

die zwei äußern sind kürzer und schwächer als die mittlern; die Schneide- und Eckzähne erinnern noch stark an jene der Raubtiere. Die Molaren des Oberkiefers bestehen noch aus fünf pyramidenartigen Höckern, die untern vereinigen Merkmale von Schwein und Hirsch. Die größere Art — *A. magnum* — dürfte die Dimensionen eines Rhinoceros besessen haben. Dem Habitus nach hatte das Tier gewisse Aehnlichkeit mit einem Schwein.

(Schluss folgt.)

Ueber Huminsubstanzen.

(Fortsetzung.)

Die von Mulder ausgesprochene Ansicht, das der Zersetzung stickstoffhaltiger Substanzen entstammende Ammoniak mache die Huminsäure löslich und für die Pflanzen assimilierbar, begegnete in der Folge gewissen in der Pflanzenphysiologie herrschenden Mutmaßungen über die Quelle des von den Vegetabilien aufgenommenen Kohlenstoffs und ging in der umfassendern Hypothese auf, dass alle Alkalien und alkalischen Erden des Bodens, insbesondere der Kalk, ebenso wirkten wie das Ammoniak. So glaubte man zu einer Erklärung gelangt zu sein, wo es überhaupt nichts zu erklären gab, zu einer Erklärung der Resorption des Kohlenstoffs aus der Ackererde. Die Hauptfrage: Woher entnehmen die Pflanzen ihren Nahrungskohlenstoff? schien keiner nähern Prüfung zu bedürfen; lehrten doch die Erfahrungen und Beobachtungen der Landwirte augenscheinlich, dass die meisten Kulturgewächse ihren Kohlenstoffbedarf aus dem Kohlenstoffvorrat der Dammerde deckten. Oder wie sollte der unbestreitbare Einfluss des Humus auf die Fruchtbarkeit der Felder anders gedeutet werden? Wenn auf zwei Aeckern von gleichem Gehalt an den hauptsächlichen mineralischen Nährstoffen die Ernte-Erträge um so mehr differierten, je größer der Unterschied in der Stärke der Mutterbodenschichten war, was lag da näher als die Annahme, dass die kohlenstoffreichen Huminsubstanzen das Gedeihen der Pflanzen bedingten, indem sie ihnen das Material zur Bildung von Cellulose, Stärke, Zucker u. ä. lieferten! Mit dieser Annahme war nur die Frage gestellt worden, auf welche Weise denn die Aufsaugung des Kohlenstoffs aus den schwer angreifbaren, unlöslichen Huminkörpern vor sich gehe. Die chemische Untersuchung klärte diesen Assimilationsprozess auf durch den Nachweis, dass die Huminsäure wasserlösliche Alkali-, Kalk- und Magnesiumsalze bilde, und damit gewann die vorgefasste Meinung von der Bedeutung der Huminsubstanzen als Nahrungsmittel der Pflanzen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit.

Die völlige Haltlosigkeit dieser Ansicht ist von Liebig¹⁾ in seinen agrikultur-chemischen Arbeiten dargethan worden. Was zu-

1) Vergl. Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. Braunschw. 1865. I. 2, Seite 37 fg. und II. Seite 65 fg.

nächst die Umwandlung der organischen Bestandteile der Dammerde in Elemente des Pflanzenleibes betrifft, so zeigt schon ein einfacher quantitativer Vergleich der in einer Feldfrucht enthaltenen Kohlenstoffverbindungen mit den Huminsubstanzen des Ackers, auf welchem die Frucht gewachsen ist, dass die Vegetation weitaus mehr Kohlenstoff produziert hat, als der Acker abgeben konnte. Wenn aus letzterem überhaupt Kohlenstoff in die Pflanze übergang, so kam dessen Quantität gegen die aus einer andern Quelle fließende Hauptmenge gar nicht in betracht. Selbst unter Voraussetzung der denkbar günstigsten Verhältnisse, bei humusreichstem Boden, bei gleichzeitigem Ueberschuss an humuslösenden Salzen und an Wasser war auch nicht annähernd eine Bilanz aufzufinden zwischen dem während des Wachstums der Pflanze möglicherweise gelösten Kohlenstoff und dem thatsächlich produzierten.

