärke in den Körnern ist die Keimungskraft auf ein sehr geringes Minimum beschränkt, von da ab steigt sie dann bedeutend, bis sie ihr Maximum in der vollendeten Reife erreicht hat.

Im gleichen Verhältnisse, wie mit der Güte des Kornes die Keimungskraft sich erhöht, nimmt die Vegetationskraft der aus diesen Körnern hervorgegangenen Pflanzen zu.

Unreife Samen nach der Ernte noch einige Zeit in Verbindung mit Spelzen und Halmen gelassen, bilden sich auf Kosten dieser letzteren Organe noch weiter aus: die Körner reifen nach. Hierbei scheinen die Aehrentheile den größten Einfluß zu besitzen, denn Samen, nach der Ernte nur mit den Spelzen in Verbindung gelassen, reifen fast ebenso vollständig nach, wie gleiche Samen, die im Zusammenhange mit Halmen oder selbst Wurzeln blieben. Dieser Prozeß des Nachreifens der Körner ist nach etwa 8 Tagen nach der Ernte als beendet anzusehen; das Gewicht der Körner vermehrt sich nach dieser Zeit nicht mehr. Die in der Pflanze vorhandene natürliche Feuchtigkeit reicht zur Ausführung des Prozesses hin, durch eine künstliche Wasserzufuhr zur Pflanze (nach der Ernte) wurde die Güte des Kornes nicht bedeutend erhöht.

Durch das Nachreifen ist es möglich, in Bezug auf die Keimungskraft des Kornes die natürliche Reife zu ersetzen, nicht aber in Bezug auf die Vegetationskraft der Pflanzen. Die aus unreif geernteten und im Stroh nachgereiften Körnern erzogenen Pflanzen bleiben schwächer und liefern eine geringere Ernte als solche Pflanzen, die aus einem natürlich auf dem Stamme ausgereiften Samen hervorgegangen sind, und dies gilt besonders für ärmere Bodenarten, welche der Pflanze nur wenige Nahrung darbieten. Ein kräftiger, nahrungsreicher Boden kann dagegen durch die Menge seiner Nahrungszufuhr zur jungen Pflanze die Ungleichheit des Saatgutes theilweise aufheben, so daß auf solchem Boden Saatgut von minder vorzüglicher Güte einen ebenso guten Ertrag geben kann, wie vollkommen ausgereiftes Getreide.

## Ueber den Einfluß des Bodens auf den Gehalt der Turnipspflanze an verschiedenen Mineralstoffen

von

Dr. Gustav Wunder.

In Anschluß an meine früheren Mittheilungen über den Gehalt der Turnipspflanze an den verschiedenen Mineralstoffen, stelle ich in Folgendem noch die Analysen von in sehr verschiedenem Boden gewachsenen Turnipsrüben zusammen.

Ich glaubte, daß die Untersuchung von solchen in verschiedenem Boden, sonst aber unter ganz gleichen Umständen gewachsenen Pflanzen zugleich einen Beitrag zur Erörterung der Frage liefere, inwiefern eine Vertretung der Mineralsubstanzen in den Pflanzen stattfindet. —

Die früher analysirten Turnipspflanzen waren alle in dem ziemlich schweren Lehmboden des Chemnitzer Versuchsstationsfeldes gezogen worden. Eine ausführliche Analyse dieses Bodens habe ich in dem vorhergehenden Hefte dieser Zeitschrift Seite 114 mitgetheilt, auf welche ich hier verweise. — Die zu den jetzt mitzutheilenden Analysen verwendeten Rüben waren in einem an sich unfruchtbaren, aus der Nähe von Röderau bezogenen Sande gewachsen, der durch Zusatz verschiedener Salze ertragsfähig gemacht war.

Eine Analyse des Sandes ergab folgende Zusammensetzung in 100 Theilen:

|               |       |      |
|---------------|-------|------|
| Kieselsäure . | 92,3  | p.C. |
| Phosphorsäure | 0,1   | =    |
| Thonerde . .  | 4,4   | =    |
| Eisenoxyd . . | 1,0   | =    |
| Kalk . . . .  | 0,5   | =    |
| Magnesia . .  | 0,2   | =    |
| Kali . . . .  | 1,6   | =    |
| Natron. . . . | 0,8   | =    |
|               | <hr/> |      |
|               | 100,9 | p.C. |

In kochende Salzkäure gaben 100 Theile Sand folgende Bestandtheile ab:

|                         |      |      |
|-------------------------|------|------|
| Eisenoxyd und Thonerde  | 1,44 | p.C. |
| Kalk . . . . .          | 0,06 | =    |
| Magnesia . . . . .      | 0,12 | =    |
| Kali . . . . .          | 0,08 | =    |
| Natron . . . . .        | 0,07 | =    |
| Phosphorsäure . . . . . | 0,02 | =    |

in Summa 1,79 p.C.

Der Sand wurde in Holzkästen von 16 Kubikfuß Inhalt (4 Fuß hoch, 2 Fuß breit, 2 Fuß dick) gebracht. In jedem solchen Kasten, der durch circa 400 Kilogramm Sand gefüllt wurde, wurden 4 Pflanzen gezogen.

Der Sand, in welchem die hier in Betracht kommenden Pflanzen gewachsen waren, hatte auf je 400 Kilogramm folgendes Salzgemisch empfangen:

|                                      |      |        |
|--------------------------------------|------|--------|
| Chlornatrium . . . . .               | 131  | Gramm. |
| salpetersaures Natron . . . . .      | 245  | =      |
| zweifach kohlensaures Kali . . . . . | 1000 | =      |
| krySTALLIS. Schwefelsaure Magnesia   | 610  | =      |
| kohlensaure Magnesia . . . . .       | 6    | =      |
| phosphorsaure Kalk . . . . .         | 316  | =      |
| salpetersaure Kalk . . . . .         | 890  | =      |

2198 Gramm.

Die vorstehende Mischung war nach Maßgabe früher ausgeführter Analysen der Aschen von Turnipspflanzen zusammengestellt; das angewendete Quantum dieser Mischung hatte sich bei vorläufig angestellten Versuchen in Töpfen und ähnlichen Kästen als das zweckmäßigste erwiesen. Wurde es vermindert, so gediehen die Pflanzen zwar anfangs besser, blieben aber später augenscheinlich aus Mangel an Nahrung zurück; wurde es dagegen vermehrt, so litten die Pflänzchen in der ersten Periode bedeutend, ohne Zweifel, weil sie der Einwirkung zu concentrirter Salzlösungen ausgesetzt waren.

Die Kästen standen unbedeckt auf dem Versuchsfelde der Chemiker Versuchstation.



In ihnen wurden drei Jahr hintereinander Turnipsrüben gezogen. Diese wurden bei mangelndem Regen in den beiden ersten Jahren mit destillirtem Wasser, im dritten Jahre mit Brunnenwasser begossen.

In den auf die bezeichnete Weise gedüngten Kästen wurde geerntet:

|                 | an Rüben | an Blättern | Summa.    | Zahl der geernteten Pflanzen. |
|-----------------|----------|-------------|-----------|-------------------------------|
| im ersten Jahre | 777 Grm. | 619 Grm.    | 1396 Grm. | 3                             |
| = zweiten =     | 2190 =   | 2621 =      | 4811 =    | 4                             |
| = dritten =     | 310 =    | 410 =       | 720 =     | 2                             |

Es wurden zunächst die in den drei Jahren geernteten Wurzelknollen analysirt, da die Blätter, wie meine früheren Analysen bewiesen haben, in ihrer Zusammensetzung viel geringere Schwankungen zeigen, auch wenn die Vegetationsverhältnisse, unter denen sie sich entwickelten, wesentlich verschiedene waren. Hinsichtlich der bei der Analyse angewandten Methoden verweise ich auf die früheren Mittheilungen. Es ergaben sich folgende Zahlen:

## I.

In 100 Theilen Trockensubstanz.

|                                 | in Sand gewachsen: |          |          | in Lehmboden gewachsen: |          |
|---------------------------------|--------------------|----------|----------|-------------------------|----------|
|                                 | 1. Jahr.           | 2. Jahr. | 3. Jahr. | 1. Jahr.                | 2. Jahr. |
| Eisenoxyd . . . . .             | 0,10               |          | 0,11     | 0,16                    | 0,10     |
| Kalk . . . . .                  | 0,77               |          | 1,17     | 0,85                    | 1,05     |
| Magnesia . . . . .              | 0,55               |          | 0,70     | 0,35                    | 0,45     |
| Kali . . . . .                  | 8,15               | 5,92     | 4,73     | 3,95                    | 4,90     |
| Natron . . . . .                | 1,63               | 1,42     | 1,17     | 0,85                    | 0,82     |
| Phosphorsäure, . . . . .        | 1,18               |          | 1,15     | 1,55                    | 1,79     |
| Schwefelsäure . . . . .         | 1,18               |          | 1,37     | 1,02                    | 1,39     |
| Chlor . . . . .                 | 0,42               |          | 0,40     | 9,40                    | 0,24     |
| Kieselsäure . . . . .           | 0,09               |          | 0,19     | 0,12                    | 0,26     |
|                                 | 14,07              |          | 10,99    | 9,25                    | 10,98    |
| Sauerstoff dem Chlor-Äquivalent | 0,10               |          | 0,09     | 0,09                    | 0,05     |
| Mineralsubstanz                 | 13,97              | 11,35    | 10,90    | 9,16                    | 10,93    |

## II.

In 100 Theilen Mineralsubstanz.

|                     | in Sand gewachsen: |          |          | in Lehmboden gewachsen: |          |
|---------------------|--------------------|----------|----------|-------------------------|----------|
|                     | 1. Jahr.           | 2. Jahr. | 3. Jahr. | 1. Jahr                 | 2. Jahr. |
| Eisenoxyd . . . .   | 0,69               |          | 0,98     | 1,72                    | 0,91     |
| Kalk . . . . .      | 5,47               |          | 10,77    | 9,28                    | 9,61     |
| Magnesia . . . .    | 3,97               |          | 6,41     | 3,82                    | 4,12     |
| Kali . . . . .      | 58,29              | 52,16    | 43,36    | 43,12                   | 44,83    |
| Natron . . . . .    | 11,68              | 15,60    | 10,76    | 10,60                   | 7,50     |
| Phosphorsäure . .   | 8,47               |          | 10,57    | 16,92                   | 16,38    |
| Schwefelsäure . .   | 8,47               |          | 12,55    | 11,14                   | 12,53    |
| Chlor . . . . .     | 3,01               |          | 3,72     | 2,66                    | 2,20     |
| Kieselsäure . . . . | 0,61               |          | 1,72     | 1,31                    | 2,38     |
|                     | 100,68             |          | 100,84   | 100,60                  | 100,46   |
| Sauerstoff          | 0,68               |          | 0,84     | 0,60                    | 0,46     |
|                     | 100,00             |          | 100,00   | 100,00                  | 100,00   |

Bergleicht man zunächst die Zusammensetzung der Aschen\*) von den im Sande gewachsenen Rüben, so ergibt sich, daß im ersten Jahre die Gegenwart der beträchtlichen Menge von Kalisalzen im Boden den Kaligehalt der Wurzelasche beträchtlich gesteigert hatte. Natürlich mußte im zweiten und dritten Jahre der Kaligehalt des Sandes theils durch die früheren Ernten, theils und namentlich durch Auswaschen vermindert worden sein, und wir sehen, daß sich in Folge dessen der Kaligehalt der Wurzelaschen in dem zweiten und dritten Jahre verminderte von 58 auf 52 und 43 p.C.

Kalk und Magnesia waren in dem ersten Jahre durch das Kali verdrängt worden. Der Kalkgehalt der Wurzelaschen stieg daher, während sich der Kaligehalt verminderte von 5,5 auf 10,8 p.C., der Magnesiagehalt von 4,0 auf 6,4 p.C.

Um zu sehen, in welchem Verhältnisse sich die verschiedenen Basen vertreten hatten, sind in Folgendem die Sauerstoffmengen derselben berechnet.

\*) Unter Asche ist hier nicht der bei der Verbrennung bleibende Rückstand, sondern die Summe der bei der Analyse der Trodensubstanz gefundenen Mineralstoffe zu verstehen.

## 100 Mineralsubstanz enthalten Sauerstoff:

|                         | 1. Jahr. | 3. Jahr. |
|-------------------------|----------|----------|
| in Form von Eisenoxyd . | 0,21     | 0,30     |
| = = = Kalk .            | 1,57     | 3,08     |
| = = = Magnesia .        | 1,60     | 2,58     |
| = = = Kali .            | 9,92     | 7,38     |
| = = = Natron .          | 3,02     | 2,77     |
| Sauerstoff aller Basen  | 16,32    | 16,11    |

Trotz der bedeutenden Schwankungen des Kalk-, Magnesia- und Kali-Gehalts ist also der Sauerstoffgehalt sämmtlicher Basen nahezu constant geblieben, und es scheint sonach, als habe hier eine Vertretung der Basen nach chemischen Aequivalenten stattgefunden. — Ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, daß, wenn ich die sämmtlichen Analysen von Turnipspflanzen, die ich ausgeführt habe, zusammenstelle, auch der Sauerstoffgehalt der Basen nicht unbeträchtliche Schwankungen zeigt.

Man ersieht aus den mitgetheilten Zahlen, daß der Kalkgehalt der Turnipsrübe und der Kürbisaße beträchtlich reducirt werden kann, wenn der Pflanze eine beträchtliche Menge Alkali zur Aufnahme geboten wird.

Der Kalkgehalt der im Sand gewachsenen Kürben war im ersten Jahre nicht in Folge eines Mangels von Kalk im Boden reducirt worden, denn im folgenden Jahre wurde, wie die mitgetheilten Zahlen beweisen, demselben Sande, ohne daß er eine Düngung erhielt, eine dem Gewichte nach beträchtlichere Ernte und darin eine größere Kalkmenge abgewonnen, als im ersten Jahre; es konnte also im ersten Jahre nicht Kalk gefehlt haben, der Kalk war nur durch das überschüssige Alkali verdrängt worden.

Bei alle dem ergaben auch meine Versuche, daß die Vertretung des Kalks durch Alkali nur innerhalb gewisser Grenzen stattfinden kann, und daß der Kalk ein wesentlicher Bestandtheil der Kürbe ist; denn als in einem anderen Kasten derselbe Sand mit derselben Menge von pflanzennährenden Substanzen unter alleiniger Ausschließung des Kalkes versetzt wurde, keimten zwar die in den Sand gelegten Saamen, und es entwickelten sich in den ersten Wochen kleine Pflänzchen, die sich auch den ganzen Sommer hindurch frisch erhielten, die aber nach Verlauf der ersten Wochen keine Spur von Wachsthum erkennen ließen. Sie hatten, wie sich bei der Ernte ergab, ziemlich 2 Ellen lange, bis auf den Boden des Kastens reichende, fadendünne Wurzeln getrieben; bei alledem wog

jedes Pflänzchen kaum einige Gramm. — Die Mischung, welche bei diesem Versuche zu 400 Kilogramm gesetzt worden war, war folgende:

|                                     |      |        |
|-------------------------------------|------|--------|
| Ehloratrium . . . . .               | 131  | Gramm. |
| salpetersaures Kali . . . . .       | 1400 | =      |
| krystallif. phosphorsaures Natron   | 726  | =      |
| krystallif. schwefelsaures Magnesia | 650  | =      |

Aus den Angaben über das Gewicht der Rüben, welche bei dem zuerst erwähnten Versuche in den drei aufeinander folgenden Jahren im Sande gezogen waren, geht hervor, daß in dem ersten Jahre, in welchem der Kaligehalt der Rübenaschen auf 58 p.C. gesteigert war, ein verhältnißmäßig geringer Ertrag erzielt wurde. In meinen früheren Mittheilungen habe ich angegeben, daß ich in den Aschen verkümmelter Rüben 38 p.C. Kali fand. Es scheint sonach der Schluß gerechtfertigt, daß die Verhältnisse, welche einer Steigerung des Kaligehalts der Rübenasche auf 58 p.C. wie diejenigen, welche eine Verminderung desselben auf 38 p.C. veranlassen, das Wachsthum der Pflanze bereits wesentlich beeinträchtigen.

Die beiden letzten Columnen der Tabelle II geben die Zusammensetzung der Aschen von Turniprüben, welche in zwei aufeinanderfolgenden Jahren in dem Lehmboden des Chemnitzer Versuchsstationsfeldes gewachsen waren.

Man sieht, daß der Gehalt derselben sowohl an Kalk als an Kali nahe übereinstimmt mit dem Kalk- und Kaligehalt der Aschen von den Pflanzen, welche im dritten Jahre auf Sandboden gewachsen waren; nur der Phosphorsäuregehalt zeigt hier eine nicht unbeträchtliche Differenz. Es ergibt sich also, daß der Sandboden, nachdem ihm der Ueberschuß der ihm anfangs zugefügten alkalireichen Düngesalze entzogen war, Pflanzen von nahezu derselben Zusammensetzung lieferte, als der ziemlich schwere Lehmboden.

## Nimmt die Pflanze ihre Nahrungstoffe aus dem Bodenwasser oder direct von den Bodentheilen auf?

Eine kritische Beleuchtung der neuesten Ansicht Liebig's über die Aufnahme der pflanzlichen Nahrungstoffe. \*)

Von

Dr. Wilh. Schumacher  
in Giehn (bei Neuß).

Die Frage, auf welche Weise die Pflanze ihre mineralischen Nahrungstoffe aus dem Boden aufnimmt, ist in den letzten zwei Jahren zu einer physiologischen Tagesfrage geworden, und ihre Bedeutung macht es begreiflich, daß sie so vielfach besprochen wird und die Agriculturchemiker und Pflanzenforscher in Thätigkeit setzt. Vor dem Erscheinen von von Liebig's naturwissenschaftlichen Briefen über moderne Landwirtschaft zweifelte wohl Niemand daran, daß die mineralischen Stoffe, welche von der Pflanze dem Boden entnommen werden, in dem vom Boden capillarisch festgehaltenen Wasser gelöst seien und aus dieser Lösung in die Pflanze übergehen. Von Liebig sprach dann aber die Ansicht aus, daß die Pflanze ihre mineralischen Nahrungstoffe direct von den Bodentheilen der Ackerkrume nehme, welche mit der Wurzel in Berührung stehen; ja er ging soweit, daß er das Bestehen der Pflanze für gefährdet hielt, wenn ihr die mineralischen Stoffe aus einer Lösung zugeführt würden. Lesen wir von Liebig selbst: „Es ist wahrscheinlich, daß die größte Anzahl der Culturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre mineralische Nahrung direct von der Ackerkrume zu empfangen, und daß ihr Bestehen gefährdet ist, daß sie verkümmern und absterben, wenn ihnen diese Bestandtheile in einer Lösung zugeführt werden.“ \*\*) Diese Ansicht, gestützt auf richtig scheinende Lysimeterversuche und Drainwasser-

\*) Auszüge aus einem zu Anfang des nächsten Jahres erscheinenden größeren Werke des Verfassers über die Aufnahme der Nahrungstoffe der Pflanze.

\*\*) Liebig, Naturwissenschaftliche Briefe über moderne Landwirtschaft. 2. Abdruck. 1859. Dieses so wie die folgenden Citate über Liebig, deren Quelle nicht angegeben ist, sind in dem 3. Briefe des vorgenannten Werkes zu finden.

Analysen, versetzte die Welt in Erstaunen; wenn man auch noch darüber im Unklaren war, wie dieser Uebergang stattfinden könne, so mußte man sich doch schon dieser Ansicht zuneigen, weil sie von Liebig mit hinreißender Ueberzeugung vortrug, und der Mangel einer anderen Erklärung der betreffenden Vorgänge gar zu fühlbar war. Was aber hat von Liebig zu dieser Ansicht geführt? Diese Frage wird uns bald klar werden, wenn wir einen flüchtigen Blick auf ihre Geschichte werfen. Die ältere, von manchen Physiologen auch jetzt noch angenommene Theorie von der Ueberführung der mineralischen Nahrungstoffe in die Pflanze behauptete, auf Grund der Thatfache, daß die Pflanze Wasser durch die Blätter verdunstet, die Verdunstung erzeuge eine aus der Bodenflüssigkeit in die Pflanzenwurzel eintretende Strömung des Wassers, und in dieser Strömung sollten die gelösten anorganischen Nahrungstoffe in die Pflanze mit eintreten, wobei Boden und Pflanzen sich passiv verhalten, d. h. es sollten diese Stoffe sich in die Pflanze hineinbewegen, weil sie eben in dem Wasser gelöst sind und eine in der Pflanze thätige Kraft sollte sie nicht dazu bestimmen.\*) Nachdem zuerst Schulz-Fleeth (1854)\*\*) auf die Unrichtigkeit dieser Theorie hingewiesen hatte, erklärte später auch von Liebig sie für einen Irrthum; seine Untersuchungen lehrten ihn, daß die anorganischen Nahrungstoffe und das Wasser nicht in demjenigen Verhältnisse in die Pflanze eintreten, in welchem sie in dem Boden, worin die Versuchspflanzen vegetirten, vorhanden waren — ein Resultat, zu welchem de Saussure schon vor vielen Jahren gelangt war. Für Bodenpflanzen glaubte von Liebig diese Verhältnisse ebenfalls annehmen zu dürfen. „Empfingen die Landpflanzen,“ so sagt er, „ihre Nahrung aus einer Lösung, so würden sie von dieser Lösung der Zeit nach und im Verhältnisse nur soviel aufnehmen, als Wasser durch ihre Blätter verdunstet, sie würden nur aufnehmen können, was die Lösung enthält und zuführt.“ Dieses geschieht aber nicht, und von Liebig hatte Recht, wenn er diese Ansicht verwarf. Nochmehr wurde von Liebig in seinem Zweifel an der Richtigkeit der Ansicht, daß die Pflanze ihre Nahrungstoffe aus einer Lösung nehme, durch die Psychrometeruntersuchungen von Fraas und Böller und die Analysen des Drain-

\*) Siehe meine Abhandlung „die Aufnahme der gelösten Nahrungstoffe in die Pflanze.“ Diese Zeitschrift, Heft 9.

\*\*) Poggendorff's Annalen der Chemie und Physik. Bd. 88.

wassers befrächt, aus welchen man den Schluß zog, daß im Boden eine Lösung vorhanden sei, deren gelöste anorganische Stoffe zu einer Ernte nicht hinreichten — ein Schluß, der wohl seine Richtigkeit zu haben schien, ich sage, zu haben schien, denn ich werde später zeigen, daß die Interpretation der Versuchsergebnisse eine höchst einseitige und dadurch falsche war.

Noch immer blieb aber die Frage unentschieden, auf welche Weise denn eigentlich der Uebergang der anorganischen Nahrungsstoffe stattfindet. Von Liebig beobachtete, daß die Ackerkrume die Eigenschaft besitze, aus gewissen Salzlösungen Stoffe zu absorbiren und fest zu halten; eine Erscheinung, die Way schon früher entdeckt hatte. Seither wurden diese Erscheinungen von vielen Forschern studirt und so häufig besprochen, daß ich hier füglich über ihre Geschichte hinweg gehen kann. Lange war eine so glänzende Entdeckung in der Pflanzen- oder vielmehr Bodenphysik nicht mehr gemacht worden, wie die der Absorption, und viele bis dahin unerklärliche Erscheinungen erschienen sofort in hellem Lichte.

Aber auch für von Liebig war die Absorption der anorganischen Nahrungsstoffe in der Ackerkrume ein Deus ex machina, der ihm den Weg zeigte, auf dem er zur Erklärung der räthselhaften Vorgänge bei der Aufnahme der Nahrungsstoffe gelangen und die entstandene Lücke in der Pflanzenphysiologie ausfüllen konnte. „In dem Boden sind die Nahrungsstoffe in einem ähnlichen Zustande, wie etwa Farbstoffe in der Kohle, oder Jod im Jodstärkemehl enthalten in einem für die Aufnahme durch die Wurzeln geeignetem Zustand, aber für sich nicht löslich im Regenwasser und nicht eher hinwegführbar durch dieses Lösungsmittel, als bis die Ackerkrume damit gesättigt ist.“ „Es ist jetzt mehr als wahrscheinlich, daß die große Mehrzahl der Kulturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre Nahrung direct von den Theilen der Ackerkrume zu empfangen, welche mit den aufsteigenden Wurzeln sich in Berührung befinden, und daß sie absterben, wenn ihnen die Nahrung in einer Lösung zugeführt wird. Die Wirkung concentrirter Düngungsmittel, durch welche, wie der Landwirth sagt, die Saat verbräune, scheint damit in Beziehung zu stehen.“ Nachdem von Liebig diese Ansicht gewonnen hatte, machte es ihm kein Bedenken, seine frühere Ansicht, daß die Pflanzen ihre mineralische Nahrung aus einer Lösung aufnehmen müßten, aufzugeben — eine Ansicht, von der er sagte: „Alle

Widerstände, welche die Löslichkeit und Aufnahmefähigkeit der im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe der Gewächse hindern, heben in demselben Verhältnisse deren Fähigkeit auf, zur Ernährung zu dienen, d. h. sie machen die Nahrung wirkungslos. \*) Indessen wollte es doch nicht so leicht gelingen, eine wahrscheinliche Erklärung zu finden, wie sich denn eigentlich die Pflanze zu den Bodentheilen und den auf den Bodentheilen abgelagerten Nahrungsstoffen verhalte, auf welche Weise die Nahrungsstoffe von den Bodentheilen in die Pflanzenwurzel übergehen. Von Liebig sah dies selbst ein, denn er sagt: „Es ist schwer sich eine Vorstellung zu machen, in welcher Weise die Pflanzen mitwirken, um die Auflösung der Mineralbestandtheile zu bewerkstelligen; daß Wasser für den Uebergang unentbehrlich ist, versteht sich wohl von selbst.“ Erst die Beobachtung, daß die Pflanze durch ihre Wurzel Säuren oder sonstige Stoffe ausscheide, brachte einige Aufklärung in das Räthsel der Aufnahme; man sagte: die aus der Wurzel ausgeschiedenen Säuren wirken lösend auf die mit der Wurzel in Berührung stehenden Bodentheile und auf die von den Bodentheilen absorbirten Nahrungsstoffe, wodurch dann ein directer Uebergang in die Wurzelzellen und von da in die Pflanze selbst möglich sei.

So steht es mit der Liebig'schen Theorie heute, und in ihrer jetzigen Entwicklung hat sie bereits viele Freunde gefunden unter Landwirthen und Agriculturchemikern. Diese Anerkennung mag die Liebig'sche Theorie hauptsächlich dem Umstande zu verdanken haben, daß, nachdem Schulz = Fleeth und von Liebig die ältere Theorie als Irrthum erwiesen hatten, eine gewisse Leere sich in der Pflanzenphysiologie allgemein fühlbar machte und zu irgend einer Erklärung drängte. Dem Chemiker mochte die Liebig'sche Theorie wohl genügen, dem Pflanzenphysiologen und Pflanzenphysiker indeß nicht; diesem mußte der Mangel der inneren Wahrscheinlichkeit gleich schon fühlbar werden. Sie war im Drange der Nothwendigkeit geschaffen und trägt den Stempel der Uebereilung an der Stirne, mußte aber auf den richtigen Weg führen.

In der letzten Zeit nun neigen sich viele Forscher zu Liebig's Ansicht hin und selbst von hervorragenden Agriculturchemikern wird die Möglichkeit zugegeben, daß die Aufnahme der anorganischen Nahrungsstoffe des Bodens, direct von den Bodentheilen stattfinden könne, weil sie sich

\*) Grundsätze der Agriculturchemie (1855) Seite 16.



überzeugt haben, daß die im Boden enthaltene Lösung nicht concentrirt genug sei, um eine mittelmäßige Erndte zu liefern. Fraas und Böller, Knop, Wunder, Eichhorn, diese Herren sind es besonders, die sich auf die Seite der Liebig'schen Theorie gestellt haben. Es ist demnach gewiß an der Zeit, einen prüfenden Blick auf dieselbe zu werfen, und dies um so mehr, als die Annahme der genannten Ansicht die physio-logischen und agriculturchemischen Forschungen in ganz verkehrte Bahnen einlenken könnte und bereits eingelenkt hat.

Zunächst will ich diejenigen Untersuchungen und Versuche einer Kritik unterwerfen, auf welche die Liebig'sche Theorie begründet und von ihren Anhängern behauptet wird; gelingt mir dieses, nehme ich der Liebig'schen Ansicht die Stützen, so muß sie selbst auch fallen oder sich modificiren lassen.

### Die Nahrungstofflösung im Boden.

Die Zusammenlagerung der Bodentheilchen, die mehr oder weniger rund und von verschiedener Größe sein können, ist derart, daß sie kleine freie Räume bilden, welche zum größten Theil so klein sind, daß sie capillare Eigenschaften besitzen. Kommt Wasser mit dem Boden in Berührung, so wird dasselbe durch die Capillarität gleichmäßig über den Boden verbreitet, d. h. soweit wie die capillaren Räume mit einander in Verbindung stehen und dieselben nicht, wie bei feuchtem plastischen Thone, in sich durch Verklebung abgeschlossen sind. In dem capillarisch von dem Boden festgehaltenen Wasser können und müssen die gelösten Stoffe aber so diffundiren, wie in freiem Wasser; die Capillarität, sowie überhaupt die Flächenanziehung ist kein wesentliches Hinderniß der Diffusion, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man in ein capillares Glasröhrchen Wasser, welches mit ein wenig Ladmustinctur blau gefärbt ist, aufsteigen läßt und darauf den unteren Theil des Röhrchens mit einer Säure in Berührung bringt, wobei dann die Rothfärbung des blaugefärbten Wassers in demselben anzeigt, wie weit die Säure in das Wasser des Haarröhrchens hinauf diffundirt ist. Capillar-röhrchen und capillare Zwischenräume des Bodens sind gar nicht in Betreff ihrer Wirkungen verschieden, und wenn das eine zeigt, daß unter dem Einflusse der Flächenanziehung die Diffusion nicht gehört wird, so muß dieses ebenfalls in den capillaren Räumen des Bodens stattfinden. Uebrigens ist dies Bestehen der Diffusion der gelösten Stoffe im Boden-

wasser durch meine Versuche nachgewiesen, die indeß auch lehrten, daß die Diffusion in einem Boden, der nicht mit Wasser gedüngt ist, sehr langsam vor sich geht. Auch die neuesten Arbeiten von Pollacci haben meine Ansicht bestätigt. \*) Gewisse Nahrungstoffe, die in einer Lösung mit dem Boden in Berührung kommen, werden aus ihrer Lösung ausgeschieden, vom Boden also absorbiert, können aber unter gewissen Verhältnissen wieder in Lösung treten. Vorzüglich sind es die Kali- und Ammoniaksalze, die Phosphorsäure und Kieselsäure, welche vom Boden absorbiert werden. Muß man auch nach den neueren Untersuchungen darüber annehmen, daß diese Bindung eine rein chemische ist (? Ned.), bedingt durch Aufnahme des absorbierten Stoffes (Kali und Ammoniak) in die chemische Zusammensetzung einer eigenthümlichen Art von Silicatverbindung, so ist diese Bindung doch nicht derart fest, daß die Stoffe nicht wieder leicht in lösliche Formen übergeführt werden könnten. Allein schon Wasser vermag einen großen Theil des absorbierten Kali's und Ammoniak's wieder in Lösung zu versetzen, wie Peters und W. Knop, letzterer besonders für Ammoniak, gezeigt haben. \*\*) Kohlenäure und andere Säuren, nach Mulder und E. Kistler auch Humate und Krenate, sowie Natronsalze wirken sehr energisch auflösend; und wenn das lösende Agens in hinreichender Menge zugegen ist, so können die gelösten Stoffe auch in Auflösung unabsorbiert erhalten bleiben. Jedensfalls ist die Kohlenäure das wichtigste Lösungsmittel; jeder gute Ackerboden, sowie jeder Boden, der mit reichlicher Vegetation bedeckt ist, besitzt in den sich zersetzenden Pflanzentheilen und humosen Stoffen eine Kohlenäurequelle; Boussingault und Levi fanden in 100 Gewichtstheilen Luft des Bodens 1—4 Gewichtstheile Kohlenäure und das Bodenwasser enthält ebenfalls beständig Kohlenäure gelöst, wenn auch nicht gerade bis zur Sättigung. Die im Wasser gelöste Kohlenäure reicht allein schon hin, eine für eine Ernte genügende Menge absorbierten mineralischen Stoffe in Lösung zu versetzen; und solange freie Kohlenäure im Bodenwasser zugegen ist, bleiben sie in Auflösung erhalten. Daß aber soviel Kohlenäure im Bodenwasser zugegen ist, läßt sich dann gar nicht bezweifeln, wenn in der Luft des Bodens noch Kohlenäure enthalten ist;

\*) Journal d'agric. prat 1862. No. 5.

\*\*) Landwirtschaftliche Versuchstationen, Peters: Band II. Seite 113. Knop: IV. (10. Heft.)



gelöst werden, daß die Sättigungscapacität des Wassers überstiegen wird. Niemand wird wohl Anstand nehmen, das bei diesem Versuche aus dem Boden gelöste Kali als gelöst im Bodenwasser anzusehen. Im Boden sind indeß auch noch viele andere lösende Agentien zugegen, wie organische Säuren, Humus säuren, Kren- und Apokrensäure, salpetersaure Salze, Chlornatrium, welche alle eine bedeutende lösende Kraft besitzen und gewiß im Ackerboden nicht unthätig bleiben. Ueber die lösende Wirkung verschiedener Salze, Chlornatrium und Chilisalpeter besonders, hat uns Peters a. a. O. sehr interessirende Versuche mitgetheilt.

Uebrigens ist es gar nicht nöthig, daß im Boden schon soviele Nahrungstoffe gelöst seien, wie eine Ernte bedarf; es handelt sich hier mehr darum, ob eine größere Menge gelöster Stoffe im Boden zugegen ist, und ob die Pflanze die gelösten Stoffe aus einer Lösung aufnimmt. Wie bekannt spricht von Liebig sich verneinend aus; wohingegen die zu besprechenden Versuche alle das Vorhandensein gelöster Stoffe zeigen. Hauptsächlich sollte durch sie nachgewiesen werden, daß in der Bodenlösung eine zur Ernährung der Pflanze oder zur Lieferung einer guten Ernte hinreichende Menge gelöster Stoffe nicht zugegen sei, und wenn sich eine hinreichende Menge nicht findet, so schloß man weiter, muß die Liebig'sche Theorie, nach welcher gar kein Nahrungstoff aus einer Lösung aufgenommen werden kann, richtig sein. Diese Theorie ist allein auf den Mangel einer genügenden Quantität gelöster Stoffe begründet; zeige ich nun, daß in dem Boden doch eine genügende Menge vorhanden ist, zeige ich dieses nur in einem einzigen Falle, so habe ich das Recht, jene Theorie zu verwerfen. Es wird also zunächst bei der Kritik der zu besprechenden Versuche nöthig sein, zu untersuchen, ob die Versuche derart ausgeführt und ob alle Verhältnisse so berücksichtigt wurden, daß die Resultate derselben ein Urtheil über die Menge der gelösten Stoffe erlauben und weiter, ob eine genügende Menge bei richtig ausgeführtem Versuche gefunden wurde. Ich bemerke hier schon, daß die zu einer guten Ernte nöthige Menge gelöster Stoffe gar nicht im Boden vorhanden zu sein braucht, und dennoch die gelösten Stoffe aus einer Lösung aufgenommen werden können. Ueber diesen Gegenstand herrschte eine solche Verwirrung, daß man wirklich erstaunen muß. Wenn auch die im Boden vorkommende Menge gelöster Stoffe gar nicht zu einer Ernte genügt, so beweist dies doch gar noch nicht, daß die gelösten Stoffe nicht aus einer Lösung aufgenommen werden könnten; was gelöst im

Boden vorhanden ist, das muß nach den unbestreitbaren Gesetzen der Diffusion auch in die Pflanze übergehen; wenn aber die gelösten Stoffe nicht genügen, so haben wir nach einer andern Quelle zu suchen, die die fehlende Menge liefert; diese Quelle kann aber nicht die von Liebig aufgestellte Ansicht von der directen Aufnahme sein, weil sie wieder nach den Gesetzen der Diffusion nicht möglich ist.

Ich will hier vorerst einige Versuche erwähnen, durch welche nachgewiesen wurde, daß in einem Boden eine hinreichende Menge gelöster Stoffe vorhanden sein kann. So fand Grouven, daß aus zwei Gartenböden pro sächsischem Ader, wenn solche bei 1 Fuß Tiefe etwa 1,500000 Kilogr. Erde hätten, durch Wasser (3000 Theile zu 1000 Theile Erde) 103 resp. 133 Kilogr. Kali und 21 resp. 78 Kilogr. Phosphorsäure gelöst werden konnten — Mengen, die zu einer reichen Rübenerte genügen.\*) Ebenso fanden Verbeil und Kistler vollständige ausreichende Mengen.\*\*) Für diese Bodenarten wäre also Liebig's directe Aufnahme gar nicht nöthig gewesen; und es läßt sich doch gar nicht annehmen, daß diese großen Mengen gelöster Stoffe, wenn sie auch nur im Verlaufe der Vegetationsperiode allmählich zur Auflösung gekommen sind, von der Pflanzenwurzel nicht aufgenommen werden seien. Mit Bezug auf Grouvens Versuch läßt sich auch nicht sagen, daß der Gartenboden sich anders gegen die Wurzeln verhalte, als Aderboden.

#### Die Lysimeterversuche von Fraas und Böller.\*\*\*)

Das Lysimeter von Fraas besteht aus zwei Abtheilungen, einem obern Behälter, welcher  $\frac{1}{4}$ —1 Kubikfuß groß und zur Aufnahme von Erde bestimmt ist, und einem unteren, dessen Raum das bei heftigem oder langdauerndem Regen durch die Erde des oberen Behälters sichernde Wasser aufnehmen soll; der Boden des oberen Behälters ist eine siebförmig durchlöchernte Platte, welche auf den unterem Behälter ruht. Der ganze Apparat ist derart in den Boden eingesetzt, daß die Oberfläche der Erde im Lysimeter mit der Bodenoberfläche in gleicher Ebene liegt. Wenn es so stark regnet, daß die Erde des Lysimeters mehr Wasser

\*) Agronomische Zeitung. 1858. Seite 469.

\*\*) Comptes rendus Tom. 35 pag. 95.

\*\*\*) Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche an der Station des Generalcomité des bayerischen landwirthschaftlichen Vereines in München. 2. und 3. Heft.

empfangt, als sie durch ihre Capillarität festzuhalten vermag, so sickert der die Sättigung übersteigende Theil des gefallenen Wassers in das untere Gefäß des Psychrometers ab; das durch den Boden gegangene Wasser hat mineralische Stoffe aufgelöst und diese müssen natürlich ebenfalls mit dem Wasser aus dem Boden austreten und in dem Wassergefäß sich ansammeln.

