

Ueber die chemischen Vorgänge im pflanzlichen und tierischen Organismus.

Von Dr. Walter Türk

Assistent des chemischen Untersuchungslaboratoriums in Klausenburg.

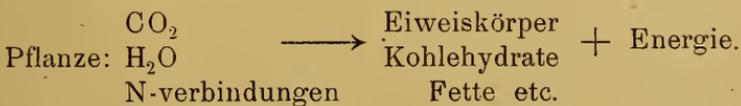
Die Lebensvorgänge im pflanzlichen und tierischen Organismus bedingen einen steten Zerfall der Körpersubstanz. Fortwährend spalten sich kompliziert zusammengesetzte Verbindungen in einfache und werden als solche aus dem Körper ausgeschieden. Aus dem Gesetz von der Erhaltung der Materie und der Energie ergibt sich, dass die lebenden Wesen — die Pflanzen und Tiere — weder neue Materie hervorbringen, noch neue Energie erzeugen können. Sie sind also darauf angewiesen, die schon vorhandene Materie von aussen aufzunehmen und zu verarbeiten, die schon gegebenen Energieformen in neue umzusetzen. Die Pflanze, an der Scholle haftend mit äusseren Wurzeln, nimmt aus ihrer Umgebung anorganische Verbindungen auf und baut daraus auf wunderbare Weise unter dem Einfluss des Sonnenlichtes, der letzten Energiequelle alles Lebens auf Erden, zusammengesetzte Körper, die sie dem Tier in organischer Form gibt. Das Tier, losgelöst von der Scholle, mit inneren Wurzeln, baut die der Pflanze entnommenen Verbindungen: Eiweiskörper, Zucker und Fette bei Anwesenheit von Sauerstoff ab und gibt sie an Luft und Boden in organischer Form zurück. In beiden Fällen entstehen Produkte, die ganz andere chemische Beschaffenheit haben als die Nahrungsstoffe, auf deren Kosten sie gebildet werden. Die Vorgänge in der organischen Welt, deren Gesamtheit das Leben ausmachen, bestehen also einerseits in dem Aufbau organischer Verbindungen und der Aufspeicherung von Spannkräften und andererseits in der Zersetzung dieser Stoffe in einfache und Umsetzung der dadurch freiwerdenden Kräfte in Arbeit.

Schon vor 60 Jahren war der grosse Unterschied zwischen anorganischer und organischer Welt prinzipiell gelöst und seither sind unzählige Beweise auf allen naturwissenschaftlichen Ge-

bieten erbracht worden, dass in den lebenden Wesen durchaus keine anderen Faktoren wirksam seien als einzig und allein die Kräfte, welche zur Erklärung der unbelebten Natur angenommen wurden.

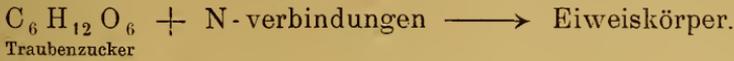
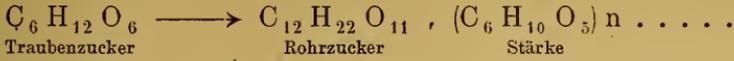
Die Aufstellung einer bestimmten »Lebenskraft« war nichts anderes als eine bequeme Lagerstätte, wo nach dem Ausspruche Kants: »Die Vernunft zur Ruhe gebracht wird auf dem Polster dunkler Qualitäten«. Wenn wir aber gerade in der Biochemie, welche das Ziel verfolgt: einen vollkommenen Einblick in die unabsehbare Reihe von chemischen Vorgängen im Pflanzen- und Tierreich zu geben, auf Schritt und Tritt Rätseln und Problemen begegnen, deren Lösungen trotz wahren Ameisenfleiss in unabsehbarer Weite liegen, so ist der Grund darin zu suchen, dass wir zur Beobachtung der unbelebten und belebten Natur leider nur ein und dieselben unvollkommenen Sinnesorgane benützen müssen, welche von Haus aus nichts anderes perzipieren als nur einen sehr beschränkten Kreis von Lebensvorgängen. Trotzdem wissen wir, wie wir sehen werden, viel von den chemischen Vorgängen im lebenden Organismus. Stück für Stück — ohne Hebeln und Schrauben — dringen wir in das grösste Naturgeheimnis ein.

