

## **Die nähern Bestandtheile und die Nahrungsmittel der Pflanzen.**

Vorgetragen am 3. November 1855 zum Behuf der Habilitation  
an der Zürcher Universität.

Von Dr. Carl Cramer.

Die Leistungen der reinen Botanik, im Gegensatz zu der angewandten, lassen 3—4 verschiedene Richtungen erkennen, die sich in der Geschichte dieser Wissenschaft zwar nur undeutlich von einander ausgeschieden haben, ja zum Theil noch jetzt einander bald durchkreuzen, bald neben einander fortlaufen, obwohl sie ihrem Wesen nach im Verhältniss der Aufeinanderfolge zu einander stehen. Die frühesten Bestrebungen der reinen Botanik waren auf die Kenntniss der Pflanzen im ausgewachsenen Zustand gerichtet und noch jetzt bildet dies den Hauptinhalt der sogenannten systematischen Botanik. Weniger das häufig fühlbare Bedürfniss neuer Unterscheidungsmerkmale, als die Erfindung des Mikroskopes lenkte später die Thätigkeit der Forscher auf ein ganz neues Gebiet. Wie ein jeder, der sich plötzlich im Besitze dieses Instrumentes sieht, so hatte indessen auch die Wissenschaft zuerst eine Periode planloser Tändeleien durchzumachen, das Vergrößerungsglas wurde vielfach zum Kaleidoskop herabgewürdigt und nur langsam gestalteten sich die Fragen nach dem innern Bau der Gewächse und der Entstehung der Pflanzen aus Elementarorganen. Bald zwei Jahrhunderte sind verflossen seit jener hochwichtigen Erfindung; kein Wunder also,

wenn sich die Pflanzenanatomie und die ihr verschwi-  
sterte Lehre von der Entwicklungsgeschichte der  
Pflanzen, wie die ältere Systemkunde, bereits einer  
hohen Blüthe rühmen können, während man fast in  
Verlegenheit kömmt, soll man jenen zarten Liebling  
der Gegenwart, der sich erkühnt, die Lebenskraft in  
ihre Faktoren zu zerlegen, auch nur mit einem Namen  
bezeichnen. Beobachtungen über pflanzenphysiolo-  
gische Erscheinungen, und Hypothesen über die Ur-  
sache derselben sind nichts Neues, aber eine erspriess-  
lichere Bearbeitung dieser Fragen musste erst durch  
eine lange Reihe neuer Entdeckungen auf dem Gebiete  
der Chemie und Physik angebahnt werden. So kömmt  
es, dass der bleibenden Errungenschaften für diesen  
ebenso interessanten, als schwierigen Zweig der Bo-  
tanik bis jetzt nur wenige sind. Zu um so grössern  
Hoffnungen berechtigt dagegen der stets wachsende  
Aufschwung der jungen Wissenschaft.

Gestatten Sie mir aus dem umfangreichen Gebiete  
der Pflanzenphysiologie die nähern Bestandtheile und  
die Nahrungsmittel der Pflanzen zu einer kurzen Be-  
trachtung herauszugreifen.

Wir kennen aus der organischen Chemie zwei  
Gruppen von Stoffen, welche, neben dem Wasser und  
einigen mineralischen Körpern, für das ganze Gewächs-  
reich die grösste Bedeutung haben; es sind: die stick-  
stofffreien, indifferenten Pflanzenstoffe und die Eiweiss-  
oder Proteinkörper.

Unter den erstern interessirt uns vorzüglich die  
Cellulose, unter den letztern das lösliche Pflanzenei-  
weiss, sowie jene halbflüssige Modifikation, aus welcher  
der Primordialschlauch, der Zellkern und zum Theil  
das Protoplasma bestehen.