Die Psychrometer-Untersuchungen reichen bis zum Jahre 1857; man operirte mit rohem, vegetationsflosem, mit gedüngtem und mit bepflanzttem Boden; die Düngung war in der Regel eine mineralische. Die Herren Fraas und Böller kamen durch ihre Untersuchungen zu dem Schlusse: „Es unterliegt keinem Zweifel, die Zusammensetzung der Psychrometer-Rückstände muß ein Bild abgeben von der Zusammensetzung einer im Boden enthaltenen Lösung. Wenn aber die mitgetheilten Analysen ein solches Bild abgeben, so muß die Ansicht aufgegeben werden, daß den Pflanzen ihre Nahrung durch eine Lösung zugeführt wird.“ „Die zu den Versuchen dienenden Bodenflächen lieferten Erträge an den darauf cultivirten Pflanzen. Die Mengen Phosphorsäure und Kali, welche die Cerealien, z. B. zur Stroh- und Körnerbildung, bedurften, übersteigen aber weit die, welche sie möglicher Weise durch Lösungen (von der angegebenen Zusammensetzung) hätten erhalten können.“ Wie aber konnten die Experimentatoren zu diesen Schlüssen kommen? Wir ist das unbegreiflich, wissen dieselben etwas über die Lösung im Boden selbst? Ich glaube, nein. Die Psychrometer-Lösungen „von der angegebenen Zusammensetzung“ sind sehr weit davon entfernt, uns Kenntniß von der Lösung im Boden und von der Menge der in einer Vegetationsperiode löslich werdenden mineralischen Stoffe zu geben. Die Resultate der Psychrometer-Untersuchungen sind nicht begriffen und dadurch falsch interpretirt worden. Die folgenden Betrachtungen sollen uns darüber belehren.

Der Boden enthält, mit Ausnahme jener Zeit, wo es stark regnet, und die Verdunstung noch nicht wieder einen großen Theil des Wassers in die Atmosphäre zurückgeführt hat,  $\frac{1}{4}$  bis höchstens  $\frac{1}{3}$  derjenigen Wassermenge, welche von dem Boden capillarisch festgehalten werden kann, also  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$  der Sättigungsmenge des Bodens. Wird nun der Boden durch einen starken Regen gesättigt, so verdünnt sich die in ihm enthaltene Lösung um das Dreifache; erst wenn es nach der Sättigung des Bodens weiter regnet, kann Wasser in das Psychrometer abtropfen und gelöste Stoffe aus dem Boden nach unten mitführen. Denken wir uns einem Boden,

der durch 900 Cc. Wasser gesättigt wird und bereits 300 Cc. enthält; fallen auf diesen nur 700 Cc. Wasser, so wird die ursprüngliche Lösung um das  $3\frac{1}{2}$  fache verdünnt, die Stoffe, welche vor dem Regen in 300 Cc. Wasser gelöst waren, haben sich nun auf 1000 Cc. vertheilt; im Boden bleiben 900 Cc. zurück, und 100 tropfen aus dem Boden in das Wassergefäß des Psymeters ab. Diese 100 Cc. haben aber die Concentration der Bodenlösung während des Regens. Während nun in dem Psymeter die aus dem Boden abgetropfte Lösung unverändert bleibt, verdampft aus dem Boden der größte Theil des Wassers, und sehr bald ist nur noch höchstens  $\frac{1}{4}$  der Sättigungsmenge vorhanden, wodurch dann aber auch die der Bodenlösung um Vieles concentrirter ist, als die abgetropfte Psymeterlösung. In regenfreien Perioden, oder in solchen, wo der Regen nicht stark und nicht häufig fällt, steigt der Wassergehalt des Bodens nicht über  $\frac{1}{4}$  der Sättigungsmenge, in der Regel ist viel weniger vorhanden. Also selbst in einer Periode, wo der Boden mit Wasser übersättigt ist, entspricht die aus dem Boden fortgehende Menge gelöster anorganischer Stoffe durchaus nicht der Menge gelöster Stoffe im Boden; in letzterem ist immer eine viel größere Menge enthalten, als durch den Regen aus ihm nach unten abgeführt wird. Bei nicht ganz abnormen Witterungsverhältnissen fällt aber während des größten Theiles der Vegetationsperiode nicht beständig ein so starker Regen, daß der Boden mit Wasser vollständig durchtränkt wird, es sei denn, daß es ein äußerst loserer Sandboden ist und das scheint doch den Boden in der Psymetern nicht gewesen zu sein. Man darf wohl annehmen, daß während der Vegetationsperiode höchstens 2—3 Regenperioden eintreten, in welchen der Boden gesättigt und übersättigt wird; außer diesen Perioden ist der Regen mehr auf die Vegetationsperiode vertheilt und die Verdunstung führt beständig große Mengen Wasser aus dem Boden fort. Wie aber bei nicht gesättigtem Boden, also während des größten Theiles der Vegetationsperiode, die Bodenlösung beschaffen ist, darüber giebt das Psymeter keinen Aufschluß, weil eben kein Wasser aus seinem Boden abtropft. Nicht das, was aus dem Boden fortgeht, sondern das, was von gelösten Stoffen in ihm zurück bleibt, gestattet eine Beurtheilung der Concentration der Bodenlösung und der Menge der gelösten Stoffe, die der Pflanze dargeboten ist.

Im Boden ist eine vielfach stärkere Lösung vorhanden, als im Psymeter; ob nun die Concentration der Bodenlösung zu einer Ernte hin-

reicht, darüber können uns die Lythimeteruntersuchungen nicht belehren, darüber wissen wir bis jetzt überhaupt nichts. Bei den meisten derartigen Versuchen findet man eine erstaunliche Einseitigkeit und Oberflächlichkeit; man untersucht, wieviel mineralische Stoffe in einer kurzen Zeit, in 8 Tagen etwa, durch Wasser aus einem Boden gelöst und fortgeführt werden, man berechnet wieviel anorganische Stoffe zu der Ernte irgend einer Frucht nöthig ist, und findet, daß die in 8 Tagen gelöste Menge Stoffe nicht zu dieser Ernte hinreicht; man vergißt dabei aber ganz, daß während des anderen Theiles der Vegetationsperiode auch Stoffe in Lösung übergeführt werden. Ganz dasselbe findet man auch bei der Interpretation der Lythimeterversuche. Was in zwei oder drei Regenperioden aus dem Boden ausgeführt wird, soll zur Beurtheilung der in einer Vegetationsperiode gelösten und der Pflanze zu Gebote stehenden Menge anorganischer Stoffe genügend sein. Ich werde später auf diese interessante Verirrung der Agriculturchemiker, die ihre Forschungen und Ansichten irre geleitet hat, ausführlich zurückkommen.

Die Berechnung Böller's, wieviel anorganische Stoffe in jener Zeit, wenn der Boden mit Wasser übersättigt ist, aus einem Morgen oder bayerischen Tagewerk Acker verloren gehen, und wieviel dieser Stoffe durch eine Million Theile Wasser aus einem Tagewerk fortgeführt wird, ist nutzlos; denn unser Ackerboden ist kein Lythimeter, und eine Uebersättigung des Ackerbodens findet nur unter den ungünstigsten Verhältnissen Statt, nämlich dann nur, wenn die Ackerkrume auf einer undurchlassenden Unterlage ruht, unter welchen Umständen jedoch nur an ein Fortgehen der gelösten Stoffe zu denken ist, wenn die Unterlage eine schiefe Ebene bildet, die nach einer Seite hin Abfluß hat. Bei Boden mit einem durchlassenden Untergrunde ist eine Sättigung kaum denkbar, weil das Wasser stets tiefer nach unten geht. Freilich kommt es gar nicht selten vor, daß, besonders bei thonreichem Boden, das Wasser nicht sofort in die Tiefe eindringt und über dem Boden stehen bleibt; hier ist indeß nur eine Sättigung der oberflächlichen Schicht der Ackerkrume zugegen, indem der Regen schneller fällt, als ihn die Capillarität und der Druck in die tiefern Schichten zu führen vermag. Hat erst das Wasser Zeit tiefer einzudringen, so wird die Uebersättigung der oberflächlichen Schicht sich bald verloren haben. Wird das Wasser bei starkem Regen auch in den Untergrund abgeführt und der Ackerkrume dadurch gelöster Stoff entzogen, so ist dieser aber durchaus nicht der



Ackerkrume und der Vegetation verloren; denn wenn das Wasser aus der Ackerkrume verdunstet, steigt es aus dem Untergrunde in die Höhe und führt auch die gelösten Stoffe wieder mit hinauf. Man vergleiche hierüber die neuesten sehr lehrreichen Untersuchungen von E. Pollacci.<sup>\*)</sup> Sollte auch ein Theil der Nahrungsstoffe in den tieferen Schichten absorbiert und dadurch der Lösung entzogen werden, so stehen den Landwirthen Mittel zu Gebote, welche diese Stoffe wieder in Auflösung versetzen und der Diffusion nach oben zugänglich machen.

Anstatt dieser Zahlenspielereien wäre es vielleicht lohnender gewesen, Anstoß an den oft sehr hohen Zahlen für die Menge des in dem Wassergefäße befindlichen Wassers zu nehmen und durch Berechnung aus der Menge des gefallenen Wassers und der wasserhaltenden Kraft des Psychrometerbodens diese Zahlen zu prüfen. Zöllner fand z. B. in den Sommermonaten des Jahres 1858 bei 1 Fuß Tiefe des Psychrometerbodens bis zu 30 Litres Wasser in dem Wasserbehälter des Psychrometers; in dem doch ziemlich wasserarmen Sommer 1859 (von 15. März bis 15. November) 23 Litres. Mir kamen diese Mengen erstaunlich groß vor, doch vermag ich eine Controle an ihnen nicht zu üben, weil in den Mittheilungen darüber weder Regenhöhe noch wasserhaltende Kraft des Bodens angegeben ist, mithin die wichtigsten Momente zur Controle fehlen. Wenn mich nicht alles trügt, ist nur ein Theil, oft vielleicht nur ein kleiner Theil des im Psychrometer angesammelten Wassers aus einem übersättigten Boden abgetropft; der andere Theil stammt aus einer anderen Quelle —: es ist dies die Verdunstung des Wassers aus dem Boden des Psychrometers in den Raum des Wassergefäßes des Psychrometers. Bekanntlich nimmt die Temperatur des Bodens von der Oberfläche bis zu einer gewissen Tiefe hin während der Vegetationsperiode, von April bis September, ab. Das Wassergefäß des Psychrometers befindet sich in einer kälteren Schicht des Bodens als die Erde des Psychrometers. Das die Erde durchziehende wärmere Wasser verdunstet an der Unterseite der Erdschicht in den Raum des Wassergefäßes hinein; dieser Raum ist beständig mit Wasserdampf gesättigt, der sich an den kälteren Wänden des Gefäßes und auf das kältere Wasser niederschlägt und dadurch in tropfbarflüssige Form übergeführt wird. In dem stets mit Wasser gesättigten Raume bedarf es nur einer äußerst geringen Temperaturdifferenz, um den Wasser-

<sup>\*)</sup> Journal d'agriculture pratique, 1862. No. 5.

dampf in Thau und Wasser überzuführen. Die Niederschlagung des Wasserdampfes ist eine beständige, mithin kann auch die Verdunstung des Wassers aus dem Boden beständig Wasserdampf in den Raum des Wasserbehälters hineinführen. Diese Behauptungen sind nicht nackte physikalische Vermuthungen, ich habe sie auch im Experimente bestätigt gefunden.

Ein feines Bodens beraubtes Becherglas wurde unten mit einer doppelten Lage Filtrirpapier zugebunden und in ein Cylinderglas, welches eben so weit war, daß es das Becherglas mit dem am Rande umgeschlagenen Papier bei einiger Reibung aufzunehmen vermochte,  $\frac{1}{4}$  Zoll tief hinein gesteckt. Nachdem das Papier, welches über den Rand des Cylinderglases hervorragte, abgeschnitten worden war, wurde die Fuge zwischen dem Rande des Cylinders und der Wand des Becherglases versiegelt, so daß im Cylinder sich ein von dem Becherglase abgeschlossener Raum befand, die Abschließung aber durch das Filtrirpapier bewerkstelligt war. Der Raum des Cylinders war durch ein feines Röhrchen (Haarröhrchen) mit der äußeren Luft in Communication gesetzt, so daß die Wirkungen des Luftdruckes nicht störend auf die Vorgänge in dem Apparate einzuwirken vermochten. Das Becherglas wurde mit mäßig feuchter Erde gefüllt und mit 15 Cc. Wasser übergossen, wobei die Erde jedoch noch sehr weit von ihrer Sättigung entfernt war. Das Gewicht der Erde betrug 240 Grm., ihre wasserhaltende Kraft (einschließlich derjenigen Menge, welche hygroskopisch festgehalten wurde) betrug 42 Proc.; als die Erde eingefüllt wurde, enthielt sie  $\frac{1}{4}$  ihrer Sättigungsmenge Wasser. Der Apparat befand sich an einem Orte, der wenigstens 8 Stunden Sonne hatte. Schon nach wenigen Stunden hatten sich Wassertropfen an den inneren Wänden des Cylinderglases abgesetzt, denen ein starker Beschlag vorausging; die Papierscheide, worauf die Erde des Becherglases ruhte, blieb dabei und später immer trocken. Als der Apparat 11 Tage gestanden hatte, fand ich in ihm 5 Cubiccentimeter Wasser; dieses Wasser stammte also nur aus dem Wassergase, welches die Erde durch das Filtrirpapier in den Raum des Cylinders aushauchte. Die Temperatur in dem Cylinder konnte nicht bestimmt werden; ich setzte sie der Lufttemperatur gleich, offenbar ist sie aber niedriger. (? Red.) Zu manchen Stunden des Tages, besonders des Nachmittags, war die Lufttemperatur der Temperatur der Erde im Becherglase gleich, gegen Abend und früh Morgens war sie in der Erde bedeutend höher. Es waren demnach Temperaturdifferenzen genügend gegeben, die in dem

Ackerkrume und der Vegetation verbunstet, steigt von Wasser aus der stets  
 der Ackerkrume verbunstet, steigt und führt auch die gelösten <sup>sonnten.</sup>  
 und führt auch die gelösten hierüber die neuesten sehr <sup>versuche vorwerfen, daß er nicht geeignet</sup>  
 Sollte auch ein Theil <sup>gewandt zu werden, weil seine Temperatur-</sup>  
 forbiert und dadurch <sup>waren, als dies im Boden der Fall sein</sup>  
 Mittel zu Gebot <sup>habe deshalb aber auch die Sache an einem</sup>  
 der Diffusion <sup>weites</sup>  
 Anstatt <sup>Ich setzte ein 8 Centimeter</sup>  
 Anstoß an <sup>die Erde, daß es von einer Erdschicht von</sup>  
 gefäße <sup>Höhe bedeckt war. Das Glas war mit einer</sup>  
 Die Temperatur des Bodens an jener Stelle, wo das  
 Menge <sup>verhielt sich wie folgt: die Messung geschah einige</sup>  
 mete <sup>12 stündigem Regen, und nachdem sich die Sonne dann</sup>  
 S. <sup>sehen lassen, am 10. Juli 1862</sup>  
 f <sup>in 5 Centimeter Tiefe 20°,0 C.</sup>

|  |                       |           |
|--|-----------------------|-----------|
|  | in 5 Centimeter Tiefe | 20°,0 C.  |
|  | = 10                  | = 17°,5 = |
|  | = 20                  | = 17°,2 = |
|  | = 31                  | = 16°,8 = |
|  | = 40                  | = 16°,5 = |

Der Regen der diesjährigen Vegetationsperiode war nur 40 Centimeter tief eingebrungen und das Glas stand auf der vollständig trocknen, aber leicht durchlassenden Erdschicht. Nach 4 Tagen wurde das Glas herausgenommen und in demselben etwa 1 Cubikcentimeter Wasser gefunden. Es war zwar in diesen Tagen Regen gefallen, aber an eine Sättigung des Bodens war gar nicht zu denken, was auch schon daraus hervorging, daß die Erde, welche das Glas von der Seite umgab, ganz trocken war.

Ehe also bei den Psychrometerversuchen nicht nachgewiesen ist, welchen Antheil die Verbunstung des Wassers auf die im Psychrometer befindliche Wassermenge hat, können die Resultate dieser Versuche weiter gar keine Berücksichtigung finden; daß die Verbunstung aber von Einfluß ist oder sein kann, haben meine eben geschilderten Versuche dargethan. \*)

\*) An der Versuchstation des rheinpreussischen landwirthschaftlichen Vereins in St. Nicolas bei Glesu werden Psychrometer mit Berücksichtigung aller vorhin ange deuteten Verhältnisse\* aufgestellt und wird der Dirigent der Versuchstation, Herr Dr. Karmrodt, die Resultate seiner Zeit bekannt machen.

Blick auf das Gesagte zurückwerfend, muß ich es noch  
 daß die Resultate der Lythimeterversuche durchaus  
 die Menge der im Boden enthaltenen gelösten an-  
 ge- gestatten, und daß es voreilig genannt werden muß,  
 den Schluß zieht, daß den Pflanzen die Nährstoffe in einer  
 nicht zugeführt werden. Vielleicht könnte ein hartnäckiger Ver-  
 eidiger entgegenhalten, daß in den Lythimerrückständen sich nur Spuren  
 oder doch nur sehr geringe Mengen Phosphorsäure finden und im Boden  
 doch auch keine bedeutende Menge derselben gelöst zugegen sein könne, selbst  
 wenn die Bodenlösung um das zehnfache stärker sei, als die Lythimeter-  
 lösung. Dieser Einwurf hat viel Wahrscheinlich-Scheinendes, wenigstens  
 für diejenigen, welche gewöhnt sind, Naturerscheinungen nur aus der  
 Vogelperspective sich anzuschauen; er würde jedoch beweisen, daß man  
 bei der Physik des Bodens nicht über die alltäglichsten Ansichten hinaus-  
 kommen könne. Der Boden besteht aus kleinen Theilchen, die zwischen  
 sich mehr oder weniger freie Räume haben, welche zum Theil capillare  
 Eigenschaften besitzen; die Capillarräume sind aber auch von sehr ver-  
 schiedener Größe, und je kleiner sie sind, um so stärker ist ihre Attraction.  
 Wenn ein Boden mit Wasser gesättigt ist, so sind alle Capillarräume  
 gefüllt; wenn dann aber Wasser verdunstet, so verlieren zuerst die  
 größeren mit ihrer schwächeren Attraction das Wasser, ein Verlust, der  
 sich von den größeren zu den kleinsten fortsetzt. \*) Hat der Boden die  
 Hälfte des Wassers seiner Sättigungsmenge verloren, so ist eine gewisse  
 Anzahl, vielleicht die Hälfte der capillaren Räume und zwar sind gerade  
 die größeren wasserfrei, noch viel mehr Räume sind aber frei bei der  
 gewöhnlich im Boden vorhandenen Menge capillaren Wassers, die bis  
 $\frac{1}{4}$  bis höchstens  $\frac{1}{2}$  der Sättigungsmenge geht. In dieser sehr geringen  
 Menge Bodenwasser sind die aus dem Boden gelösten Stoffe sämmtlich  
 vorhanden, in ihr nur wirken die lösenden Agentien, die Kohlensäure  
 u. s. w., und halten die Stoffe in Lösung. Wird nun der Boden mit  
 Wasser übersättigt, so füllen sich nicht nur die capillaren Räume, sondern  
 auch alle nicht capillaren Räume mit Wasser, die ursprüngliche Lösung  
 nimmt bedeutend an Concentration ab, ihre Stoffe verbreiten sich auf  
 das neu hinzu gekommene Wasser; sie kommen nun mit einer viel

\*) Man vergleiche hierüber mein Werk: „die Diffusion in ihren Beziehungen  
 zur Pflanze. Leipzig 1861.“ Seite 73 u. f.

Raume des Cylinders eine Niederschlagung von Wasser aus der stets gesättigten Luft daselbst veranlassen konnten.

Man könnte nun diesem Versuche vorwerfen, daß er nicht geeignet sei, um auf den Psychrometer angewandt zu werden, weil seine Temperaturdifferenzen offenbar größer waren, als dies im Boden der Fall sein wird. Ich gebe das zu; ich habe deshalb aber auch die Sache an einem improvisirten Psychrometer geprüft. Ich setzte ein 8 Centimeter weites Cylinderglas so tief in die Erde, daß es von einer Erdschicht von 31,5 Centimeter (1 Fuß) Höhe bedeckt war. Das Glas war mit einer doppelten Lage Filtrirpapier zugebunden, um das Hineinfallen der Erde zu verhindern. Die Temperatur des Bodens an jener Stelle, wo das Glas eingesetzt war, verhielt sich wie folgt: die Messung geschah einige Stunden nach 12 stündigem Regen, und nachdem sich die Sonne dann und wann hatte sehen lassen, am 10. Juli 1862

|      |                       |           |
|------|-----------------------|-----------|
|      | in 5 Centimeter Tiefe | 20°,0 C.  |
| = 10 | =                     | = 17°,5 = |
| = 20 | =                     | = 17°,2 = |
| = 31 | =                     | = 16°,8 = |
| = 40 | =                     | = 16°,5 = |

Der Regen der diesjährigen Vegetationsperiode war nur 40 Centimeter tief eingedrungen und das Glas stand auf der vollständig trocknen, aber leicht durchlassenden Erdschicht. Nach 4 Tagen wurde das Glas herausgenommen und in demselben etwa 1 Cubikcentimeter Wasser gefunden. Es war zwar in diesen Tagen Regen gefallen, aber an eine Sättigung des Bodens war gar nicht zu denken, was auch schon daraus hervorging, daß die Erde, welche das Glas von der Seite umgab, ganz trocken war.

Ehe also bei den Psychrometerversuchen nicht nachgewiesen ist, welchen Antheil die Verdunstung des Wassers auf die im Psychrometer befindliche Wassermenge hat, können die Resultate dieser Versuche weiter gar keine Berücksichtigung finden; daß die Verdunstung aber von Einfluß ist oder sein kann, haben meine eben geschilderten Versuche dargethan. \*)

---

\*) An der Versuchstation des rheinpreussischen landwirthschaftlichen Vereins in St. Nicolas bei Geln werden Psychrometer mit Berücksichtigung aller vorhin angebotenen Verhältnisse aufgestellt und wird der Dirigent der Versuchstation, Herr Dr. Karmrodt, die Resultate seiner Zeit bekannt machen.

Einen kurzen Blick auf das Gesagte zurückwerfend, muß ich es noch einmal wiederholen, daß die Resultate der Lyfimeterversuche durchaus keinen Schluß auf die Menge der im Boden enthaltenen gelösten anorganischen Stoffe gestatten, und daß es voreilig genannt werden muß, wenn man den Schluß zieht, daß den Pflanzen die Nährstoffe in einer Lösung nicht zugeführt werden. Vielleicht könnte ein hartnäckiger Verteidiger entgegenhalten, daß in den Lyfimeterrückständen sich nur Spuren oder doch nur sehr geringe Mengen Phosphorsäure finden und im Boden doch auch keine bedeutende Menge derselben gelöst zugegen sein könne, selbst wenn die Bodenlösung um das zehnfache stärker sei, als die Lyfimeterlösung. Dieser Einwurf hat viel Wahrscheinlich-Scheinendes, wenigstens für diejenigen, welche gewöhnt sind, Naturerscheinungen nur aus der Vogelperspective sich anzuschauen; er würde jedoch beweisen, daß man bei der Physik des Bodens nicht über die alltäglichsten Ansichten hinauskommen könne. Der Boden besteht aus kleinen Theilchen, die zwischen sich mehr oder weniger freie Räume haben, welche zum Theil capillare Eigenschaften besitzen; die Capillarräume sind aber auch von sehr verschiedener Größe, und je kleiner sie sind, um so stärker ist ihre Attraction. Wenn ein Boden mit Wasser gesättigt ist, so sind alle Capillarräume gefüllt; wenn dann aber Wasser verdunstet, so verlieren zuerst die größeren mit ihrer schwächeren Attraction das Wasser, ein Verlust, der sich von den größeren zu den kleinsten fortsetzt. \*) Hat der Boden die Hälfte des Wassers seiner Sättigungsmenge verloren, so ist eine gewisse Anzahl, vielleicht die Hälfte der capillaren Räume und zwar sind gerade die größeren wasserfrei, noch viel mehr Räume sind aber frei bei der gewöhnlich im Boden vorhandenen Menge capillaren Wassers, die bis  $\frac{1}{4}$  bis höchstens  $\frac{1}{2}$  der Sättigungsmenge geht. In dieser sehr geringen Menge Bodenwasser sind die aus dem Boden gelösten Stoffe sämmtlich vorhanden, in ihr nur wirken die lösenden Agentien, die Kohlensäure u. s. w., und halten die Stoffe in Lösung. Wird nun der Boden mit Wasser übersättigt, so füllen sich nicht nur die capillaren Räume, sondern auch alle nicht capillaren Räume mit Wasser, die ursprüngliche Lösung nimmt bedeutend an Concentration ab, ihre Stoffe verbreiten sich auf das neu hinzu gekommene Wasser; sie kommen nun mit einer viel

\*) Man vergleiche hierüber mein Werk: „die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze. Leipzig 1861.“ Seite 73 u. f.

größeren chemisch- (absorbirend-) wirkenden Fläche in Verührung als in ihrer ursprünglichen Lösung; die lösenden Agentien genügen nicht mehr, um dieselben in Lösung zu erhalten und sie werden nun absorbiert, aus ihrer Lösung ausgeschieden. Das in's Lyfimeter abtropfende Wasser ist arm an Phosphorsäure und Kali, weil diese Stoffe gerade am leichtesten absorbiert werden. Der Effect dieser Erscheinungen ist gar nicht anders, als wenn man eine Lösung von irgend einem absorbiert werdenden Salze und mit einer so starken Concentration durch 10 Gramm Erde gehen läßt, daß die Erde von dem Salze gesättigt wird und noch eine kleine Menge mit dem Wasser aus dem Boden abfließen kann; wird man nun dieselbe Menge Lösung von derselben Concentration auf 30 Gramm Erde einwirken lassen, so tritt natürlich mit dem abfließenden Wasser kein Salz mehr aus; es wird sämmtlich absorbiert. Hier ebenso wie in dem übersättigt werdenden Boden ist im ersten Falle eine kleinere Menge chemisch wirkender Capillarräume vorhanden, als im zweiten Falle, im Boden nach der Sättigung vielleicht eine drei- bis zum fünfmalgrößere als vorher, im Versuche eine dreifachgrößere Menge bei 30 Gramm, als bei 10.

Diese Verhältnisse auf das Lyfimeter bezogen erklären uns leicht, weshalb so wenig Phosphorsäure und Kali in den Lyfimeterrückständen zu finden ist. Wir haben hierbei aber noch ganz unberücksichtigt gelassen: daß im Lyfimeterboden viele nicht capillare Räume sind, wie dies bei einem Boden, der dem Volumen nach aus 1 Steinen und 3,7 Feinerde besteht\*), nicht anders möglich ist; daß diese Räume, wenn der Boden mit Wasser übersättigt ist, gefüllt sind; daß das Wasser in ihnen aber durch den hydrostatischen Druck sehr schnell aus dem Boden nach unten abgeführt wird und durchaus nicht Zeit genug vorhanden ist, als daß viel gelöster Stoff aus den Capillarräumen auf das schnell den Boden in seinen größern nicht capillaren Räumen durchziehende Wasser diffundiren könnte, denn zur Diffusion ist Zeit nöthig und zwar schon viel Zeit im Boden. Ein mit Steinen durchsetzter Boden, wie der der Lyfimeter in den Jahren 1858—1860, zeigt diese Erscheinungen, das schnelle Durchgehen des auffallenden Wassers nämlich, sehr auffallend.

---

\*) Münchener Ergebnisse landwirthschaftlicher und agriculturchemischer Versuche. 3. Heft (1861) Seite 89.

Diese Erörterungen haben uns gezeigt, mit welcher Aufmerksamkeit auch die geringsten Erscheinungen zu betrachten und zu studiren sind, ehe man die Schlüsse des Experimentes als vollgültig ansehen darf.

### Die Drainwasser-Analysen.

Der Gehalt der Drainwässer an anorganischen Stoffen ist es ganz vorzüglich, worauf von Liebig seine Ansichten glaubt stützen zu dürfen. „Die Drainwasser,“ so lesen wir bei ihm, „enthalten alle Stoffe, welche das Regenwasser aus der Ackerkrume aufzulösen vermag, und ihre Zusammensetzung giebt einen Begriff von der Menge derselben, welche eine Pflanze während ihrer Vegetationsperiode aus dieser Lösung möglicher Weise empfangen kann.“ Zunächst muß ich mir erlauben darauf hinzuweisen, daß Drainwasser nicht immer das durch den Boden sickernde Regenwasser, sondern häufiger noch, und besonders gilt das bei permanent fließenden Drains, Quellwasser ist.

Wenn ich auch zugeben wollte, daß im Boden eine Lösung von derselben Concentration vorhanden sei, wie sie sich in dem aus dem Boden abgesickerten Drainwasser findet, so ist doch aus dem Gehalte des Drainwassers auf den Gehalt des Bodens nicht zu schließen, weil das Drainwasser immer nur ein Theil des Bodenwassers ist. Denken wir uns einen beständig fließenden Drain, dem also neben dem meteorischen Wasser auch Quellwasser zugeführt wird; wird dem Boden beständig soviel Wasser zugeführt, daß er 10 Theile Wasser festhält, während beständig 1 Theil abfließt, so enthält der Boden 10 mal mehr anorganische Stoffe gelöst und zur Disposition der Pflanze, als im Drainwasser aus ihm fortgeführt worden; es ist das gar nicht anders als wenn ich aus einem Gefäße, welches 10 Litres Wasser mit 10 Gramm Salz enthält, 1 Litre fortgieße, es bleiben dann im Gefäße 9 Litres mit 9 Gramm Salz zurück und 1 Litre mit 1 Gramm ist fortgegangen; die Concentration in der fortgegossenen Lösung war aber eben so stark, wie die im Gefäße. Bei Bodenarten, die von obengenannter Natur sind, finden sich diese Verhältnisse immer, wenn auch nicht immer so bedeutend wie in unserm Beispiele, wo das abfließende Wasser sich zu dem im Gefäße befindlichen wie 1:10 verhält. Aber auch in solchem Boden müssen beständig Stoffe gelöst werden, die die abfließenden Mengen ersetzen. Bei einem Boden, der nur nach anhaltend feuchtem Wetter fließt, dem kein Wasser aus einer Quelle zugeführt wird, treten ähnliche Ver-



hältnisse ein, wie sie bereits bei dem Psychrometer geschildert wurden. In nicht regenreichen Zeiten enthält die Ackerkrume nur wenig Wasser oder Bodenlösung, kommt nun starker Regen, wird die ursprüngliche Lösung bedeutend verdünnt, und fließt das Bodenwasser in dieser Verdünnung ab, so entspricht die Concentration des Drainwassers nur der Concentration des Bodenwassers während des Regens, später, wenn das Wasser durch Abzug nach unten und durch Verdunstung zum größten Theile wieder fortgegangen ist, hat die Bodenlösung auch wieder eine höhere Concentration; außerdem verhält sich die Menge der gelösten Stoffe im Boden zu der Menge im abfließenden Wasser, wie die Menge des Wassers im Boden zu der aus ihm abfließenden Menge. Unter diesen Verhältnissen findet auch eine Absorption der gelösten Stoffe, besonders des Kalis und der Phosphorsäure Statt, wie ich dies zum Schlusse der Betrachtung über das Psychrometer erläutert habe.

Die Drainwasser-Analysen, woran von Liebig seine Betrachtungen knüpft, von Thomas Way und Kroder, gehören aber zu den ärmsten, die von Analytikern untersucht wurden. So fand Kroder nie mehr als 0,02 Theile Kali in 10,000 Theilen Wasser, während Breunlin in 10,000 Wasser 0,54—1,55 Theile schwefelsaures Kali oder 0,28—0,84 Theile Kali (K O) fand\*). Das von Breunlin untersuchte Drainwasser floß aus einem Boden ab, dem das Wasser aus Quellen zugeführt wurde. Breunlin bemerkt zu seinen Analysen: „Drainagewasser ist im Allgemeinen Regen- oder Quellwasser, welches wegen undurchlässenden Untergrundes der Ackerkrume durch Drainröhren abgeführt wird. Seine Zusammensetzung giebt nicht immer ein Bild der löslichen Stoffe der Ackerkrume; um diesen Schluß sicher ziehen zu können, darf man die geognostische Lage des drainirten Grundstücks nicht außer Acht lassen.“ Es gilt das besonders für Boden mit Quellwasser. Ist das Quellwasser reich, so kann auch das Drainwasser reich an anorganischen Stoffen sein; ist jenes arm, so muß man dieses ebenfalls arm finden; denn das Quellwasser kommt nur in einem untergeordneten Grade mit der Ackerkrume und seinen gelösten Stoffen in Berührung; das reiche Quellwasser giebt wenig an die Ackerkrume ab, das arme nimmt wenig aus ihr auf. Em. Wolff fand in dem Drainwasser a) eines Roggenfeldes und b) einer Weide in 10,000 Theilen bei a) schwefelsaures Kali 0,118

\*) Landwirtschaftliche Versuch-Stationen, Band I. Seite 257.

schwefelsaures Kali, bei b) jedoch nur Spuren; das Wasser war drei Tage nach starkem Regen gesammelt\*).

Wenn der Regen in so großer Menge fällt, daß das Wasser in den Untergrund abzieht und mit ihm gelöste Stoffe aus der Ackerkrume nach unten wandern, so werden sie hier jedenfalls unlöslich abgeschieden, absorbiert werden, es gilt das hauptsächlich für Kali und Phosphorsäure, wenn nicht gleichzeitig eine so große Menge lösender Agentien mit hinabgeht, daß die zur Absorption neigenden Stoffe in Lösung erhalten werden können; das scheint nun aber nicht gar oft der Fall zu sein. Wägen auch die lösenden Agentien, die Kohlensäure, in der Ackerkrume genügen, um Kali und Phosphorsäure z. B. in Lösung zu erhalten; kommen dann aber diese Stoffe mit der viel größeren chemisch wirkenden Fläche der Capillarräume des Untergrundes in Berührung, so genügen die lösenden Agentien nicht mehr zur Löslicherhaltung der gelösten Phosphorsäure- und Kalimengen, diese werden absorbiert. Das nun in den Drainröhren abfließende Wasser muß natürlich schon ziemlich arm an Kali und Phosphorsäure austreten können; in vielen Fällen geschieht dieses aber nicht.

Ueberhaupt kann ich mich nur schwer dazu verstehen, so unstichere und wandelbare Zahlen, wie die der Drainwässer-Analysen zur Beurteilung eines Gegenstandes von so bedeutender Tragweite, wie die Aufnahme der pflanzlichen Nahrungstoffe, chemischerseits für die Physiologie zu benutzen; um so weniger aber noch kann ich mich dazu verstehen, wenn die Verhältnisse, unter welchen die Zahlenergebnisse erhalten wurden, so unklar, so complicirt sind, wie ebenfalls bei dem Drainwasser.

Schließlich will ich mir noch erlauben, die Vertheidiger der Liebig'schen Theorie auf die Roder'schen Drainwasser-Analysen noch einmal hinzuweisen. Dieselben gestatten nämlich den höchst wahrscheinlichen Schluß, daß in der Ackerkrume die Bodenlösung weit stärker an Kali ist, als das Drainwasser, denn während bei verschiedenen Drainwässern sich nur 0,02 Kali in 10,000 Theilen Wasser fanden, enthält das von der Oberfläche des Bodens ablaufende Regenwasser schon in 10,000 Theilen 0,04—0,06; das ablaufende Wasser konnte diese Mengen aber nur aus einer viel concentrirteren Lösung aufnehmen\*\*). Zwar steht Dem

\*) Agriculturchemische Untersuchungen in Wädern 1851—1852. 1. Bericht Seite 156.

\*\*\*) Liebig, Naturwissenschaftliche Briefe über moderne Landwirtschaft. S. 38.

entgegen, daß das ablaufende Wasser nicht über jenen Boden floß, dessen Drainwasser analysirt wurde; ich will das gelten lassen, doch lassen die Durchschnittszahlen solche Vermuthungen zu.

### Eichhorn's und Wunder's Versuche.\*)

Eichhorn ließ lufttrockene, längere Zeit nicht gedüngte Erde aus dem Wirthschaftsgarten der Poppelsdorfer landwirthschaftlichen Lehranstalt so viel Wasser aufnehmen, als sie capillarisch festzuhalten vermochte. Nachdem das capillarisch gebundene Wasser 10 Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur mit seiner lösenden Kraft auf die Bodentheile eingewirkt hatte, wurde soviel Wasser zugesetzt, als die Erde bereits enthielt, um die Lösung aus der Erde zu gewinnen, dann Erde und Wasser geschüttelt und das Wasser abfiltrirt. Die durch das capillarisch fest gehaltene Wasser gelösten Bestandtheile waren nun auf die doppelte Menge Wasser vertheilt und wurden darin bestimmt. Eichhorn fand in 100,000 Theilen seiner Lösung:

|               |      |
|---------------|------|
| Kieselsäure   | 2,40 |
| Phosphorsäure | 1,55 |
| Kalk          | 6,40 |
| Kali          | 5,77 |

u. f. w.

Die Hälfte des Wassers in dieser Lösung hatte indessen nur dazu gedient, um die im feuchten Boden enthaltene Lösung herauszuspülen. Diese Zahlen geben also den Gehalt in 50,000 Theilen der ursprünglich im Boden enthaltenen Lösung an. Von 100 Gramm des capillarisch im Boden gebundenen Wassers waren demnach in der kurzen Zeit von 10 Tagen aufgelöst worden:

|               |        |        |
|---------------|--------|--------|
| Kieselsäure   | 0,0048 | Gramm. |
| Phosphorsäure | 0,0031 | =      |
| Kalk          | 0,0128 | =      |
| Kali          | 0,0115 | =      |

Eichhorn berechnete nun, wieviel Stoffe das in der Vegetationsperiode auf einen Morgen fallende Wasser aus dem Boden lösen wird (wenn es auf einmal mit dem Boden in Verührung kommt

\*) Zeitschrift der landwirthsch. Lehranstalt und Versuchstation zu Poppelsdorf, 1. Heft, S. 22 und landwirthschaftliche Versuchstationen, Bd. II, S. 106,

und 10 Tage mit ihm in Berührung bleibt), und fand, daß die gelöste Menge Stoffe vollständig hinreichen werde, um eine gute Ernte zu liefern. Wieviel wird aber gelöst werden, wenn im Boden die lösenden Agentien wie Kohlensäure u. s. w. mit gewirkt hätten, und das Wasser Monate lang mit dem Boden in Berührung geblieben wäre? Eichhorn hat auch durch Versuch gefunden, daß Wasser mit 1 Proc. Chlornatrium oder kohlensaurem Ammoniak viel größere Mengen löste.