Aus nur wenigen ihr als Nahrungsstoffe dienenden einfachen Nährstoffen wie: Kohlensäure (CO_2), Wasser (H_2O), Amoniak (NH_3), Nitro (NO_3)-verbindungen und Mineralstoffen baut die Pflanze die ungemein komplizierter zusammengesetzten Bestandteile ihres Organismus wie: Eiweissstoffe, Kohlehydrate, Fette, Harze, organische Säuren etc. auf. Durch diese Synthese d. i. die Darstellung komplizierter Verbindungen aus einfachen, wird in den ersteren naturgemäss viel chemische Energie aufgespeichert.



Anderes beim Tier. Dieses ist direkt oder indirekt auf die Pflanzenwelt angewiesen, aus der es die organischen Nährsubstanzen aufnimmt. Diese erleiden im tierischen — also auch im menschlichen — Organismus bei Gegenwart von Luftsauer-

Vom Traubenzucker ausgehend, baut nun die Pflanze höhere Zuckerarten wie: Rohrzucker, Stärke etc. auf und im Verein mit N-verbindungen das hoch molekulare Eiweismolekül.



Die Bildung der Stärke z. B. lässt sich schön und leicht durch folgenden Versuch ersehen: Werden Blätter mit Traubenzuckerlösung bestrichen und im dunkeln einige Zeit stehen gelassen, so kann auf ihnen nachher durch Jodlösung die gebildete Stärke nachgewiesen werden.

Kohlehydrate, Eiweiskörper, Fette lassen sich auf eine gemeinsame Quelle: den Traubenzucker zurückführen. Jene im Pflanzenkörper gebildeten Körper unterscheiden sich aber in einem wesentlichen Punkt von dem im Laboratorium künstlich erzeugten Zucker, von den synthetischen Fetten und eiweißähnlichen Körpern. Die in der Natur entstehenden Verbindungen besitzen nämlich die wunderbare physikalische Eigenschaft, dass ihre Lösung einen nur in einer bestimmten Ebene schwingenden Lichtstrahl nach rechts oder links abdreht. Sie sind optisch aktiv oder asymmetrisch. Da die Chlorophyllkörner selber optisch aktiv sind und die unerklärliche Verwandlung der aufgenommenen Kohlensäure zu den kompliziertesten organischen Verbindungen in ihnen vor sich geht, so ist zwar leicht einzusehen, dass sich bei dieser bereits vorhandenen Eigenschaft diese Stoffe ebenfalls optisch aktiv bilden. Ein Rätsel bleibt nur, wie eigentlich der erste optisch aktive Körper entstanden ist und welche unbekanntten Kräfte hier mitgewirkt haben; ferner: warum die Natur nicht auch das chemische Spiegelbild der bestehenden Flora und Fauna geschaffen hat, da doch ursprünglich die Bedingungen zu ihrer Entstehung gleich gewesen sein müssen.

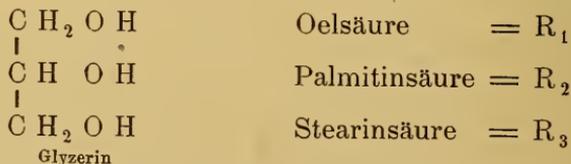
Von den Kohlehydraten kommen als Nährstoffe für den tierischen Organismus sowohl einfache Zucker, wie Traubenzucker, als auch höhere Arten wie Rohrzucker, Stärke u. a. in Betracht. Diese werden, wie wir wissen, durch den Speichel aufgespalten. Ihre Hauptverdauung findet im Darm statt, wo sie völlig zerlegt werden und durch Resorption in das Blut

gelangen. Vorher aber erfahren diese einfachen Bausteine in der Leber eine wichtige Veränderung. Wird dem Organismus viel Zucker zugeführt, so kondensieren ihn die Leberzellen unter Wasseraustritt zu Glykogen, eine der Stärke analog zusammengesetzte Zuckerart — $X \cdot C_6 H_{12} O_6 - X H_2 O = X (C_6 H_{10} O_5) + X H_2 O$ — und bewahren so den Organismus vor Ueberschwemmung mit Zucker, um diesen im geeigneten Moment »flüssig« zu machen. Das Glykogen verschwindet nämlich allmählich aus den Depots, wenn keine Nahrung zugeführt oder wenn Muskelkraft geleistet wird.