Die Cellulose besitzt die Eigenthümlichkeit, unter Umständen Blasenform anzunehmen, in ausgezeichnetem Grade, und diese Eigenschaft, im Wesen der Cellulose eben so sehr begründet wie das Krystallisationsvermögen in der Substanz des Kalkspathes, sie ist in der Pflanzenwelt zur wirksamsten Anwendung gekommen. Alle Pflanzen bestehen aus Zellen und deren Membran aus Cellulose. Sie verleiht ihnen die nöthige Festigkeit und wie wenig zu diesem Zwecke oft hinreicht, lehrt die Aprikose, deren zartes Fleisch kaum 1% davon enthält. Zwar darf nicht vergessen werden, dass wo nicht Beimengungen, besonders mineralischer Körper, den Zellstoff in der Ausübung genannter Funktion unterstützen, dass da bei einer andern Art der Verwendung dieses allgemeinen Baumaterials der Pflanzen der Erfolg ein weit geringerer wäre. Im Mittelmeere wächst eine grosse, mehrere Zoll lange, einzellige Alge, *Caulerpa* nennt sie der Botaniker; sie würde der Gewalt des Wellenschlages erliegen, wäre nicht ein dichtes Geflecht verzweigter Zellstofffasern in ihrem Innern ausgespannt, welches den dünnen Wandungen der Stengel und Blätter zur Stütze dient; und die Aprikose würde schon bei geringen Verletzungen der Haut all ihren süssen Saft verlieren, wäre jenes Prozent Zellstoff nicht auf die Membranen vieler Zellen vertheilt, sondern zur Bildung einer einzigen grossen Blase verwendet. Man hat die Zellbildung vielfach mit der Krystallisation verglichen. Beide Erscheinungen haben das Gemeinsame, dass ein flüssiger Körper in den festen Zustand übergeht und dass sich dabei eine gewisse Beziehung der Molecüle des erstarrten Körpers, dort auf ein Centrum, hier auf ein Axensystem, kundgibt. Zelle und Krystall unterscheiden

sich aber wesentlich durch die Art ihres Wachstums : der Krystall vergrössert sich durch Apposition, die Zelle, wie das Sterkekorn, durch Intussusception.

Mit der Art des Wachstums im innigsten Zusammenhang steht die Bedeutung der Cellulose als Regulator der Diffusionserscheinungen bei Pflanzen. Schon mit reinem Wasser in Berührung gebracht zeigt sie, je nach ihren physikalischen Eigenschaften, ein ganz verschiedenes Quellungsvermögen. Dasselbe wechselt bei Anwendung anderer Flüssigkeiten oder von Lösungen fester Stoffe und man darf annehmen, dass auch diese äussern Medien, mindestens in ihrer Mischung, sich unter dem Einfluss der Cellulose verändern, indem die verschiedenen Lösungsbestandtheile in verschiedener Menge imbibirt werden. In gleicher Weise hängt bekanntlich der Austausch zweier Flüssigkeiten, die durch eine Cellulosemembran von einander getrennt sind, abgesehen von der chemischen und physikalischen Natur der diffundirenden Substanzen, der Temperatur, dem Druck, wesentlich von der Art und Beschaffenheit der Scheidewand ab. Nicht nur ist die todte Zellenmembran in ihrer Wirkung auf den Durchgang von Flüssigkeiten total verschieden von derjenigen einer lebenskräftigen Zelle, sondern die Membranen vegetirender Zellen zeigen unter sich die mannigfaltigsten Verhältnisse hierin. Ja, es ist überhaupt kaum eine Zelle denkbar, deren Membran sich durchweg diosmotisch gleich verhielte; begreiflich, da fast jeder Punkt derselben eigenthümlichen, von aussen und innen wirkenden Einflüssen ausgesetzt ist und jede noch so geringe locale Verschiedenheit der Umgebung eine äquivalente Rückwirkung auf die Natur der Membran ausüben muss. Die Ursache mancher

der Qualität und Intensität nach veränderter chemischer Prozesse in Pflanzen und Pflanzentheilen ist in letzter Linie in der Diosmose zu suchen. — Durch den zelligen Bau der Pflanzen werden ferner die Stoffe, welche sie verarbeiten, in eine Menge kleiner Parteen getheilt und isolirt. Die Pflanze ist nicht der Ausdruck heftiger, sondern im Gegentheil manigfach gebundener und gelähmter Affinitäten, und gerade jene Absonderung der Säfte in geschlossenen Kammern dürfte das geeignetste Mittel sein, um die rohen Naturkräfte in Schranken zu halten und zur Darstellung edlerer Verbindungen zu benutzen.

Von mancher Seite wurden, im Hinblick auf gewisse im Laboratorium gemachte Erfahrungen, als die Quelle der Lebensthätigkeit im Pflanzenreich die Proteinkörper bezeichnet. Viele Erscheinungen unterstützen die Vermuthung.