Wunder stellte ähnliche Versuche an, glaubte aber in Bezug auf Eichhorn's Versuche zum Schlusse berechtigt zu sein, daß im Boden nicht soviel gelöst werde, als zu einer Ernte nötig sei „vielmehr stehen unsere Resultate — wie er sich ausdrückt — mit den erwähnten von Liebig ausgesprochenen Ansichten im Einklange.“ Er ließ ebenfalls Erde mit soviel Wasser in einem verschlossenen Ballon in Berührung kommen, als sie capillarisch festzuhalten vermochte. Nach vierzig tägiger Berührung entzog er die Bodenlösung vermittelst der Luftpumpe dem Boden. Seine Lösung enthielt in 100,000 Theilen:

|               |        |
|---------------|--------|
| Kieselsäure   | 2,57   |
| Phosphorsäure | Spuren |
| Kalk          | 8,36   |
| Kali          | 0,75   |

u. s. w.

Die bedeutende Differenz zwischen den Eichhorn'schen und den Wunder'schen Zahlen ist offenbar Folge der Verschiedenheit des Bodens; der Poppelsdorfer Boden ist reicher als derjenige, mit welchem Wunder experimentirte. Wunder berechnet ebenfalls seine Zahlen auf einen Acker. Ein sächsischer Acker von 1 Fuß Tiefe kann 1,500,000 sächsische Pfund Wasser capillarisch festhalten, die durch eine Regenmenge von 5,6 Zoll geliefert wird. Eine Regenmenge von 5,6 Zoll soll höchstens in einer Vegetation auf den sächs. Acker Landes fallen. Wunder denkt sich den Regen auf ein Mal gefallen, den Boden also mit Wasser gesättigt. „Da die erste (vorstehende) Tabelle angiebt, wie viel Mineralstoffe in 100,000 Theilen Wasser gelöst sind, und da 1,500,000 Pfund Wasser von 1 Acker festgehalten werden können, so erhält man, indem man die Zahlen der ersten Tabelle mit 15 multiplicirt, in Pfunden ausgedrückt, die Mengen der Mineralstoffe, die dem Acker durch diejenige Wassermenge entzogen werden, welche er vermöge seiner wasserhaltenden Kraft festhalten kann, und welche zugleich durch

die während der Wachstumsperiode der Cerealien etwa fallende Regenmenge von 5,6 Zoll geliefert wird.

„Ein Regenfall von 5,6 Zoll entzieht dem sächsischen Acker:

|               |     |       |
|---------------|-----|-------|
| Kieselsäure   | 39  | Pfund |
| Phosphorsäure | —   | =     |
| Kalk          | 125 | =     |
| Magnesia      | 56  | =     |
| Kali          | 11  | =     |

u. s. w.“ (Wunder.)

Wunder vergleicht damit diejenige Menge Mineralbestandtheile, die eine Halmsfrucht-Ernte einem ungedüngten Boden entzog und findet, daß die geerntete Frucht mehr Kali, Phosphorsäure und Kieselerde gebrauchte, als in den untersuchten Lösungen gefunden wurde. Ich will das am Ende zugeben, wenn die „Wachstumsperiode“ nur 4 Wochen gedauert hätte; nun dauert dieselbe aber 9 Monate, von November bis Ende Juli, und nehmen wir 2 Monate, während welcher die Temperatur der Ackertrume unter 0° ist, so bleiben immer noch 7 Monate, während welcher im Boden mehr oder weniger Stoffe gelöst werden. Wir wollen hier einmal eine andere Rechnung anstellen. Nehmen wir an, der Boden enthalte durchschnittlich 7 Monate hindurch  $\frac{1}{4}$  der Sättigungsmenge, also 500,000 Pfund Wasser per sächs. Acker, gleichgültig ob durch Regen oder sonstige atmosphärische Niederschläge und durch Absorption von Wassergas aus der Luft dem Boden zugeführt, die durchschnittlich ebensoviel lösen, als im Wunder'schen Versuche in Lösung übergeführt wurde, so würden in 4 Wochen die Mengen in der Tabelle A., in 7 Monaten die Mengen in Tabelle B. in dem Boden gelöst worden sein und zwar in 1 sächs. Acker.

|               | A.   |       | B.  |       |
|---------------|------|-------|-----|-------|
| Kieselsäure   | 13   | Pfund | 91  | Pfund |
| Phosphorsäure | ?    | =     | ?   | =     |
| Magnesia      | 18,6 | =     | 130 | =     |
| Kalk          | 42   | =     | 294 | =     |
| Kali          | 3,6  | =     | 25  | =     |

Wie Jedermann mir zugestehen wird, nähern sich diese Zahlen mehr der Wirklichkeit, als die von Wunder berechneten. Aber auch diese Zahlen repräsentiren in Bezug auf Kali und Phosphorsäure nicht solche Mengen, die zu einer Roggenernte genügen. Es kann uns dies aber

gar nicht im Erstaunen versehen, denn in der Aderkrume ist kein reines Wasser, wie in dem Wunder'schen Versuche, sondern ein mit Kohlensäure mehr oder weniger imprägnirtes Wasser zugegen, welches mit Hilfe von anderen Säuren, der Humusäuren, Quell- und Quellsäure, des aus der Wurzel ausgeschiedenen kohlensauren Kalis u. s. w. viel bedeutendere Mengen lösen muß, und die dem Boden entzogen werden können, als im Wunder'sche Versuche.

Wie sich das kohlensäurehaltige Wasser im Gegensatz zu reinem Wasser gegen Boden verhält, darüber liegen mir keine directen Untersuchungen vor; Angaben in einer Arbeit von Peters werden indeß auch genügen, uns den nöthigen Aufschluß zu geben. Peters zog 100 Grm. Erde mit 250 Grm. Wasser, das andere Mal 100 Grm. derselben Erde mit 250 Grm. kohlensäurehaltigen Wassers aus, indem er im ersten Falle das Wasser mehrere Mal erneuerte, im zweiten Falle vier Mal dies Wasser mit Kohlensäure imprägnirte. Er fand, daß löslich ist an Kali\*)

|                                  |                   |            |                              |
|----------------------------------|-------------------|------------|------------------------------|
| durch Wasser                     | aus 100 Grm. Erde | 0,0024 Gr. |                              |
| durch kohlensäurehaltiges Wasser | = = = =           | 0,0088 =   | (im Mittel zweier Versuche). |

Lösende Kraft des Wassers = 1, des kohlensäurehaltigen = 3,7.

Uebertragen wir nun ein niedrigeres Verhältniß, etwa 1 : 2 oder 1 : 2,5, auf die Wunder'schen Zahlen, so erhalten wir vollständig genügende Mengen Kali, und jedenfalls auch eine zureichende Menge Phosphorsäure.

Eins dürfen wir bei diesem Versuche von Wunder nicht übersehen, nämlich die Einwirkung der Luft; es ist bekannt, daß diese zur Zersetzung der Stoffe im Boden höchst nöthig ist, und die Zersetzung der Stoffe ist es doch, die zuerst zur Löslichmachung beiträgt. Hübsche Belege hierzu giebt uns A. Stöckhardt\*\*). Er brachte Erde in hohe Cylinder und ließ von unten Gase in die Erde von Zeit zu Zeit eintreten, während ein anderes Gefäß kein Gas erhielt. Die Erde erhielt eine Einsaat von Hafer und Erbsen. Ohne Gaszufuhr enthielt die Erntemasse sammt den Wurzeln an Mineralbestandtheilen 0,52 Grm.,

\*) Landwirtschaftliche Versuchstationen, Band II, Seite 114 und 126.

\*\*\*) Ebenbaselbst, Band I, Seite 21 u. ff.

unter Zufuhr von atmosphärischer Luft 0,95 Gramm. Nach der Abeerntung fanden sich in 6 Kilogramm Erde des Cylinders an in Wasser löslichen Mineralstoffen:

|                              | ohne Luftzufuhr | unter Zufuhr von Luft |
|------------------------------|-----------------|-----------------------|
|                              | 1,52 Grm.       | 2,76 Grm.             |
| darin Kali, ausziehbar durch |                 |                       |
| Wasser                       | 0,069 =         | 0,168 =               |
| Natron dito                  | 0,168 =         | 0,225 =               |

Der Luftzutritt war aber im Wunder'schen Versuche gänzlich behindert, da, um vor Verdunstung des Wassers zu schützen, der Ballon, worin sich die Erde befand, geschlossen gehalten werden mußte; außerdem waren auch die sämtlichen Capillarräume mit Wasser angefüllt und wenn wirklich die Luft Zutritt zum Ballon gehabt hätte, so vermochte sie doch nicht, in die Erde einzubringen. Berücksichtigen wir auch diese Verhältnisse, so dürfen wir mit Sicherheit annehmen, daß die im Boden während einer Vegetationsperiode lösbar werdenden Stoffe in größerer Menge vorhanden sein müssen, als sie sich nach dem Wunder'schen Experimente berechnen.

Wenn also Eichhorn durch seine Untersuchungen zum Schlusse kam, daß die in dem Bodenwasser während einer Vegetation gelöst vorkommenden Stoffe zu einer Ernte genügen, selbst dann, wenn allein nur Wasser das lösende Agens ist, so ist schon a priori der Schluß erlaubt, daß die Pflanze vollständig durch eine Lösung ernährt werden kann. Ob das aber auch bei minder reichem Boden der Fall sein wird, lassen wir vorerst unberücksichtigt; wir werden darauf später zurückkommen. Es handelt sich hier nur darum, ob in einem Boden so viele gelöste Stoffe vorhanden sein können, daß die auf ihm vegetirenden Pflanzen genügend ernährt werden, und das war im Eichhorn'schen sowohl, wie im Wunder'schen Falle möglich. Wenn Wunder findet, daß die Eichhorn'schen Zahlen auf 3 reducirt werden müssen, so würde diese Reduction in viel mehr als genügender Weise ausgeglichen worden sein, hätte der Eichhorn'sche Versuch statt 8 Tagen 4 Wochen, wie der Wunder'sche, gedauert, d. h. wenn Wunder die reducirten Eichhorn'schen Zahlen nicht mehr ausreichend zu einer guten Ernte findet, so würden sich bei vierwöchentlicher Behandlung doch Mengen ergeben haben, die mehr als hinreichend gewesen wären. Es wird wohl kaum einen Chemiker geben, der sich zu der Annahme versteht, daß im Eichhorn's-

sehen Versuche nach 8 Tagen keine Stoffe mehr hätten gelöst werden können. Hätte ich bei der Correction der Zahlen des Wunder'schen Versuches zu hoch gegriffen, so würden doch immer auch bei niedrigeren Zahlen die im Boden gelöst werdenden Mengen von Mineralstoffen vollständig zu einer guten Ernte genügen.

Ich glaube diesen Gegenstand mit der Ueberzeugung verlassen zu können, daß die von Wunder nach den Resultaten seiner Untersuchungen aufgestellte Ansicht durchaus nicht zulässig ist; daß die Ergebnisse dieser Versuche gar nicht geeignet sind, über die Liebig'sche Theorie ein Urtheil abzugeben, wenigstens so lange man dem nackten Versuche Wunder's entgegensteht; ich glaube im Gegentheile, daß dieser Versuch, sobald bei ihm die natürlichen Verhältnisse Berücksichtigung finden, gegen die Liebig'sche Ansicht spricht.

#### von Liebig.

Nachdem ich nachzuweisen versucht habe, daß denjenigen Versuchen, durch welche man die Liebig'sche Theorie zu stützen sucht, jede Beweiskraft abgeht, will ich nun die Theorie selbst, wie sie Liebig entwickelt hat, in's Auge fassen. Hierbei drängt sich uns zuerst die Frage auf, ob denn wirklich die Pflanzenwurzel von den Bodentheilen oder dem Boden die ungelösten aber löslichen mineralischen Stoffe direct aufnehmen vermag.

Wie ich überhaupt bei meinen physiologischen Forschungen die physikalischen und chemischen Erscheinungen zuerst in ihrer einfachsten Form studire, Alles beseitige, was die Grundursache der Naturerscheinung verhüllt; wenn ich, mit einem Worte, die Naturerscheinungen, freilich so weit, wie dies möglich, zuerst vermittelt des Experimentes in ihrer Nacktheit studire, um Anhaltspunkte für die Erforschung derselben unter complicirteren Verhältnissen zu haben: so glaubte ich auch hier meinen gewöhnlichen Weg nicht verlassen zu dürfen. Folgendes Experiment wird uns auf die vorhin gestellte Frage Antwort geben.

Zwei Glasröhren von 5 Centimeter Durchmesser, wovon die eine 8, die andere 11 Centimeter lang war, wurden an dem einen Ende mit durchbohrten Korken geschlossen, beide Röhren durch eine an ihren beiden Enden umgebogene Röhre von kleinerem Durchmesser dadurch in Communication gesetzt, daß die aufstehenden Enden in die Korkdurch-



bohrungen hineingesteckt wurden. Der ganze Apparat bildete nun eine communicirende Röhre. Die Oeffnung der kürzeren Röhre wurde mit einer aus Colloidium dargestellten Membran verschlossen und in die längere Röhre so lange Wasser hineingegossen, bis dieses in der kürzeren Röhre die Membran berührte. Um die Fällung leichter bewerkstelligen zu können, war durch den Kork der kürzeren Röhre ein dünnes Röhrchen bis in die Nähe der Membran geführt, welche die Luft bei der Fällung abführte. War der Apparat, der in einem passenden Gestelle ruhte, gefüllt, so mußte in beiden Röhren hydrostatisches Gleichgewicht derart herbeigeführt werden, daß die Membran eine vollkommen plane Fläche, also weder concav noch convex, war. Nun brachte ich auf die Membran eine geschliffene Marmorplatte und leitete in das Wasser der offenen Röhre gut gewaschene Kohlensäure, welche von hier aus durch die Verbindungsröhre bis in die mit Membran verschlossene Röhre und an die Membran selbst diffundirte. Mit der Membran stand auf der einen Seite kohlensäurehaltiges Wasser, auf der andern kohlensaurer Kalk in Berührung. Die Frage, welche uns der Apparat beantworten sollte, war die: wird das kohlensäurehaltige Wasser durch die Membran hindurch den festen kohlensauren Kalk lösen? Ganz dieselbe Frage wird man bei der Pflanze stellen müssen, nämlich, wird der Kohlensäure (oder andere lösende Stoffe) enthaltende Zelleninhalt durch die Zellenmembran hindurch die festen oder ungelösten Stoffe lösen und direct in die Zellen einführen? Es zeigten sich schon in 6 Tagen ganz bedeutende Kalkmengen in dem Wasser des Apparates und die Frage war bejaht. Die Molecularinterstitien der Membran enthalten das kohlensäurehaltige Wasser, die festen Stoffe, welche dicht an der Membran liegen und mit dem Wasser der Molecularinterstitien der Membran in Berührung stehen, sind dem zersetzenden Einflusse der Kohlensäure ausgesetzt; die durch Kohlensäure löslich gemachten Stoffe treten sofort in das Wasser der Molecularinterstitien ein und werden von hier aus auf den von der Membran umschlossenen Inhalt (bei der Pflanze, in diese hinein) übergeführt. Bei der Pflanze ebenso wie bei dem Experimente.

Diese Erscheinungen direct bei der Pflanze zu studiren, ist, wenigstens bei unsern Culturpflanzen, nicht möglich, weil solche nicht ohne Bodenwasser existiren können, und man dadurch nicht untersuchen kann, ob die Wurzelzellen die durch ihren Einfluß löslich gemachten Stoffe direct von den festen Theilen aufnehmen können. Wir haben jedoch einige Beob-

bachtungen, die uns den Schluß gestatten, daß auch die Wurzel der höheren Pflanze die gelösten Stoffe direct aufnehmen kann.

Julius Sachs nämlich beobachtete, daß Maispflänzchen kohlen-sauren Kalk auflösen, wenn er sie zwischen polirte, zusammengebundene Marmorplatten, die in die Erde gestellt waren, legte. Er konnte deutlich die Einwirkung der Wurzel wahrnehmen, denn diejenigen Stellen der polirten Flächen, welche mit den Wurzeln in Berührung gewesen, waren rauh geworden, weil der kohlen-saure Kalk daselbst in Auflösung übergegangen war. Auch Sachs leitet diese Erscheinungen von aus der Wurzel ausgeschiedener Kohlen-säure ab.\*)

Bei manchen niedrig organisirten Pflanzengruppen, die auf nacktem Felsen vegetiren und denen keine Lösung dargeboten ist, aus denen sie anorganische Stoffe aufnehmen könnten, muß die Aufnahme dieser Stoffe direct von den verwitterten Steintheilchen oder von der Oberfläche des Felsens selbst, etwa wie im eben besprochenen Falle von Sachs, stattfinden. Besonders gilt dies von den Flechten, die massenhaft die nackten Felswände überziehen. Nach Slater\*\*\*) soll in den Flechten freie Oxalsäure oder doch wenigstens ein gelöstes oxalsaures Salz zugegen sein, welches dann jedenfalls auf den Felsen lösend einzuwirken im Stande ist. Nach Slater's Untersuchungen ist die Oxalsäure fähig, gepulvertes Glas und Gestein sowie phosphorsaure Salze zu zersetzen.

Nach diesen Versuchen und Beobachtungen unterliegt es keinem Zweifel, daß die Pflanzen mineralische Stoffe direct von den Boden-theilchen aufzunehmen vermögen; es ist hierzu aber durchaus keine der Pflanze eigenthümliche Kraft nöthig; es sind dies einfache physikalisch-chemische Vorgänge. Auch die Bodenpflanzen, die Culturpflanzen scheiden unter gewissen Verhältnissen lösende Agentien aus, Kohlen-säure, kohlen-saures Alkali u. s. w.; von Liebig und Heerd\*\*\*) beobachteten, daß Kohlen-säure durch die Pflanzenwurzel ausgeschieden wird. Auch bei Boden- und Culturpflanzen an ihrem Standorte, im Boden, mag dieses vorkommen; da aber nun die Wurzel von Wasser umgeben ist, tritt die Kohlen-säure in das Wasser aus, wirkt natürlich lösend, wenn auch diese ihre Thätigkeit bei der Gegenwart der im Boden erzeugten Säuren sehr

\*) Botanische Zeitung, 1860, No. 13.

\*\*\*) Chem. Gaz. 1856. Seite 130.

\*\*\*) Auf der 34. Versammlung der deutschen Naturforscher in Karlsruhe.

wenig zu bedeuten hat. Nur dann vermag Kohlensäure aus der Pflanze in das Bodenwasser einzutreten, wenn in demselben die Concentration der Kohlensäurelösung niedriger ist, als im Zelleninhalte, wenn also dem Bodenwasser keine Kohlensäure durch die Zersetzung von organischen Stoffen im Boden geliefert wird; wo das Bodenwasser mit Kohlensäure imprägnirt ist, diffundirt dieselbe in die Pflanze hinein, wie dies auf jedem humusenthaltenden Boden der Fall ist. Die gelösten Stoffe sind im Bodenwasser enthalten, aus diesem nimmt die Pflanzewurzel sie auf. Wenn wir auch annehmen wollten, die Wurzel, die von Wasser umgeben ist, vermöchte die Nahrungstoffe direct von den Bodentheilen aufzunehmen, so ist dabei doch eine Ernährung der Pflanze factisch unmöglich. Ich muß hier noch einmal an das Diffusionsgesetz erinnern, welches uns zeigt, daß, wenn eine concentrirtere Lösung durch eine permeable Membran von reinem Wasser oder einer wenig concentrirten Lösung desselben Stoffes getrennt ist, so lange der gelöste Stoff aus der concentrirteren Lösung in die minder concentrirte hinüber diffundirt, bis auf beiden Seiten der Membran eine gleich concentrirte Lösung vorhanden ist. Ganz dasselbe ist bei der Pflanze der Fall. Nehmen wir einmal als diffundirenden Stoff das phosphorsaure Kali. Beide Bestandtheile desselben, die Phosphorsäure sowie das Kali, seien vom Boden absorhirt und ungelöst in ihm vorhanden; die Wurzel löse diese nun und führe sie in ihre Zellen ein; nun ist aber in der Zelle eine concentrirtere Lösung von phosphorsaurem Kali als im Bodenwasser (denn nach von Liebig soll in demselben gar kein gelöstes phosphorsaures Kali vorkommen) und dasselbe muß unbedingt wieder nach außen, in das Bodenwasser zurück diffundiren. Ein Hinauf- und Weiterdiffundiren in die Pflanze hinein, in deren höheren Theile, ist nicht möglich. Die Pflanze würde es auf diesem Wege nur zu einem Kreisläufe der vom Boden absorhirt werdenden Stoffe zwischen Bodentheilen, Wurzelzellen und Bodenwasser bringen, in welchem letzterem sie wieder von den Bodentheilen absorhirt würden. Eine Ernährung ist dabei ausgeschlossen.

Die Pflanzen haben in jedem nicht mit Wasser gesättigten Boden zweierlei Wurzeln, Wasserwurzeln und Luftwurzeln (? Reb.); die ersteren befinden sich in jenen Capillarräumen, welche Wasser enthalten, also in dem Bodenwasser, die anderen sind in die wasserfreien Capillarräume hineingewachsen und legen sich zum Theil an die Wandungen des Capillarraumes an. Die Menge der Luftwurzeln ist sehr variabel und hängt ab von dem Feuchtig-

Feuchtigkeitszustande des Bodens. Ist der Boden ziemlich trocken, so hat die Pflanze viele Luftwurzeln, tritt aber darauf viel Wasser in den Boden ein, so füllen sich eine Menge bis dahin wasserfreier Capillarräume mit Wasser, die Luftwurzeln gehen zu Grunde und Wasserwurzeln entwickeln sich an ihrer Stelle; nimmt der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens nun wieder ab, so werden Capillarräume wasserfrei und die dort entstandenen Wasserwurzeln gehen ebenfalls zu Grunde, während sich neue Luftwurzeln bilden. Die einen vermögen die andern nicht zu ersetzen; die Wasserwurzel kann ihre aufsaugende Thätigkeit nicht im wasserfreien Raume beibehalten, so auch die Luftwurzeln nicht im Wasser. Wie schon vorhin bemerkt wurde, legen sich die Luftwurzeln mit ihren Wurzelhärchen, zum Theil wenigstens, an die Wandung der Capillarräume an, stehen hier also mit den Bodentheilchen in directer Berührung und ohne Zweifel nehmen sie hier Stoffe direct von den Bodentheilchen mit Hilfe der aus ihren Zellen austretenden Säuren auf. Von Liebig hat also nicht ganz Unrecht, wenn er von einer directen Aufnahme der absorbirt im Boden vorkommenden Stoffe spricht; es ist indeß die oben beschriebene Aufnahme gar nicht die von von Liebig gemeinte; denn von Liebig's aufsaugende Wurzeln sind gar keine Luft-, sondern Wasserwurzeln, solche die sich in einem Bodenwasser befinden, welches frei von aufgelösten Nahrungstoffen ist. Die Aufnahme durch die Bodenluftwurzeln hätte für die Pflanze aber gar keinen Vortheil, wenn das Bodenwasser, wie von Liebig meint, frei von gelösten Nahrungstoffen wäre. Die folgende Auseinandersetzung, die wir, um es mit einem concreten Falle zu thun zu haben, an phosphorsaures Kali knüpfen wollen, soll uns das zeigen. Das durch die Luftwurzeln direct von den Bodentheilchen aufgenommene phosphorsaure Kali diffundirt in der Wurzel weiter und bis zum Cambium, von hier aus verbreitet es sich nach allen Seiten hin, kommt aber auf diesem Wege ebenfalls in die Wasserwurzeln. Diesen letzteren wird, wie ich vorhin gezeigt habe, das phosphorsaure Kali von dem an diesem Stoffe freien Bodenwasser, wenn von Liebig's Ansicht richtig sein sollte, entzogen; gelange nun aus den Luftwurzeln phosphorsaures Kali in die Wasserwurzeln, so müßte dieses natürlich ebenfalls in das Bodenwasser austreten und von den Bodentheilchen absorbirt werden. Der Effect ist also ganz derselbe, als wenn das gelöste phosphorsaure Kali aus einer Lösung durch die Wasserwurzeln aufgenommen worden wäre. Man könnte hiergegen zwar den Einwurf machen, daß sobald die gelösten

Stoffe in die Wurzel eingetreten seien, sie sofort in ihr unlöslich ausgeschieden würden und dadurch nicht mehr fähig sind, wieder aus der Pflanze heraus zu diffundiren, oder daß die Wurzelzellenmembran eine derartige Beschaffenheit hat, daß sie wohl Stoffe in die Pflanze ein-, aber nicht mehr aus ihr austreten lasse.

Daß diese Vorwürfe nur in sehr untergeordneter Weise in Anwendung gebracht werden können, läßt sich leicht zeigen. Die von der Pflanzenwurzel aufgenommenen Nahrungstoffe können nur zum allergeringsten Theile in ihr ausgeschieden werden, da sie ja auch in den höheren Pflanzentheilen zu finden sind, und hierher gerade diffundiren müssen, weil in diesem Theile hauptsächlich ja nur der Stoffwechsel und damit die Consumtion gelöster Stoffe seinen Sitz hat. In jedem Theile der Pflanze befinden sich gelöste Nahrungstoffe, auch Phosphorsäure und Kali. Setzt man eine Pflanze, die aus dem Boden genommen und von der Erde durch Abspülen befreit ist, ohne die Wurzel aber verletzt zu haben, oder eine Pflanze, die aus einer Nähstofflösung gelöste Stoffe aufgenommen, in destillirtes Wasser, so kann man die in der Pflanze gelöste vorhandenen Stoffe, worunter auch alle zur Ernährung nothwendige sind, aus der Wurzel in das destillirte Wasser austreten machen; auf diese Weise kann man eine Pflanze ganz an ihren gelösten Nahrungstoffen erschöpfen. Schneidet man eine Pflanze an einer beliebigen Stelle ab, und setzt die Schnittfläche mit destillirtem Wasser in Berührung, so wird auch gelöster Stoff jedem Pflanzentheile entzogen. Dr. W. Knop, ich und andere haben dieses zur Evidenz nachgewiesen. Ich will hier nur noch an jene Untersuchungen erinnern, bei welchen die einzelnen Pflanzentheile gesondert auf ihre Bestandtheile untersucht wurden, wie z. B. bei der Arendt'schen Untersuchung des Hafers; in allen diesen Untersuchungen wurden gelöste Stoffe, Kali und Phosphorsäure, in den einzelnen Pflanzentheilen gefunden, vorausgesetzt, daß sie nicht bereits abgestorben waren. Freilich werden auch in der Pflanzenwurzel gewisse Stoffe unlöslich ausgeschieden, aber von wichtigen Nährstoffen sind das nur kleine Mengen. Es gehören hierher besonders Eisenoxyd, Mangan (=oxyduloxyd) und kohlen-saurer Kalk. Es ist ja bekannt, daß diese sich oft in den Wurzeln massenhaft angehäuft haben. Wittstein\*) wies bei *Primula farinosa* nach, daß sich das Mangan-

\*) Annalen der Chemie und Pharm. Band 106, Seite 203 u. f.

einzig und allein in den Wurzeln aufgehäuft findet und in die höheren Pflanzentheile gar nicht übergegangen war. \*) Wollte man die Annahme machen, daß die in der Wurzel einmal ausgeschiedenen Stoffe wieder gelöst und, dadurch diffusibel geworden, in die höheren Theile hinauf diffundiren, so kommen wir dadurch auch um nichts weiter, weil sie dann ja auch der Diffusion nach außen wieder zugänglich geworden sind.

Was den zweiten Entwurf betrifft, daß nämlich die Membran der Wurzelzellen die Stoffe nach dem Innern der Pflanze hineindiffundiren, aber von innen nicht mehr nach außen zurückdiffundiren lasse, widerlegt sich sofort, wenn man sieht, daß die Pflanzen gelöste Stoffe, ihre Nahrungstoffe, an destillirtes Wasser abgeben. Uebrigens wäre eine solche Annahme eine physikalische Ungereimheit, da die Zellenmembran, die keine gelöste Stoffe von innen nach außen diffundiren läßt, auch keine von außen nach innen durchlassen kann, und wenn sie gelösten Stoffen in der einen Richtung den Durchgang gestattet, sie es auch in der andern Richtung thut.

Die vollständige Ernährung der Bodenpflanzen, also auch unserer Kulturpflanzen, setzt eine Nährstofflösung im Boden voraus, erstens weil sie nicht vegetiren können ohne Wasser, und zweitens weil bei Gegenwart von Wasser im Boden und in der Umgebung der Wurzeln dieses Wasser Nahrungstoffe gelöst haben muß, wenn diese in die Pflanze höher hinauf diffundiren sollen. Eine solche Lösung fehlt indeß auch in keinem Boden, er müßte denn ganz steril sein; ich habe gezeigt, daß sogar bei vielen Untersuchungen eine zu Ernten hinreichende Menge gelöster Stoffe gefunden wurde. Je reicher die Bodenflüssigkeit ist, um so stärker ist die Ernährung, denn bei reichem Gehalte derselben kann die Pflanze nicht bloß Nahrungstoffe aus der Bodenflüssigkeit aufnehmen, auch führen ihr dann die Luftwurzeln reichlich Stoffe zu. Concentration der Nahrungslüssigkeit im Boden, des Bodenwassers, und Concentration der Zellflüssigkeit der hauptsächlich saftführenden Wege, das Cambium mit den Wurzeln, muß gleich stark sein; ist die Concentration der Zellflüssigkeit höher, als die des Bodenwassers, so werden die gelösten Stoffe bis zur Ausgleichung der Concentration aus der Pflanze austreten;

\*) So fand auch Weinhold in der Asche von *Sedum telephium* L. das Natron auf die Wurzeln beschränkt. Siehe diese Zeitschrift Heft 10. —

ist die Concentration außerhalb der Pflanze höher, als innerhalb derselben, so ist dies das günstigste Verhältniß, es können beständig Stoffe in die Pflanzen eintreten, wodurch der Stoffwechsel befördert wird, und die im Stoffwechsel consumirten beständig ersetzt werden, was ein schnelles Wachstum und eine reiche Production organischer Stoffe zur Folge hat.

Es ist zwar behauptet worden, daß in der Bodenflüssigkeit keine Nahrungstoffe gelöst seien, und die Pflanzen sie deshalb nicht aus einer Auflösung aufnehmen könnten. Nach v. Liebig's eigener Anschauung muß aber doch eine Nährstofflösung im Boden sein. Von Liebig sagt: „Das mit Kohlensäure vollständig gesättigte Wasser wird überall, wo es Körnchen von phosphorsaurem Kalk antrifft, dieses Salz auflösen; allein dieses Lösungsmittel kann nur bewirken, daß sich das phosphorsaure Salz in der Ackererde verbreitet, die Lösung kann ebenfalls den Ort, wo sie sich gebildet hat, nicht verlassen, ohne daß das aufgelöste Salz von Ackererde, welche nicht damit gesättigt ist, der Lösung entzogen wird.“ Löst nun das kohlenensäurehaltige Wasser ein Körnchen phosphorsauren Kalk auf, so wird die Lösung sich „rings um jedes Körnchen nach allen Seiten in die Ackertrume“ verbreiten; „überall wo diese Lösung mit Ackertrume zusammentrifft, welche nicht mit phosphorsauren Kalk gesättigt ist, wird die Erde von dem zugeführten phosphorsauren Kalk eine gewisse Menge binden, der damit gesättigte Theil wird der Verbreitung der Lösung in weiteren Kreisen kein Hinderniß in den Weg setzen.“ Denken wir uns, um uns strenge in diesem Gedankengange zu halten, ein Körnchen phosphorsauren Kalkes, welches eben in Auflösung begriffen ist, so wird zuerst im nächsten Umkreise des Körnchens der Boden sich sättigen, und die neu aufgelösten Kalkphosphatmengen müssen nun unangestastet über den schon gesättigten Umkreis hinweg diffundiren, um zu dem ungesättigten Theile hin und daselbst zur Absorption zu gelangen, auf diesem Wege diffundirt also eine Lösung phosphorsauren Kalkes, und weil sich nun in der nächsten Umgebung des sich auflösenden Körnchens ebenfogut Wurzeln befinden, wie in dem nicht gesättigten Umkreise, und weil weiter das gelöste Kalkphosphat unbedingt aus der Lösung in die Pflanze hineindiffundiren muß, so haben wir eine Aufnahme des gelösten phosphorsauren Kalkes aus einer Lösung, und je weiter die Verbreitung des Kalkphosphats von dem Körnchen aus fortschreitet, um so mehr kann von der Pflanze davon aufgenommen werden. Anfangs wird der gesättigte Umkreis des Körnchens klein sein und

der Pflanze wenig gelöster Stoffe geboten werden, je mehr der gesättigte Umkreis sich vergrößert, um so reichlicher ist natürlich auch die Aufnahme gelöster Stoffe. Wo Wurzeln sind, findet auch Aufnahme statt, und die Wurzeln verbreiten sich nach allen Seiten im Boden, und die Annahme, daß die Wurzeln gerade diejenigen Bezirke des Bodens fliehen sollen, wo sich bereits ein gesättigter Boden und aufgelöste Nahrungstoffe finden, ist bis jetzt noch nicht gemacht worden. Ob die Menge der auf diese Weise der Pflanze zur Aufnahme gebotenen Stoffe zur Ernährung genügt, wissen wir nicht, übrigens hat es für uns auch kein Interesse, dieses zu wissen; nach meiner Ansicht bedarf es ja nur einer geringen Menge, um gute Ernten möglich zu machen. Wenn man früher behauptete, daß die Pflanzen Schaden nehmen und absterben würden, sobald ihnen die Nahrungstoffe in einer Lösung geboten seien, so wird man diese Behauptung heute wohl nicht mehr aufrecht erhalten wollen, nachdem so viele Versuche gezeigt haben, daß man ganz normale Pflanzen in wässerigen Lösungen erziehen kann. Auch das Experiment wird leicht davon überzeugen. Man sättige einen mit einer Pflanze bestandenen Boden (Lopfpflanze) indem man ihn einigemal in Zwischenzeit von 12—24 Stunden mit einer sehr verdünnten Lösung phosphorsauren Kali's übergießt, und zwar das Begießen so oft wiederholt, bis das ablaufende, durch den Boden gegangene Wasser Phosphorsäure und Kali enthält. Nun ist der Boden gesättigt, und das Uebergießen einer weiteren Portion der Lösung wird den Boden übersättigen. Hat man mit verdünnten Lösungen experimentirt, so nimmt die Pflanze gar keinen Schaden dabei, auch wenn man weitere Mengen Lösung zuführt. Nur zuweilen habe ich bemerkt, daß kurz nach dem Aufgießen, und besonders wenn die Lösung etwas concentrirt war, die Pflanzen welkten, eine Erscheinung, die aber nicht als krankhaft anzusehen ist. Uebergießt man den Boden mit Kaliphosphatlösung, so wird die Bodenlösung concentrirt; das phosphorsaure Kali mit seinem hohen endosmotischen Äquivalente entzieht der Pflanze viel Wasser, wodurch diese welkt, sich aber erholt, wenn Bodenfeuchtigkeit und Zellfeuchtigkeit sich wieder in's Gleichgewicht gesetzt haben, was sehr bald geschieht. Es sind das dieselben Erscheinungen, wie man sie auch bei Chlornatrium- und anderen Lösungen beobachtet.\*)

\*) Siehe mein Werk: „die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze.“  
Seite 121 u. f.



Werfen wir einen Blick auf das in der vorstehenden und einer früheren an diesem Orte mitgetheilten (die Aufnahme der gelösten Nahrungsstoffe in die Pflanze — Heft 9) Abhandlung Gesagte zurück, so lassen sich die Hauptpunkte einer Theorie der Aufnahme der mineralischen Nahrungsstoffe in den folgenden kurzen Sätzen präcisiren.

1) Die Pflanze nimmt ihre anorganischen Nahrungsstoffe entweder aus einer Lösung, oder direct von den Bodentheilen oder auf beiden Wegen zugleich.

2) Die alleinige Aufnahme aus einer Lösung kommt nur bei Pflanzen vor, welche im Wasser oder in einem von Wasser vollständig durchtränkten Boden vegetiren.

3) Die alleinige Aufnahme von den Bodentheilen kann nur bei solchen Pflanzen stattfinden, deren Wurzeln oder aufnehmende Zellen nicht von einer wässrigen Lösung umgeben sind und ohne solche existiren können, wie bei den Flechten.

4) Die eigentlichen Bodenpflanzen, wozu unsere Culturpflanzen ebenfalls gehören, nehmen die anorganischen Nahrungsstoffe, sowohl aus Lösung, als auch direct von den Bodentheilen auf.

5) Die Bodenpflanzen besitzen Wasserwurzeln, welche sich in den mit Wasser gefüllten Capillarräumen befinden, und Luftwurzeln, die in die wasserfreien Capillarräume eindringen und sich mit ihren Wurzelhäutchen zum Theil an die Wandung des Capillarraumes anlegen. Die ersteren dienen der Aufnahme aus der Lösung, die letzteren der directen Aufnahme von den Bodentheilen.

6) Die Wasserwurzeln können die anorganischen Nahrungsstoffe nicht direct von den Bodentheilen aufnehmen.

7) Eine Aufnahme der mineralischen Nahrungsstoffe bei unseren Bodenpflanzen, die ohne Gegenwart von Wasser im Boden nicht existiren können, durch die Bodenluftwurzeln kann der Pflanze nur dann von Vortheil sein, wenn die Wasserwurzeln sich in einer Lösung befinden, welche die von den Luftwurzeln aufgenommenen Nahrungsstoffe auch enthält. Ohne diese Bedingung wäre die Ernährung der Bodenpflanze nicht möglich oder doch höchst unvollkommen, da nur wenige oder gar keine Stoffe in die höheren Pflanzentheile hinein gelangen könnten.

8) Die Concentration der Bodenlösung und die Concentration der Zellflüssigkeit in den hauptsächlichsten Saft- oder Diffusionswegen (Wurzel und Cambium) muß in Bezug auf die gelösten Nahrungsstoffe gleich sein.

9) Jede Concentrationsdifferenzirung zwischen beiden Flüssigkeiten, mag sie in der Pflanze oder in der äußeren Nahrungslüssigkeit eintreten, hat Diffusionsströmungen nach dem Orte der Störung zur Folge, die so lange andauern, bis die Concentrationsdifferenz ausgeglichen oder das gestörte Gleichgewicht wieder hergestellt ist.

10) Die vorzüglichsten Ursachen der Concentrationsdifferenzirung, die von der Pflanze oder von dem Zellwasser der Pflanze ausgeht, sind a) Consumption der gelösten Stoffe im Stoffwechsel, wodurch gelöste Stoffe aus der Nahrungslüssigkeit in die Pflanze eingeführt werden, und b) die Verdunstung des Wassers aus den Blättern, welche durch Concentrirung des Zelleninhaltes Wasser in die Pflanze aus der Nahrungslüssigkeit eintreten macht.

11) Die vorzüglichsten Concentrationsdifferenzirungen mit ihrem Sitze in der Nahrungslüssigkeit sind Concentrationszunahme derselben a) durch Auflösung neuer Mengen anorganischer Stoffe oder b) durch Fortführung des Wassers aus der Nahrungslüssigkeit in Folge der Verdunstung des Wassers aus der Pflanze. Beide Vorgänge bedingen den Eintritt neuer Mengen gelöster Stoffe in die Pflanze.