Wurde schon mit diesen zahlenmäßig zu erhärtenden Thatsachen die Mulder'sche Theorie schlagend widerlegt, so sprach noch ein zweites Moment entscheidend gegen dieselbe. Kultivierter Acker wird durch fortlaufende Bestellung — ohne Zufuhr animalischen Düngers — an seinem Humusgehalt nicht allein nicht beraubt, sondern vielmehr angereichert. Bestände ein einfacher Kreislauf vom Kohlenstoff des Humus zum Kohlenstoff der Pflanze und von diesem direkt oder auf geringen Umwegen zu ersterem zurück, wie sollte es da einem rationalen Ackerbau gelingen, ohne Hilfe fremden Kohlenstoffs auf rohem Boden eine Schicht von Dammerde zu schaffen.

Schließlich erwies sich die Theorie Mulder's auch in dem Punkte, welcher sie begreiflich und annehmbar gemacht hatte, in dem Löslichwerden der Huminsäure durch die anorganischen Basen als nicht zutreffend. Die künstlich dargestellte oder aus Humus extrahierte Huminsäure liefert allerdings leicht lösliche Salze; dieselben verlieren aber, wenn nicht überschüssige Base vorhanden, ihre Löslichkeit, sobald man sie zur Trockne bringt oder sobald die Lösungen gefrieren. Beides geschieht mit den im Acker etwa sich bildenden Lösungen der Huminsäure häufig genug, im Sommer das Eintrocknen, im Winter das Ausfrieren; die Salze der Säure werden hierdurch, da ein Ueberschuss an Alkalien oder alkalischen Erden fast nie vorhanden ist, völlig unlöslich, und es kann daher nicht auffallen, wenn das Regenwasser nur Spuren von Huminsubstanzen aus dem Boden auszieht und wenn selbst stark kalkhaltiges Quellwasser, welches Wiesen- und Gartenerde durchtränkt, sich so selten durch gelöste Huminsäure färbt.

So stellte sich bei eingehender Prüfung grade das Gegenteil von dem, was Mulder behauptet hatte, als richtig heraus: die Huminsubstanzen gehen in der Form, wie sie sich an der Erdoberfläche vorfinden, gar nicht oder nur zu einem minimalen Teile in die Bildung der Pflanze ein, sie werden durch die Vegetation nicht aufgebraucht, vielmehr erfahren sie durch letztere beständig einen Zuwachs, da

immer ein Teil des von der Pflanze assimilierten atmosphärischen Kohlenstoffs in Gestalt irgendwelcher Pflanzenreste im Boden verbleibt.

Wenn nach alledem der Einfluss des Humus auf das Gedeihen der Pflanzen nicht in seiner Verwendung als Nährmaterial zu suchen war, so konnten seine Wirkungen nur aus seinen physikalischen Eigenschaften erklärt werden. Diese letztern gipfeln in der Fähigkeit, in ungewöhnlichem Maße Flüssigkeiten und Gase zu absorbieren und aus Lösungen die gelösten festen Stoffe an sich zu reißen. In dieser Hinsicht gleichen die Huminsubstanzen, wie Liebig hervorgehoben hat, der Knochenkohle, ja sie sind derselben sogar überlegen; sie absorbieren nicht allein Gase (Ammoniak, Kohlensäure), organische Basen (stark riechende Fäulnisprodukte) und Farbstoffe, sie vermögen auch in hohem Grade sich mit anorganischen Salzen (Alkalien, Kalk, Phosphaten, Nitraten) zu beladen. Merkbare chemische Reaktionen vollziehen sich bei diesen Vorgängen niemals, die aufgenommenen Körper erleiden keine Veränderungen, sie werden nur durch die Attraktion der ausgedehnten Oberfläche zurückgehalten, sie werden „physikalisch gebunden“. Schwache chemische Verwandtschaften lösen diese Bindung; Wasser und Alkohol dagegen laugen die physikalisch gebundenen Stoffe nicht aus. Je lockerer und poröser die Huminsubstanzen sind, um so größer ist ihr Absorptionsvermögen, ihre physikalische Bindekraft.