Ueberall, wo ein reges Spiel der chemischen Verwandtschaft stattfindet oder sich andere intensive Lebenserscheinungen kund geben, kommen Proteinverbindungen in reichlicher Menge vor oder sind sichtlich betheilt. In abgestorbenen Zellen fehlen dieselben ganz oder sind in einer nicht mehr verwendbaren Form abgelagert. Die langsam wachsenden Flechten sind arm daran, die Pilze dagegen, von welchen einzelne in wenigen Stunden einen Durchmesser von 1—2 Fuss erlangen, reich. Bei der freien Zellbildung im Embryosack der Phanerogamen, in den Sporenschläuchen der Flechten und Pilze, bei den Algen sind es stets eiweissartige Körper, welche sich zuerst, mit oder ohne Beihülfe eines Kernes, blasenförmig gestalten, dann auf ihrer Aussenfläche Cellulose absondern. Vermehrt sich die junge Zelle durch

Theilung, so beginnt der Primordialschlauch, jene erstgeborene Eiweissblase sich einzuschnüren und füllt die Trennungsfurche mit Zellstoff aus. Strömungen im Zellsafte gehen bald von dem eiweissreichen Kerne aus und kehren zu ihm zurück, bald verbreiten sie sich, in sich selbst zurückfliessend, über den Primordialschlauch. Die strömende Flüssigkeit selbst ist stickstoffhaltiges Protoplasma. — Verlängerungen des Primordialschlauches bilden die flimmernden Wimperhaare der Schwärmsporen und die beweglichen Samenfäden, welche den Befruchtungsact bei vielen kryptogamischen Gewächsen vollziehen, sind metamorphosirte Proteïnbläschen. Leider bleiben aber die meisten dieser Erfahrungen vorläufig blosser Thatfachen und es kann an einen dynamischen Einfluss der Proteïnkörper nur in denjenigen Fällen gedacht werden, wo es sich um rein chemische Wirkungen handelt. Aber auch hier dürfte man zu weit gehen, wollte man ihnen jetzt schon einen wesentlichen Einfluss auf den Assimilationsprozess zuschreiben. Allerdings gewinnt der Chemiker aus Stärke unter dem Einfluss von Diastase: Dextrin, später Zucker, dessen wässerige Lösung mit Hefe versetzt Weingeist und Kohlensäure liefert. Eiweisshaltige Fette zersetzen sich leicht unter Bildung fetter Säuren. Cellulose, Pectin und viele andere Körper erleiden durch ähnliche Fermente manigfaltige Umsetzungen. Die Proteïnkörper in den Pflanzen mögen daher häufig da, wo verwandte, degradirende Prozesse einzuleiten sind, eine Rolle spielen und für die Dislocation fester Pflanzenstoffe von grossem Nutzen sein; ob sie aber auch zu Vorgängen in umgekehrter Richtung den Anstoss geben, z. B. zur Verwandlung von Zucker in

Dextrin, von Dextrin in Cellulose, oder gar zur Verwandlung der rohen Pflanzennahrung in Zucker, das wird bis jetzt durch keine Thatsache unterstützt. — Dagegen sprechen verschiedene Verhältnisse für einen innern Zusammenhang der Proteinstoffe mit den stickstofffreien indifferenten Pflanzenstoffen, sei es nun, dass jene Zucker als Paarling enthalten, oder dass sie wenigstens eine Constitution besitzen, welche die Entstehung der Zersetzungsprodukte des Zuckers aus den Proteinstoffen ebensowohl möglich macht, als die Bildung von Körpern aus der Formyl- und Benzoylreihe. Schon für das Thierreich wurde die Ansicht ausgesprochen, es möchten die Proteinstoffe unter Umständen zur Erzeugung von Zucker dienen. In der Pflanzenwelt sind grosse Vorräthe von Eiweisskörpern in solchen Pflanzentheilen keine Seltenheit, deren Organisation für die Aufnahme und Verarbeitung roher Nahrung nicht eingerichtet ist, die aber bestimmt sind, in der Folge ein selbstständiges Leben zu führen. Solche Organismen werden daher von der Mutterpflanze mit allerhand Reservennahrung als: Stärke, quellbare Cellulose, Inulin, Oel ausgestattet. Die Samen, welche in den ersten Stadien ihrer Entwicklung von ihrem eigenen Leibe zehren, den beim Keimen absorbirten Sauerstoff, an Kohlenstoff gebunden, als Kohlensäure aushauchen und daher, trotz der Vergrößerung ihres Volumens, nach Abzug des Wassers oft beträchtlich leichter werden, die Samen enthalten als Reserve bald vorzugsweise Stärkemehl, bald Oel oder beides. Nicht selten ist nun der eine oder andere dieser Stoffe zum Theil durch Eiweisskörper vertreten und zwar so, dass das Verhältniss der stickstoffhaltigen Stoffe zu den stickstofffreien in