12) Zur Concentrationsdifferenzirung und deren Ausgleichung trägt selbstredend auch die Aufnahme der Nahrungsstoffe direct von den Bodentheilen vermittelt der Bodenluftwurzeln bei.

13) Die Ernährung der Bodenpflanzen ist abhängig von der Gegenwart einer Nährstofflösung in dem Boden; die Zuführung der Nahrungsstoffe aus der Bodenlösung wird unterstützt durch die Aufnahme der Nahrungsstoffe vermittelt der Bodenluftwurzeln direct von den Bodentheilen.

14) Die letztere Zuführung kann bei trockenem Wetter und trockenem Boden von wesentlicher Bedeutung bei der Ernährung der Pflanze sein.

15) Jeder fruchtbare Boden enthält gelöste und ungelöste Nahrungsstoffe.

16) Die ungelösten Nahrungsstoffe sind assimilationsfähig, also wesentlich von den rohen in den unzersehten mineralischen Bodenbestandtheilen vorkommenden Stoffen verschieden. Sie sind durch chemische Kräfte (und vielleicht auch physikalische) vom Boden absorhirt.

17) Die ungelösten Nahrungsstoffe werden von gewissen Agenzien, wozu besonders Kohlensäure, Humus Säuren, und vielleicht auch Essig- und andere verwandte Säuren gehören, gelöst und in die Bodenlüssigkeit oder direct in die Pflanze übergeführt.

18) Die löslichen Agentien werden entweder aus den Pflanzenwurzeln ausgeschieden oder in dem Boden selbst gebildet.

19) Die von den Bodenluftwurzeln ausgeschiedenen löslichen Agentien bedingen die directe Zuführung der Nahrungstoffe von den Bodentheilen in die Pflanze.

20) Die von den Wasserwurzeln ausgeschiedenen treten in die Nährstofflösung des Bodens und vermitteln die Verflüssigung der ungelösten Nahrungstoffe und deren Ueberführung in die Bodenlösung, von wo aus sie nach den Gesetzen der Diffusion in die Pflanze eintreten.

21) Jeder mit Vegetation bedeckte oder durch pflanzliche Düngstoffe gebüngte Boden besitzt so hinreichende Quellen löslicher Agentien, daß ein Austreten der löslichen Agentien in die Bodenlösung ganz überflüssig ist, mit Bezug auf Kohlensäure und vielleicht auch auf andere Stoffe nicht einmal stattfinden kann. Das Austreten der Kohlensäure z. B. setzt voraus, daß das Bodenwasser ärmer an Kohlensäure ist als die Zellflüssigkeit; da dieses aber grade umgekehrt bei vegetationskräftigem und unserm gebüngten Ackerboden der Fall ist, so muß sogar noch Kohlensäure in die Pflanze hinein diffundiren.

22) Bei fruchtbarem Boden braucht auch selbst die Bodenluftwurzel keine löslichen Agentien auszuscheiden, da die Capillarräume, in welchen sie sich befinden, mehr oder weniger Kohlensäure enthalten, welche sich auf die Bodentheile niederlegt und lösend wirkt; in diesem Falle kann die Luftwurzel mittelst des Wassers der Molecularinterstitien ihrer Zellenmembran die gelösten Stoffe direct von den Bodentheilen aufnehmen.

23) Die Liebig'sche Theorie, wie sie von Liebig und Anderen ausgebildet wurde, ist in so weit falsch, als sie bei Gegenwart von Bodenwasser die Nahrungstoffe direct von den Bodentheilen aufnehmen läßt, oder, wie es nach unsern Ansichten lauten würde, in so weit, als sie die vom Boden absorbirten Nahrungstoffe durch die Wasserwurzeln direct von den Bodentheilen aufnehmen läßt, während dieselben in dem Bodenwasser nicht gelöst vorhanden sein sollen.

24) Die Versuche von Fraas und Böller, von Wunder, die Drainwasseranalysen u. s. w. sind falsch interpretirt, und können deshalb nicht benutzt werden, um für die Liebig'sche Theorie etwas zu beweisen.

25) Die Liebig'sche Theorie muß demnach dahin modificirt werden, daß im Boden eine Lösung aller den Pflanzen zu ihren Gedeihen nöthigen anorganischen Stoffe zugegen ist, und daß die Pflanze eigene Organe besitzt, um die assimilirbaren absorbirten Stoffe von dem Boden direct aufzunehmen zu können, ohne daß diese Organe aus der Bodenlösung Stoffe aufzunehmen vermögen.

26) Schulz=Fleeth\*) war der Erste, welcher die Unrichtigkeit der früheren Theorie von der Aufnahme der anorganischen Stoffe, die ich Verdunstungstheorie genannt habe, andeutete; von Liebig hat dieselbe bewiesen. Schulz=Fleeth deutete die Aufnahme der anorganischen Stoffe durch Diffusion an. Der Verfasser hat die Diffusionstheorie weiter entwickelt\*\*), unserm großen Meister von Liebig kommt indeß das Verdienst zu, durch seine Idee von der directen Aufnahme den richtigen Weg zur Erklärung der Erscheinungen der Nahrungstoff-Aufnahme bei den Bodenpflanzen und den Culturgewächsen gezeigt zu haben\*\*\*).

Glehn, am 22. Juli 1862.

\*) Poggendorff's Annalen der Chemie und Physik. Band 88: „Ueber die Aufnahme der anorganischen Salze in die Pflanze.“

\*\*) In meinem Werke: „die Diffusion in ihren Beziehungen zur Pflanze.“

\*\*\*) In seinen „Naturwissenschaftlichen Briefen über moderne Landwirtschaft.“

## Einwirkung von Ammonialsalzen auf Boden

von

A. Weinhold,

Affistenten der Station Chemnitz.

### I. Schwefelsaures Ammon.

Wegen der großen Wichtigkeit, welche die Zersetzen löslicher Salze in Berührung mit dem Ackerboden für die Erklärung der Pflanzenernährung erlangt haben, sollte der Boden unserer Versuchstation auf sein Verhalten, zunächst zu Ammonsalzen, untersucht werden. Einestheils wurden die in Lösung übergeführten Bestandtheile des Bodens in Betracht gezogen; anderntheils hatte ich die Möglichkeit der Auffindung einer Gesetzmäßigkeit in den Mengen des absorbirten Ammons im Auge, die durch die Arbeiten von Henneberg, Stohmann und Bödker in Aussicht gestellt war und so äußerst wünschenswerth gewesen wäre, um Versuche mit verschiedenen Bodenarten unter einander vergleichen und aufeinander reduciren zu können: da es kaum thunlich ist, für alle Bodenarten dieselben Mengen von Salz, Boden und Wasser einzuhalten, weil die wasserhaltende Kraft mancher Boden so bedeutend ist, daß bei Anwendung kleiner Mengen Wasser kein zur Analyse genügendes Quantum Flüssigkeit von dem Boden abgehoben werden kann, bei anderen Bodenarten die Absorption so gering ist, daß bei Anwendung größerer Mengen von Lösung das absorbirte Quantum Ammoniak gegen das gelöste bleibende zu klein ist, um mit der nöthigen Genauigkeit bestimmt werden zu können. Bödker's Untersuchungen haben nun für die Versuche von Henneberg und Stohmann allerdings eine Regelmäßigkeit nachgewiesen; doch darf dieselbe wohl nicht als ein Gesetz bezeichnet werden; denn erstens schließen sich die Versuche nur in engen Grenzen, zum Theil nur scheinbar an die aufgestellten Formeln an, anderntheils ergibt sich das Gesetz bei näherer Prüfung als an sich selbst im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Es sollen sich bei Anwendung gleicher Mengen von Erde und Wasser die Quantitäten des in der Lösung wirkenden Stoffes verhalten

wie die Quadrate ihrer Wirkungen, oder, wenn bei Anwendung von  $p$  Ammoniak die absorbirte Menge =  $a$  ist, so soll die bei Anwendung von  $p' = np$  Ammoniak absorbirte Menge  $a' = a\sqrt{n}$  werden. Für 100 Gramm Erde, 200 Cc. Flüssigkeit und 170 bis 3400 Milligrm. Ammoniak ist die Uebereinstimmung genügend; es ist für  $p = 170$

$$a = 55.$$

Nun aber giebt die obige Formel für  $n = \frac{a^2}{p^2}$  oder, was dasselbe ist, für  $p' = \frac{a^2}{p}$

$$a' = np = p',$$

d. h. bei Anwendung von  $p' = \frac{(55)^2}{170} = 17,8$  Milligrm. Ammoniak müßte dasselbe vollständig absorbirt werden.

Soweit Bödeler die Rechnung ausgeführt hat, deutet dieselbe darauf hin, daß gerade bei den geringen Gehalten der Lösung die berechneten Zahlen mit den beobachteten am besten harmoniren sollen und doch ist bekanntlich nie eine vollständige Absorption des Ammoniaks beobachtet worden. Daß für concentrirtere Lösungen das Gesetz sehr bald die Grenze seiner Richtigkeit erreicht, ist von Bödeler selbst hervorgehoben. Für den Fall, daß nicht nur die Ammoniakmenge, sondern auch das Volumen der angewandten Lösung wechselt, berechnet Bödeler das absorbirte Quantum in der Art, daß er von dem Absorptionsquantum, welches für die betreffende Ammoniakmenge gelten würde, wenn dieselbe in 200 Cc. Wasser gelöst wäre, für jede 100 Cc. mehr vorhandenen Wassers 10 Mgrm. abzieht. Diese Zahl haben Henneberg und Stohmann gefunden für die Löslichkeit des absorbirten Ammoniaks in Wasser, mit dem Bemerken, daß die Anziehung des Bodens gegen das einmal absorbirte Ammoniak intensiver ist, als die gegen das gelöste, trotzdem wird sie angewendet für gelöstes Ammoniak. Will man sich indeß an diese Zahl halten, so ergibt sich, daß, wenn bei 200 Cc. Lösung von

|                  |     |      |      |       |                |
|------------------|-----|------|------|-------|----------------|
| 170              | 340 | 680  | 1700 | 3400  | Mgrm. Ammoniak |
| absorbirt werden | 55  | 77,8 | 110  | 173,9 | 245,9          |

die Absorption für dieselben Ammoniakmengen bei 400 Cc. Lösung be-  
tragen muß

$$35 \quad 57,8 \quad 90 \quad 153,9 \quad 225,9$$

es sind also für 400 Cc. Lösung die absorbirten Mengen nicht den Wur-

zeln der angewendeten Quanten proportional, und sie würden es ebenso wenig sein für jeden andern constanten Abzugsfactor als 10 Milligr., somit widerspricht also das Gesetz sich selbst, denn wollte man auch annehmen, das Wurzelverhältniß gälte für das Ammonial an sich, und es sei für jedes Volum Wasser eine constante Größe zu subtrahiren, so würden wieder für 200 Cc. die gefundenen Zahlen nicht die sein können, die sie sind, ja es würden in andern Fällen negative Werthe resultiren.

Wolf hat gefunden, daß gleiche Mengen Boden gleiche Quantitäten einer Basis absorbiren, wenn die übrigbleibenden Lösungen gleiche procentische Zusammensetzung haben, ein Satz, der, selbst ohne experimentell bewiesen zu sein, kaum bezweifelt werden könnte, sobald man annimmt, daß die Absorption das Resultat der Anziehung des Bodens und des Wassers gegen die betreffende Basis ist, und daß dieselbe ihr Ende erreicht, wenn diese beiden Anziehungen in's Gleichgewicht getreten sind. Wenn es nun versucht werden sollte, für andere Verhältnisse die Bedingungen dieses Gleichgewichtes zu finden, so dürften nicht die überhaupt angewendeten Mengen Ammonial mit den absorbirten verglichen werden, sondern die am Ende existirenden Gehalte des Bodens und der Flüssigkeit. Es wurden zunächst drei Reihen Versuche mit dem analysirten Boden des Versuchsfeldes (s. diese Zeitschrift Heft 11) gemacht und bei einer das Verhältniß von Salz variiert gegen ein gleichbleibendes Verhältniß von Boden und Flüssigkeit (A), bei der zweiten wechselte das Verhältniß der Flüssigkeit gegen gleiche Mengen von Salz und Boden (B) und bei der dritten endlich wurde das Verhältniß des Bodens gegen eine Lösung von gleichem Procentgehalte verändert (C). Der Boden enthielt bei seiner Verwendung 3,93 % Wasser.

| Versuch | Angewendet.           |                |                     |                |           |                       |                                            |                                                |                                     |                                                                               |
|---------|-----------------------|----------------|---------------------|----------------|-----------|-----------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|         | Säure<br>Flüssigkeit. | Kilogr. Boden. | Schwefel-<br>Ammon. | Schwefelsäure. | Ammoniak. | Aborb. Ammo-<br>nial. | Schwefelsäure<br>nach der Ein-<br>wirkung. | Verhältnis des<br>abf. Ammons<br>zum gelösten. | Ammongehalt auf<br>1 Kilogr. Boden. | Verhältnis des Ge-<br>haltes des Bodens<br>zu dem von 1 Liter<br>Flüssigkeit. |
| A 1     | 0,25                  | 0,1            | 1,000               | 0,606          | 0,258     | 0,088                 | 0,604                                      | 1:1,93                                         | 0,88                                | 1:0,77                                                                        |
| 2       | 0,25                  | 0,1            | 0,900               | 0,545          | 0,232     | 0,088                 | 0,545                                      | 1:1,64                                         | 0,88                                | 1:0,66                                                                        |
| 3       | 0,25                  | 0,1            | 0,800               | 0,495          | 0,206     | 0,079                 | 0,489                                      | 1:1,61                                         | 0,79                                | 1:0,64                                                                        |
| 4       | 0,25                  | 0,1            | 0,700               | 0,424          | 0,180     | 0,071                 | 0,424                                      | 1:1,53                                         | 0,71                                | 1:0,61                                                                        |
| 5       | 0,25                  | 0,1            | 0,600               | 0,364          | 0,155     | 0,072                 | 0,367                                      | 1:1,15                                         | 0,72                                | 1:0,46                                                                        |
| 6       | 0,25                  | 0,1            | 0,500               | 0,303          | 0,129     | 0,058                 | 0,295                                      | 1:1,23                                         | 0,58                                | 1:0,49                                                                        |
| 7       | 0,25                  | 0,1            | 0,400               | 0,242          | 0,103     | 0,051                 | 0,247                                      | 1:1,02                                         | 0,51                                | 1:0,41                                                                        |
| 8       | 0,25                  | 0,1            | 0,300               | 0,182          | 0,077     | 0,039                 | 0,187                                      | 1:0,98                                         | 0,39                                | 1:0,39                                                                        |
| 9       | 0,25                  | 0,1            | 0,200               | 0,121          | 0,052     | 0,030                 | 0,129                                      | 1:0,73                                         | 0,30                                | 1:0,29                                                                        |
| 10      | 0,25                  | 0,1            | 0,100               | 0,061          | 0,026     | 0,012                 | 0,069                                      | 1:1,17                                         | 0,12                                | 1:0,47                                                                        |
| B 1     | 0,6                   | 0,1            | 0,500               |                | 0,129     | 0,049                 |                                            | 1:1,63                                         | 0,49                                | 1:0,16                                                                        |
| 2       | 0,7                   | 0,1            | 0,500               |                | 0,129     | 0,041                 |                                            | 1:2,15                                         | 0,41                                | 1:0,15                                                                        |
| 3       | 0,8                   | 0,1            | 0,500               |                | 0,129     | 0,044                 |                                            | 1:1,93                                         | 0,44                                | 1:0,15                                                                        |
| 4       | 0,9                   | 0,1            | 0,500               |                | 0,129     | 0,042                 |                                            | 1:2,08                                         | 0,42                                | 1:0,19                                                                        |
| 5       | 1,0                   | 0,1            | 0,500               |                | 0,129     | 0,038                 |                                            | 1:2,39                                         | 0,38                                | 1:0,24                                                                        |
| C 1     | 0,75                  | 0,5            | 0,991               |                | 0,255     | 0,158                 |                                            | 1:0,61                                         | 0,32                                | 1:0,41                                                                        |
| 2       | 0,75                  | 0,4            | 0,991               |                | 0,255     | 0,137                 |                                            | 1:0,86                                         | 0,53                                | 1:0,44                                                                        |
| 3       | 0,75                  | 0,3            | 0,991               |                | 0,255     | 0,123                 |                                            | 1:1,07                                         | 0,37                                | 1:0,43                                                                        |
| 4       | 0,75                  | 0,2            | 0,991               |                | 0,255     | 0,114                 |                                            | 1:1,24                                         | 0,23                                | 1:0,33                                                                        |
| 5       | 0,75                  | 0,1            | 0,991               |                | 0,255     | 0,065                 |                                            | 1:2,92                                         | 0,65                                | 1:0,39                                                                        |

Selbstverständlich beziehen sich die in Columnne V und VI für Schwefelsäure und Ammoniak angegebenen Zahlen auf die in dem angewendeten schwefelsauren Ammon enthaltenen Mengen beider Bestandtheile. Wo nicht die Columnnentitel etwas Anderes angeben, verstehen sich die Zahlen als Gramme. Wenn nun das Gesetz, nach dem die Absorption erfolgt, denn ein solches muß schließlich doch existiren, nicht zu compliciert wäre, so hätte es müssen zu Tage treten durch Vergleichung der siebenten und neunten Columnne, oder noch einfacher durch Vergleichung der zehnten und elften. Daß die Zahlen der einen Reihe in keiner Weise als Functionen der Anderen zu erkennen waren, hätte nun noch daran liegen können, daß die Ungleichmäßigkeit des Bodens zu große Abweichungen verursacht, wie dies bei den Versuchen A 5, B 2 und B 4 allerdings entschieden der Fall ist. Deshalb wurde von dem Boden eine große Quantität nochmals so sorgfältig, als es nur immer möglich war, gemischt und damit noch eine Anzahl Versuche angestellt, und zwar jeder mehr als ein Mal.



## Einwirkung von Ammoniaksalzen auf Boden

von

A. Weinhold,

Assistenten der Station Chemnitz.

### I. Schwefelsaures Ammon.

Wegen der großen Wichtigkeit, welche die Zerlegungen löslicher Salze in Verbindung mit dem Ackerboden für die Erklärung der Pflanzenernährung erlangt haben, sollte der Boden unserer Versuchstation auf sein Verhalten, zunächst zu Ammonsalzen, untersucht werden. Einestheils wurden die in Lösung übergeführten Bestandtheile des Bodens in Betracht gezogen; andernteils hatte ich die Möglichkeit der Auffindung einer Gesetzmäßigkeit in den Mengen des absorbirten Ammons im Auge, die durch die Arbeiten von Henneberg, Stohmann und Bödker in Aussicht gestellt war und so äußerst wünschenswerth gewesen wäre, um Versuche mit verschiedenen Bodenarten unter einander vergleichen und aufeinander reduciren zu können: da es kaum thunlich ist, für alle Bodenarten dieselben Mengen von Salz, Boden und Wasser einzuhalten, weil die wasserhaltende Kraft mancher Boden so bedeutend ist, daß bei Anwendung kleiner Mengen Wasser kein zur Analyse genügendes Quantum Flüssigkeit von dem Boden abgehoben werden kann, bei anderen Bodenarten die Absorption so gering ist, daß bei Anwendung größerer Mengen von Lösung das absorbirte Quantum Ammoniak gegen das gelöst bleibende zu klein ist, um mit der nöthigen Genauigkeit bestimmt werden zu können. Bödker's Untersuchungen haben nun für die Versuche von Henneberg und Stohmann allerdings eine Regelmäßigkeit nachgewiesen; doch darf dieselbe wohl nicht als ein Gesetz bezeichnet werden; denn erstens schließen sich die Versuche nur in engen Grenzen, zum Theil nur scheinbar an die aufgestellten Formeln an, andernteils ergiebt sich das Gesetz bei näherer Prüfung als an sich selbst im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Es sollen sich bei Anwendung gleicher Mengen von Erde und Wasser die Quantitäten des in der Lösung wirkenden Stoffes verhalten

wie die Quadrate ihrer Wirkungen, oder, wenn bei Anwendung von  $p$  Ammoniak die absorbirte Menge  $= a$  ist, so soll die bei Anwendung von  $p' = np$  Ammoniak absorbirte Menge  $a' = a/\sqrt{n}$  werden. Für 100 Gramm Erde, 200 Cc. Flüssigkeit und 170 bis 3400 Milligrm. Ammoniak ist die Uebereinstimmung genügend; es ist für  $p = 170$

$$a = 55.$$

Nun aber giebt die obige Formel für  $n = \frac{a^2}{p^2}$  oder, was dasselbe ist, für  $p' = \frac{a^2}{p}$

$$a' = np = p',$$

d. h. bei Anwendung von  $p' = \frac{(55)^2}{170} = 17,8$  Milligrm. Ammoniak müßte dasselbe vollständig absorbirt werden.

Soweit Bödeker die Rechnung ausgeführt hat, deutet dieselbe darauf hin, daß gerade bei den geringen Gehalten der Lösung die berechneten Zahlen mit den beobachteten am besten harmoniren sollen und doch ist bekanntlich nie eine vollständige Absorption des Ammoniaks beobachtet worden. Daß für concentrirtere Lösungen das Gesetz sehr bald die Grenze seiner Nichtigkeit erreicht, ist von Bödeker selbst hervorgehoben. Für den Fall, daß nicht nur die Ammoniakmenge, sondern auch das Volumen der angewandten Lösung wechselt, berechnet Bödeker das absorbirte Quantum in der Art, daß er von dem Absorptionsquantum, welches für die betreffende Ammoniakmenge gelten würde, wenn dieselbe in 200 Cc. Wasser gelöst wäre, für jede 100 Cc. mehr vorhandenen Wassers 10 Mgrm. abzieht. Diese Zahl haben Henneberg und Stohmann gefunden für die Löslichkeit des absorbirten Ammoniaks in Wasser, mit dem Bemerkten, daß die Anziehung des Bodens gegen das einmal absorbirte Ammoniak intensiver ist, als die gegen das gelöste, trotzdem wird sie angewendet für gelöstes Ammoniak. Will man sich indeß an diese Zahl halten, so ergiebt sich, daß, wenn bei 200 Cc. Lösung von

|                  |     |      |      |       |                |
|------------------|-----|------|------|-------|----------------|
| 170              | 340 | 680  | 1700 | 3400  | Mgrm. Ammoniak |
| absorbirt werden | 55  | 77,8 | 110  | 173,9 | 245,9          |

die Absorption für dieselben Ammoniakmengen bei 400 Cc. Lösung betragen muß

$$35 \quad 57,8 \quad 90 \quad 153,9 \quad 225,9$$

es sind also für 400 Cc. Lösung die absorbirten Mengen nicht den Wur-

zeln der angewendeten Quanten proportional, und sie würden es ebenso wenig sein für jeden andern constanten Abzugsfactor als 10 Milligr., somit widerspricht also das Gesetz sich selbst, denn wollte man auch annehmen, das Wurzelverhältniß gälte für das Ammoniak an sich, und es sei für jedes Volum Wasser eine constante Größe zu subtrahiren, so würden wieder für 200 Cc. die gefundenen Zahlen nicht die sein können, die sie sind, ja es würden in andern Fällen negative Werthe resultiren.

Wolf hat gefunden, daß gleiche Mengen Boden gleiche Quantitäten einer Basis absorbiren, wenn die übrigbleibenden Lösungen gleiche procentische Zusammensetzung haben, ein Satz, der, selbst ohne experimentell bewiesen zu sein, kaum bezweifelt werden könnte, sobald man annimmt, daß die Absorption das Resultat der Anziehung des Bodens und des Wassers gegen die betreffende Basis ist, und daß dieselbe ihr Ende erreicht, wenn diese beiden Anziehungen in's Gleichgewicht getreten sind. Wenn es nun versucht werden sollte, für andere Verhältnisse die Bedingungen dieses Gleichgewichtes zu finden, so dürften nicht die überhaupt angewendeten Mengen Ammoniak mit den absorbirten verglichen werden, sondern die am Ende existirenden Gehalte des Bodens und der Flüssigkeit. Es wurden zunächst drei Reihen Versuche mit dem analysirten Boden des Versuchsfeldes (s. diese Zeitschrift Heft 11) gemacht und bei einer das Verhältniß von Salz variiert gegen ein gleichbleibendes Verhältniß von Boden und Flüssigkeit (A), bei der zweiten wechselte das Verhältniß der Flüssigkeit gegen gleiche Mengen von Salz und Boden (B) und bei der dritten endlich wurde das Verhältniß des Bodens gegen eine Lösung von gleichem Procentgehalte verändert (C). Der Boden enthielt bei seiner Verwendung 3,93 % Wasser.

| Versuch. | Angewendet.        |                |                 |                |           |                   |                                    |                                         |                                  |                                                                    |
|----------|--------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|          | Litre Flüssigkeit. | Kilogr. Boden. | Schwefel-Ammon. | Schwefelsäure. | Ammoniak. | Absorb. Ammoniak. | Schwefelsäure nach der Einwirkung. | Verhältnis des abf. Ammons zum gelöstn. | Ammongehalt auf 1 Kilogr. Boden. | Verhältnis des Gehaltes des Bodens zu dem von 1 Liter Flüssigkeit. |
| A 1      | 0,25               | 0,1            | 1,000           | 0,606          | 0,258     | 0,088             | 0,604                              | 1 : 1,93                                | 0,88                             | 1 : 0,77                                                           |
| 2        | 0,25               | 0,1            | 0,900           | 0,545          | 0,232     | 0,088             | 0,545                              | 1 : 1,64                                | 0,88                             | 1 : 0,66                                                           |
| 3        | 0,25               | 0,1            | 0,800           | 0,485          | 0,206     | 0,079             | 0,489                              | 1 : 1,61                                | 0,79                             | 1 : 0,64                                                           |
| 4        | 0,25               | 0,1            | 0,700           | 0,424          | 0,180     | 0,071             | 0,424                              | 1 : 1,53                                | 0,71                             | 1 : 0,61                                                           |
| 5        | 0,25               | 0,1            | 0,600           | 0,364          | 0,155     | 0,072             | 0,367                              | 1 : 1,15                                | 0,72                             | 1 : 0,46                                                           |
| 6        | 0,25               | 0,1            | 0,500           | 0,303          | 0,129     | 0,058             | 0,295                              | 1 : 1,23                                | 0,58                             | 1 : 0,49                                                           |
| 7        | 0,25               | 0,1            | 0,400           | 0,242          | 0,103     | 0,051             | 0,247                              | 1 : 1,02                                | 0,51                             | 1 : 0,41                                                           |
| 8        | 0,25               | 0,1            | 0,300           | 0,182          | 0,077     | 0,039             | 0,187                              | 1 : 0,98                                | 0,39                             | 1 : 0,39                                                           |
| 9        | 0,25               | 0,1            | 0,200           | 0,121          | 0,052     | 0,030             | 0,129                              | 1 : 0,73                                | 0,30                             | 1 : 0,29                                                           |
| 10       | 0,25               | 0,1            | 0,100           | 0,061          | 0,026     | 0,012             | 0,069                              | 1 : 1,17                                | 0,12                             | 1 : 0,47                                                           |
| B 1      | 0,6                | 0,1            | 0,500           |                | 0,129     | 0,049             |                                    | 1 : 1,63                                | 0,49                             | 1 : 0,16                                                           |
| 2        | 0,7                | 0,1            | 0,500           |                | 0,129     | 0,041             |                                    | 1 : 2,15                                | 0,41                             | 1 : 0,15                                                           |
| 3        | 0,8                | 0,1            | 0,500           |                | 0,129     | 0,044             |                                    | 1 : 1,93                                | 0,44                             | 1 : 0,15                                                           |
| 4        | 0,9                | 0,1            | 0,500           |                | 0,129     | 0,042             |                                    | 1 : 2,08                                | 0,42                             | 1 : 0,19                                                           |
| 5        | 1,0                | 0,1            | 0,500           |                | 0,129     | 0,038             |                                    | 1 : 2,39                                | 0,38                             | 1 : 0,24                                                           |
| C 1      | 0,75               | 0,5            | 0,991           |                | 0,255     | 0,158             |                                    | 1 : 0,61                                | 0,32                             | 1 : 0,41                                                           |
| 2        | 0,75               | 0,4            | 0,991           |                | 0,255     | 0,137             |                                    | 1 : 0,86                                | 0,53                             | 1 : 0,44                                                           |
| 3        | 0,75               | 0,3            | 0,991           |                | 0,255     | 0,123             |                                    | 1 : 1,07                                | 0,37                             | 1 : 0,43                                                           |
| 4        | 0,75               | 0,2            | 0,991           |                | 0,255     | 0,114             |                                    | 1 : 1,24                                | 0,23                             | 1 : 0,33                                                           |
| 5        | 0,75               | 0,1            | 0,991           |                | 0,255     | 0,065             |                                    | 1 : 2,92                                | 0,65                             | 1 : 0,39                                                           |

Selbstverständlich beziehen sich die in Columnne V und VI für Schwefelsäure und Ammoniak angegebenen Zahlen auf die in dem angewendeten schwefelsauren Ammon enthaltenen Mengen beider Bestandtheile. Wo nicht die Columnnentitel etwas Anderes angeben, verstehen sich die Zahlen als Gramme. Wenn nun das Gesetz, nach dem die Absorption erfolgt, denn ein solches muß schließlich doch existiren, nicht zu compliciert wäre, so hätte es müssen zu Tage treten durch Vergleichung der siebenten und neunten Columnne, oder noch einfacher durch Vergleichung der zehnten und elften. Daß die Zahlen der einen Reihe in keiner Weise als Functionen der Anderen zu erkennen waren, hätte nun noch daran liegen können, daß die Ungleichmäßigkeit des Bodens zu große Abweichungen verursacht, wie dies bei den Versuchen A 5, B 2 und B 4 allerdings entschieden der Fall ist. Deshalb wurde von dem Boden eine große Quantität nochmals so sorgfältig, als es nur immer möglich war, gemischt und damit noch eine Anzahl Versuche angestellt, und zwar jeder mehr als ein Mal.

| Zer-<br>sied                                                     | Zit Stillsigleit | Zingemebert                                                   |                          |                                                               | Fl. enthält nach der Einwirkung |                         |                         | S O <sub>2</sub><br>erfor-<br>bert | Zafen<br>entfalt.<br>O | Züfbor-<br>kirt<br>N H <sub>3</sub> | Zerz. des abfor-<br>Kunone zum ge-<br>liffen. | Zimongehalt des<br>Zobens auf 1 St:<br>logramm | Zerz. b. Zeballes<br>des Zobens zu dem<br>von 1 Zit. Rülliglt<br>1 : 0,25 |                         |                                  |                      |                                  |                         |                                  |
|------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|                                                                  |                  | Stilogr. Zoben.                                               | © Züwefelanz.<br>Zimmen. | © Züwefelanz.<br>Züwefelanz.                                  | Zimmoniat                       | © Züwefelanz.           | Zimmoniat.              |                                    |                        |                                     |                                               |                                                |                                                                           | Kalt                    | Zaron.                           | Kalt                 | Zagneta.                         |                         |                                  |
| Da $\left\{ \begin{array}{l} 1 \\ 2 \\ 3 \end{array} \right.$    | 1,0              | 0,3                                                           | 0,500                    | 0,303                                                         | 0,129                           | 0,333<br>0,329<br>0,319 | 0,055<br>0,056<br>0,054 | 0,012                              | 0,021                  | 0,110                               | 0,049                                         | 0,065                                          | 0,086                                                                     | 0,071<br>0,073<br>0,071 | 1 : 0,82<br>1 : 0,77<br>1 : 0,82 | 0,24<br>0,24<br>0,24 | 1 : 0,25<br>1 : 0,23<br>1 : 0,25 |                         |                                  |
|                                                                  |                  | Db $\left\{ \begin{array}{l} 4 \\ 5 \\ 6 \end{array} \right.$ | 1,5                      | 0,4                                                           | 0,750                           | 0,455                   | 0,193                   | 0,507<br>0,507<br>0,512            | —<br>0,091<br>0,091    | —                                   | —                                             | 0,153                                          | 0,052                                                                     | —                       | —                                | 0,102<br>0,102       | 1 : 0,89<br>1 : 0,89             | 0,25<br>0,25            | 1 : 0,24<br>1 : 0,24             |
|                                                                  |                  |                                                               |                          | Dc $\left\{ \begin{array}{l} 7 \\ 8 \\ 9 \end{array} \right.$ | 1,5                             | 0,2                     | 0,750                   | 0,455                              | 0,193                  | 0,489<br>0,488<br>0,489             | 0,120<br>0,120<br>0,115                       | 0,011                                          | 0,034                                                                     | 0,105                   | 0,030                            | 0,096                | 0,108                            | 0,073<br>0,073<br>0,078 | 1 : 1,64<br>1 : 1,64<br>1 : 1,47 |
| Dd $\left\{ \begin{array}{l} 10 \\ 11 \\ 12 \end{array} \right.$ | 2,0              | 0,4                                                           | 2,000                    |                                                               |                                 | 1,212                   | 0,515                   | 1,265<br>1,267<br>1,274            | 0,320<br>—<br>0,323    | 0,022                               | 0,113                                         | 0,274                                          | 0,058                                                                     | 0,254                   | 0,286                            | 0,195<br>—<br>0,192  | 1 : 1,64<br>—<br>1 : 1,68        | 0,49<br>—<br>0,48       | 1 : 0,33<br>—<br>1 : 0,34        |

Auch diese Versuchsreihe läßt keine Gesetzmäßigkeit erkennen, wenn man nicht etwa in den für die Versuche a und b gefundenen Verhältniszahlen eine Bestätigung des Wolf'schen Satzes erblicken will, deren er einestheils wohl kaum noch bedarf, während andernteils die hier zu Ende resultirenden Zahlen nicht genau gleich und die angewandten Mengen von Salz und Flüssigkeit im Verhältniß zum Boden nicht gar zu bedeutend abweichen, so daß man die Uebereinstimmung auch für eine zufällige halten kann. —

Betrachtet man die Zahlen dieser Tabelle, so findet sich zunächst, daß die Menge der Schwefelsäure in der Flüssigkeit zugenommen hat, wie dies schon bei den meisten Versuchen der Reihe A zu erkennen war. Trotzdem übersteigt die Gesamtmenge der in Lösung befindlichen Basen noch das Äquivalent dieser Säure. Die Lösung enthielt eine Quantität der Basen als Chlormetalle, doch wurde das Chlor nicht bestimmt. Außer den bisher genannten Stoffen enthielten die Lösungen nur organische Substanzen und eine ganz geringe Spur von Eisen, Phosphorsäure war darin nicht nachzuweisen, obschon beträchtliche Mengen zu diesem Zwecke eingedampft wurden. Die Reaction aller Lösungen war durchaus neutral. Die an die Stelle des absorbirten Ammoniak getretenen Basen sind immer von je 3 gleichen Versuchen zusammen bestimmt worden, da die Mengen sonst gar zu gering gewesen wären, um einigermaßen zuverlässige Resultate zu erhalten. Man ersieht schon aus der Tabelle, daß das Verhältniß von Kali, Natron, Kalk und Magnesia in den verschiedenen Versuchen wesentlich abweicht, es ist, wenn man den Kalk als Einheit nimmt:

|       |                        |
|-------|------------------------|
| bei a | 0,11 : 0,19 : 1 : 0,45 |
| b     | 1 : 0,34               |
| c     | 0,10 : 0,33 : 1 : 0,29 |
| d     | 0,08 : 0,41 : 1 : 0,21 |

und so kann es denn nicht Wunder nehmen, daß das Gesetz der Absorption nicht aufzufinden ist, da dasselbe nicht nur durch die Anziehung des Wassers und des Bodens gegen das Ammoniak bedingt ist, sondern durch das Zusammenwirken aller der beiderseitigen Anziehungen gegen die sämmtlichen in Action tretenden Substanzen, so daß es wohl ein äußerst complicirtes sein muß.

Wollte man dem Gesetze noch weiter nachspüren, so könnte vielleicht nur der Weg noch allenfalls zulässig erscheinen, daß man reine Mine-

ralien von einer ganz bestimmten, möglichst einfachen Zusammensetzung in Untersuchung nähme, bei denen nur eine einzige Basis gegen die der Lösung ausgetauscht werden könnte.