Eine gewisse Menge von Alkali, Kalk oder Magnesia wird von der Huminsäure chemisch gebunden und nicht wieder abgegeben. Aber darüber hinaus fixiert die Säure ein größeres Quantum der genannten Basen, welches sie allmählich an die wachsende Pflanze überträgt, deren chemische Anziehungskräfte stark genug sind, um die physikalischen Bindungen der Huminsäure zu trennen. Es ist indess für die Betrachtung des Einflusses der Huminsubstanzen auf die Vegetation bedeutungslos, die Huminsäure von den übrigen Bestandteilen des Humus zu unterscheiden; chemische Differenzen — von denen wir übrigens im vorliegenden Fall sehr wenig wissen — modifizieren diesen Einfluss nicht. Als einheitliche Masse angesehen, erscheint der Humus vermöge seiner außerordentlichen Neigung, die Nahrungsstoffe der Pflanzen in sich aufzuspeichern, als der wichtigste Faktor für den Anbau der Kulturgewächse. Dem Regenwasser entnimmt er Salpetersäure und Ammoniak; von den Produkten der Fäulnis und Verwesung hält er die gasförmigen, Kohlensäure und Ammoniak, zurück; aus dem Untergrund empfängt er alle darin enthaltenen Mineralien, soweit diese durch Verwitterung aufgeschlossen und durch die Beckenung an die Oberfläche gefördert sind; endlich saugt er die Feuchtigkeiten auf, die dem Acker auf welche Weise immer zufließen: so ist er für die junge Pflanze die selbstthätig sich füllende Vorratskammer, welche ihr alles liefert, dessen sie während des Wachstums bedarf.

Zu einem sehr geringen Teile wirken auch Huminstoffe bei der Pflanzenernährung mit, sofern auch sie einer langsamen Verwesung unterliegen und schließlich in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser zerfallen d. h. in Produkte, welche die Pflanze aufbraucht; aber die Verwesung des Humus schreitet so träge vor, dass die sich bildende Kohlensäure allein nur hinreichen würde, um den Keimlingen über die ersten Stadien der Entwicklung hinauszuhelfen.

Nach den Forschungen Liebig's bleiben über die Rolle, welche die Huminsubstanzen im Leben der Pflanze spielen, keine Zweifel übrig. Allein unsere chemische Kenntnis jener Stoffe, ihrer Entstehung, Zusammensetzung u. s. w. ist durch diese Forschungen nicht erweitert worden. Neben den allgemeinen und großen praktischen Zielen, die Liebig in der Agrikulturrechemie verfolgte, traten die Einzeluntersuchungen, so wichtig sie für seine Theorien auch sein mochten, zurück. Die von ihm angegebenen Analysen von Huminsubstanzen sind aus Mulder's Arbeiten entnommen.

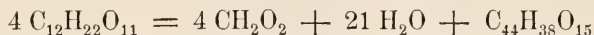
Nach Liebig hat sich die chemische Forschung mit dem hier besprochenen Gegenstande bis in das letzte Jahrzehnt hinein nicht mehr beschäftigt, was nur wundernehmen kann, wenn man vergisst, wie mühsam und unerfreulich Untersuchungen auf diesem Gebiete sind. Erst als in den siebziger Jahren die Zuckerchemie neue Impulse erhielt, begann sich das wissenschaftliche Interesse auch den Huminsubstanzen wieder zuzuwenden.