den proteinreichen Samen der Hülsenfrüchte im Mittel sich verhält wie 1 zu 2, während dasselbe bei den Getreidekörnern 1 zu 6,7 beträgt. Das Verhältniss würde sich für den Eiweissgehalt der Leguminosensamen noch günstiger gestalten, erlaubten die vorliegenden Thatsachen diejenige Menge stickstofffreier Bestandtheile, welche auf die Zellwandungen der Samen fällt, in Rechnung zu bringen. Vom Stärkemehl und Oel steht es nun fest, dass sie zur Bildung von Zellstoff verwendet werden; die Bildung des Leichenfettes aus Fleisch ist bekannt und Versuche an Thieren haben den Uebergang von Proteinverbindungen in Fett unter gewissen Bedingungen nachgewiesen. Sollten unter solchen Verhältnissen die Proteinstoffe im Pflanzenkörper auf keine Weise zur Cellulosebildung beitragen können?

Ich kann die Proteinstoffe nicht verlassen, ohne noch ihre Bedeutung für die Diosmose mit wenigen Worten angedeutet zu haben. Es geht aus früher Gesagtem hervor, dass die Cellulosemembran im Innern von einer zweiten stickstoffhaltigen Haut, welche man Primordialschlauch nennt, ausgekleidet ist. Pringsheim hat zwar neulich gezeigt, dass derselbe häufig vom formlosen Protoplasma nicht verschieden ist, in vielen andern Fällen ist er dagegen als die wohl differenzirte äusserste Schicht erhärteten Protoplasmas leicht nachzuweisen und kann dann, ähnlich wie die Zellstoffmembran, aber in eigenthümlicher, durch seine chemische und physikalische Beschaffenheit bedingter Weise den Saftaustausch benachbarter Zellen modificiren.

Alles organische Leben ist an die Existenz von Wasser gebunden. Zwar gab es Leute, die nicht nur



die beflügelten Mondsbewohner, sondern selbst die Gemüse, welche sie essen, gesehen haben wollten; der Naturkundige aber weiss, dass auf dem Monde weder Thiere noch Pflanzen leben, da er kein Wasser besitzt, welches unter allen Flüssigkeiten in grösster Zahl und Menge Körper jeder Aggregatsform löst und deren gegenseitige Reaction ermöglicht. Man lege das tausendjährige aegyptische Weizenkorn in feuchte Erde, dass es aufquillt, und die embryonale Pflanze erwacht aus ihrem Schlaf, treibt Wurzeln in die Tiefe, entfaltet Blätter in üppiger Fülle; und fällt ein Regen, der die fruchtbringenden Bestandtheile des Bodens löst, so saugt sie ihn begierig ein, eignet sich davon an, was und wie viel sie zu ihrem Wachsthum braucht, und athmet mit dem Beistand des überschüssigen Wassers schwerverdauliche Speise und unnütze Zersetzungsprodukte in Gasform aus. So ist denn das Wasser nicht nur ein wesentlicher Bestandtheil der Pflanzen, sondern zugleich das Vehikel, dessen sie sich bedient bei der Aufnahme von Nahrung und der Abgabe von Secretionsprodukten.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Pflanzen, ausser der Cellulose, den Proteinstoffen und dem Wasser, auch einer Anzahl unorganischer Basen und Säuren bedürfen. In einzelnen Fällen ist das Vorkommen dieser oder jener Mineralsubstanz constant, so zeichnet sich die Membran der Diatomaceen, einer Gruppe niedlicher, einzelliger Algen, durch den ausnahmslosen Reichthum an Kieselerde aus, die Schachtelhalme verdanken ihre Anwendung zum Poliren reichlich infiltrirter Kieselerde; bei den Gräsern fehlt sie ebenfalls nicht und bildet im Innern von *Bambusa arundinacea* oft steinharte Massen (Tabaschir). Ausserdem