Behufs der Analyse waren von den Flüssigkeiten der Reihe D abgehoben worden:

|       |         |
|-------|---------|
| von a | 700 Cc. |
| von b | 1000 "  |
| von c | 1000 "  |
| von d | 1500 "  |

Diese Flüssigkeitsmengen wurden nun durch gleiche Volumina Wasser ersetzt, und nachdem dieselben längere Zeit unter öfterm Umschütteln eingewirkt hatten, wurden die Lösungen wiederum untersucht, um die relative Löslichkeit des absorbirten Ammoniak zu bestimmen. Diese Löslichkeit kann nur eine relative genannt werden, da nicht anzunehmen ist, daß sich das Ammoniak als die Verbindung auflöse, in der es im Boden absorbirt enthalten ist, sondern es wahrscheinlich ist, daß in Folge des durch Vertauschung eines Theiles der Lösung gegen Wasser gestörten Gleichgewichtes der gesammten Anziehungen ein complicirter Hin- und Her-, respective Rückumsatz der einzelnen Stoffe erfolgt, und selbst wenn man dies nicht voraussetzen wollte, das gelöste Ammoniak nicht durch das zugefügte reine Wasser, sondern durch die entstehende verdünntere Lösung zahlreicher Stoffe aufgenommen wird. Um aber nur einigermaßen vergleichbar zu sein, wurde diese relative Löslichkeit so aufgeführt, wie es anderweit schon geschehen ist, dergestalt nämlich, daß angegeben wird, wieviel Theile des zugefügten reinen Wassers auf 1 Theil des gelösten Ammoniak kommen. Um nicht unnötig große Zahlen zu erhalten, deren hintere Stellen doch keine Bedeutung hätten, sind die letzten drei Stellen derselben weggelassen, so daß sie auch angesehen werden können als die Cubicentimeter zugefügten Wassers, die einem Milligramm gelösten Ammoniak entsprechen.

| Ber-<br>luch. | Kugeln |        | Kugeln |        | Kugeln |        | Kugeln |        | Kugeln |        | Kugeln | Kugeln | Kugeln |        |      |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|
|               | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln | Kugeln |        |        |        |        |      |
|               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Kugeln |      |
| Ea            | 1      | 0,71   | 0,017  | 0,033  | 0,015  | 0,004  | 0,006  | 0,098  | 0,025  | 0,013  | 0,003  | 0,041  | 0,098  | 88     | 0,21 |
|               | 2      | 1,0    | 0,073  | 0,017  | 0,033  | 0,015  | 0,004  | 0,006  | 0,098  | 0,023  | 0,013  | 0,041  | 0,006  | 117    | 0,22 |
|               | 3      | 0,71   | 0,071  | 0,017  | 0,033  | 0,015  | 0,004  | 0,006  | 0,098  | 0,026  | 0,013  | 0,041  | 0,009  | 78     | 0,21 |
| Eb            | 4      | —      | 0,102  | 0,030  | 0,051  | 0,017  | —      | 0,170  | 0,040  | —      | —      | —      | —      | —      | —    |
|               | 5      | 0,4    | 0,102  | 0,030  | 0,051  | 0,017  | —      | 0,170  | 0,040  | —      | —      | —      | 0,010  | 100    | 0,23 |
|               | 6      | 1,5    | 0,102  | 0,030  | 0,051  | 0,017  | —      | 0,170  | 0,040  | —      | —      | —      | 0,006  | 168    | 0,24 |
| Ec            | 7      | 0,73   | 0,040  | 0,035  | 0,010  | 0,004  | 0,011  | 0,163  | 0,049  | 0,035  | 0,015  | 0,010  | 0,009  | 111    | 0,32 |
|               | 8      | 1,5    | 0,073  | 0,040  | 0,035  | 0,010  | 0,004  | 0,011  | 0,049  | 0,035  | 0,015  | 0,010  | 0,008  | 125    | 0,33 |
|               | 9      | 0,78   | 0,078  | 0,038  | 0,035  | 0,010  | 0,004  | 0,011  | 0,046  | 0,035  | 0,015  | 0,010  | 0,008  | 125    | 0,35 |
| Ed            | 10     | 0,195  | 0,080  | 0,069  | 0,014  | 0,006  | 0,028  | 0,317  | 0,099  | 0,056  | 0,024  | 0,009  | 0,019  | 79     | 0,44 |
|               | 11     | —      | 0,192  | 0,080  | 0,069  | 0,014  | 0,006  | 0,028  | 0,100  | 0,056  | 0,024  | 0,009  | —      | —      | —    |
|               | 12     | 2,0    | 0,192  | 0,080  | 0,069  | 0,014  | 0,006  | 0,028  | 0,099  | 0,056  | 0,024  | 0,009  | 0,015  | 86     | 0,44 |



Hiernach giebt unser Boden an reines Wasser viel weniger von dem Ammoniak, welches er absorhirt enthält, ab, als z. B. der von Henneberg und Stohmann untersuchte des Weender Versuchsgartens (wie er auch mehr Ammoniak als dieser absorhirt). Während der Weender Boden an 100 Cc. Wasser 10 Mgrm. von dem absorhirten Ammoniak abgiebt, nimmt dieselbe Wassermenge aus unserem Boden durchschnittlich etwa 1 Milligramm auf. Die neben dem Ammoniak in Lösung befindlichen Basen haben ihr gegenseitiges Mengenverhältniß geändert, so daß die oben gemachte Annahme eines allgemeinen Umfasses dadurch gerechtfertigt erscheint. Um dieselbe noch weiter zu prüfen, wurden von den Flüssigkeiten der Reihe E wieder bei a je 700, bei b und c je 1000 Cc. abgehoben, aber nur bei den Versuchen a 2, a 3, b 5, b 6, c 8 und c 9 durch reines Wasser ersetzt, dagegen

|               |                 |            |       |       |                 |
|---------------|-----------------|------------|-------|-------|-----------------|
| bei a 1 durch | 700 Cc. Lösung, | enthaltend | 1,055 | Ca O, | SO <sup>3</sup> |
| " b 4 "       | 1000 "          | " "        | 1,477 | " "   | " "             |
| " c 7 "       | 1000 "          | " "        | 1,477 | " "   | " "             |

Da auf diese Weise die Menge des in Lösung vorhandenen Kalles auf ein Vielfaches von derjenigen gebracht war, welche die Flüssigkeit in den vorhergehenden Versuchen aufgenommen hatte, so war zu erwarten, daß sie damit verhältnißmäßig mehr gesättigt sei, als der Boden, und daß deshalb ein Theil des gelösten Kalles vom Boden absorhirt und gegen Ammon umgetauscht werden werde. Es stellte sich nun in der That heraus, daß bei a 1 0,020  
 " b 4 0,038  
 " c 7 0,027 Ammoniak wieder gelöst worden waren, während bei den Versuchen ohne Gypszusatz die Zunahme des Ammoniaks in der Lösung nicht mehr durch die Analyse nachgewiesen werden konnte.

## 2. Aetzammoniak.

Es wurden einige Versuche mit Aetzammoniak angestellt; doch zeigen die Parallelversuche unter einander beträchtliche Abweichungen, wie auch Henneberg und Stohmann für freies Ammoniak trotz aller Vorsichtsmaßregeln keine constanten Zahlen erhalten konnten. Die Flüssigkeiten waren stark braun gefärbt und konnten durch wochenlanges Stehen nicht geklärt werden, es wurde deshalb nur das Ammoniak in denselben bestimmt.

| Angewendet          |                       |                    | Nach der<br>Einwirkung<br>noch gelöst<br>N H <sup>3</sup> . | Abforbirt<br>N H <sup>3</sup> . | Abforbirt<br>N H <sup>3</sup><br>auf<br>1 Kilogramm.<br>Boden. |
|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Kilogramm<br>Boden. | Liter<br>Flüssigkeit. | N H <sup>3</sup> . |                                                             |                                 |                                                                |
| {                   | 0,150                 | 0,40               | 0,160                                                       | 0,062                           | 0,098                                                          |
|                     | 0,150                 | 0,40               | 0,160                                                       | 0,014                           | 0,116                                                          |
|                     | 0,150                 | 0,40               | 0,160                                                       | 0,045                           | 0,115                                                          |
| {                   | 0,150                 | 0,40               | 0,425                                                       | 0,193                           | 0,232                                                          |
|                     | 0,150                 | 0,40               | 0,425                                                       | 0,195                           | 0,230                                                          |
|                     | 0,150                 | 0,40               | 0,425                                                       | 0,215                           | 0,210                                                          |
|                     | 0,150                 | 0,40               | 0,425                                                       | 0,223                           | 0,202                                                          |
| {                   | 0,075                 | 0,35               | 0,372                                                       | 0,233                           | 0,139                                                          |
|                     | 0,075                 | 0,35               | 0,372                                                       | 0,235                           | 0,137                                                          |

Auch für freies Ammoniak zeigt sonach unser Boden ein recht bedeutendes Absorptionsvermögen. Die mit Ammoniak imprägnirte Erde zeigte noch nach dem Eintrocknen, das zuerst bei gewöhnlicher Temperatur, zuletzt bei circa 50° geschah, einen nicht unbeträchtlichen Ammoniakgehalt. Salpetersäure in der trocknen Erde nachzuweisen, gelang nicht.

Die Versuche bestätigen die drei schon mehrfach gefundenen Sätze:

- „a) bei gleichen Mengen Flüssigkeit und Boden wächst mit zunehmendem Gehalte der Lösung die Absorption, aber letztere in schwächerem Verhältniß als erstere;“
- „b) bei gleichen Mengen Salz und Boden nimmt die Absorption ab in geringerem Verhältniß, als das Volumen der Lösung steigt;“
- „c) bei gleichen Mengen von Salz und Flüssigkeit wächst die Absorption mit der Menge des Bodens, aber ebenfalls in geringerem Verhältniß als diese;“

lassen aber nirgends die Art dieses Verhältnisses erkennen.

## Ueber das Chlor als specifischen Nährstoff der Buchweizenpflanze

von

Friedrich Nobbe und Theodor Siegert.

### I.

Die empirische Thatsache, daß verschiedene Sorten löslichen Abraum-  
salzes sehr ungleiche, bisweilen entgegengesetzte Wirkungen auf die Bege-  
tation der Culturpflanzen zu äußern pflegen und daß diese Erscheinungen  
mit dem sehr wechselnden Gehalte jenes Salzes an Chlortalium, Chlor-  
natrium, Chlormagnesium und Chlorcalcium offenbar im Zusammenhange  
stehen, ist der Ausgangspunkt unserer nachfolgenden Untersuchung gewesen.

Es können diese Wirkungen entweder specifische Wirkungen der un-  
mittelbar in die Pflanze eingedrungenen Chlorverbindungen sein, oder  
dieselben können ihre Begründung finden in den Zersetzen, Umbil-  
dungen oder Lösungen, welche die Chloride im Aderboden hervorrufen.

Für die Erörterung des ersteren Gesichtspunktes, welche wir uns  
vorgesezt, erschien es angemessen, die Wirkung der einzelnen in wech-  
selnder Menge zugeführten Chloride auf die Entwicklung irgend einer  
Pflanzenspecies zu studiren. Zu diesem Zwecke bot sich die Zucht dieser  
Pflanzen in wässrigen Nährstofflösungen und eine planmäßige Vergleichung  
ihres Entwicklungsganges sowohl unter einander, als mit dem Ent-  
wicklungsgange von Pflanzen derselben Art, welche gleichzeitig im festen  
Boden des freien Feldes nach gewöhnlicher Culturmethode gezogen wur-  
den, als der geeignetste Weg dar.

Wiewohl es noch Gegenstand der Controverse ist, ob die Ernäh-  
rung der Landpflanzen nach der vielbesprochenen Culturmethode in  
flüssigen Medien als eine normale aufzufassen sei, so kann diese  
Controverse sich füglich nur auf das Verhältniß des Wurzel-Explema  
zu den von außen gebotenen Nährstoffen beziehen; denn daß manche  
Gattungen von Landpflanzen in wässrigen Nährstofflösungen aus den  
(wie auch immerhin aufgenommenen) Nährstoffen ihre organologischen  
Gebilde normal zu gestalten vermögen, ist nach den von uns und An-  
deren gewonnenen Erfahrungen für uns nicht zweifelhaft.

Wenn wir bei im Werden begriffenen Culturmethoden mit landwirthschaftlichen Gewächsen experimentiren, welche durch die Pflege von Jahrhunderten zu einer enormen Höhe der Massenproduction künstlich gesteigert sind, müssen wir allerdings darauf Verzicht leisten, concurrenzfähige Individuen zu erzielen. Trotzdem wird eine in Lösungen erzeugte Pflanze jedenfalls dann als physiologisches Versuchsobject verwerthbar sein, wenn sie die Lebensprocesse der Zellenbildung, der Assimilation und Secretion, kurz ihre Metamorphose in der Art vollzieht, daß die morphologische Gestalt aller ihrer Organe von dem typischen Character der Pflanzen *sui generis* nicht erheblicher abweicht, als etwa bei Individuen derselben Culturspecies, welche auf uncultivirtem Boden sich selbst überlassen vegetiren.

Der gegebene Zweck legte es nahe, die Versuchspflanzen unter Zufuhr solcher Nährstoffe, überhaupt unter solchen Umständen zu cultiviren, welche sich bereits für mehrere Pflanzen als günstig bewährt haben, und hietbei in einer Versuchsreihe das Chlor auszuschließen, in den übrigen Reihen den Zusatz von Chloriden nach Art und Menge zu variiren.

W. Knop hat, auf Grund seiner Erfahrungen an Mais, Gerste, Hafer und anderen Pflanzen, ein Salzgemisch vorgeschlagen als muthmaßlich geeignet, Pflanzen der genannten Gattungen in flüssigen Medien zur Samenreife zu fördern. Eine Lösung dieses Salzgemisches, welches keine Chlorverbindung einschließt, schien um so geeigneter, bei einem Versuche über die physiologische Bedeutung des Chlors als Normallösung zu Grunde gelegt zu werden, als für diesen Versuch (aus andern Gründen) die Buchweizenpflanze gewählt war, in deren Samen das genannte Element nur ein geringer constitutiver Factor ist.

Das bezeichnete Nährstoffgemisch hat folgende Zusammensetzung:

- 1 Aeq. schwefelsaure Magnesia,
- 4 = salpetersaurer Kalk,
- 4 = salpetersaures Kali,
- x phosphorsaures Kali,
- y phosphorsaures Eisenoxyd.

Diese chlorfreie Normallösung wurde von uns in den Versuchsreihen I. und VIII. angewandt und in den übrigen Versuchsreihen folgendermaßen modificirt:

| In der Ver-<br>suchsreihe: |        | wurde ersetzt:          |        | durch:          |
|----------------------------|--------|-------------------------|--------|-----------------|
| II.                        | 1 Aeq. | schwefelsaure Magnesia, | 1 Aeq. | Ehlormagnesium. |
| III.                       | 2 =    | salpetersaurer Kalk,    | 2 =    | Ehlorcalcium.   |
| IV.                        | 2 =    | salpetersaures Kali,    | 2 =    | Ehlorkalium.    |
| V.                         | 2 =    | salpetersaures Kali,    | 2 =    | Ehlornatrium.   |
| VI.                        | 4 =    | salpetersaurer Kalk,    | 4 =    | Ehlorcalcium.   |
| VII.                       | 4 =    | salpetersaures Kali,    | 4 =    | Ehlorkalium.    |

Jede dieser Lösungen erhielt pro Litre einen Zusatz von 0,033 Grm. Eisenphosphat im aufgeschlämmten Zustande und von Zeit zu Zeit kleine Mengen einer Lösung von

phosphorsaurem Kali (KO, PO<sub>5</sub>)

im Gesamtbetrage von 0,133 Grm. p. L.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß sämtliche angewandte Substanzen, wo es im Plane lag, das Chlor oder die Schwefelsäure auszuschließen, auf ihre Reinheit von diesen Stoffen geprüft worden sind.

Von den zum Behuf des Keimens in einer Porzellanschale mit destillirtem, sehr schwach Salzsäure haltigen Wasser besprengten Buchweizensamen wurden je zwei bis drei, nachdem die Radicula sichtbar geworden, auf Gaze, welche über der centralen Durchbohrung von Korkscheiben aufgesiegelt war, so gelegt, daß die Spitze nach unten durch die Gaze-Maschen hindurch bis nahe an den Wasserspiegel eines Opobeldocgläschens reichte, auf dem das Korkscheibchen ruhte. Uebergestürzte Glasglocken dienten, die Atmosphäre feucht zu erhalten. Nachdem die Radicula eine Länge von 3 bis 6 Cm. erreicht hatte, wurden die Keimpflänzchen in Korkklammern gespannt, welche in der Art hergestellt waren, daß kleine dünne Korkscheibchen in der Mitte durchbohrt und durch einen Verticalschnitt halbirt waren. Beide Hälften wurden an einen etwa 8-förmig gebogenen Messingdraht so gesteckt, daß sie federnd verbunden waren. \*)

Die Lösung der verschiedenen Versuchsreihen, in welche sodann zunächst die Pflänzchen gestellt wurden (28. Mai), befanden sich in

\*) Diese Klammern bieten den Vortheil, mit Hilfe von etwas Baumwolle die Pflanzen einestheils fest zu umschließen, ohne späterhin durch Druck zu schaden oder einen bedeutenderen Theil des Stengels dem Licht und der Luft zu entziehen, anderentheils aber das Herauslösen der Pflanze sehr einfach zu gestatten.

100 Cc. fassenden Opodeldocgläsern und enthielten in 1000 Cc. Flüssigkeit 1 Grm. Salzgemisch, Nach 7 Tagen (den 4. Juni) wurden die Opodeldocgläser mit Cylindern von 1 L. Mächtigkeit, deren jeder drei Pflanzen erhielt, und die Lösung von 1 p. M. mit einer solchen von 2 p. M. vertauscht. Nach wiederum 14 Tagen wurden auch diese Cylinder durch solche von 3 L. Rauminhalt ersetzt, und die Concentration der Lösungen jetzt auf 3 p. M. erhöht.

Letztgenannte Lösungen wurden nun während der ganzen ferneren Vegetation der Versuchspflanzen nicht erneut, ihre Acidität aber, da diese ein Bedingniß der Vegetation zu sein scheint, häufig geprüft und sobald dieselbe zu verschwinden schien, durch Zusatz von phosphorsaurem Kali eine sehr schwach aber ausgesprochen saure Beschaffenheit wieder hergestellt. Eine alkalische Reaction der Lösung ist während der Vegetation niemals eingetreten, ebenso wenig eine Chlorose der Pflanzen, wie denn auch das phosphorsaure Eisenoxyd bis zur Ernte hin seine gelblichweiße Farbe bewahrt und der Erneuerung nicht bedurft hat.

Für jede Versuchsreihe wurden, um etwaige Individualitäten auszugleichen, sechs Pflanzen, also zwei Cylinder, bestimmt, für die Versuchsreihe I. aber 12 Pflanzen (4 Cylinder).

Die Cylinder waren von Papphüllen, welche zurückgeschlagen werden konnten, umschlossen und mit Pappscheiben bedeckt, in deren Durchbohrungen die oben erwähnten Korkklammern, welche die Pflänzchen trugen, sowie in der Mitte der Scheibe ein durchbohrter Kork für den Befestigungsstab der Pflanzen eingefügt wurden. Ein fünftes Loch in den Pappscheiben war zur Aufnahme des Thermometers und für den Wassernachguß bestimmt.

Anßer den obenerwähnten Beobachtungen der Acidität wurden bei den periodisch vorgenommenen Revisionen der Pflanzen die Wasserverdunstung, die Länge des Stengels, die Länge der Wurzel (so lange dies ohne Beschädigung derselben geschehen konnte) gemessen, die Zahl der Internodien und der Zweige, der Eintritt der Blüthe, die Zahl der Blüthentrauben und überhaupt der Entwicklungsgang jeder der 54 und später 60 Pflanzen im Einzelnen beobachtet.

Auf Grund des Versuchsprotokolls fassen wir die wichtigeren Beobachtungen über den allgemeinen Vegetationsverlauf nachstehend in der Kürze zusammen.

In die Dreipromillelösung der Dreilitrecylinder verpflanzte, trieben die Pflanzen Neben- und Adventivwurzeln in Menge, und zeigten zumeist eine solche Lebhaftigkeit der Vegetation und Production, daß sie die im Versuchsgarten am 26. Mai ausgesäeten Controlpflanzen bis zur Blüthenzeit hin (gegen Mitte Juli) ganz entschieden übertrafen.

Die 6 Pflanzen der Versuchreihe II. aber (Cylinder II. A. und B.), welche anstatt eines Aeq. MgO SO<sub>3</sub> ein Aeq. MgCl erhalten hatten, blieben sämmtlich von vorn herein auffällig hinter den übrigen zurück. Da die Lösungen, in welchen dieselben vegetirten, sich nicht bloß durch den Gehalt an Chlormagnesium, sondern auch durch den Mangel an Schwefelsäure von den übrigen Lösungen unterscheiden, so erschien ein Parallelversuch mit Ausschluß von Chlormagnesium und Schwefelsäure angezeigt, und es wurden von den stets in destillirtem Wasser bereithaltenen Reservekeimpflanzen sechs gesunde Individuen am 3. Juli in einpromillige und am 10. Juli in dreipromillige Lösungen verpflanzte (Cylinder IX. A. und B.), welche sich von der Lösung in den Cylindern II. nur dadurch unterscheiden, daß die schwefelsaure Magnesia, anstatt durch Chlormagnesium, durch salpetersaure Magnesia vertreten wurde.

So wenig wie das flüssige Medium, in welchem die Wurzeln unserer Pflanzen sich verbreiteten, bis zur Blüthenzeit hin pathologische Unterschiede hervorrief, ebensowenig zeigten die Pflanzen der einzelnen Versuchreihen unter einander Differenzen als Wirkung der verschiedenen Nährstofflösungen. Mit dem Eintritt der Blütenbildung aber traten allerdings Unterschiede der letzteren Art deutlich und immer intensiver hervor. Diese Differenzen zeigten sich nicht so sehr in der gestörten Massenproduction, als vielmehr in der Unfähigkeit der Pflanzen, den Fruchtbildungsproceß zu vollziehen. Da nun aber der Fruchtbildungsproceß der Pflanze das sicherste Kriterium einer gesunden Entwicklung abgeben dürfte, jedenfalls sicherer, als die absolute Production organischer Masse, indem die ganze Vegetation auf diesen Proceß, durch den die Metamorphose der Pflanze ihren bedeutsam charakterisirenden Abschluß findet, hinbrängt, so erblicken wir in dem Verhalten unserer Pflanzen nach dieser Richtung hin in erster Reihe eine specifische Einwirkung der verschiedenen Nährstoffgemische. Wie sich die zugesetzten Salze im Einzelnen in dieser Beziehung verhalten haben, ergibt sich deutlich aus der weiter unten aufgestellten Uebersicht des Verlaufs der Floration.

Die Wurzeln unserer Pflanzen waren im Allgemeinen langgestreckt, in vierzeiliger Anordnung sehr dicht verzweigt und lang behaart. Adventiwurzeln brachen (mit Ausschluß der Versuchssreihen II. A. und B., welche fast keine solchen aufzuweisen hatten,) in aufsteigender Ordnung an den hypokotylen Stengelgliedern aller Pflanzen in der feuchten Atmosphäre über dem Wasserspiegel mehr oder minder reichlich hervor. Die Zahl der Adventiwurzeln war größer, als an Landpflanzen von gleichem Ausbildungsgrade; doch ist bei letzteren in der Regel die Hauptachse der Wurzel stärker entwickelt. Bisweilen entsprangen Adventiwurzeln oberhalb des Pappdeckels, seltener oberhalb der Kotlebonen, an einer Pflanze sogar oberhalb des ersten Laubblattes.

Hervorragend durch Zahl und Stärke der Adventiwurzeln waren anfangs folgende Pflanzen:

III. A. 3, III. B. 2, IV. A. 1 und 3, IV. B. 1, VI. A. 1 und 3, VI. B. 1, 2 und 3, VII. B. 1 und 2,

doch haben in keinem Cylinder die Wurzeln der drei Pflanzen den Raum des Gefäßes ausgefüllt. Später entwickelten auch andere Pflanzen, unter ihnen VII. A., ein vorzugsweise starkes Adventiwurzelsystem, während an manchen Pflanzen ein Theil der oberen Adventiwurzeln, nachdem dieselben eine gewisse Länge erreicht hatten, von der Spitze her verdorrten. Diese Erscheinung trat jedesmal dann ein, wenn die Adventiwurzeln bei einer gewissen Länge den Wasserspiegel nicht berührten. Abgesehen von äußeren Umständen, welche hierfür bisweilen mitwirken, z. B. dem zufälligen Insertions-Abstande der Adventiwurzeln vom Wasserspiegel, ist dieses Verhalten aus mangelndem Streckungsvermögen in der Regel schon ein gewisses Schwächezeichen des betreffenden Pflanzenindividuum, insofern die Adventiwurzeln, bevor sie das Nährgemeindegewebe erreichen, gleichsam als Keimlinge auf die Mutterpflanze bezüglich ihres Mineralstoffbedarfs angewiesen sind. Da nun wiederum auf der Function der Adventiwurzeln zu einem wesentlichen Theile die Ernährung der Buchweizenpflanze beruht, deren Hauptwurzelachse nicht selten eine geringe Längens Streckung und mangelhafte Verzweigung erlangt, so ist es klar, daß durch das Absterben eines Theils dieser Ernährungsorgane die freundige Entwicklung der Pflanze beeinträchtigt werden muß.

An den Kotlebonen trat die bemerkenswerthe Erscheinung hervor, daß dieselben nach der Blüthe und sogar bei der Ernte mehrfach noch vollkommen frisch, dunkelgrün und kräftig waren; in zwei Fällen



(Pflanze: V. A. 1 und VIII. A. 2), wo der Haupttrieb des Stengels litt und aus beiden Knotledonenachseln Seitentriebe hervorgebrochen waren, zeigten sich die Knotledonen bei der Ernte ganz außerordentlich vergrößert, vollkommen frisch und leberartig.

Die Blätter waren herzförmig, zugespitzt, um  $\frac{1}{2}$  divergirend; die unteren lang, die oberen kürzer gestielt, die Hochblätter sitzend, alle „Luten“ häutig, stumpf. Ihr Breitendurchmesser am Grunde betrug im Mittel 4 bis 8 Cm., im Maximo 11 Cm.; der Längsdurchmesser entspricht im Allgemeinen dem Breitendurchmesser (die im Garten erzeugten Buchweizenpflanzen hatten einen Breitendurchmesser von nur 4 bis 7 Cm. im Mittel und von 9,5 Cm. im Maximo). Die Blätter unserer Wasserpflanzen waren zum Theil äußerst kräftig, parenchymatös und dunkelgrün; auch die intensive Rothfleckigkeit der Oberseite mancher Blätter, und die Rötthe der Stengel und Blattrippen (besonders an der Sonnenseite) waren ebenso wie die im Sonnenlicht häufig eintretende Einrollung der Blätter Erscheinungen, welche auch im Felde an der Buchweizenpflanze beobachtet werden. Nicht minder stimmten unsere Pflanzen in der Fahlfleckigkeit, welche manche Blätter vom Rande her, nachdem dieselben einen bläulich gelbgrünen Ton durchlaufen hatten, entfärbte und sodann consumirte, auf andern Blättern in der Form kleinerer Flecken auftrat, mit den Gartenpflanzen überein.

Die Stengel zeigten im Allgemeinen eine Tendenz zu überwiegender Streckung auf Kosten der Seitenzweige und zwar die der gesunden Pflanzen zumeist; wie denn die Zahl der Zweige eine weit geringere, und sie selbst minder massig waren, als dies bei unseren Landpflanzen beobachtet wurde. Während letztere von der tiefsten Blattachsel bis hoch hinauf kräftige, beblätterte Seitensprosse erzeugten, besaßen unsere Wasserpflanzen nur an den mittleren (den in der Regel kräftigsten) Achseln entweder überhaupt kümmerliche oder, wenn auch langgestreckte (bis 70 Cm. Länge), doch zarte Laubspresse, während die Axillarknospen der niedersten Blätter in der Regel verkümmert waren. Die Maximalhöhe unseres Feldebuchweizens war 0,9 M., während einige unserer Wasserpflanzen eine Länge von fast 1,5 M. erreicht haben; der mittlere Querdurchmesser ihres Stengels schwankte zur Erntezeit zwischen 4 und 8 Mm., der der Gartenpflanzen zwischen 5 und 15 Mm.

Die Blüthen waren sowohl in Beziehung auf Inflorescenz, als auf den anatomischen Bau von den Blüthen des Bodenbuchweizens

nicht abweichend; denn dieselben traten in den oberen Blattachseln des Stammes und der Zweige in der Form von Büscheltrauben hervor; der Perigonkreis der Einzelblüthe war 4—5 spaltig, weiß, bisweilen rostig angehaucht. Die Staubgefäße, welche das 2—3 spaltige Pistill umgaben, bildeten zwei Kreise, deren äußerer aus fünf kürzeren mit den Perigontheilen alternirenden Fäden bestand und die Staubbeutel nach innen richtete, und dessen innerer, durch einen Drüsentranz von jenem geschieden, drei längere mit auswärts gewendeten Staubbeuteln versehenen Fäden trug. Auch der Blütenstaub zeigte mikroskopisch keine von dem unserer Bodenpflanzen abweichende Form.

Die Früchte (Schließfrüchte), wo solche zur Ausbildung gelangten, hatten die Form, Farbe und Zeichnung des Saatguts, dem sie entstammen, wurden von dem vertrockneten Perigon am Grunde fest umschlossen und bezeugten ihre Keimkraft schon zum Theil dadurch, daß mehrere Samen am vegetirenden Stengel die Radicula hervorgetrieben haben.

In Folgendem geben wir eine gedrängte tabellarische Uebersicht des Verlaufs der Floration bei unsern Versuchspflanzen: Die consequent durchgeführte Parallele sämtlicher Pflanzen an drei Beobachtungsterminen (20. Juni, 10. Juli und Erntetag 10.—18. August) wird am geeignetsten sein, eine Vorstellung dieses Verlaufs zu gewähren.

### Floration.

#### Versuchsreihe I. (ohne Chlor).

Opt. 99.

- A. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: 2 Knospentrauben\*);  
— Ernte: 3—4 verkümmerte Knospen; keine Frucht.
2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: 5—6 Knospentrauben;  
— Ernte: kein Fruchtansatz.
3. Juni 20: Knospe beginnt; — Juli 10: noch nicht aufgeblüht;  
— Ernte: kein Fruchtansatz.
- B. 1. Juni 20: keine Knospen; Juli 10: Knospentrauben; — Ernte:  
Blüthen als Knospen vertrocknet; keine Frucht.

\*) Die Ausdrücke: Knospentraube und Blüthentraube sind im eigentlichen Sinne zu verstehen, so daß letzterer vollständig eröffnete Blüthen bezeichnet. Bei der Ernte waren, wo nicht das Gegentheil angegeben ist, sämtliche Blüthen vertrocknet.

Cpl. 98.

2. Juni 20: keine Knospe; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: Blüten nur als Knospentrauben; keine Frucht.
  3. Juni 20: mehrere Knospentrauben; Juli 10: mehrere Sprossen mit geöffneter Blüthe; — Ernte: Blüten vertrocknet; kein Fruchtansatz.
- C.
1. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 3 aufgeblühte Trauben; — Ernte: keine Frucht.
  2. Juni 20: keine Knospen; Juli 10: Knospen (1 Blüthe aufgebrochen); — Ernte: einige taube Früchtchen.
  3. Juni 20: Knospentrauben; Juli 10: 4 Trauben vollblühend, 3 Früchtchen; — Ernte: 7 Trauben, mit einigen tauben Früchtchen.
- D.
1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüten fast als Knospen vertrocknet.
  2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: unbedeutende Blütenansätze, ohne Frucht.
  3. Juni 20: knospend; — Juli 10: 6 Blüten sprossen; einige Früchtchen; — Ernte: Blüten vertrocknet, ein paar taube Früchtchen.

## Versuchsreihe II.

(1 Aeq. Chlormagnesium ohne Schwefelsäure.)

- A.
1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 4 vertrocknete Blütentrauben ohne Frucht.
  2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüten im Knospenzustand vertrocknet.
  3. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 2 blühende Trauben; — Ernte: 8 reiche Blütentrauben ohne Fruchtansatz.
- B.
1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: eine kleine Knospentraube; — Ernte: 6 sehr kleine vertrocknete Blütentrauben.
  2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 13 Blütentrauben, fast alle im Knospenzustande vertrocknet.
  3. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: 10 vertrocknete Blütentrauben, ohne Fruchtansatz.

## Versuchsreihe III.

(2 Aeq. Chlorcalcium.)

Cyl. 37.

- A. 1. Juni 20: keine Knospe; — Juli 10: 2 arme Blüthentrauben; — Ernte: 18 Blüthentrauben, ohne Fruchtansatz.
2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: kaum Knospend; — Ernte: 6 theilweise eröffnete Trauben, ohne Fruchtansatz.
3. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: 4 verzweigte (nicht beblätterte) Blüthensprossen, nebst einigen Knospentrauben; — Ernte: ein keimfähiger und einige taube Samen.
- B. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: 3 Knospentrauben; kein Fruchtansatz.
2. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: einzelne Blüthen geöffnet; — Ernte: mehr als 30 Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.
3. Juni 20: Knospend; — Juli 10: 5 reife Blüthentrauben, zum Theil mit Fruchtkern; — Ernte: 13 Blüthentrauben, fast alle mit anscheinend reifen Früchten.

## Versuchsreihe IV.

(2 Aeq. Chlorcalcium.)

- A. 1. Juni 20: keine Knospen; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: 15 Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.
2. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 2 Knospentrauben; — Ernte: 18 Blüthentrauben, 7—8 reife und ebenso viel taube Früchte.
3. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 7 Blüthentrauben; — Ernte: 12 Blüthentrauben, in jeder 1—4 reife Samen.
- B. 1. Juni 20: nicht Knospend; — Juli 10: 8 Trauben in voller Blüthe; — Ernte: 25 Blüthentrauben, in jeder Traube des Hauptstiels (mit Ausschluß der Terminaltrauben) 1—3 wohlgeriefte Früchte.
2. Juni 20: beginnende Knospung; — Juli 10: 5 Trauben in voller Blüthe; — Ernte: 18 Trauben, zum Theil mit reifen und tauben Früchten.
3. Juni 20: vorgeschrittene Knospung; — Juli 10: 7 Trauben in voller Blüthe, mit einzelnen reifen und mehreren tauben Früchten.

## Versuchsreihe V.

(2 Aeq. Chloratrium.)

Cyl. 27.

- A. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum beginnende Knospung; — Ernte: 5 kleine und 2 ganz verkümmerte Knospentrauben, ohne Fruchtansatz.
2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum beginnende Knospung; — Ernte: 8—9 Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.
3. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: volle Blüthen; — Ernte: 7 vertrocknete Blüthentrauben, kein Fruchtansatz.
- B. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: kein Fruchtansatz.
2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: kein Fruchtansatz.
3. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: kein Fruchtansatz.

## Versuchsreihe VI.

(4 Aeq. Chlorcalcium.)

- A. 1. Juni 20: knospend, — Juli 10: volle Blüthe; — Ernte: 42 Blüthentrauben, mit einzelnen reifen Früchten, 2 derselben an der Pflanze gekleimt (*Radicula* 1 resp. 3 Mm. lang).
2. Juni 20: keine Knospe; — Juli 10: partielle Blüthe; — Ernte: 24 Blüthentrauben, 1 reife Frucht.
3. Juni 20: knospend; — Juli 10: 6 Blüthentrauben mit Früchten; — Ernte: 10 Blüthentrauben mit wohlgerreifen Früchten.
- B. 1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: 7 Blüthentrauben; — Ernte: 25 Blüthentrauben, mit einigen tauben Früchten.
2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: Knospentrauben; — Ernte: 50 Blüthentrauben, keine einzige, selbst taube Frucht.
3. Juni 20: knospend; — Juli 10: volle Blüthe; — Ernte: 15 Blüthentrauben, 6 gut gereifte Früchte, noch frische Blüthen.

## Versuchsreihe VII.

(4 Aeq. Chlorkalium.)

- A. 1. Juni 20: kaum knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: 18 Blüthentrauben, 3 taube Früchte.

Cyl. 27.

2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: beginnende Blüthe; — Ernte: 34 Blüthentrauben, einige reife, zwei gefeimte und mehrere taube Früchte.
  3. Juni 20: knospend; — Juli 10: Blüthentrauben mit Früchtchen; — Ernte: 14 Blüthentrauben, 10 normale Samen.
- B.
1. Juni 20: Knospung beginnend; — Juli 10: Blüthentrauben; — Ernte: 50 Blüthentrauben, 6 reife Samen.
  2. Juni 20: Knospung beginnend; — Juli 10: Blüthentrauben; — Ernte: 18 Blüthentrauben, 5 reife Samen.
  3. Juni 20: Knospung vorgeschritten; — Juli 10: Blüthentrauben mit Früchtchen; — Ernte: 10 Blüthentrauben, in jeder bis 8 sehr schöne Früchte.

## Versuchsreihe VIII. (wie I.)

- A.
1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüten im Knospenzustand vertrocknet, kein Fruchtansatz\*).
  2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: ein paar kümmerliche Knospentrauben, keine Frucht.
  3. Juni 20: knospend; — Juli 10: volle Blüthe; — Ernte: 8—9 vertrocknete Blüthentrauben, ohne Frucht.
- B.
1. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüten als Knospen vertrocknet, ohne Frucht.
  2. Juni 20: nicht knospend; — Juli 10: kaum knospend; — Ernte: Blüten und Knospen vertrocknet, ohne Frucht.
  3. Juni 20: knospend; — Juli 10: vollblühend; — Ernte: 7 Blüthentrauben, eine taube Frucht.

## Versuchsreihe IX. (ohne Chlor und Schwefelsäure.)

- A.
- 1.
  - 2.
  - 3.
- B.
- 1.
  - 2.
  - 3.
- Juli 25: beginnende Knospung; — August 2: beginnende Blüthe; — Ernte: Blüten zum Theil vor der Eröffnung vertrocknet, keine Frucht.

\*) Die beiden Cylinder dieser Versuchsreihe hatten am 27. Juli, als die Blüten entschieden zu vertrocknen scheinen, einen Zusatz von 0,435 Grm. Chlor-

Die Ernte der Versuchspflanzen, am 11. August begonnen und am 18. August beendet\*), bestimmte sich für die einzelnen Individuen nach dem scheinbaren Vegetationsabschluß derselben. Als Kriterium dieses Abschlusses wurde das Reifen der Samen beziehentlich das Verdorren der Terminalsprosse und das Schwarzwerden der Nebenwurzelhauben angesehen.

Die Rubrik „Vegetationstage“ der folgenden, die äußeren Vegetationsergebnisse darstellenden Tabellen umschließt die Anzahl Tage zwischen der präsumtiv vollendeten Keimung (dem Versetzen in die Lösungen von 1 p. M. Concentration) und der Ernte. Im Allgemeinen sind diese Zahlen kleiner, als die für im Felde wachsenden Buchweizen resultirenden Ziffern. Wir nehmen keinen Anstand, diese Erscheinung mit jenem weiter unten zu analysirenden Complex äußerer Umstände in Beziehung zu denken, unter denen unsere Pflanzen dürrig vegetirt haben. Eine dürrige Assimilation pflegt bekanntlich auch auf dem Felde eine Beschleunigung der Metamorphose auf verengter parenchymatischer Grundlage hervorzurufen. Daß aber unsere Versuchspflanzen, selbst die bestentwickelten, mit einer mehr als zweihundertfachen Reproduction der Trockensubstanz des Samens und wohl ausgebildeten Früchten nur dürrig assimilirt haben, zeigt nicht nur ein Vergleich ihrer großen Aschenmenge mit der geringen Menge organischer Substanz, es zeigt dasselbe auch schon der oberflächliche Vergleich ihrer Masse mit derjenigen unserer im Versuchsgarten gezeigten Controlpflanzen.

Es verdient jedoch bezüglich der Ernteresultate Bemerkung, daß die Blätter unserer Pflanzen durch Ohrwürmer (*Forficula auricularia* L.) und Blattläuse (einer Aphis-Art), deren völlige Abhaltung und Entfernung nicht thunlich war, einige Beeinträchtigung erlitten haben.

Zur Ermittlung der Länge des Stammes und der Wurzel wurde der Kotsledonen-Ansatz als Grenze zwischen diesen beiden Organen postulirt, da wir, wiewohl das hypolotyle Stengelglied auf diese Weise

---

calium (VIII. A.) bez. 0,061 Grm. Chlormagnesium (VIII. B.) pro Litre Flüssigkeit erhalten. Man sieht, daß dieser Zusatz von Chlor keinen förderlichen Einfluß auf die fernere Entwicklung der Fruchtorgane geübt hat.

\*) Die Pflanzen der später begonnenen Versuchreihe IX. wurden an einem Tage, den 29. August geerntet.

zur Wurzel geschlagen wird, nur so allein im Stande sind, ein festes Maß für den Stengel, zugleich aber die sämtlichen Adventiwurzeln bei dem Wurzelorgan zu erhalten. Denn wie bereits erwähnt entspringen nur in seltenen Ausnahmefällen oberhalb der Kotyledonen einzelne bald vertrocknende Adventiwurzeln.