Eine längere Reihe von Versuchen über die Umwandlung des Rohrzuckers in Huminstoffe hat Fausto Sestini¹⁾ angestellt und dabei Resultate erhalten, welche von denen Mulder's nicht unwesentlich abweichen. Aus Rohrzucker entstehen beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, so gibt Sestini an, neben Ameisensäure drei Huminkörper, die in kalter Kalilauge lösliche Saeculminsäure, die in heißer Kalilauge lösliche Saeculmigesäure und das in eben jenem Reagens unlösliche Saeculmin; letzteres direkt aus dem Disaccharat, die Saeculminsäure erst nach Spaltung des Zuckers aus Dextrose. Warum das Saeculmin als unmittelbares Produkt des Rohrzuckers gelten muss, hat Sestini nicht hinlänglich begründet. Soviel wir wissen, wird Rohrzucker durch Säuren zunächst immer invertiert, und es ist nicht einzusehen, weshalb dies bei der Verarbeitung auf Huminstoffe nicht gleichermaßen geschehen sollte. Den Analysen zufolge ist das Saeculmin = $C_{44}H_{38}O_{15}$ und die Saeculminsäure = $C_{44}H_{40}O_{16}$. Mit Recht zweifelt Sestini die Richtigkeit der Mulder'schen Formeln an, da Mulder die zur Analyse verwendeten Präparate durch zu scharfes Trocknen sicherlich teilweise zersetzt hatte (vgl. S. 566).

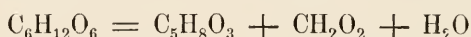
Unter der Voraussetzung, dass gewisse Bedingungen den glatten

1) Nobbe, Landwirtsch. Versuchsstationen Bd. 26, 27 u. 28; vergl. auch Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch., XIX, 2844.

Zerfall des Zuckers in Sacculmin, Ameisensäure und Wasser bewirken, müsste man diesen Prozess im Sinne der Gleichung



verlaufend denken. Eine solche Annahme wäre berechtigt, wenn eine Beziehung zwischen der Quantität der Ameisensäure und derjenigen des Sacculmins bestände. Das ist aber, wie Conrad und Guthzeit¹⁾ konstatiert haben, nicht der Fall. Nach den Genannten besteht jedoch ein innerhalb enger Grenzen schwankendes Gewichtsverhältnis zwischen der Ameisensäure und der — von Tollens unter den Produkten der Zuckerzersetzung aufgefundenen — Levulinsäure (β -Acetopropionsäure = $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{COOH}$) derart, dass die Spaltung des Glucosemoleküls wahrscheinlich nach der Gleichung



erfolgt. Da sich nun irgend ein Zusammenhang dieser Säuren mit den gleichzeitig gebildeten Huminsubstanzen nicht erkennen lassen wollte, so sind Conrad und Guthzeit zu der Auffassung gelangt, dass bei der Zerlegung des Zuckers durch verdünnte Mineralsäuren zwei getrennte Reaktionen neben einander statthaben; ein Teil des Zuckers zerfalle in Wasser und Huminsubstanz, ein anderer in Wasser, Ameisensäure und Levulinsäure. Bei den Disaccharaten bewirke die Säure zunächst Inversion, alsdann die Umwandlung der Komponenten, von denen Levulose mehr Huminsubstanz liefere als Dextrose; konzentriertere Säure erhöhe die Ausbeute an Huminstoffen, ebenso sei Salzsäure in dieser Beziehung günstiger als Schwefelsäure.

Von ihren zahlreichen Analysen der Huminsubstanzen aus Dextrose, Levulose, Rohrzucker, Galactose und andern Zuckerarten haben Conrad und Guthzeit eine chemische Formel nicht hergeleitet, auch haben sie eine Trennung der Produkte in säureähnliche und in indifferente Verbindungen nicht durchgeführt. Der Kohlenstoffgehalt der analysierten Körper liegt zwischen 62,3 und 66,5%, der Wasserstoffgehalt zwischen 3,7 und 4,6%.

Oskar Schulz (Erlangen).

(Fortsetzung folgt.)

Ueber die neuen (apochromatischen) Objektive von Zeiß.

Von Dr. **Otto Zacharias**.

Wie schon einmal (1878) durch die volle Ausbildung des Systems der homogenen Immersion, so hat die rühmlichst bekannte Firma C. Zeiß in Jena auch neuerdings wieder das optische Instrumentarium

1) Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. XVIII. 439 u. 2905; XIX 2569 u. 2847.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Schulz Oskar

Artikel/Article: [Ueber Huminsubstanzen. 600-604](#)