haben die Cerealien zum Reifen ihrer Samen eine beträchtliche Menge phosphorsaurer Alkalien nöthig. In andern Fällen scheint sich nur der Sauerstoffgehalt sämmtlicher Basen gleich zu bleiben, was zu der Ansicht geführt hat, dass sich die Basen, unabhängig von ihrer Natur, ersetzen können. Leider geben aber unsere Aschenanalysen über den Gehalt an organischen Basen und an Ammoniak keinen Aufschluss; wir kennen somit die wahre Grösse des Sauerstoffgehaltes aller Basen einer Pflanze auch nicht in einem einzigen Falle. Ueberhaupt ist unser Wissen über die Bedeutung der unorganischen Pflanzenbestandtheile noch sehr beschränkt. Es mögen die Basen häufig zur Sättigung schädlicher Säuren dienen, anderseits die Bildung von Säuren durch prädisponirende Verwandtschaftskraft veranlassen. Die Alkalien und deren Verbindungen mit Phosphorsäure dürften zur Lösung geronnener Eiweisskörper beitragen, während fettsaure Alkalien oder Seifen die Zellmembran für Fette permeabel machen. Schwefelsaure und phosphorsaure Salze versehen die Pflanzen mit der nöthigen Menge Schwefel und Phosphor.

Ich habe soeben die wichtigsten Pflanzenstoffe betrachtet, die sich als solche entweder dadurch bewähren, dass sie unmittelbaren Antheil an dem Aufbau der Gewächse nehmen, oder die belebende Triebkraft liefern, den Stoffwechsel modificiren oder den Weg darstellen, auf welchem, im Gegensatz zur künstlichen Maschine, die durch die Lebensweise der Pflanze nöthig gewordene Erneuerung der Organe — der Pflanze selber möglich gemacht wird. Eine Menge von Stundenzeigern steht an diesem Wege, aber ihre Schrift ist unleserlich. Wir kennen zahllose Zwischenprodukte

zwischen der rohen Pflanzennahrung und den assimilirten Stoffen, aber ihre Beziehung zu einander nur wenig. Dass der Zucker, das Dextrin und die Stärke unter die letzten Stufen vor der Cellulose gehören, ist gewiss, dass jene merkwürdigen Stoffe, welche man Glucosegenide nennt und deren Anzahl sich einst noch sehr vermehren dürfte, also: Amygdalin, Salicin, Gerbsäure u. s. w., dass diese Verbindungen für die Ernährung der Zellmembran von Wichtigkeit sind, ist nicht unwahrscheinlich. Eine andere Frage besteht darin, ob dieselben die Präexistenz des Zuckers nöthig machen oder nicht.

Die fetten Oele, zu den verbreitetsten Pflanzenbestandtheilen gehörend, helfen ebenfalls Zellstoff bilden. Die Bedeutung der Pectinstoffe ist noch sehr problematisch. Einige organische Säuren scheinen in gewissen Beziehungen die ersten Produkte der Assimilation zu sein, aber die Früchte, die zwar in der Jugend sauer, in der Reife süß schmecken, zeigen, im Gegensatz mit jener Vermuthung, nicht nur keine der Zunahme des Zuckers entsprechende Verminderung des Säuregehaltes, sondern eine Vermehrung desselben. Fast ganz im Dunkel liegt endlich die Bedeutung der organischen Basen, der ätherischen Oele und Harze und der Farbstoffe.

Die Pflanzen leben zu einem grossen Theil auf der festen Erdrinde, schicken ihre Wurzeln in den Boden, die Aeste und Blätter in die Luft, eine nicht geringere Zahl hält sich im Wasser unserer Flüsse und Seen oder im Meere auf. Schon die ältere Wissenschaft hat daher Erde, Wasser und Luft als die Quellen des vegetabilischen Daseins bezeichnet. Aber diese drei Medien sind in ihrer Beschaffenheit nicht

immer so einfach, und schon die oberflächliche Untersuchung lehrt, dass davon das Gedeihen der Pflanzen abhängt. Kein frisches Grün bedeckt die starren Felswände unserer Alpenstöcke, das todtte Meer, dessen Salzgehalt beinahe 25% beträgt, ernährt kein lebendes Wesen und in dem berühmten Giftthal auf Java findet man zwar Leichen von Menschen und Thieren, aber kein Pflanzenteppich bereitet ihnen ein weiches Grab. Es ist daher die Frage über die Nahrungsmittel der Pflanzen noch genauer zu untersuchen.