Die gemessenen Pflanzen wurden zunächst an der Luft vorgetrocknet (die Wurzeln, nachdem sie vorsichtig mit destillirtem Wasser abgewaschen worden), sodann zerschnitten und von jeder Versuchssreihe (sechs beziehungsweise Pflanzen) Stammorgane und Wurzelorgane gesondert zur Ermittlung von Trockensubstanz und Asche verwendet. Auf die Bestimmung des Wassergehalts wurde verzichtet, weil die Pflanzen bei der Ernte etwas welk waren; nur in der später begonnenen Versuchssreihe IX. wurde nach Entfernung der abgewelkten Blätter aus dem Frischgewicht der Stammorgane im Vergleich zu ihrem Trockengewicht der Wassergehalt zu 87,3 % bestimmt.

Vor dem Zerschneiden der Pflanzen wurden die reifen Früchte abgepflückt, die unreifen am Stengel gelassen und mit diesem zusammen weiter untersucht. Von den reifen Samen wurden eine größere Menge theils zu den unten detaillirten Keimungsversuchen verwandt, theils haben wir sie für spätere anderweite Versuche aufgehoben; der übrig bleibende kleinere Theil wurde, da das Samenmaterial einzelner Versuchssreihen für eine gesonderte Analyse nicht ausreichend war, behufs der chemischen Untersuchung zusammen geworfen. Aus den hierbei erhaltenen Mittelwerthen ist die in den Samen geerntete Menge organischer Substanz und Asche für die betreffende Versuchssreihe nach Maßgabe ihres frischen Samengewichts berechnet.

In der die analytischen Ergebnisse enthaltenden Tabellen sind zu größerer Uebersichtlichkeit die Erntegewichte der verschiedenen Versuchssreihen auf eine Pflanze im Durchschnitt berechnet, indem die erhaltenen Gewichtsmengen durch 6 bez. 12 dividirt wurden.

Unter der Rubrik „Multiplum eines Samens“ derselben Tabellen ist das Verhältniß des geernteten Gewichts an Trockensubstanz, bez. organischer Substanz oder Asche einer Pflanze je einer Versuchssreihe zu dem durchschnittlichen Gehalt eines der Testa beraubten Samenforts des angewandten Saatguts an Trockensubstanz, organischer Substanz oder Asche angegeben.



100 Stück enthülste Körner unsres Saatguts wogen frisch 2,047 Grm. und gaben 1,747 Grm. Trodensubstanz und 1,713 Grm. asche-  
freie organische Substanz. Es hat also ein enthülstes Samenorn

$$\begin{aligned} & 0.01747 \text{ Grm. Trodensubstanz,} \\ & = 0,01713 \text{ Grm. organische Substanz} \\ & + 0,00034 \text{ Grm. Asche} \end{aligned}$$

geliefert.

Die nachträgliche Analyse der rückständigen Lösungen ergab in den  
Cylindern II., welchen die geringste Menge Chlor zugesetzt war, die An-  
wesenheit von Chlor; in den Cylindern VII., welche bei der kleinsten  
Menge Salpetersäure die größte Menge fester Stoffe an die Pflanze  
abgegeben und die größte Samenmenge gebildet hatten, nicht nur noch  
Salpetersäure, sondern auch Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor, Mag-  
nesia, Kalk und Kali.

I. Vegetation der Buchweizenpflanze ohne Einwirkung von Chlor.

| Ver-<br>suchs-<br>reihe. | Bezeichnung<br>der<br>Pflanze |    | Salzgehalt der Lösungen<br>in Äquivalenten. in Grm. pro Litre.                     |                                                           | Rege-<br>lations-<br>tage. | Länge<br>des<br>Stengels<br>in Cm.     |                                                                                                                                  | Inter-<br>nobilien. | Anzahl der<br>beifr-<br>terten<br>Zweige. | Menge<br>des ver-<br>dunsteten<br>Wassers. |                                                                                              |
|--------------------------|-------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | A.                            | B. | 1 Äqu. MgO, SO <sub>3</sub><br>4 " CaO, NO <sub>3</sub><br>4 " KO, NO <sub>3</sub> | 2 Äqu. MgO, SO <sub>3</sub><br>1,2418<br>1,5310<br>3,0000 |                            | 25<br>27<br>50<br>47<br>61<br>51<br>77 | 27<br>27<br>34<br>34<br>60<br>60<br>43<br>43<br>26<br>26<br>46<br>46<br>42<br>42<br>23<br>23<br>46<br>46<br>59<br>59<br>71<br>71 |                     |                                           |                                            | 6<br>6<br>11<br>7<br>7<br>3<br>5<br>6<br>7<br>4<br>4<br>7<br>7<br>3<br>3<br>7<br>7<br>6<br>6 |
| I.                       | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 25                                     | 27                                                                                                                               | 6                   | 2                                         | }                                          |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 50                                     | 47                                                                                                                               | 11                  | 4                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 77                         | 61                                     | 51                                                                                                                               | 7                   | 3                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 23                                     | 34                                                                                                                               | 5                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 50                                     | 60                                                                                                                               | 6                   | 3                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 43                                     | 43                                                                                                                               | 7                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 29                                     | 26                                                                                                                               | 4                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 49                                     | 46                                                                                                                               | 7                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 76                         | 60                                     | 42                                                                                                                               | 7                   | 0                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 23                                     | 42                                                                                                                               | 3                   | 0                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 76                         | 46                                     | 59                                                                                                                               | 7                   | 0                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 71                                     | 49                                                                                                                               | 6                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
| SPittel:                 |                               |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 44                                     | 44                                                                                                                               | 6                   | 2                                         | 454                                        |                                                                                              |
| VIII.                    | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 46                                     | 31                                                                                                                               | 7                   | 2                                         | }                                          |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 78                         | 35                                     | 44                                                                                                                               | 6                   | 3                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 78                         | 71                                     | 45                                                                                                                               | 6                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 1                             |    | wie I.*                                                                            |                                                           | 75                         | 54                                     | 40                                                                                                                               | 9                   | 5**)                                      |                                            |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 75                         | 62                                     | 41                                                                                                                               | 8                   | 5                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 77                         | 79                                     | 39                                                                                                                               | 6                   | 1                                         |                                            |                                                                                              |
| SPittel:                 |                               |    |                                                                                    |                                                           | 76                         | 56                                     | 40                                                                                                                               | 7                   | 3                                         |                                            | 485                                                                                          |
| IX.                      | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 57                                     | 58                                                                                                                               | 11                  | 3                                         |                                            | }                                                                                            |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 70                                     | 60                                                                                                                               | 9                   | 2                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 48                                     | 60                                                                                                                               | 9                   | 3                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 1                             |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 51                                     | 32                                                                                                                               | 8                   | 3                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 2                             |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 52                                     | 42                                                                                                                               | 8                   | 4                                         |                                            |                                                                                              |
|                          | 3                             |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 51                                     | 37                                                                                                                               | 8                   | 3                                         |                                            |                                                                                              |
| SPittel:                 |                               |    |                                                                                    |                                                           | 57                         | 55                                     | 48                                                                                                                               | 9                   | 3                                         | 753                                        |                                                                                              |

\*) Der am 26. Juli, also nahe dem Vegetationsabschluss, gegebene Saiz von KOI, resp. MgCl im Gylinder VIII. A., resp. VIII. B. hat, wie es sichtbar, keine Einwirkung gezeigt. — \*\*) Außerdem 3 Sprossen in den Götzebeckenabfällen.

II. Vegetation des Buchweizens unter Einwirkung verschiedener Chlorverbindungen.

| Versuchsreihe. | Bezeichnung des Cylinbers. | Bezeichnung der Pflanze. | Salzgehalt der Lösungen in Äquivalenten. in Gm. pro Liter.                                   |                                                | Vegetations-tage. | Länge des Stengels in Gm. |        | Inter-nobien. | Anzahl der behäl- teten Zweige. | Anzahl der reifen Samen. | Menge des ver- dampften Wassers. |
|----------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--------|---------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------------|
|                |                            |                          | 1                                                                                            | 2                                              |                   | in Gm.                    | in Gm. |               |                                 |                          |                                  |
| II.            | A.                         | 1                        | 1 Äqu. Mg Cl<br>4 " CaO, NO <sub>3</sub><br>4 " KO, NO <sub>3</sub>                          | 0,1827<br>1,2627<br>1,5556<br>3,0000           | 82                | 35                        | 36     | 6             | 0                               | }                        | 1300                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 77                | 51                        | 54     | 8             | 3                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 82                | 41                        | 45     | 5             | 1*)                             |                          |                                  |
|                | B.                         | 1                        | }                                                                                            | }                                              | 82                | 23                        | 40     | 6             | 0**)                            | }                        | 1290                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 82                | 53                        | 52     | 10            | 4                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 82                | 62                        | 47     | 9             | 5                               |                          |                                  |
| Mittel:        |                            |                          |                                                                                              | 81                                             | 44                | 46                        | 7      | 2             |                                 | 432                      |                                  |
| III.           | A.                         | 1                        | 1 " MgO, SO <sub>3</sub><br>2 " CaO, NO <sub>3</sub><br>2 " Ca Cl                            | 0,2434<br>0,6654<br>0,4504<br>1,6405<br>3,0000 | 78                | 75                        | 38     | 12            | 3                               | }                        | 2070                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 78                | 52                        | 56     | 9             | 2                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 75                | 91                        | 41     | 8             | 2                               |                          |                                  |
|                | B.                         | 1                        | }                                                                                            | }                                              | 82                | 19                        | 31     | 6             | 0                               | }                        | 2700                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 82                | 86                        | 48     | 10            | 5                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 82                | 94                        | 36     | 8             | 1*)                             |                          |                                  |
| Mittel:        |                            |                          |                                                                                              | 80                                             | 70                | 42                        | 9      | 2             | 4                               | 195                      |                                  |
| IV.            | A.                         | 1                        | 1 " MgO, SO <sub>3</sub><br>4 " CaO, NO <sub>3</sub><br>2 " KO, NO <sub>3</sub><br>2 " KCl   | 0,2434<br>1,3808<br>0,8204<br>0,6054<br>3,0000 | 82                | 73                        | 42     | 10            | 4                               | }                        | 2410                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 82                | 65                        | 63     | 10            | 3                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 82                | 81                        | 50     | 8             | 2                               |                          |                                  |
|                | B.                         | 1                        | }                                                                                            | }                                              | 82                | 130                       | 58     | 9             | 3                               | }                        | 2640                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 82                | 80                        | 37     | 7             | 2                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 82                | 95                        | 41     | 9             | 2                               |                          |                                  |
| Mittel:        |                            |                          |                                                                                              | 82                                             | 91                | 49                        | 9      | 3             | 10                              | 842                      |                                  |
| V.             | A.                         | 1                        | 1 " MgO, SO <sub>3</sub><br>4 " CaO, NO <sub>3</sub><br>2 " KO, NO <sub>3</sub><br>2 " Na Cl | 0,2546<br>1,3913<br>0,6574<br>0,4963<br>3,0000 | 77                | 24                        | 43     | 6             | 1**)                            | }                        | 2000 (?)                         |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 77                | 79                        | 44     | 10            | 4                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 77                | 76                        | 37     | 9             | 3                               |                          |                                  |
|                | B.                         | 1                        | }                                                                                            | }                                              | 75                | 48                        | 34     | 8             | 3                               | }                        | 2000                             |
|                |                            | 2                        |                                                                                              |                                                | 75                | 60                        | 39     | 8             | 4                               |                          |                                  |
|                |                            | 3                        |                                                                                              |                                                | 75                | 45                        | 49     | 9             | 3                               |                          |                                  |
| Mittel:        |                            |                          |                                                                                              | 76                                             | 55                | 41                        | 9      | 3             |                                 | 666 (?)                  |                                  |

| Versuchsreihe. | Bezeichnung des Pflanzens. |   | Salzgehalt der Lösungen in Äquivalenten. |        | Begegnungstage. |     | Ränge der Stängel in Cm. |    | Intermedien. |      | Anzahl der befruchteten Samen. |      | Menge des verbrauchten Wassers. |
|----------------|----------------------------|---|------------------------------------------|--------|-----------------|-----|--------------------------|----|--------------|------|--------------------------------|------|---------------------------------|
|                | 1                          | 2 | 1                                        | 2      | 1               | 2   | 1                        | 2  | 1            | 2    | 1                              | 2    |                                 |
| III.           | A.                         | 1 | 1 Äqu. MgO, SO <sub>3</sub>              | 0,2434 | 78              | 75  | 38                       | 12 | 3            | 2070 | 23                             | 2070 |                                 |
|                |                            | 2 | 2 " CaO, NO <sub>3</sub>                 | 0,6654 | 78              | 52  | 56                       | 9  | 2            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 | 2 " Ca, Cl                               | 0,4504 | 75              | 91  | 41                       | 8  | 2            |      |                                |      |                                 |
|                | B.                         | 1 | 4 " KO, NO <sub>3</sub>                  | 1,6408 | 82              | 19  | 31                       | 6  | 0            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 2 |                                          | 3,0000 | 82              | 52  | 48                       | 10 | 5            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 |                                          |        | 82              | 94  | 36                       | 8  | 1 *          |      |                                |      |                                 |
| Mittel:        |                            |   |                                          |        | 80              | 70  | 42                       | 9  | 2            |      | 4                              | 795  |                                 |
| VI.            | A.                         | 1 | 1 " MgO, SO <sub>3</sub>                 | 0,2622 | 82              | 103 | 37                       | 12 | 4            | 3130 | 62                             | 3130 |                                 |
|                |                            | 2 | 4 " Ca, Cl                               | 0,9703 | 82              | 95  | 50                       | 10 | 3            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 | 4 " KO, NO <sub>3</sub>                  | 1,7675 | 82              | 87  | 36                       | 7  | 2            |      |                                |      |                                 |
|                | B.                         | 1 |                                          | 3,0000 | 82              | 91  | 37                       | 12 | 4            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 2 |                                          |        | 82              | 96  | 37                       | 11 | 6            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 |                                          |        | 82              | 91  | 38                       | 9  | 2            |      |                                |      |                                 |
| Mittel:        |                            |   |                                          |        | 82              | 94  | 39                       | 10 | 4            |      | 10                             | 1078 |                                 |
| IV.            | A.                         | 1 | 1 " MgO, SO <sub>3</sub>                 | 0,2434 | 82              | 73  | 42                       | 10 | 4            | 2410 | 62 +                           | 2410 |                                 |
|                |                            | 2 | 4 " CaO, NO <sub>3</sub>                 | 1,3308 | 82              | 85  | 63                       | 10 | 3            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 | 2 " KO, NO <sub>3</sub>                  | 0,8204 | 82              | 81  | 50                       | 8  | 2            |      |                                |      |                                 |
|                | B.                         | 1 |                                          | 3,0000 | 82              | 130 | 55                       | 9  | 3            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 2 |                                          |        | 82              | 80  | 37                       | 7  | 2            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 |                                          |        | 82              | 95  | 41                       | 9  | 2            |      |                                |      |                                 |
| Mittel:        |                            |   |                                          |        | 82              | 91  | 49                       | 9  | 3            |      | 10                             | 842  |                                 |
| VII.           | A.                         | 1 | 1 " MgO, SO <sub>3</sub>                 | 0,2622 | 82              | 74  | 29                       | 11 | 2            | 3370 | 121 +                          | 3370 |                                 |
|                |                            | 2 | 4 " CaO, NO <sub>3</sub>                 | 1,4336 | 82              | 123 | 33                       | 11 | 3 **)        |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 | 4 " KCl                                  | 1,3042 | 82              | 92  | 36                       | 9  | 3            |      |                                |      |                                 |
|                | B.                         | 1 |                                          | 3,0000 | 82              | 112 | 42                       | 11 | 4 ***)       |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 2 |                                          |        | 82              | 87  | 30                       | 10 | 4            |      |                                |      |                                 |
|                |                            | 3 |                                          |        | 82              | 91  | 61                       | 9  | 1            |      |                                |      |                                 |
| Mittel:        |                            |   |                                          |        | 82              | 97  | 39                       | 10 | 3            |      | 20                             | 1218 |                                 |

\*) Sehr stark verästelte Zweig. — \*\*) Und 3 verweilte Stängeltrauben. — \*\*\*) Bis 70 Cm. lang und nicht stark verzweigt. — †) Ausschlagig zuerst am Stängel getrocknet Samen bei VI. A. 1. und VII. A. 2.

B. Analytische Resultate.

| Versuchsreihe. | Trockengewicht der Ernte. |                |              | Organische Substanz der Ernte. |              |                | Nischenmenge der Ernte. |        |              |        |
|----------------|---------------------------|----------------|--------------|--------------------------------|--------------|----------------|-------------------------|--------|--------------|--------|
|                | Stamm-organ.              | Wurzels-organ. | reife Samen. | Summa.                         | Stamm-organ. | Wurzels-organ. | reife Samen.            | Summa. | reife Samen. | Summa. |

I. Vegetation der Buchweizenpflanze ohne Einwirkung von Chlor.

|       | Grm.  | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm. | Grm.  |       |   |       |      |
|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|---|-------|------|
| I.    | 1,125 | 0,143 | —    | 1,268 | 73   | 0,911 | 0,120 | —    | 1,031 | 60   | 0,214 | 0,023 | — | 0,237 | 700  |
| VIII. | 1,324 | 0,186 | —    | 1,510 | 86   | 1,027 | 0,153 | —    | 1,180 | 69   | 0,297 | 0,033 | — | 0,330 | 1000 |
| XI.   | 1,914 | 0,298 | —    | 2,112 | 121  | 1,529 | 0,267 | —    | 1,796 | 105  | 0,285 | 0,031 | — | 0,316 | 900  |

II. Vegetation der Buchweizenpflanze unter Einwirkung verschiedener Chlorverbindungen.

|              | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm. |
|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| II. (Mg Cl)  | 0,808 | 0,176 | —     | 0,984 | 56   | 0,621 | 0,155 | —     | 0,826 | 48   | 0,137 | 0,021 | —     | 0,158 | 450  |
| III. (Ca Cl) | 1,969 | 0,244 | 0,086 | 2,299 | 132  | 1,596 | 0,206 | 0,084 | 1,886 | 110  | 0,373 | 0,038 | 0,002 | 0,413 | 1200 |
| IV. (K Cl)   | 1,963 | 0,243 | 0,233 | 2,439 | 140  | 1,544 | 0,207 | 0,227 | 1,978 | 115  | 0,419 | 0,036 | 0,006 | 0,461 | 1400 |
| V. (Na Cl)   | 1,603 | 0,214 | —     | 1,817 | 104  | 1,303 | 0,179 | —     | 1,482 | 86   | 0,300 | 0,035 | —     | 0,335 | 1000 |

III. Vegetation der Buchweizenpflanze unter Einwirkung verschiedener Quantitäten von Chlor.

|                | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm. | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm.  | Grm. |
|----------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| III. (2 Ca Cl) | 1,969 | 0,244 | 0,066 | 2,299 | 132  | 1,596 | 0,206 | 0,084 | 1,886 | 110  | 0,373 | 0,038 | 0,002 | 0,413 | 1200 |
| VI. (4 Ca Cl)  | 3,071 | 0,323 | 0,268 | 3,662 | 210  | 2,498 | 0,271 | 0,261 | 3,030 | 177  | 0,573 | 0,052 | 0,007 | 0,632 | 1900 |
| IV. (2 K Cl)   | 1,963 | 0,243 | 0,233 | 2,439 | 140  | 1,544 | 0,207 | 0,227 | 1,978 | 115  | 0,419 | 0,036 | 0,006 | 0,461 | 1400 |
| VII. (4 K Cl)  | 2,915 | 0,324 | 0,527 | 3,766 | 215  | 2,375 | 0,277 | 0,513 | 3,165 | 185  | 0,540 | 0,047 | 0,014 | 0,601 | 1800 |

Tabelle IV.

Verhältniß der Transpiration zu der producirtten Trockensubstanz, organischen Substanz und der Asche.

| Versuchsreihe:                                        | Einem Liter verdunsteten Wassers entsprechen: |                                 |                |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------|----------------|
|                                                       | Trockensubstanz.<br>Grm.                      | Organische<br>Substanz.<br>Grm. | Asche.<br>Grm. |
| A. ohne Chlorzufuhr.                                  |                                               |                                 |                |
| I. ohne Chlor                                         | 2,78                                          | 2,26                            | 0,52           |
| VIII. " "                                             | 3,11                                          | 2,43                            | 0,65           |
| IX. " "                                               | 2,80                                          | 2,38                            | 0,42           |
| Mittel:                                               | 2,90                                          | 2,36                            | 0,54           |
| B. unter Zufuhr verschiedener Verbindungen von Chlor. |                                               |                                 |                |
| II. Mg Cl                                             | 2,28                                          | 1,91                            | 0,37           |
| III. Ca Cl                                            | 2,89                                          | 2,37                            | 0,52           |
| IV. K Cl                                              | 2,90                                          | 2,35                            | 0,55           |
| V. Na Cl                                              | 2,73                                          | 2,23                            | 0,51           |
| Mittel:                                               | 2,70                                          | 2,22                            | 0,48           |
| C. unter Zufuhr verschiedener Mengen von Chlor.       |                                               |                                 |                |
| III. 2 Ca Cl                                          | 2,89                                          | 2,37                            | 0,52           |
| VI. 4 Ca Cl                                           | 3,40                                          | 2,81                            | 0,59           |
| IV. 2 K Cl                                            | 2,90                                          | 2,35                            | 0,55           |
| VII. 4 K Cl                                           | 3,09                                          | 2,60                            | 0,50           |
| Mittel:                                               | 3,07                                          | 2,53                            | 0,54           |

Tabelle V.

Verhältniß zwischen Stamm und Wurzeln\*).

| 100 Theilen organischer Wurzelsubstanz entsprechen: |                            |                                      |
|-----------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|
| Versuchsreihe:                                      | Behandlung.                | organische Substanz der Stammorgane. |
| I.                                                  | ohne Cl                    | 762                                  |
| II.                                                 | 1 Mg Cl                    | 433                                  |
| III.                                                | 2 Ca Cl                    | 772                                  |
| IV.                                                 | 2 K Cl                     | 745                                  |
| V.                                                  | 2 Na Cl                    | 729                                  |
| VI.                                                 | 4 Ca Cl                    | 921                                  |
| VII.                                                | 4 K Cl                     | 858                                  |
| VIII.                                               | wie I.                     | 674                                  |
| IX.                                                 | ohne Cl u. SO <sub>2</sub> | 572                                  |
| Mittel:                                             |                            | 718                                  |

\*) Wir haben die organische (aschefreie) Substanz zu dieser Vergleichung gewählt, weil angesichts der Unmöglichkeit, die Wurzeln von anhaftendem Eisenphosphat absolut zu reinigen, die Ziffern für die Wurzelasche, also auch die für die Trockensubstanz minder zuverlässig sind.

Tabelle VI.  
Procentischer Aschengehalt.

| Versuchsreihe: | der Stammorgane. | der Wurzelorgane. |
|----------------|------------------|-------------------|
| I.             | 19,0             | 16,3              |
| II.            | 16,9             | 11,8              |
| III.           | 19,0             | 15,4              |
| IV.            | 21,3             | 14,7              |
| V.             | 18,7             | 16,4              |
| VI.            | 18,6             | 16,0              |
| VII.           | 18,5             | 14,6              |
| VIII.          | 22,5             | 18,0              |
| IX.            | 15,7             | 10,5              |
| Mittel:        | 18,9             | 15,0              |

Tabelle VII.  
Vergleich der geernteten Samen mit dem Saatgut.

|                         | 100 Stück<br>frische Sa-<br>men wiegen<br>Grm. | 100 Theile frische Substanz ent-<br>halten: |                       |                     |        | 100 Th. Trocken-<br>substanz enthalten: |        |
|-------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------|-----------------------------------------|--------|
|                         |                                                | Wasser.                                     | Trocken-<br>substanz. | organ.<br>Substanz. | Asche. | organ.<br>Substanz.                     | Asche. |
| Saatgut                 | 2,561                                          | 16,2                                        | 83,8                  | 82,0                | 1,8    | 97,9                                    | 2,1    |
| Versuchs-<br>reihe III. | 2,661                                          | } 14,7                                      | 85,3                  | 83,1                | 2,2    | 97,4                                    | 2,6    |
| IV.                     | 2,640                                          |                                             |                       |                     |        |                                         |        |
| VI.                     | 3,040                                          |                                             |                       |                     |        |                                         |        |
| VII.                    | 3,060                                          |                                             |                       |                     |        |                                         |        |

Keimkraft der geernteten Samen. Am 30. August wurden von jeder der 4 Versuchsreihen III., IV., VI. und VII., welche reife Samen geliefert hatten, je drei Körner, und zugleich von dem Saatgut zwölf Körner nach der oben beschriebenen Methode zum Keimen ausgelegt. Nach 36 Stunden hatten alle 3 Samen der Reihe VI. (4 Aeq. Ca Cl) die Radicula hervorgestreckt. Nach 60 Stunden waren auch von den übrigen drei Reihen je ein Same gekeimt, während die zwölf Körner des Saatguts noch völlig geschlossen waren. Am 8. September, also nach neun Tagen, war die Entwicklung folgende:

Saatgut: 1 Same beginnt das Würzelchen zu zeigen.

Versuchsreihe III. (2 Ca Cl): 2 Samen gekeimt. — Nr. 1 ist 13 Mm. lang, hat 8 Nebenwurzeln von 5 bis 8 Mm. Länge. —

Nr. 2 ist 13 Mm. lang und hat 3 Nebenwurzeln von 2 bis 4 Mm. Länge.

Versuchsreihe IV. (2 Aeq. K. Cl.): Nr. 1 hat ein hypototyles Glied von Mm., 4 Nebenwurzeln von etwa 1 Mm. Länge. — Nr. 2 öffnet sich. — Nr. 3 ruht.

Versuchsreihe VI. (4 Aeq. Ca Cl): Drei Samen gekleimt. — Hypototyle Glieder von 20, 20 und 13 Mm., mit bez. 7, 6 und 4 Nebenwurzeln von bez. 15, 10 bis 13 und 1 bis 2 Mm. Länge. Die Testa ist fast gelöst.

Versuchsreihe VII. (4 Aeq. K Cl): Nr. 1 hat sich zu 13 Mm. Länge gestreckt und 4 kaum hervortretende Nebenwurzeln gebildet. — Nr. 2 und 3 ruhen.

Die Discussion der vorstehenden Tabellen, sowie die Confrontirung derselben mit dem Ernte-Ergebniß der im Versuchsgarten gezogenen Controlpflanzen behalten wir uns vor für das nächste Heft dieser Zeitschrift, indem wir uns hier darauf beschränken, einige der wichtigeren unmittelbaren Thatsachen des Experiments zu constatiren.

- 1) Die Buchweizenpflanze vermag in wässrigem Medium unter Zufuhr gewisser Salzlösungen alle Bildungsstufen ihrer Metamorphose zu vollziehen und bei einem mehr als zweihundertfachen Trockengewicht keimfähige Samen zu reproduciren.
- 2) Der Vegetationsproceß der Buchweizenpflanze fordert nicht als solcher die Aufnahme von Kieselsäure, Kohlensäure, Natron oder Ammoniak durch die Wurzelorgane.
- 3) Die Buchweizenpflanze vermag nahezu ihren gesammten Kohlenstoffbedarf aus der Atmosphäre zu decken.
- 4) Das Chlor scheint wesentlich für die Samenbildung der Buchweizenpflanze zu sein.
- 5) Es scheint ferner nicht gleichgültig zu sein, mit welchem electropositiven Element verbunden, noch auch, in welchen relativen Mengen das Chlor den Wurzeln zugeführt wird.
- 6) Die Schwefelsäure scheint ebenfalls für den Vegetationsproceß der Buchweizenpflanze nothwendig zu sein.
- 7) Die organische Masse der Stammorgane übertrifft im Durchschnitt um das Siebenfache die der Wurzelorgane. Die bestentwickelten



Versuchspflanzen haben das höchste Verhältniß der Stammorgane zu den Wurzelorganen.

- 8) Auf gleiche Mengen organischer Substanz führt die Wurzel eine geringere Menge unverbrennlicher Substanz, als der Stamm.
- 9) Die Transpiration der Blattorgane, d. h. die Größe der Wasserverdunstung, ist annähernd correspondent dem organischen Product und der Aschenmenge einer Versuchspflanze.
- 10) Das Verhältniß der Transpirationsgröße zu der Aschenmenge einer Versuchspflanze ist um ein Vielfaches höher, als der Concentrationsquotient der Nahrungslösung.

Chemnitz, September 1862.

---

# Inhaltsverzeichnis der Bände I bis IV.

## Autorengregister.

|                                                                                                                                                                              | Bd. Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Arendt, R. Untersuchungen über einige Vorgänge bei der Vegetation der Haferpflanze . . . . .                                                                                 | I. 31     |
| — — Notiz über die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Asche derselben Pflanzenspecies (Hafer) bei gleichem Alter, aber verschiedener äußerer Entwicklung . . . . . | I. 66     |
| Arendt, R. u. Knop, W. Untersuchung verschiedener Gräser, Seggen und Binsen auf Stickstoff, Fett und mehrere Aschenbestandtheile . . . . .                                   | II. 32    |
| — — Ueber die Vertheilung der Kieselsäure in den Gräsern . . . . .                                                                                                           | II. 58    |
| Arendt, R. Knop, W. u. Ritter, H. Untersuchung von Sommerrüben (Blätter, Stengel, Samen) . . . . .                                                                           | I. 170    |
| Barop, J. Aschenanalyse der Wedel des Farrenkrautes ( <i>Aspidium filix mas.</i> Willd.) . . . . .                                                                           | I. 88     |
| Dreunlin, E. Untersuchung einiger Drainage-Quellwässer Schlans (Böhmen) . . . . .                                                                                            | I. 257    |
| Broek, van den. Absorption der Kohlensäure durch die Ackererde                                                                                                               | III. 104  |
| Cohn, Ueber Proteinkristalle in den Kartoffeln . . . . .                                                                                                                     | III. 78   |
| Crusius, Friedr. Ueber die Bedeutung der vegetab. Fette bei der Rindviehfütterung . . . . .                                                                                  | I. 101    |
| Dauglish's Brodbereitungsverfahren . . . . .                                                                                                                                 | IV. 199   |
| Davy, E. M. Ueber das Vorkommen von Arsen in mit Superphosphat gedüngten Turnips . . . . .                                                                                   | III. 87   |
| Eichhorn. Ueber die Absorption des gasförmigen Ammoniak durch feste Körper . . . . .                                                                                         | III. 102  |
| Eisenstuck, E. M. Untersuchung von Futtermitteln (Erbsen, Roggen, Roggenstroh, Wiesenheu, Kartoffeln, Leinsamen, Leinkuchen, Rapskuchen). . . . .                            | III. 237  |

|                                                                                                                                                                                | Bd. Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Eisenstud, C. M. Kohlenäure-Bestimmung in Ackererden . . .                                                                                                                     | IV. 229   |
| Fremy, Untersuchung über das Chlorophyll . . .                                                                                                                                 | III. 84   |
| Fresenius, Carl. Aschenanalyse des Laubes der Rothbuche ( <i>Fagus sylv. L.</i> ) . . .                                                                                        | I. 90     |
| Fresenius, R. Ueber die unorgan. Bestandtheile verschiedener als Waldstreu benutzter Substanzen . . .                                                                          | I. 86     |
| — — Analyse von Kustuchen . . .                                                                                                                                                | I. 92     |
| — — Analyse von Mistkörnern . . .                                                                                                                                              | I. 179    |
| Silbert, J. S., Lawes, J. B. und Pugh, C. Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen . . .                                                                                | III. 73   |
| Schpperl. Ueber die Einwirkung der Pflanzen auf felsige Grundlagen . . .                                                                                                       | III. 81   |
| Söhren, Theob. v. Ueber eine Beigabe von Knochenerde zum Futter der Thiere, nebst einem physiol. chemischen Versuch über die Verdaulichkeit der Knochenerde . . .              | III. 161  |
| — — Ist die Hauptwirkung der Ammoniaksalze und des Chilisalpeters in ihrem Stickstoffgehalt begründet oder beruht sie auf vermehrter Auflösung von phosphorsauren Erden? . . . | IV. 166   |
| — — Untersuchung eines Bodens von Blansko in chemischen und physik. Beziehungen . . .                                                                                          | IV. 167   |
| — — Düngungsversuch mit Zuckerrüben . . .                                                                                                                                      | IV. 171   |
| Srouven. Untersuchung von befallenem Klee . . .                                                                                                                                | IV. 106   |
| — — Ueber die Constitution der Schafmilch bei der Lähmkrankheit der säugenden Lämmer . . .                                                                                     | IV. 196   |
| Samberg. Chemische Untersuchung des Rahms . . .                                                                                                                                | I. 98     |
| Sandke, Rob. Untersuchung einiger Gebirgsarten in frischem und verwittertem Zustande . . .                                                                                     | I. 176    |
| Sellriegel, Herm. Die Mineralstoffe im Saft der Rothkleeplanze, in den einzelnen Organen und in verschiedenen Vegetationsperioden . . .                                        | IV. 31    |
| Senneberg, B. Das Erhaltungsfutter volljährigen Rindviehes . . .                                                                                                               | I. 166    |
| Seffe, D. Verhalten der vergilbten zu den grünen Runkelrübenblättern . . .                                                                                                     | I. 245    |
| — — Welche Veränderungen erleiden die in Folge trockner Wärme welkenden Blätter der Runkelrübe? . . .                                                                          | I. 247    |
| Soffmann, Rob. Aschen- und Stickstoffgehalt der wichtigsten als Streumaterial verwendeten Moose . . .                                                                          | I. 269    |
| — — Gesamtstickstoff- und Ammonialgehalt von Ackererden aus verschiedenen Gegenden Böhmens . . .                                                                               | I. 271    |
| — — Mengen der aus verschiedenen Erden von Böhmen durch kaltes, kohlenäurefreies Wasser aufnehmbaren organischen und unorganischen Stoffe . . .                                | I. 273    |
| — — Zusammensetzung des Bodens in verschiedenen Tiefen . . .                                                                                                                   | I. 275    |

|                                                                                                                                                            |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Hoffmann, Rob. Untersuchung der Zuckerrübe in sieben verschiedenen Vegetationsperioden . . . . .                                                           | II. 209  |
| — — Untersuchung einer Schlempe, gewonnen bei der Spiritus-<br>zeugung aus Rüben und Melasse . . . . .                                                     | II. 215  |
| — — Einige analytische Daten zur Bestimmung des Nahrungswertes<br>von Korn- und Weizenkleien von Dampfmühlen und von<br>Möhlen nach altem System . . . . . | II. 215  |
| — — Nahrungswert von Weizenmehl (Dampfmehl) verschiedener<br>Feinheit . . . . .                                                                            | II. 217  |
| — — Untersuchung von Samenzuckerrüben in verschiedenen Entwic-<br>lungsperioden . . . . .                                                                  | III. 283 |
| — — Untersuchung von Zuckerrüben in acht verschiedenen Vegeta-<br>tionsperioden . . . . .                                                                  | III. 285 |
| — — Analysen von Coprolithen und Brandschiefern aus Böhmen . . . . .                                                                                       | III. 291 |
| — — Analysen des Viehsalzes aus Wieliczka und Smunden und des<br>Dungsalzes aus Wieliczka . . . . .                                                        | III. 293 |
| — — Untersuchung von Rüben in drei verschiedenen Vegetations-<br>perioden . . . . .                                                                        | IV. 203  |
| — — Analyse eines Bodens bei Prag . . . . .                                                                                                                | IV. 204  |
| — — Aschenanalyse von Rübenwurzeln und Blätter . . . . .                                                                                                   | IV. 207  |
| Karmrodt. Ueber den Verlust des Bodens an Mineralstoffen durch<br>den Anbau von Zuckerrüben . . . . .                                                      | III. 88  |
| — — Ueber die Bestandtheile der blauen Traube von der Ahr, vor<br>und nach der Gährung . . . . .                                                           | III. 89  |
| Karsten. Zur Kenntniß des Verwesungsprozesses . . . . .                                                                                                    | III. 100 |
| Kersten, D. Analyse der aus Boden durch verschiedene Reagentien<br>ausziehbaren Pflanzennährstoffe . . . . .                                               | II. 106  |
| Kleemann's Brodbereitungsverfahren . . . . .                                                                                                               | IV. 199  |
| Knop, W. Vegetationsversuch mit Hafer und Klee in künstlichem<br>Boden . . . . .                                                                           | I. 4     |
| — — Versuche über die Aufnahme von Barbit und Zinkoxyd durch<br>die Kleeplanze . . . . .                                                                   | I. 11    |
| — — Vegetationsversuche mit Hafer, Sommerrüben, Saubohnen,<br>Kunkelrüben in Thon-, Kalk-, Gyps- und Sandboden . . . . .                                   | I. 15    |
| — — Ueber ein phosphorhaltiges Del der Erbsen . . . . .                                                                                                    | I. 26    |
| — — Ueber einige Beziehungen zwischen Luft und Pflanze . . . . .                                                                                           | I. 147   |
| — — Beitrag zur Beantwortung der Frage: athmet eine gesunde<br>Pflanze Ammoniak aus? . . . . .                                                             | I. 162   |
| — — Culturversuche mit Zwergbohnen in wässrigen Lösungen . . . . .                                                                                         | I. 181   |
| — — Beobachtungen über die Verdunstung der Pflanzen . . . . .                                                                                              | I. 184   |
| — — Methode zur Bestimmung von Schwefel und Schwefelsäure in<br>Pflanzensubstanz . . . . .                                                                 | I. 200   |

|                                                                                                                                                                   |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Knop, W. Ein Fütterungsversuch mit Dachsenkälbern (Ermittlung des Verhältnisses von $Nh:Nl$ für die Aufzucht) . . . . .                                           | I. 250                |
| — — Ueber die Ernährung der Pflanzen (Zwergbohnen) durch wässrige Lösungen bei Ausschluß des Bodens (I.) . . . . .                                                | II. 65                |
| — — Veränderungen der organischen Substanz der Bohnen beim Keimen und dem Wachstum der Pflanzen in wässrigen Lösungen . . . . .                                   | II. 87                |
| — — Verhalten der Pflanzen bei Gegenwart organischer Substanzen in den wässrigen Lösungen . . . . .                                                               | II. 93                |
| — — Einfluß verschiedener die Wurzel der Pflanze bespülender Gase auf die Lebensfähigkeit der Pflanze . . . . .                                                   | II. 94                |
| — — Notiz über die Bedeutung der Kieselsäure für die Gramineen. . . . .                                                                                           | II. 268               |
| — — Ueber die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen bei Ausschluß des Bodens (II.) . . . . .                                                             | II. 270               |
| — — Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsprozeß der Pflanzen (Culturversuche in künstlichem Boden, in wässrigen Salzlösungen) (I.) . . . . .       | III. 295              |
| — — Ueber einige Vorgänge beim Keimen der Samen unter normalen und abnormen Umständen . . . . .                                                                   | IV. 137               |
| — — Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsprozeß der Pflanzen (II.) . . . . .                                                                       | VI. 173               |
| — — Analyse der Asche von in wässriger Nährstofflösung gezogenen Maispflanzen . . . . .                                                                           | IV. 173               |
| — — und Arendt, R. Untersuchung verschiedener Gräser, Seggen und Binsen auf Stickstoff, Fett und mehrere Aschenbestandtheile. . . . .                             | II. 32                |
| — — Ueber die Vertheilung der Kieselsäure in den Gräsern . . . . .                                                                                                | II. 58                |
| — — und Ritter, S. Untersuchung von Sommerrübsen . . . . .                                                                                                        | I. 170                |
| — — Analyse von Bohnenfrüchten und Bohnenstroh, in Thon-, Kalk-, Gyps- und Sandboden cultivirt . . . . .                                                          | I. 17                 |
| Knop, W. und Wolf, W. Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniak in der Ackererde . . . . .                                                       | III. 109, 207. IV. 67 |
| — — Methode zur quantitativen Bestimmung des Ammoniak in der Ackererde . . . . .                                                                                  | III. 112              |
| — — Bestimmung des Ammoniak im Schnee- und Regenwasser . . . . .                                                                                                  | III. 116              |
| — — " " " " Thau . . . . .                                                                                                                                        | III. 124              |
| — — " " " " Fluß- und Teichwasser . . . . .                                                                                                                       | III. 125              |
| — — " " " " Brunnenwasser . . . . .                                                                                                                               | III. 126              |
| — — Ammoniakgehalt der Ackererden . . . . .                                                                                                                       | III. 207              |
| — — Untersuchung über die ammoniakbindende Kraft des Bodens . . . . .                                                                                             | III. 217              |
| — — Verhalten des Ammoniak zum Boden und zu den nähern Bestandtheilen desselben, unter dem Einflusse des Sauerstoffs bei Gegenwart von flüssigem Wasser . . . . . | III. 225              |
| — — Beobachtungen über die Ammoniakabsorbirtionsfähigkeit des Bodens und über das Verhalten des absorbirten Ammoniak . . . . .                                    | IV. 69                |