Es sind demnach die Kohlehydrate die Quellen der Muskelkraft. Aber auch für die Wärmeerzeugung kommen sie im hohen Masse in Betracht. Man hat z. B. durch einfache Abkühlung den Glykogengehalt eines Kaninchens zum vollständigen Verschwinden gebracht. Zuletzt sei noch erwähnt, dass die Kohlehydrate beim Aufbau und bei den Lebensprozessen der einzelnen Zellen lebhaften Anteil nehmen. Bei schwerer Stoffwechselstörung können die dem Körper so kostbaren Kohlehydrate nicht verarbeitet werden und werden täglich durch den Harn ausgeschieden, was mit der Zeit einen fortschreitenden Zerfall des Organismus zur Folge haben muss.

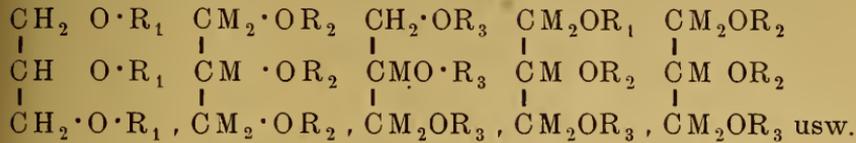
Für das Studium der chemischen Vorgänge im Pflanzen- und Tierkörper kommen in zweiter Linie die Fette in Betracht. Sie nehmen wegen ihrer hohen Verbrennungswerte eine ganz besondere Stellung ein und spielen als Reservestoffe eine grosse Rolle. Der tierische Organismus stapelt in Form von Fetten gewaltige Lager von Spannkraften auf, deren Grösse je nach dem Ernährungszustand verschieden sind.

Die Fette setzen sich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammen und bestehen aus zwei Teilen: aus einem sogenannten Glycerinrest und aus einer organischen Säure.



Tritt Glycerin mit einer dieser Säuren zusammen, so entstehen unter Wasseraustritt Fette und zwar je nachdem,

welches Säureradikal zugegen ist, einfache oder zusammengesetzte, z. B.:



Die Fette zerfallen entsprechend ihrer Konstitution unter Wasseraufnahme in Glycerin und die entsprechenden Fettsäuren. Dieser Vorgang heisst Verseifung und kann durch Laugen oder Mineralsäuren vorgenommen werden.

Im Haushalte der Pflanze treten die Fette gegenüber den Kohlehydraten zurück. Trotzdem begegnen wir jenen auch hier.

In den ruhenden Pflanzenteilen z. B. in den Samen ist Fett vorhanden. Ferner ist es im Protoplasma sehr fein verteilt, dann in den Knollen, Wurzeln und in den Stämmen und Zweigen zur Zeit der Winterruhe.

Die dem tierischen Organismus zugeführten Fette treten, nachdem sie im Magen eine nur geringe Verseifung erleiden in den Darm ein, wo sie verdaut werden. Das Fett wird hier in feinste Teilchen zerstäubt. Es bildet eine Emulsion; wahrscheinlich, um dem fettsplattendem Ferment eine enorm grosse Oberfläche für seine Einwirkung zu schaffen und so seine Wirkung zu erleichtern. Dazu kommt die Körperwärme, welche in den meisten Fällen über dem Schmelzpunkt der zu geniessenden Fette liegt.

Hameltalg allein, dessen Schmelzpunkt bei 49°C liegt — also höher als die Körpertemperatur — wird nur langsam aufgenommen. Die aufgespaltenen Bestandteile des Fettes — Glycerin und Fettsäure gelangen nun in den Körper. Aber nur ein ganz bestimmter Prozentsatz. Der andere Teil wird von der Darmwand wieder zusammengefügt und aufgestapelt. Dadurch wird verhindert, dass der Körper von grösseren Mengen Glycerin und Fettsäuren überschwemmt werde.