Noch sind keine 25 Jahre verflossen, seit ein geachteter Botaniker die Behauptung aufstellen konnte: Die Pflanzen scheinen unter Umständen Erdarten und Metalle zu erzeugen, selbst wenn ihnen dieselben in der Nahrung nicht dargeboten werden. Die Meinung war irrig, alle Mineralbestandtheile der Pflanzen stammen aus der Erde und es ist jetzt nicht unmöglich, aus der Zusammensetzung und Menge der Pflanzenaschen die Qualität und Quantität der mineralischen Düngstoffe zu bestimmen, die dem Ackerboden jährlich zugeführt werden müssen, damit seine Ertragsfähigkeit für dieses oder jenes Culturgewächs in einer gewissen Reihe von Jahren nicht abnehme.

Vom Regen durchnässt, vom Frost erweicht bedeckt sich der rohe Fels mit seinen Trümmern, Bäche schwemmen sie in das Thal hinab und in dem angehäuften Schutt gehen Pflanzen auf, ihr kümmerliches Dasein zu fristen. Aber der Zahn der Zeit wird nicht stumpf, Wasser und Kohlensäure schliessen das Trümergestein auf, setzen fruchtbare Bestandtheile in Freiheit und führen sie in gelöster Form früher oder später den Wurzeln von Pflanzen zu. Nur in solcher Gestalt sind sie ja den Pflanzen zugänglich, da diese

weder einen Mund besitzen, noch das Vermögen, feste Körper durch ihre Substanz in's Innere zu pressen. Welche ungeheure Quantität von Mineralstoffen der Einwirkung jener unscheinbaren Kraft beständig erliegt, erkennt man aus der einzigen Thatsache, dass nur der Rhein bei Bonn täglich über 50 000 englische Cubikfuss gelöste Stoffe vorbeiführt, nicht zu gedenken der Menge, deren sich schon vorher Pflanzen bemächtigen. Es ist nicht unwichtig für den Landwirth, die geologischen Verhältnisse seiner Gegend zu kennen, weil darin der Schlüssel zur Erklärung vieler misslicher Erscheinungen und das Mittel zu deren Abhülfe verborgen liegt. Mancher Ackerboden ist zu mergelig, weil in der Nähe nur Kalkgebirge vorkommen, ein anderer aus entsprechenden Gründen zu sandig oder lehmig. Wir wissen, dass zwar viele Pflanzen einzelne unorganische Basen oder Säuren bevorzugen; diese liebt Kalk, jene Thon- oder Kieselerde, aber keine begnügt sich mit einem einzigen Mineralstoff; das Aufbringen der einer Ackererde fehlenden Stoffe in geeigneter Form wird daher häufig einen schlechten Boden für eine grosse Anzahl von Nutzpflanzen brauchbar machen. — Ich habe bisher des wichtigen Einflusses nicht gedacht, den die Pflanzenwelt selbst auf die Ackerkrumme ausübt. Die Pflanzen sprossen in die Höhe, blühen und sterben ab, ihre Reste werden der Erde einverleibt, neue Generationen erheben sich über ihnen, neue Generationen zerfallen zu Moder. Auf diese Weise erhält der Boden allmählig organische Beimengungen und wo dem Wasser undurchdringliches Gestein den Abzug nicht verwehrt, bildet sich die fruchtbare Humuserde. Lange Zeit drehte sich um die Bedeutung der Humuskörper ein hartnäckiger

wissenschaftlicher Streit. Nach der Meinung der einen Forscher sollten dieselben unumgänglich nothwendig zum Gedeihen der Pflanzen sein und das Hauptmaterial zur Bildung der Cellulose, der Proteinkörper, kurz der organischen Pflanzensubstanzen liefern. Die andere Partei erklärte dagegen den Humus für unwesentlich, sehr entbehrlich, nannte seine Wirkung mittelbar, durch seine Zersetzungsprodukte  $\text{HO}$ ,  $\text{NH}_3$  und unorganische Salze veranlasst und suchte daher, gestützt auf das allgemeine Vorkommen der Kohlensäure und des Ammoniaks in der Natur, den organischen oder Stalldünger durch sogenannten Mineraldünger zu ersetzen. Für die erste Theorie trat insbesondere Mulder in die Schranken, die zweite, von Ingenhousz begründet, fand ihren eifrigsten Verfechter und Verbreiter an Liebig. An vermittelnden Stimmen konnte es um so weniger fehlen, als in der That die Wahrheit weder ganz auf Seite der einen noch andern Partei zu liegen scheint.

(Schluss folgt.)