|                                                                                                                                                 |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Knop, W. und Wolf, W. Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde . . . . .                                                                      | IV. 80           |
| Lawes, J. B., Gilbert, J. S. und Pugh, E. Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen . . . . .                                             | III. 73          |
| Lehmann, Jul. Ueber die mineralischen Nährstoffe, insbesondere über die Erdphosphate als Nährstoffe des jungen thierischen Organismus . . . . . | I. 68            |
| — — Beschreibung eines Harnbeutels zum Auffangen des Harns bei Versuchsthieren . . . . .                                                        | I. 77            |
| — — Ueber den Salzgenuß der landwirtschaftlichen Hausäugethiere (Pferde) . . . . .                                                              | II. 152          |
| — — Kochsalzgehalt verschiedener Futtermittel . . . . .                                                                                         | II. 153, 160     |
| — — Ueber die Zusammensetzung der Milch einer perlsüchtigen Kuh. . . . .                                                                        | III. 193         |
| — — Ueber die Erkennung einer Verfälschung der Leinkuchen mit Rapskuchen . . . . .                                                              | III. 195         |
| Lucanus, B. Ueber das Reifen und Nachreifen des Getreides . . . . .                                                                             | IV. 147          |
| — — Methode zur Bestimmung der Stärke . . . . .                                                                                                 | IV. 149          |
| — — Ueber den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Keimungs- und Vegetationskraft der Roggenkörner . . . . .                             | IV. 253          |
| Margueritte. Ueber die Erzeugung von Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft . . . . .                                                             | III. 102         |
| Merz, E. J. Aschenanalyse vom Kraut des Besenpfriemens ( <i>Spartium scoparium</i> L.) . . . . .                                                | I. 87            |
| Merz, Gust. Untersuchung einer Anzahl in Chemnitz bräuchlicher Bierorten . . . . .                                                              | III. 280         |
| — — Analyse des Bodens der Chemnitzer Versuchstation . . . . .                                                                                  | IV. 114          |
| Mittenzwei, M. Gehalt der Runkelrübenblätter an Chlor- und Oxalsäure . . . . .                                                                  | I. 241           |
| Rosser. Ueber die Zusammensetzung der gemeinen Rispenhirse und deren Verwendbarkeit zur Spiritusfabrikation . . . . .                           | IV. 193          |
| Müller, Alex. Zur Geschichte der Runkelrüben . . . . .                                                                                          | I. 241, 245, 247 |
| — — Ueber Trocknung des Getreides . . . . .                                                                                                     | II. 217          |
| — — Zusammensetzung der Getreidearten bei verschiedenen Sectoltergewicht . . . . .                                                              | IV. 102          |
| — — Ueber die süße Milchgährung . . . . .                                                                                                       | IV. 197          |
| — — Die mechanische Analyse der Ackererde . . . . .                                                                                             | IV. 225          |
| — — Gehalt der Ackererden an den Hydraten des Eisenoxyds und an Thonerde, sowie an löslicher Kieselerde . . . . .                               | IV. 226          |
| — — Gehalt der Ackererde an kohlensaurem und organisch saurem Kalk . . . . .                                                                    | IV. 228          |
| — — Ueber den Gehalt der Ackererden an Stickstoff . . . . .                                                                                     | IV. 234          |
| Katshufius, S. v. Andeutungen in Beziehung auf Fütterungsverjuche . . . . .                                                                     | I. 96            |

|                                                                                                                                                                                  | Ab. Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Neubauer, C. Aschenanalyse des Laubes der Traubeneiche ( <i>Quercus robur</i> L.)                                                                                                | I. 91     |
| Robbe, Friedr. Die Entwicklung der weißen schlesischen Zuckerrübe ( <i>Beta cicla</i> L.) unter dem Einflusse einzelner relativ überschüssigen Mineralsalze                      | III. 178  |
| — — Ueber den Zusammenhang der oberirdischen und unterirdischen Stengelorgane bei Knollengewächsen                                                                               | IV. 89    |
| — — Entlaubungsversuche mit Kartoffeln                                                                                                                                           | IV. 91    |
| — — Ueber die feinere Verästelung der Pflanzenwurzel                                                                                                                             | IV. 202   |
| Robbe, Friedr. und Siegert, Theob. Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Habitus und chemischem Bestande der Rübenpflanze                                                      | IV. 238   |
| — — Ueber die chemische Verschiedenheit jugendlicher, ausgewachsener und vergilbter Rübenblätter                                                                                 | IV. 243   |
| — — Ueber den Einfluß einer schwachen Entlaubung der Zuckerrübe auf die Quantität und Qualität der Ernte                                                                         | IV. 246   |
| — — Ueber das Chlor als specif. Nährstoff der Buchweizenpflanze                                                                                                                  | IV. 318   |
| Peters, Gb. Ueber den Einfluß, welchen eine Zufuhr von Luft, Kohlensäure und Ammoniak zu dem Boden auf das Pflanzenwachsthum und der Aufschließung der Bodenbestandtheile ausübt | I. 21     |
| — — Ueber die Absorption von Kali durch Ackererde                                                                                                                                | II. 112   |
| — — Ueber den Einfluß der chemischen und physikalischen Constitution der Erden auf die Absorption                                                                                | II. 148   |
| — — Ueber das Stäpfurter Abraum Salz                                                                                                                                             | II. 293   |
| — — Zur Keimungsgeschichte des Kürbissamens                                                                                                                                      | III. 1    |
| — — Ueber den Einfluß, welchen eine höhere oder niedrigere Bodentemperatur auf den Verwitterungsprozeß und Verwesungsprozeß in der Ackererde ausübt                              | IV. 117   |
| — — Analyse von Buchenerde                                                                                                                                                       | IV. 136   |
| Pfaundler. Untersuchung über das Chlorophyll                                                                                                                                     | III. 82   |
| Pugh, E., Lawes, J. B. u. Gilbert, J. S. Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen                                                                                         | III. 73   |
| Ritter, G. Analysen von Runkelrüben aus Thon-, Kalk-, Gyps- und Sandboden                                                                                                        | I. 18     |
| — — Analyse von Rapsstroß                                                                                                                                                        | I. 173    |
| Ritter, G. und Knop, W. Analyse von Bohnenfrüchten und Bohnenstroß von verschiedenen Boden                                                                                       | I. 17     |
| — — Knop, W. und Arendt, K. Untersuchung von Sommerrüben                                                                                                                         | I. 170    |
| Rousseau's Methode der Zuckergewinnung                                                                                                                                           | IV. 200   |
| Sachs, Jul. Ueber den Einfluß der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Bodens auf die Transpiration der Pflanzen.                                                    | I. 203    |
| — — Wurzelstudien                                                                                                                                                                | II. 1     |

|                                                                                                                                                                                     |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Sachs, Jul. Unter welcher Form nehmen die Landpflanzen vermittlest ihrer Wurzeln das Wasser aus dem Boden auf, wenn sie unter normalen und günstigen Verhältnissen vegetiren? . . . | II. 2            |
| — — Erziehung von Landpflanzen in Wasser . . . . .                                                                                                                                  | II. 22           |
| — — Untersuchungen über das Erfrieren der Pflanzen . . . . .                                                                                                                        | II. 167          |
| — — Ueber die Hindernisse bei Vegetationsversuchen in geschlossenen Räumen . . . . .                                                                                                | II. 201          |
| — — Vegetationsversuche mit Ausschluß des Bodens über die Nährstoffe und sonstigen Ernährungsbedingungen von Mais, Bohnen und andern Pflanzen . . . . .                             | II. 219, III. 30 |
| — — Einige Bemerkungen über die Keimung des Kürbissamens . . . . .                                                                                                                  | III. 17          |
| — — Notiz über die Thaubildung auf Pflanzen . . . . .                                                                                                                               | III. 45          |
| — — Untersuchung über das Chlorophyll . . . . .                                                                                                                                     | III. 88          |
| Salm-Horstmar. Gegenwart von Fluor in der Asche von <i>Lycopodium clavatum</i> . . . . .                                                                                            | III. 87          |
| Schöfving. Ueber die Verbrennlichkeit des Tabaks . . . . .                                                                                                                          | III. 98          |
| Schnath. Versuche nach Rousseau's Methode der Zuckergewinnung . . . . .                                                                                                             | IV. 200          |
| Schumacher, Wilh. Die Aufnahme der gelösten Nahrungstoffe in die Pflanze . . . . .                                                                                                  | III. 197         |
| — — Nimmt die Pflanze ihre Nahrungstoffe aus dem Bodentwasser oder direct von den Bodentheilchen auf . . . . .                                                                      | IV. 270          |
| Siegert, Theob. Analyse des Samens von Rothklee, Weißklee und feyrischem Klee . . . . .                                                                                             | I. 261           |
| — — Notiz über die Bestimmung der Phosphorsäure in organischen Stoffen . . . . .                                                                                                    | I. 262, III. 186 |
| — — Untersuchung von Fluß- und Teichschlamm . . . . .                                                                                                                               | II. 99           |
| — — Ein Düngungsversuch, als Beitrag zur Beantwortung der Frage: welche Beziehungen finden zwischen den organischen und unorganischen Bestandtheilen der Pflanze statt? . . . . .   | III. 128         |
| — — Analysen von Knollen entlaubter und nicht entlaubter Kartoffelpflanzen . . . . .                                                                                                | IV. 95           |
| Siegert, Th. u. Robbe, Friedr. Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Habitus und chemischem Bestande der Rübenpflanze . . . . .                                                   | IV. 238          |
| — — Ueber die chemische Verschiedenheit jugendlicher, ausgewachsener und vergilbter Rübenblätter . . . . .                                                                          | IV. 243          |
| — — Ueber den Einfluß einer schwachen Entlaubung der Zuckerrübe auf die Quantität und Qualität der Ernte . . . . .                                                                  | IV. 246          |
| — — Versuche über das Chlor als Pflanzennährstoff . . . . .                                                                                                                         | IV. 318          |
| Stein. Ueber die Zusammensetzung des Malzes, verglichen mit der der Gerste und der Treber . . . . .                                                                                 | III. 93          |
| Stöckhardt, Ad. Studien über den Boden . . . . .                                                                                                                                    | I. 21, 176       |
| — — Ueber das Vorkommen der Phosphorsäure in Gesteinen und Felarten . . . . .                                                                                                       | III. 105         |



|                                                                                                                                                                     | Ed. Seite             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Stöckhardt, Ad. Analyse des Phosphorits von Logrosan in Spanien . . . . .                                                                                           | III. 105              |
| — — Analyse von phosphorsäurehaltigem Schiefer aus der Steinkohlenformation bei Görde in Westphalen . . . . .                                                       | III. 106              |
| — — Analyse vom Nilschlamm und eines Ackerbodens in Cairo . . . . .                                                                                                 | III. 107              |
| Stoßmann, F. Ueber Vegetationsversuche (mit Reis) in wässrigen Lösungen . . . . .                                                                                   | IV. 65                |
| Tob, W. Ueber den Fledermausguano . . . . .                                                                                                                         | I. 264                |
| Töppler. Ueber das Vorkommen des Phosphors in den fetten Oelen . . . . .                                                                                            | III. 85               |
| Ulbricht, A. Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklee in den verschiedenen Perioden seines Wachstums . . . . .            | III. 241, IV. 1       |
| — — Analysen von Ackerboden und Gartenboden . . . . .                                                                                                               | III. 251              |
| — — Notiz über die Bestimmung des Schwefels in organischen Stoffen . . . . .                                                                                        | III. 247              |
| Voit, Carl Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel . . . . .                                      | III. 51               |
| Weinhold, Ad. Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchstation Chemnitz . . . . .                                                                               | IV. 188               |
| — — Einwirkung von Ammoniak auf Boden . . . . .                                                                                                                     | IV. 308               |
| Wolf, W. u. Knop, W. Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde . . . . .                                                         | III. 109, 207, IV. 67 |
| — — Methode zur quantitativen Bestimmung des Ammoniaks in der Ackererde . . . . .                                                                                   | III. 112              |
| — — Bestimmung des Ammoniaks im Thau, im Schnee-, Regen-, Fluß- und Brunnenwasser . . . . .                                                                         | III. 126              |
| — — Ammoniakgehalte der Ackererden . . . . .                                                                                                                        | III. 207              |
| — — Untersuchung über die ammoniakbindende Kraft des Bodens . . . . .                                                                                               | III. 217              |
| — — Verhalten des Ammoniaks zum Boden und zu den nähern Bestandtheilen desselben, unter dem Einflusse des Sauerstoffes bei Gegenwart von flüssigem Wasser . . . . . | III. 225              |
| — — Beobachtungen über die Ammoniakabsorptionsfähigkeit des Bodens und über das Verhalten des absorbirten Ammoniaks . . . . .                                       | IV. 69                |
| — — Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde . . . . .                                                                                                            | IV. 80                |
| Wolff, Emil. Beobachtungen über das chemische Verhalten des Stallmistes bei längerer Aufbewahrung . . . . .                                                         | I. 123                |
| Wunder, Gust. Ueber Oele aus verschiedenen Delfrüchten . . . . .                                                                                                    | I. 94                 |
| — — Ueber ein von Hüttenrauch getroffenes Heu . . . . .                                                                                                             | I. 175                |
| — — Ueber die in dem Boden enthaltenen Lösungen . . . . .                                                                                                           | II. 104               |
| — — Ueber die Zusammensetzung der Turnipspflanze ( <i>Brassica Rapa depressa</i> D. C.) in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation . . . . .                    | III. 19, 127          |
| — — Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipsamen . . . . .                                                                      | III. 158              |

|                                                                                                                                                           | Bd. Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bunder, Gust. Zusammensetzung des Roggens bei verschiedenem Hectolitergewicht . . . . .                                                                   | IV. 104   |
| — Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal entwickelten und verkümmerten Turnipspflanzen ( <i>Brassica Rapa depressa</i> ) . . . . . | IV. 113   |
| — Ueber den Einfluß des Bodens auf den Gehalt der Turnips-<br>pflanze an verschiedenen Mineralstoffen . . . . .                                           | IV. 264   |

## S a c h r e g i s t e r.

### Allgemeines.

|                                                                                                                | Bd. Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Die Versuchspläne der landwirthschaftlichen Versuchstationen des Königreichs Sachsen f. d. Jahr 1862 . . . . . | IV. 107   |

### Atmosphäre. Wasser.

|                                                                                                                                        |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Untersuchung einiger Drainage-Quellwässer Schlags, v. E. Breunlin                                                                      | I. 257   |
| Bestimmung des Ammoniak im Schnee- und Regentwasser, v. W. Knop und W. Wolf . . . . .                                                  | III. 116 |
| Bestimmung des Ammoniak im Thau, von denselben . . . . .                                                                               | III. 124 |
| "      "      "      "      Fluß- und Teichwasser, v. denselben                                                                        | III. 125 |
| "      "      "      "      Brunnenwasser, von denselben . . . . .                                                                     | III. 126 |
| Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen, v. J. B. Laues, J. S. Gilbert und E. Pugh . . . . .                                   | III. 73  |
| Ueber die Erzeugung von Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft, v. Margueritte . . . . .                                                 | III. 102 |
| Ueber einige Beziehungen zwischen Luft und Pflanze, v. W. Knop . . . . .                                                               | I. 147   |
| Einfluß verschiedener, die Wurzel bespülenden Gase auf das Pflanzen-<br>leben, v. W. Knop . . . . .                                    | II. 94   |
| Zur Kenntniß des Verwesungsprozesses, v. Karsten . . . . .                                                                             | III. 100 |
| Ueber die Absorption des gasförmigen Ammoniak durch feste Körper, v. Eichhorn . . . . .                                                | III. 102 |
| Absorption der Kohlensäure durch die Ackererde, v. van den Broek . . . . .                                                             | III. 104 |
| Ueber den Einfluß von Luft, Kohlensäure und Ammoniak auf den<br>Verwitterungsprozeß und das Pflanzenwachsthum, v. Ed. Peters . . . . . | I. 21    |

## Boden. Düngstoffe.

|                                                                                                                                                                                        | Bd. Seite             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Studien über den Boden, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                                                                                    | I. 21, 176            |
| Mengen der aus verschiedenen Erden von Böhmen durch kaltes, kohlen-<br>säurefreies Wasser aufnehmbaren organischen und unorganischen<br>Stoffe, v. Rob. Hoffmann . . . . .             | I. 273                |
| Ueber die in dem Boden enthaltenen Lösungen, v. Gust. Wunder . . . . .                                                                                                                 | II. 104               |
| Analyse der aus dem Boden durch verschiedene Reagentien auszieh-<br>baren Pflanzennährstoffe, v. D. Kersten . . . . .                                                                  | II. 106               |
| Ueber die Absorption von Kali durch Ackererde, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                                 | II. 112               |
| Ueber den Einfluß der chemischen und physikalischen Constitution der<br>Erden auf die Absorption, von demselben . . . . .                                                              | II. 148               |
| Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde, v. W. Knop u. W. Wolf . . . . .                                                                                                            | IV. 80                |
| Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniak<br>in der Ackererde, v. denselben . . . . .                                                                                 | III. 109, 207, IV. 67 |
| Ueber die ammoniakbindende Kraft des Bodens und über das Verhal-<br>ten des absorbirten Ammoniak, v. denselben . . . . .                                                               | III. 217, IV. 69      |
| Verhalten des Ammoniak zum Boden und zu den nähern Bestand-<br>theilen desselben unter dem Einflusse des Sauerstoffes bei Gegen-<br>wart von flüssigem Wasser, von demselben . . . . . | III. 225              |
| Einwirkung von Ammoniak auf Boden, von A. Weinhold . . . . .                                                                                                                           | IV. 306               |
| Absorption des gasförmigen Ammoniak durch feste Körper, von<br>Sichhorn . . . . .                                                                                                      | III. 102              |
| Absorption der Kohlensäure durch die Ackererde, v. van den Broet . . . . .                                                                                                             | III. 104              |
| Gesamtnitrostoff- und Ammoniakgehalt von Ackererden aus verschie-<br>denen Gegenden Böhmens, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                                | I. 271                |
| Ammoniakgehalte der Ackererden, v. W. Knop und W. Wolf . . . . .                                                                                                                       | III. 207              |
| Ueber den Gehalt der Ackererden an Stickstoff, v. Alex. Müller . . . . .                                                                                                               | IV. 225               |
| Gehalt der Ackererden an den Hydraten des Eisenoxydes und an<br>Thonerde, sowie an löslicher Kieselerde, v. demselben . . . . .                                                        | IV. 226               |
| Gehalt der Ackererde an kohlen-saurem und organisch-saurem Kalk, v.<br>demselben . . . . .                                                                                             | IV. 228               |
| Kohlensäure-Bestimmungen in Ackererden v. C. W. Eisenstud . . . . .                                                                                                                    | IV. 234               |
| Zusammensetzung des Bodens in verschiedenen Tiefen, v. Rob. Hoff-<br>mann . . . . .                                                                                                    | I. 275                |
| Analyse eines Bodens bei Prag, v. demselben . . . . .                                                                                                                                  | IV. 204               |
| Untersuchung eines Bodens von Blansko in chemischen und physikal.<br>Beziehungen, von Th. v. Gohren . . . . .                                                                          | IV. 167               |
| Analyse eines Garten- und Ackerbodens von Dahme, v. K. Ubricht . . . . .                                                                                                               | III. 251              |
| Analyse des Bodens der Chemnitzer Versuchstation, v. G. Herz . . . . .                                                                                                                 | IV. 114               |
| Analyse von Buchenerde, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                                                        | IV. 136               |

|                                                                                                                                                                     |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Analyse von Rilschlamm und eines Ackerbodens von Cairo, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                                 | III. 107 |
| Analysen von Fluß- und Teichschlamm, v. Theob. Siebert . . . . .                                                                                                    | II. 99   |
| Untersuchung einiger Gebirgsarten in frischem und verwittertem Zustande, v. Handke . . . . .                                                                        | I. 176   |
| Ueber das Vorkommen der Phosphorsäure in Gesteinen und Felsarten, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                       | III. 105 |
| Die mechanische Analyse von Ackererde, v. Alex. Müller . . . . .                                                                                                    | IV. 225  |
| Einfluß von Luft, Kohlensäure und Ammoniak auf die Aufschließung der Bodenbestandtheile, v. Ed. Peters . . . . .                                                    | I. 21    |
| Ueber den Einfluß, welchen eine höhere oder niedrigere Bodentemperatur auf den Verwitterungs- und Verwesungsprozeß in der Ackererde ausübt, von demselben . . . . . | IV. 117  |
| Ueber die Einwirkung der Pflanzen auf felsige Grundlagen, von Göppert . . . . .                                                                                     | III. 81  |
| Zur Kenntniß des Verwesungsprozesses, v. Karsten . . . . .                                                                                                          | III. 100 |
| Chemisches Verhalten des Stallmistes bei längerer Aufbewahrung, v. Em. Wolff . . . . .                                                                              | I. 123   |
| Analysen der Asche des Stallmistes, v. demselben . . . . .                                                                                                          | I. 126   |
| Ueber den Fledermausguano, v. W. Tob . . . . .                                                                                                                      | I. 264   |
| Analyse des Phosphorits v. Logrosan in Spanien, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                                         | III. 105 |
| Analyse von phosphorsäurehaltigem Schiefer von Hörbe in Westphalen, von demselben . . . . .                                                                         | III. 106 |
| Analysen von Coprolithen und Brandschiefern aus Böhmen, von R. Hoffmann . . . . .                                                                                   | III. 291 |
| Analyse des Dungsalzes von Wieliczka, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                                                                    | III. 293 |
| Ueber das Stassfurter Abraumsalz, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                           | II. 293  |
| Ueber die unorganischen Bestandtheile verschiedener als Wadstreu benutzter Substanzen, v. R. Fresenius . . . . .                                                    | I. 86    |
| Aschen- und Stickstoffgehalt der wichtigsten als Streumaterial verwendeten Moose, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                        | .I. 269  |

## Pflanzenwachsthum. Bestandtheile der Pflanzen. Vegetationsversuche.

|                                                                                                          |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Ueber die Herkunft des Stickstoffs in den Pflanzen, von J. D. Lawes, J. S. Gilbert und E. Pugh . . . . . | III. 73 |
| Ueber einige Beziehungen zwischen Luft und Pflanze, v. W. Knop . . . . .                                 | I. 147  |
| Einfluß verschiedener die Wurzel bespülender Gase auf das Leben der Pflanze, von demselben . . . . .     | II. 94  |
| Atmet eine gesunde Pflanze Ammoniak aus? v. W. Knop . . . . .                                            | I. 162  |



|                                                                                                                                      | Ab. Seite             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Untersuchung verschiedener Gräser, Seggen und Winsen auf Stickstoff,<br>Fett und Aschenbestandtheile, v. R. Arendt und W. Knop . . . | II. 82                |
| Ueber die Vertheilung der Kieselsäure in den Gräsern, v. R. Arendt<br>u. W. Knop . . . . .                                           | II. 58                |
| Ueber die Bedeutung der Kieselsäure für die Gramineen, v. W. Knop                                                                    | II. 268               |
| Ueber ein vom Hitttenrauch getroffenes Heu, v. G. Wunder . . .                                                                       | I. 175                |
| Untersuchung von Wiesenheu, v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                             | III. 237              |
| Analyse des Samens von Rothklee, Weißklee und fettrischem Klee,<br>v. Theod. Siegert . . . . .                                       | I. 261                |
| Untersuchung von befallenen Klee, v. J. Grouden . . . . .                                                                            | IV. 105               |
| Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des<br>Rothklee, v. G. Ulbricht . . . . .                          | III. 241, IV. 1       |
| Die Mineralstoffe im Saft der Rothkleeepflanze, v. Herm. Sellriegel.                                                                 | IV. 31                |
| Analyse von Bohnenfrüchten und Bohnenstroh, v. W. Knop u. J. Ritter                                                                  | I. 17                 |
| Untersuchung der Bohnen während des Keimprozesses, v. W. Knop .                                                                      | II. 87                |
| Zusammensetzung von Erbsen, v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                             | III. 237              |
| Analysen von Zuckerrüben, v. Rob. Hoffmann. II. 209, III. 283, 285.                                                                  | IV. 203               |
| Analysen von Zuckerrüben, v. Theod. v. Gohren . . . . .                                                                              | IV. 171               |
| " " " v. Friedr. Robbe . . . . .                                                                                                     | III. 178              |
| " " " v. Karmrodt . . . . .                                                                                                          | III. 88               |
| " " " v. Friedr. Robbe und Theod. Siegert .                                                                                          | IV. 246               |
| Zur Geschichte der Runkelrüben, v. Alex. Müller . . . . .                                                                            | I. 241, 245, 247      |
| Analysen von Runkelrüben, v. J. Ritter . . . . .                                                                                     | I. 18                 |
| Verhalten der vergifteten zu den grünen Runkelrübenblättern, v. D.<br>Hesse . . . . .                                                | I. 245                |
| Beobachtungen über das Welken der Runkelrübenblätter, von D.<br>Hesse . . . . .                                                      | I. 247                |
| Gehalt der Runkelrübenblätter an Chlor- und Oxalsäure, v. R.<br>Mittenzwei . . . . .                                                 | I. 241                |
| Analysen von Wurzeln und Blätter der Turnips, von Gustav Wun-<br>der . . . . .                                                       | III. 19, 127, IV. 264 |
| Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal ent-<br>wickelten und verkümmerten Turnipspflanzen, v. Gust. Wunder    | IV. 113               |
| Arsen in mit Superphosphat gebüngten Turnips, v. C. W. Davy .                                                                        | III. 87               |
| Untersuchung von Leinsamen, v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                             | III. 237              |
| Ueber Oele aus verschiedenen Delfrüchten, v. Gust. Wunder . . .                                                                      | I. 94                 |
| Untersuchung von Sommerrüben, v. W. Knop, R. Arendt u. J.<br>Ritter . . . . .                                                        | I. 170                |
| Analyse von Rapsstroh, v. J. Ritter . . . . .                                                                                        |                       |
| Ueber Proteinkristalle in den Kartoffeln, v. Eohn . . . . .                                                                          | III. 78               |
| Zusammensetzung von Kartoffelknollen, v. C. M. Eisenstud . . .                                                                       | III. 237              |
| Analysen von Knollen entlaubter und nicht entlaubter Kartoffelpflan-<br>zen, v. Theod. Siegert . . . . .                             | IV. 95                |

|                                                                                                                                                                                                                                       | Fr. Seite                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Ueber die Verbrennlichkeit des Tabaks, v. Schöfing . . . . .                                                                                                                                                                          | III. 98                    |
| Ueber die Veränderungen, welche die Bestandtheile der Traube bei der Gährung erleiden, v. Karmrodt . . . . .                                                                                                                          | III. 89                    |
| Analysen von Kürbissamen während der Keimung, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                                                                                 | III. 1                     |
| Ashenanalyse des Laubes der Rothbuche, v. Carl Fresenius . . . . .                                                                                                                                                                    | I. 90                      |
| „ „ „ „ Traubeneiche, v. C. Neubauer . . . . .                                                                                                                                                                                        | I. 91                      |
| Ashenanalyse vom Kraut des Besenpfriemens, v. C. J. Metz . . . . .                                                                                                                                                                    | I. 87                      |
| Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchstation Chemnitz (Sedum Telephium, Geranium dissectum, Myosotis arvensis, Anagallis arvensis, Rumex acetosella, Stellaria media, Veronica arv., Senecio vulg.) v. Ad. Weinhold . . . . . | IV. 168                    |
| Ashenanalyse der Wedel des Farrenkrautes, v. J. Barop . . . . .                                                                                                                                                                       | I. 88                      |
| Ashen- und Stickstoffgehalt der wichtigsten als Streumaterial verwendeten Moose, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                                                                                           | I. 269                     |
| Fluor in der Asche von Lycopodium clavatum, v. Salm-Dorfmar . . . . .                                                                                                                                                                 | III. 87                    |
| -----                                                                                                                                                                                                                                 |                            |
| Untersuchung der Haserpflanze in verschiedenen Vegetationsperioden, v. R. Arendt . . . . .                                                                                                                                            | I. 31                      |
| Ueber das Reifen und Nachreifen des Getreides, v. Lucanus . . . . .                                                                                                                                                                   | IV. 147                    |
| Die Mineralstoffe im Saft der Rothklee- pflanze, in den einzelnen Organen und in verschiedenen Vegetationsperioden, von Herm. Hellriegel . . . . .                                                                                    | IV. 31                     |
| Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklee in verschiedenen Wachstumsperioden, v. R. Ubricht . . . . .                                                                                        | III. 241, IV. 1            |
| Untersuchung der Zuckerrübe in verschiedenen Vegetationsperioden, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                                                                                                          | II. 209, III. 285, IV. 208 |
| Untersuchung von Samen- zuckerrüben in verschiedenen Entwicklungsperioden, von demselben . . . . .                                                                                                                                    | III. 283                   |
| Zur Geschichte der Runkelrüben, v. M. Müller . . . . .                                                                                                                                                                                | I. 241, 245, 247           |
| Chemische Verschiedenheit jugendlicher, ausgewachsener und vergilbter Zuckerrübenblätter, v. Friedr. Robbe und Theod. Siegert . . . . .                                                                                               | IV. 243                    |
| Zusammensetzung der Turnipspflanze in verschiedenen Perioden ihrer Vegetation, v. Gust. Wunder . . . . .                                                                                                                              | III. 19, 127               |
| Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipsamen, von demselben . . . . .                                                                                                                             | III. 158                   |
| Einfluß des Bodens auf den Gehalt der Turnipspflanze an verschiedenen Mineralstoffen, von demselben . . . . .                                                                                                                         | IV. 264                    |
| Zur Keimungs- geschichte des Kürbissamens, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                                                                                    | III. 1                     |
| Einige Bemerkungen über die Keimung des Kürbissamens, v. Jul. Sachs . . . . .                                                                                                                                                         | III. 17                    |

|                                                                                                                                                   |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Ueber die Veränderungen der organischen Substanz der Bohnen beim Keimen und dem Wachstum der Pflanzen in wässrigen Lösungen, v. W. Knop . . . . . | II. 87  |
| Ueber den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Vegetationskraft der Roggenkörner, v. Lucanus . . . . .                                     | IV. 258 |

|                                                                                                                                                                                                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Die Entwicklung der Zuckerrübe unter dem Einflusse verschiedener Mineralosalze, v. Friedr. Kobbe . . . . .                                                                                          | III. 178          |
| Ist die Hauptwirkung der Ammonialsalze und des Chilisalpeters in ihrem Stickstoffgehalt begründet, oder beruht sie auf vermehrter Auflösung von phosphorsauren Erden? v. Theod. v. Gohren . . . . . | IV. 166           |
| Ueber den Verlust des Bodens an Mineralstoffen durch den Anbau von Zuckerrüben, v. Karmrodt . . . . .                                                                                               | III. 88           |
| Einfluß des Düngers auf die Zusammensetzung der Ernte, v. Theod. Siegert . . . . .                                                                                                                  | III. 141          |
| Entlaubungsversuche mit Kartoffeln, v. Friedr. Kobbe . . . . .                                                                                                                                      | IV. 91            |
| Einfluß einer schwachen Entlaubung der Zuckerrübe auf Quantität und Qualität der Ernte, v. Friedr. Kobbe und Theod. Siegert. . . . .                                                                | IV. 246           |
| Vegetationsversuche mit Hafer und Klee in künstlichem Boden, v. W. Knop . . . . .                                                                                                                   | I. 4              |
| Versuche über die Aufnahme von Baryt und Zinkoxyd durch die Kleepflanze, v. W. Knop . . . . .                                                                                                       | I. 11             |
| Vegetationsversuche mit Hafer, Sommerrüben, Saubohnen, Kunkelrüben in Thon-, Kalk-, Gyps- und Sandboden, v. W. Knop . . . . .                                                                       | I. 15             |
| Culturbedingungen mit Zwergbohnen in wässrigen Lösungen, v. W. Knop. . . . .                                                                                                                        | I. 181            |
| Erziehung von Landpflanzen in Wasser, v. Jul. Sachs . . . . .                                                                                                                                       | II. 22            |
| Ueber die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen, v. W. Knop . . . . .                                                                                                                      | II. 65, 270.      |
| Verhalten der Pflanzen bei Gegenwart organischer Substanzen in den wässrigen Lösungen, v. W. Knop . . . . .                                                                                         | II. 93            |
| Ueber die Hindernisse bei Vegetationsversuchen in geschlossenen Räumen, v. Jul. Sachs . . . . .                                                                                                     | II. 201           |
| Vegetationsversuche mit Ausschluß des Bodens über die Nährstoffe u. sonstigen Ernährungsbedingungen von Mais, Bohnen und andern Pflanzen, v. Jul. Sachs . . . . .                                   | II. 219, III. 30  |
| Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsprozeß der Pflanzen, v. W. Knop . . . . .                                                                                                       | III. 295, IV. 178 |
| Ueber Vegetationsversuche in wässrigen Lösungen, v. F. Stohmann . . . . .                                                                                                                           | IV. 65            |
| Ueber einige Vorgänge beim Keimen der Samen unter normalen und abnormen Umständen, v. W. Knop . . . . .                                                                                             | IV. 137           |
| Ueber das Chlor als specif. Nährstoff der Buchweizenpflanze, von Friedr. Kobbe u. Theod. Siegert . . . . .                                                                                          | IV. 318           |











## Analytisches.

|                                                                                                      | Bd. Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bestimmung des Schwefels und der Schwefelsäure in organischen Substanzen, v. W. Knop . . . . .       | I. 200    |
| Notiz über die Bestimmung des Schwefels in organischen Stoffen, v. R. Ulbricht . . . . .             | III. 247  |
| Methode zur quantitativen Bestimmung des Ammoniak in der Ackererde, v. W. Knop und W. Wolf . . . . . | III. 112  |
| Notiz über die Bestimmung der Phosphorsäure in organischen Substanzen, v. Th. Siegert . . . . .      | I. 262    |
| Methode zur Bestimmung der Stärke, v. Lucanus . . . . .                                              | IV. 149   |
| Erkennung einer Verfälschung der Leintuchen mit Rapstuchen. v. Jul. Lehmann . . . . .                | III. 195  |
| Die mechanische Analyse des Bodens, v. Alex. Müller . . . . .                                        | IV. 225   |

## Verzeichniß von Corrigendis

in den Bänden I bis IV (Heft 1—12) der „Landw. Versuchsstationen“.

- Band I Heft 1 S. 56 Z. 19 von oben anstatt „Mineralstoffe“ ist zu lesen „Mineralstoffen“.
- „ I „ 1 „ 62 „ 4 von unten anstatt „Bahn“ ist zu lesen „Basis“.
- „ I „ 1 „ 72 „ 3 v. u. anstatt „diesem Theile“ ist zu lesen „diesen Theil“.
- „ I „ 1 „ 73 „ 3 v. o. anstatt „Magnesia“ ist z. I. „Magnesia“.
- „ I „ 1 „ 78 „ 2 v. u. anstatt „von demselben vollständig aufgezehrt wurde“ ist z. I. „dasselbe vollständig aufgezehrt“.
- „ I „ 1 „ 79 „ 5 v. u. anstatt „einer weitem“ ist z. I. „eine weitere“.
- „ II „ 6 „ 256 „ 18 v. o. anstatt „die Pflanzen A“ ist zu lesen „die Pflanzen B“.
- „ II „ 6 „ 256 „ 24 v. o. anstatt „die Pflanzen A“ ist zu lesen „die Pflanzen B“.

In den Band II S. 90 aufgeführten Analysen von keimenden Bohnen sind in der einen Abtheilung die Zahlen für den Sauerstoff unrichtig berechnet. Die daselbst aufgeführten Analysen müssen folgendermaßen geschrieben werden:

|                | a (K)  | C (W)  | c (K)  |
|----------------|--------|--------|--------|
| Kohlenstoff    | 45,62  | 46,64  | 45,81  |
| Wasserstoff    | 5,31   | 6,42   | 6,11   |
| Stickstoff     | 3,22   | 3,09   | 3,41   |
| Sauerstoff     | 45,85  | 43,25  | 44,67  |
|                | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Aschenprocente | 4,00   | 3,60   | 3,96   |

|                | II (W) | III (W) | IV (W) |        |
|----------------|--------|---------|--------|--------|
| Kohlenstoff    | 45,18  | 47,54   | 46,00  | 46,17  |
| Wasserstoff    | 5,99   | 6,45    | 5,78   | 5,91   |
| Stickstoff     | 3,97   | 5,05    | 7,68   | 5,68   |
| Sauerstoff     | 44,86  | 40,96   | 40,54  | 42,24  |
|                | 100,00 | 100,00  | 100,00 | 100,00 |
| Aschenprocente | 4,97   | 8,60    | 16,20  | 18,12  |

- „ III „ 9 „ 239 Z. 6 v. o. ist anstatt „10,29%“ (Wasser) zu lesen „14,29%“.
- „ III „ 9 „ 239 „ 8 v. u. ist anstatt „123,075 Kilogr.“ z. I. „89,01 Kilogr.“
- „ III „ 9 „ 239 „ 7 v. u. ist anstatt „103,27 Kilogr.“ z. I. „75,01 Kilogr.“

## Analytisches.

|                                                                                                      | Bd. Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bestimmung des Schwefels und der Schwefelsäure in organischen Substanzen, v. W. Knop . . . . .       | I. 200    |
| Notiz über die Bestimmung des Schwefels in organischen Stoffen, v. R. Ulbricht . . . . .             | III. 247  |
| Methode zur quantitativen Bestimmung des Ammoniak in der Ackererde, v. W. Knop und W. Wolf . . . . . | III. 112  |
| Notiz über die Bestimmung der Phosphorsäure in organischen Substanzen, v. Th. Siegert . . . . .      | I. 262    |
| Methode zur Bestimmung der Stärke, v. Lucanus . . . . .                                              | IV. 149   |
| Erkennung einer Verfälschung der Leintuchen mit Kapstuchen, v. Jul. Lehmann . . . . .                | III. 195  |
| Die mechanische Analyse des Bodens, v. Alex. Müller . . . . .                                        | IV. 225   |

---

## Verzeichniß von Corrigendis

in den Bänden I bis IV (Heft 1—12) der „Landw. Versuchstationen“.

- Band I Heft 1 S. 56 Z. 19 von oben anstatt „Mineralstoffe“ ist zu lesen „Mineralstoffen“.
- „ I „ 1 „ 62 „ 4 von unten anstatt „Bahn“ ist zu lesen „Basis“.
- „ I „ 1 „ 72 „ 3 v. u. anstatt „diesem Theile“ ist zu lesen „diesem Theil“.
- „ I „ 1 „ 73 „ 3 v. o. anstatt „Mangnesia“ ist z. I. „Magnesia“.
- „ I „ 1 „ 78 „ 2 v. u. anstatt „von demselben vollständig aufgezehrt wurde“ ist z. I. „dasselbe vollständig aufgefressen“.
- „ I „ 1 „ 79 „ 5 v. u. anstatt „einer weitem“ ist z. I. „eine weitere“.
- „ II „ 6 „ 256 „ 18 v. o. anstatt „die Pflanzen A“ ist zu lesen „die Pflanzen B“.
- „ II „ 6 „ 256 „ 24 v. o. anstatt „die Pflanzen A“ ist zu lesen „die Pflanzen B“.

In den Band II S. 90 aufgeführten Analysen von keimenden Bohnen sind in der einen Abtheilung die Zahlen für den Sauerstoff unrichtig berechnet. Die daselbst aufgeführten Analysen müssen folgendermaßen geschrieben werden:

|                | a (K)         | C (W)         | c (K)         |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Rohlenstoff    | 45,62         | 46,64         | 45,81         |
| Wasserstoff    | 5,31          | 6,42          | 6,11          |
| Stickstoff     | 3,22          | 3,09          | 3,41          |
| Sauerstoff     | 45,85         | 48,85         | 44,67         |
|                | <u>100,00</u> | <u>100,00</u> | <u>100,00</u> |
| Aschenprocente | 4,00          | 3,60          | 3,96          |

|                | II (W)        | III (W)       | IV (W)        |               |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Rohlenstoff    | 45,18         | 47,54         | <u>46,00</u>  | <u>46,17</u>  |
| Wasserstoff    | 5,99          | 6,45          | 5,78          | 5,91          |
| Stickstoff     | 3,97          | 5,05          | 7,68          | 5,68          |
| Sauerstoff     | 44,86         | 40,96         | <u>40,54</u>  | <u>42,24</u>  |
|                | <u>100,00</u> | <u>100,00</u> | <u>100,00</u> | <u>100,00</u> |
| Aschenprocente | 4,97          | 8,60          | 16,20         | 18,12         |

- „ III „ 9 „ 239 Z. 6 v. o. ist anstatt „10,29%“ (Wasser) zu lesen „14,29%“.
- „ III „ 9 „ 239 „ 8 v. u. ist anstatt „123,075 Kilogr.“ z. I. „89,01 Kilogr.“
- „ III „ 9 „ 239 „ 7 v. u. ist anstatt „108,27 Kilogr.“ z. I. „75,01 Kilogr.“



|                                                                                                                                                                     | Ed. Seite             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Stöckhardt, Ad. Analyse des Phosphorits von Logrosan in Spanien.                                                                                                    | III. 105              |
| — — Analyse von phosphorsäurehaltigem Schiefer aus der Steinkohlenformation bei Hörde in Westphalen . . . . .                                                       | III. 106              |
| — — Analyse vom Riesschlamm und eines Ackerbodens in Cairo . . . . .                                                                                                | III. 107              |
| Stohmann, F. Ueber Vegetationsversuche (mit Mais) in wässrigen Lösungen . . . . .                                                                                   | IV. 65                |
| Zob, W. Ueber den Fledermausguano . . . . .                                                                                                                         | I. 264                |
| Zöpfler. Ueber das Vorkommen des Phosphors in den fetten Oelen                                                                                                      | III. 85               |
| Ulbricht, R. Die Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des Rothklee in den verschiedenen Perioden seines Wachstums . . . . .            | III. 241, IV. 1       |
| — — Analysen von Ackerboden und Gartenboden . . . . .                                                                                                               | III. 251              |
| — — Notiz über die Bestimmung des Schwefels in organischen Stoffen . . . . .                                                                                        | III. 247              |
| Voit, Carl Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel . . . . .                                      | III. 51               |
| Weinhold, Ad. Analyse von Unkräutern des Bodens der Versuchstation Chemnitz . . . . .                                                                               | IV. 188               |
| — — Einwirkung von Ammoniak auf Boden . . . . .                                                                                                                     | IV. 308               |
| Wolf, B. u. Knop, W. Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniaks in der Ackererde . . . . .                                                         | III. 109, 207, IV. 67 |
| — — Methode zur quantitativen Bestimmung des Ammoniaks in der Ackererde . . . . .                                                                                   | III. 112              |
| — — Bestimmung des Ammoniaks im Thau, im Schnee-, Regen-, Fluß- und Brunnenwasser . . . . .                                                                         | III. 126              |
| — — Ammoniakgehalte der Ackererden . . . . .                                                                                                                        | III. 207              |
| — — Untersuchung über die ammoniakbindende Kraft des Bodens . . . . .                                                                                               | III. 217              |
| — — Verhalten des Ammoniaks zum Boden und zu den nähern Bestandtheilen desselben, unter dem Einflusse des Sauerstoffes bei Gegenwart von flüssigem Wasser . . . . . | III. 225              |
| — — Beobachtungen über die Ammoniakabsorptionsfähigkeit des Bodens und über das Verhalten des absorbirten Ammoniaks . . . . .                                       | IV. 69                |
| — — Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde . . . . .                                                                                                            | IV. 80                |
| Wolff, Emil. Beobachtungen über das chemische Verhalten des Stallmistes bei längerer Aufbewahrung . . . . .                                                         | I. 123                |
| Wunder, Gust. Ueber Oele aus verschiedenen Oelrüchten . . . . .                                                                                                     | I. 94                 |
| — — Ueber ein von Hüttenrauch getroffenes Heu . . . . .                                                                                                             | I. 175                |
| — — Ueber die in dem Boden enthaltenen Lösungen . . . . .                                                                                                           | II. 104               |
| — — Ueber die Zusammensetzung der Turnipspflanze ( <i>Brassica Rapa depressa</i> D. C.) in den verschiedenen Perioden ihrer Vegetation . . . . .                    | III. 19, 127          |
| — — Ueber die Mineralbestandtheile in Plumula und Radicula der keimenden Turnipsamen . . . . .                                                                      | III. 158              |

|                                                                                                                                                             | Bd. Seite |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bunder, Gust. Zusammensetzung des Roggens bei verschiedenem Hectolitergewicht . . . . .                                                                     | IV. 104   |
| — — Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal entwickelten und verkümmerten Turnipspflanzen ( <i>Brassica Rapa depressa</i> ) . . . . . | IV. 113   |
| — — Ueber den Einfluß des Bodens auf den Gehalt der Turnips- pflanze an verschiedenen Mineralstoffen . . . . .                                              | IV. 264   |

## S a c h r e g i s t e r.

### Allgemeines.

|                                                                                                                | Bd. Seite |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Die Versuchspläne der landwirthschaftlichen Versuchstationen des Königreichs Sachsen f. d. Jahr 1862 . . . . . | IV. 107   |

### Atmosphäre. Wasser.

|                                                                                                                           |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Untersuchung einiger Drainage-Quellwässer Schlags, v. E. Breunlin                                                         | I. 257   |
| Bestimmung des Ammoniak im Schnee- und Regenwasser, v. W. Knop und W. Wolf . . . . .                                      | III. 116 |
| Bestimmung des Ammoniak im Thau, von denselben . . . . .                                                                  | III. 124 |
| "    "    "    "    Fluß- und Leichwasser, v. denselben                                                                   | III. 125 |
| "    "    "    "    Brunnenwasser, von denselben . . . . .                                                                | III. 126 |
| Ueber die Herkunft des Stickstoffs der Pflanzen, v. J. B. Lawes, J. S. Gilbert und E. Pugh . . . . .                      | III. 78  |
| Ueber die Erzeugung von Ammoniak aus dem Stickstoff der Luft, v. Margueritte . . . . .                                    | III. 102 |
| Ueber einige Beziehungen zwischen Luft und Pflanze, v. W. Knop . . . . .                                                  | I. 147   |
| Einfluß verschiedener, die Wurzel bespülenden Gase auf das Pflanzen- leben, v. W. Knop . . . . .                          | II. 94   |
| Zur Kenntniß des Verwesungsprozesses, v. Karsten . . . . .                                                                | III. 100 |
| Ueber die Absorption des gasförmigen Ammoniak durch feste Körper, v. Eichhorn . . . . .                                   | III. 102 |
| Absorption der Kohlensäure durch die Ackererde, v. van den Broek . . . . .                                                | III. 104 |
| Ueber den Einfluß von Luft, Kohlensäure und Ammoniak auf den Verwitterungsprozeß und das Pflanzenwachsthum, v. Ed. Peters | I. 21    |

## Boden. Düngstoffe.

|                                                                                                                                                                                        | Sd. Seite             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Studien über den Boden, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                                                                                    | I. 21, 176            |
| Mengen der aus verschiedenen Erden von Böhmen durch kaltes, kohlen-<br>säurefreies Wasser aufnehmbaren organischen und unorganischen<br>Stoffe, v. Rob. Hoffmann . . . . .             | I. 273                |
| Ueber die in dem Boden enthaltenen Lösungen, v. Gust. Wunder . . . . .                                                                                                                 | II. 104               |
| Analyse der aus dem Boden durch verschiedene Reagentien auszieh-<br>baren Pflanzennährstoffe, v. D. Kersten . . . . .                                                                  | II. 106               |
| Ueber die Absorption von Kali durch Ackererde, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                                 | II. 112               |
| Ueber den Einfluß der chemischen und physikalischen Constitution der<br>Erden auf die Absorption, von demselben . . . . .                                                              | II. 148               |
| Verhalten der fixen Alkalien zur Ackererde, v. W. Knop u. W. Wolf . . . . .                                                                                                            | IV. 80                |
| Untersuchung über das Vorkommen und Verhalten des Ammoniak<br>in der Ackererde, v. demselben . . . . .                                                                                 | III. 109, 207, IV. 67 |
| Ueber die ammoniakbindende Kraft des Bodens und über das Verhal-<br>ten des absorbirten Ammoniak, v. demselben . . . . .                                                               | III. 217, IV. 69      |
| Verhalten des Ammoniak zum Boden und zu den nähern Bestand-<br>theilen desselben unter dem Einflusse des Sauerstoffes bei Gegen-<br>wart von flüssigem Wasser, von demselben . . . . . | III. 225              |
| Einwirkung von Ammoniak auf Boden, von A. Weinhold . . . . .                                                                                                                           | IV. 308               |
| Absorption des gasförmigen Ammoniak durch feste Körper, von<br>Eichhorn . . . . .                                                                                                      | III. 102              |
| Absorption der Kohlenäure durch die Ackererde, v. van den Broek . . . . .                                                                                                              | III. 104              |
| Gesamtstickstoff- und Ammoniakgehalt von Ackererden aus verschie-<br>denen Gegenden Böhmens, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                                | I. 271                |
| Ammoniakgehalte der Ackererden, v. W. Knop und W. Wolf . . . . .                                                                                                                       | III. 207              |
| Ueber den Gehalt der Ackererden an Stickstoff, v. Alex. Müller . . . . .                                                                                                               | IV. 225               |
| Gehalt der Ackererden an den Hydraten des Eisenoxydes und an<br>Thonerde, sowie an löslicher Kieselerde, v. demselben . . . . .                                                        | IV. 226               |
| Gehalt der Ackererde an kohlenäurem und organischäurem Kalk, v.<br>demselben . . . . .                                                                                                 | IV. 228               |
| Kohlenäure-Bestimmungen in Ackererden v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                                                                     | IV. 234               |
| Zusammensetzung des Bodens in verschiedenen Tiefen, v. Rob. Hoff-<br>mann . . . . .                                                                                                    | I. 275                |
| Analyse eines Bodens bei Prag, v. demselben . . . . .                                                                                                                                  | IV. 204               |
| Untersuchung eines Bodens von Blansko in chemischen und physikal.<br>Beziehungen, von Th. v. Gohren . . . . .                                                                          | IV. 167               |
| Analyse eines Garten- und Ackerbodens von Dahme, v. R. Ulbricht . . . . .                                                                                                              | III. 251              |
| Analyse des Bodens der Chemnitzer Versuchstation, v. G. Herz . . . . .                                                                                                                 | IV. 114               |
| Analyse von Buchenerde, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                                                        | IV. 136               |

|                                                                                                                                                                    | Bd. Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Analyse von Rilschlamm und eines Akerbodens von Cairo, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                                 | III. 107  |
| Analyse von Fluß- und Leichschlamm, v. Theob. Siegert . . . . .                                                                                                    | II. 99    |
| Untersuchung einiger Gebirgsarten in frischem und verwittertem Zustande, v. Handke . . . . .                                                                       | I. 176    |
| Ueber das Vorkommen der Phosphorsäure in Gesteinen und Felsarten, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                      | III. 106  |
| Die mechanische Analyse von Akererde, v. Alex. Müller . . . . .                                                                                                    | IV. 225   |
| Einfluß von Luft, Kohlensäure und Ammoniak auf die Aufschließung der Bodenbestandtheile, v. Ed. Peters . . . . .                                                   | I. 21     |
| Ueber den Einfluß, welchen eine höhere oder niedrigere Bodentemperatur auf den Verwitterungs- und Verwesungsprozeß in der Akererde ausübt, von demselben . . . . . | IV. 117   |
| Ueber die Einwirkung der Pflanzen auf felsige Grundlagen, von Göppert . . . . .                                                                                    | III. 81   |
| Zur Kenntniß des Verwesungsprozesses, v. Karsten . . . . .                                                                                                         | III. 100  |
| Chemisches Verhalten des Stallmistes bei längerer Aufbewahrung, v. Em. Wolff . . . . .                                                                             | I. 123    |
| Analyse der Asche des Stallmistes, v. demselben . . . . .                                                                                                          | I. 126    |
| Ueber den Fledermausguano, v. W. Tob . . . . .                                                                                                                     | I. 264    |
| Analyse des Phosphorits v. Logrosan in Spanien, v. Ad. Stöckhardt . . . . .                                                                                        | III. 105  |
| Analyse von phosphorsäurehaltigem Schiefer von Hörde in Westphalen, von demselben . . . . .                                                                        | III. 106  |
| Analysen von Coprolithen und Brandschiefern aus Böhmen, von R. Hoffmann . . . . .                                                                                  | III. 291  |
| Analyse des Dungsalzes von Wieliczka, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                                                                   | III. 293  |
| Ueber das Staßfurter Abraumsalz, v. Ed. Peters . . . . .                                                                                                           | II. 293   |
| Ueber die unorganischen Bestandtheile verschiedener als Waldstreu benutzter Substanzen, v. R. Fresenius . . . . .                                                  | I. 86     |
| Aschen- und Stickstoffgehalt der wichtigsten als Streumaterial verwendeten Moose, v. Rob. Hoffmann . . . . .                                                       | I. 269    |

## Pflanzenwachsthum. Bestandtheile der Pflanzen. Vegetationsversuche.

|                                                                                                          |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Ueber die Herkunft des Stickstoffs in den Pflanzen, von J. B. Lawes, J. G. Gilbert und E. Bugb . . . . . | III. 73 |
| Ueber einige Beziehungen zwischen Luft und Pflanze, v. W. Knop . . . . .                                 | I. 147  |
| Einfluß verschiedener die Wurzel bespülender Gase auf das Leben der Pflanze, von demselben . . . . .     | II. 94  |
| Atmet eine gesunde Pflanze Ammoniak aus? v. W. Knop . . . . .                                            | I. 162  |



|                                                                                                                                      | Vd. Seite             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Untersuchung verschiedener Gräser, Seggen und Winsen auf Stickstoff,<br>Fett und Aschenbestandtheile, v. R. Arendt und W. Knop . . . | II. 82                |
| Ueber die Vertheilung der Kieselsäure in den Gräsern, v. R. Arendt<br>u. W. Knop . . . . .                                           | II. 58                |
| Ueber die Bedeutung der Kieselsäure für die Gramineen, v. W. Knop                                                                    | II. 268               |
| Ueber ein vom Hüftenrauch getroffenes Heu, v. G. Wunder . . .                                                                        | I. 175                |
| Untersuchung von Wiesenheu, v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                             | III. 287              |
| Analyse des Samens von Rothklee, Weißklee und feyrischem Klee,<br>v. Theod. Siegert . . . . .                                        | I. 261                |
| Untersuchung von befallenen Klee, v. H. Grouven . . . . .                                                                            | IV. 105               |
| Vertheilung der Mineralstoffe und des Stickstoffs über die Organe des<br>Rothklee, v. G. Ubricht . . . . .                           | III. 241, IV. 1       |
| Die Mineralstoffe im Saft der Rothkleeppflanze, v. Herm. Hellriegel.                                                                 | IV. 31                |
| Analyse von Bohnenfrüchten und Bohnenstroh, v. W. Knop u. H. Ritter                                                                  | I. 17                 |
| Untersuchung der Bohnen während des Keimprozesses, v. W. Knop .                                                                      | II. 87                |
| Zusammensetzung von Erbsen, v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                             | III. 237              |
| Analysen von Zuckerrüben, v. Rob. Hoffmann. II. 209, III. 283, 285.                                                                  | IV. 208               |
| Analysen von Zuckerrüben, v. Theod. v. Gohren . . . . .                                                                              | IV. 171               |
| " " " v. Friedr. Kobbe . . . . .                                                                                                     | III. 178              |
| " " " v. Karmrodt . . . . .                                                                                                          | III. 88               |
| " " " v. Friedr. Kobbe und Theod. Siegert . . . . .                                                                                  | IV. 246               |
| Zur Geschichte der Runkelrüben, v. Alex. Müller . . . . .                                                                            | I. 241, 245, 247      |
| Analysen von Runkelrüben, v. H. Ritter . . . . .                                                                                     | I. 18                 |
| Verhalten der vergifteten zu den grünen Runkelrübenblättern, v. D.<br>Hesse . . . . .                                                | I. 245                |
| Beobachtungen über das Welken der Runkelrübenblätter, von D.<br>Hesse . . . . .                                                      | I. 247                |
| Gehalt der Runkelrübenblätter an Chlor- und Oxalsäure, v. R.<br>Mittenzwei . . . . .                                                 | I. 241                |
| Analysen von Wurzeln und Blätter der Turnips, von Gustav Bun-<br>der . . . . .                                                       | III. 19, 127, IV. 264 |
| Ueber den Gehalt an verschiedenen Mineralsubstanzen in normal ent-<br>wickelten und verkümmerten Turnipspflanzen, v. Gust. Wunder    | IV. 113               |
| Arsen in mit Superphosphat gedüngten Turnips, v. E. W. Davy .                                                                        | III. 87               |
| Untersuchung von Weinsamen, v. C. M. Eisenstud . . . . .                                                                             | III. 287              |
| Ueber Oele aus verschiedenen Delfrüchten, v. Gust. Wunder . . .                                                                      | I. 94                 |
| Untersuchung von Sommerrüben, v. W. Knop, R. Arendt u. H.<br>Ritter . . . . .                                                        | I. 170                |
| Analyse von Rapsstroh, v. H. Ritter . . . . .                                                                                        |                       |
| Ueber Proteinkristalle in den Kartoffeln, v. Lohn . . . . .                                                                          | III. 78               |
| Zusammensetzung von Kartoffelknollen, v. C. M. Eisenstud . . .                                                                       | III. 287              |
| Analysen von Knollen entlaubter und nicht entlaubter Kartoffelpflan-<br>zen, v. Theod. Siegert . . . . .                             | IV. 95                |



|                                                                                                                                                   |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Ueber die Veränderungen der organischen Substanz der Bohnen beim Keimen und dem Wachstum der Pflanzen in wässrigen Lösungen, v. W. Knop . . . . . | II. 87  |
| Ueber den Einfluß der Reife und der Nachreife auf die Vegetationskraft der Roggenkörner, v. Lucanus . . . . .                                     | IV. 258 |

|                                                                                                                                                                                                     |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Die Entwicklung der Zuckerrübe unter dem Einflusse verschiedener Mineralstoffe, v. Friedr. Robbe . . . . .                                                                                          | III. 178          |
| Ist die Hauptwirkung der Ammoniaksalze und des Chilisalpeters in ihrem Stickstoffgehalt begründet, oder beruht sie auf vermehrter Auflösung von phosphorsauren Erden? v. Theod. v. Gohren . . . . . | IV. 166           |
| Ueber den Verlust des Bodens an Mineralstoffen durch den Anbau von Zuckerrüben, v. Karmrodt . . . . .                                                                                               | III. 88           |
| Einfluß des Düngers auf die Zusammensetzung der Ernte, v. Theod. Siegert . . . . .                                                                                                                  | III. 141          |
| Entlaubungsversuche mit Kartoffeln, v. Friedr. Robbe . . . . .                                                                                                                                      | IV. 91            |
| Einfluß einer schwachen Entlaubung der Zuckerrübe auf Quantität und Qualität der Ernte, v. Friedr. Robbe und Theod. Siegert. . . . .                                                                | IV. 246           |
| Vegetationsversuche mit Hafer und Klee in künstlichem Boden, v. W. Knop . . . . .                                                                                                                   | I. 4              |
| Versuche über die Aufnahme von Baryt und Zinkoxyd durch die Kleepflanze, v. W. Knop . . . . .                                                                                                       | I. 11             |
| Vegetationsversuche mit Hafer, Sommerrüben, Saubohnen, Kunkelrüben in Thon-, Kalk-, Gyps- und Sandboden, v. W. Knop . . . . .                                                                       | I. 15             |
| Culturbedingungen mit Zwergbohnen in wässrigen Lösungen, v. W. Knop. . . . .                                                                                                                        | I. 181            |
| Erziehung von Landpflanzen in Wasser, v. Jul. Sachs . . . . .                                                                                                                                       | II. 22            |
| Ueber die Ernährung der Pflanzen durch wässrige Lösungen, v. W. Knop . . . . .                                                                                                                      | II. 65, 270.      |
| Verhalten der Pflanzen bei Gegenwart organischer Substanzen in den wässrigen Lösungen, v. W. Knop . . . . .                                                                                         | II. 93            |
| Ueber die Hindernisse bei Vegetationsversuchen in geschlossenen Räumen, v. Jul. Sachs . . . . .                                                                                                     | II. 201           |
| Vegetationsversuche mit Ausschluß des Bodens über die Nährstoffe u. sonstigen Ernährungsbedingungen von Mais, Bohnen und andern Pflanzen, v. Jul. Sachs . . . . .                                   | II. 219, III. 30  |
| Quantitativ-analytische Arbeiten über den Ernährungsprozeß der Pflanzen, v. W. Knop . . . . .                                                                                                       | III. 295, IV. 173 |
| Ueber Vegetationsversuche in wässrigen Lösungen, v. J. Stohmann . . . . .                                                                                                                           | IV. 66            |
| Ueber einige Vorgänge beim Keimen der Samen unter normalen und abnormen Umständen, v. W. Knop . . . . .                                                                                             | IV. 137           |
| Ueber das Chlor als specif. Nährstoff der Buchweizenpflanze, von Friedr. Robbe u. Theod. Siegert . . . . .                                                                                          | IV. 318           |





|                                                                                  | Bd. Seite    |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Kochsalzgehalt einiger Futtermittel, v. Jul. Lehmann . . . . .                   | II. 153, 160 |
| Analysen des Viehsalzes aus Wieliczka und Smunden, von Robert Hoffmann . . . . . | III. 298     |

|                                                                                                                                                                     |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Ueber eine Beigabe von Knochenerde zum Futter der Thiere, nebst einem physiol. chem. Versuch über die Verdaulichkeit der Knochenerde, v. Theod. v. Gohren . . . . . | III. 161 |
| Das Erhaltungsfutter volljährigen Rindviehes, v. Henneberg . . . . .                                                                                                | I. 165   |
| Die Bedeutung der vegetab. Fette bei der Rindviehfütterung, v. Frd. Crusius . . . . .                                                                               | I. 101   |
| Ein Fütterungsversuch mit Ochsenkälbern (Ermittlung des Verhältnisses von Nh:NI für die Aufzucht), v. W. Knop . . . . .                                             | I. 250   |
| Andeutungen in Beziehung auf Fütterungsversuche, v. H. v. Rathusius . . . . .                                                                                       | I. 96    |
| Ueber die mineralischen Nährstoffe, insbesondere über die Erdphosphate als Nährstoffe des jungen thierischen Organismus, v. Jul. Lehmann . . . . .                  | I. 68    |
| Beschreibung eines Harnbeutels zum Auffangen des Harns bei Versuchsthieren, v. Jul. Lehmann . . . . .                                                               | I. 77    |
| Ueber den Salzgenuß der landwirthschaftlichen Hausäugethiere, von Jul. Lehmann . . . . .                                                                            | II. 152  |
| Untersuchungen über den Einfluß des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel, v. Carl Voit . . . . .                                   | III. 51  |

### Technisches.

|                                                                                                               |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Brobereitungsverfahren, v. Daugliff . . . . .                                                                 | IV. 199  |
| v. Kleemann . . . . .                                                                                         | IV. 199  |
| Ueber Trocknung des Getreides, v. Alex. Müller . . . . .                                                      | II. 217  |
| Ueber Oele aus verschiedenen Oelfrüchten, v. Gust. Wunder . . . . .                                           | I. 94    |
| Ueber die Verbrennlichkeit des Tabaks, v. Schwäging . . . . .                                                 | III. 98  |
| Ueber die Zusammensetzung des Malzes, der Gerste und der Treber, v. Stein . . . . .                           | III. 98  |
| Untersuchung einer Anzahl in Chemnitz bräuchlicher Biersorten, von G. Merz . . . . .                          | III. 280 |
| Zusammensetzung der gemeinen Rispenhirse und deren Verwendbarkeit zur Spiritusfabrikation, v. Moser . . . . . | IV. 193  |
| Methode zur Zuckergewinnung, v. Rouffeau u. Schnath's Versuche mit derselben . . . . .                        | IV. 200  |

## Analytisches.

|                                                                                                      | Bd. Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bestimmung des Schwefels und der Schwefelsäure in organischen Substanzen, v. B. Knop . . . . .       | I. 200    |
| Notiz über die Bestimmung des Schwefels in organischen Stoffen, v. R. Ulbricht . . . . .             | III. 247  |
| Methode zur quantitativen Bestimmung des Ammoniak in der Ackererde, v. B. Knop und B. Wolf . . . . . | III. 112  |
| Notiz über die Bestimmung der Phosphorsäure in organischen Substanzen, v. Th. Siegert . . . . .      | I. 262    |
| Methode zur Bestimmung der Stärke, v. Lucanus . . . . .                                              | IV. 149   |
| Erfennung einer Verfälschung der Leintuchen mit Kapstuchen. v. Jul. Lehmann . . . . .                | III. 196  |
| Die mechanische Analyse des Bodens, v. Alex. Müller . . . . .                                        | IV. 225   |

---

## Verzeichniß von Corrigendis

in den Bänden I bis IV (Heft 1—12) der „Landw. Versuchsstationen“.

- Band I Heft 1 S. 56 Z. 19 von oben anstatt „Mineralstoffe“ ist zu lesen „Mineralstoffen“.
- „ I „ 1 „ 62 „ 4 von unten anstatt „Bahn“ ist zu lesen „Basis“.
- „ I „ 1 „ 72 „ 3 v. u. anstatt „diesem Theile“ ist zu lesen „diesen Theil“.
- „ I „ 1 „ 73 „ 3 v. o. anstatt „Mangnesia“ ist z. I. „Magnesia“.
- „ I „ 1 „ 78 „ 2 v. u. anstatt „von demselben vollständig aufgezehrt wurde“ ist z. I. „dasselbe vollständig aufgezehrt“.
- „ I „ 1 „ 79 „ 5 v. u. anstatt „einer weitem“ ist z. I. „eine weitere“.
- „ II „ 6 „ 256 „ 18 v. o. anstatt „die Pflanzen A“ ist zu lesen „die Pflanzen B“.
- „ II „ 6 „ 256 „ 24 v. o. anstatt „die Pflanzen A“ ist zu lesen „die Pflanzen B“.

In den Band II S. 90 aufgeführten Analysen von keimenden Bohnen sind in der einen Abtheilung die Zahlen für den Sauerstoff unrichtig berechnet. Die daselbst aufgeführten Analysen müssen folgendermaßen geschrieben werden:

|                | a (K)  | C (W)  | c (K)  |
|----------------|--------|--------|--------|
| Kohlenstoff    | 45,62  | 46,64  | 45,81  |
| Wasserstoff    | 5,31   | 6,42   | 6,11   |
| Stickstoff     | 3,22   | 3,09   | 3,41   |
| Sauerstoff     | 45,85  | 43,25  | 44,67  |
|                | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Aschenprocente | 4,00   | 3,60   | 3,96   |

|                | II (W) | III (W) | IV (W) |        |
|----------------|--------|---------|--------|--------|
| Kohlenstoff    | 45,18  | 47,54   | 46,00  | 46,17  |
| Wasserstoff    | 5,99   | 6,45    | 5,78   | 5,91   |
| Stickstoff     | 3,97   | 5,05    | 7,68   | 5,68   |
| Sauerstoff     | 44,86  | 40,96   | 40,54  | 42,24  |
|                | 100,00 | 100,00  | 100,00 | 100,00 |
| Aschenprocente | 4,97   | 8,60    | 16,20  | 18,12  |

- „ III „ 9 „ 239 Z. 6 v. o. ist anstatt „10,29%“ (Wasser) zu lesen „14,29%“.
- „ III „ 9 „ 239 „ 8 v. u. ist anstatt „123,075 Kilogr.“ z. I. „89,01 Kilogr.“
- „ III „ 9 „ 239 „ 7 v. u. ist anstatt „103,27 Kilogr.“ z. I. „75,01 Kilogr.“

- Band III Heft 9 S. 240 = 2 v. o. ist anst. „Reportirung“ z. I. „Repartirung“.
- = III = 9 = 240 = 6 v. o. ist anstatt „angustifolia“ z. I. „angustifolia“.
- = III = 9 = 240 = 6 v. o. ist anstatt „14,49°/o“ z. I. „14,40°/o“.
- = III = 9 = 243 = 27 v. o. ist anstatt „Wahrheit“ z. I. „Wesenheit“.
- = III = 9 = 248 = 31 v. o. ist anstatt „alkalischen“ z. I. „alkalischen“.
- = III = 9 = 256 = 83 v. o. ist anstatt „eben“ z. I. „oben“.
- = III = 9 = 258 = 9 v. o. ist zwischen „hier“ und „Differenzen“ einzuschalten „die“.
- = III = 9 = 259 Anmerkung 2, Zeile 2 ist anstatt „Analogien“ z. I. „Analogieen“.
- = III = 9 = 260 Z. 6 ist anstatt „hiervon“ zu lesen „hieran“.
- = III = 9 = 265 = 1 = = „entfalten“ z. I. „enthalten“.
- = III = 9 = 272 = 6 = = „sonst“ z. I. „fast“.
- = III = 9 = 273 = 7 = = „Analitikern“ z. I. „Analytikern“.
- = III = 9 = 277 = 15 = = „Gilea-Arten“ z. I. „Pilea-Arten“.
- = III = 9 = 279 sind die Zahlen für das Chlor der Blüten, Blüthentheile ohne Samen und Samen der Periode IV des zweiten Schnittes in folgender Weise abzuändern:
- |               |       |
|---------------|-------|
| Blüthen       | 10,66 |
| Blüthentheile |       |
| ohne Samen    | 13,72 |
| Samen         | 6,15  |
- = III = 9 = 314 = 8 ist v. o. (Columne C, bei Kallerde) ist anstatt „0,0624“ zu lesen „0,2624“.
- = IV = 10 = 9 = 26 ist anstatt „sonst“ zu lesen „fast“.
- = IV = 10 = 25 die Zahlenangaben für abgestorbene Organe gehören zu der auf derselben Seite stehenden Anmerkung und hätte deshalb die Tabelle der Anmerkung nach, nicht vorangestellt werden müssen.
- = IV = 10 = 33 Z. 31 ist anstatt „aus“ z. I. „auch“.
- = IV = 10 = 43 = 4 = = „als“ z. I. „aus“.
- = IV = 10 = 43 = 14 = = „CaO,CO<sub>2</sub>“ z. I. „CaO,CO<sub>2</sub>“.
- = IV = 10 = 60 = 29 = = „nur“ z. I. „nun“.
- = IV = 10 = 95 = 2 v. u. ist anstatt „Rolo“ zu lesen „Rhizom“.
- = IV = 11 = 147 = 4 ist anstatt „erhellend und“ z. I. „erhellen, um“.
- = IV = 11 = 153 = 34 = = „durch“ z. I. „nach dem“.
- = IV = 11 = 193 = 7 v. o. ist anstatt „kann“ z. I. „können“.

# Pädologie

oder  
allgemeine und besondere

## Bodenkunde

von

Friedrich Albert Fallou.

Mit 2 Tafeln bildlicher Erläuterungen.  
gr. 8. eleg. geb. 31 $\frac{1}{2}$  Bogen. Preis 2 Thlr. 28 Ngr.

Noch kennt die große Mehrtheit von den Kindern dieser Erde ihre gute Mutter Erde nur erst dem Namen nach. Fast möchte man sagen: der Mensch lernt eher alles andere kennen und schätzen, als den Boden, auf welchem er wandelt und in welchen er nach seiner irdischen Wanderschaft eingebettet und zur Ruhe gebracht wird. „O wunder schön!“ rief wohl schon Mancher, wenn er vom Gipfel eines Berges hinabsah ins weite, lachende Thal, auf ein Wonnegeld mit seinen wallenden Saaten und Wiesenmatten, umsäumt und umschattet von Wald und blühendem Laubgebüsch. Schon der nackte Fels des Berges, auf welchem er stand, mußte ihm sagen: nicht der durch den Weltraum rollende Planet, nicht diese feste, massive Kugel von Stein und Erz, nein, nur der Koft, der lockere Staub, der sie bedeckt, ist es, durch welchen die Natur diese ihre Reize vor uns entfalten kann, nur dieser Staub, die Ackererde ist es, welcher die Erde zu einem freundlichen Wohnsitz der Menschen macht, er allein ist es, welcher das zahllose Heer der Wesen erzeugt und ernährt, auf welchem die ganze belebte Schöpfung und unsere eigene Existenz beruht; aber dieser Staub ist gleichwohl noch heute vielen Tausenden eben nichts anderes, als Staub, von dem man nichts wissen mag.

Das vorliegende Werk nun ist bestimmt, den Blick auf eine von so Vielen verkannte, ja selbst vom Landwirth noch nicht gehörig erkannte, Sache zu lenken und sie eines Besseren zu belehren, es soll der Naturkenntniß des Bodens womöglich allgemeine Anerkennung verschaffen und somit zugleich den rationellen Betrieb der Landwirthschaft befördern. Es giebt ja in der ganzen Natur keinen wichtigeren, keinen der Betrachtung würdigeren Gegenstand und wenn ein berühmter Philosoph und Staatsmann der Vorzeit (Cic. de off. I. 42.) den Ackerbau für das würdigste Geschäft eines freien Bürgers erklärt, so muß es auch ein ebenso würdiges Geschäft für ihn sein, sich mit dem Boden betannt zu machen, ohne welchen kein Ackerbau denkbar.

Zu dieser Betanntschaft soll nun eben die Bodenkunde verhelfen. Sie erscheint in vorliegendem Werke zum ersten Male als Wissenschaft, als ein zusammenhängendes, systematisch und übersichtlich geordnetes Ganze. Früher war sie nur eine Rhapsodie, ein Aggregat von ungeordneten, z. Th. ganz fremdartigen Stoffen. — Das Werk zerfällt in 2 Theile, der erste behandelt nur die allen Bodenarten gemeinsamen Merkmale, oder den Boden überhaupt

in seiner Gesamtheit; der zweite, die specielle Bodenkunde, beschreibt die einzelnen, in der Natur vorhandenen Bodenarten; jede besonders ihrem Vorkommen, ihrer Lage und oberflächlichen Verbreitung, ihrem Bestande und ihrer Beschaffenheit nach. Dieser Theil ist also vorzugsweise für den praktischen Landwirth berechnet, aber auch der erste ist ihm unentbehrlich zum Verständniß des zweiten.

Der Verfasser übergiebt das Werk hiermit dem Publikum in der Hoffnung, daß es sich nicht minder beim Selbstunterricht, wie beim Unterricht in land- und forstwirtschaftlichen Lehranstalten als zweckmäßig und brauchbar bewähren möge. Seine Befähigung hat er bereits dargethan. Die günstige Beurtheilung, welche seine früheren Arbeiten erfahren haben, berechtigen zu der Erwartung, daß er auch in diesem Werke seine Leser befriedigen werde, es ist eine wahre Naturwissenschaft des Bodens, wie sie die Literatur noch zur Zeit nicht aufzuweisen hat.

Diese völlig selbstständige, neue Auffassung und wissenschaftliche Behandlung des Gegenstandes wird der Aufmerksamkeit des betreffenden Publicums bestens empfohlen. Der Herr Verfasser ist durch seine, in zweiter Auflage erschienenen „Äckerden Sachsens“ und durch seine „Anfangsgründe der Bodenkunde (1857)“ bereits rühmlichst bekannt. Letztere wurden bei Erscheinen von A. Stöckhardt in Tharand (Chem. Ackermann IV. S. 210.) warm empfohlen und die Agronom. Zeitung (1858. Nr. 4.) sagt: „Es sei das wichtigste und bedeutendste Buch, welches seit lange im Gebiete der Landwirthschaft erschienen.“ — „Der Name „Fallow“ wird in der Geschichte der Agronomie neben Schäßler stehen“ u. s. w.

Dresden, 1862.

G. Schönfeld's Buchhandlung (C. A. Werner).

In gleichem Verlage erschienen und sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen:



Die  
zweckmäßigste Ernährung  
des Rindviehes

von  
wissenschaftlichen und praktischen  
Gesichtspunkte.

Eine von der  
Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur  
gekürnte Preisschrift

von  
Dr. Julius Kühn,  
Wirtschafts-Director.

Mit 60 Holzschnitten. — 8. eleg. geh.

Preis 1 Thlr. 10 Ngr.