Mit der Rolle als Nahrungsstoffe — sei es direkt oder indirekt in Form von Depots — sind die Funktionen der Fette im tierischen Organismus noch nicht erschöpft. Beim

wachsenden Individuum nimmt das Fett lebhaften Anteil am Aufbau der Gewebe und Zellen. Wenn wir uns erinnern, dass wir oft Stoffe zu uns nehmen, die in Wasser unlöslich sind, so kann man hier annehmen, dass die Fette in diesen Fällen lösend wirken, da diese Stoffe doch mit Leichtigkeit von uns aufgenommen werden.

Die wichtigsten Nahrungsstoffe, welche bei den chemischen Prozessen der Pflanzen- und Tierwelt die grösste Rolle spielen, sind die Eiweiskörper. Diese komplizierten Verbindungen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel und Phosphor und können aus einfachen Verbindungen nur in der Pflanze und im Tier aufgebaut werden. Sie kommen in dreierlei Formen vor: Erstens enthalten die Flüssigkeiten der Tiere und Pflanzen wie: Blut, Zellsaft etc. Eiweiskörper in gelöster Form. Zweitens bilden sie zusammen mit anderen anorganischen und organischen Substanzen das merkwürdige, zwischen festem und flüssigem Aggregatzustand in der Mitte stehende Gemenge von eigentümlicher Struktur, das wir das lebende Protoplasma der tierischen und pflanzlichen Zellen und Gewebe nennen. Drittens sind die Eiweiskörper in Pflanzen, seltener in den Eiern von Tieren auch in fester, zum Teil kristallinischer Form abgelagert.

Man nimmt jetzt allgemein an, dass die Blätter bei der Eiweissynthese am meisten beteiligt sind und dass dabei das Licht eine grosse Rolle spielt. Der in verschiedener Form aufgenommene Stickstoff verbindet sich mit Wasser und dem aus Kohlensäure — wie oben bereits erwähnt wurde — entstehenden Formaldehyd auf bisher unerklärliche Weise zu stickstoffhaltigen organischen Säuren — Amidosäuren — welche sich verketteten und das Eiweismolekül entstehen lassen.

Die Bedeutung der Eiweissubstanz für die Pflanzenwelt lässt sich schwer abschätzen, ebenso das Kenntnis über den Eiweissstoffwechsel in der Pflanze. Ob die Pflanze Eiweis überhaupt verbrennen kann, ist nicht einwandfrei bewiesen. Während der tierische Körper Eiweis zu Harnstoff und Harnsäure verbrennt, hat man bei der Pflanze nur diesen Körpern sehr nahe verwandte Verbindungen gefunden: Coffein, Theobromin, Theophyllin u. a. Es ist auch möglich, ja sogar wahrscheinlich

dass die Alkaloide z. B. Nikotin, Chinin, Brucin und wie die anderen unzähligen alle heissen, in Beziehung zu den Eiweiskörpern stehen. Ebenso sollen verschiedene Farbstoffe wie Indigo im Zusammenhang mit dem Eiweisstoffwechsel der Pflanze stehen.

Ueber das Verhalten des mit der Nahrung dem tierischen Organismus zugeführten Eiweises wissen wir, dass es nicht im Magen weitgehend abgebaut wird, sondern erst im Darmkanal unter der Einwirkung des Pankreassaftes in seine Abbauprodukte zerfällt, welche dann als Bausteine den Zellen zugeführt werden. Aus diesen abgebauten Produkten formt sich die Zelle ihr Eiweis neu. Wie aus diesen Bausteinen das lebende Eiweis mit seiner spezifischen Zusammensetzung entsteht, bleibt bisher rätselhaft, ebenso wie die Tatsache, dass es bei der Fortpflanzung seine wunderbaren Eigenschaften voll und ganz auf seine Teilungsprodukte übertragen kann. Als Endprodukt des Eiweisstoffwechsels im tierischen Organismus ist der Harnstoff anzusehen. Wird bei Funktionsstörungen des Darmes und der Niere das Eiweis dem Körper entzogen, indem es durch die Harnkanälchen in den Harn gelangt; so ist dies von weitgehender Bedeutung für den Organismus.

Genau so unentbehrlich wie Kohlehydrate, Fette und Eiweiskörper für die chemischen Vorgänge im pflanzlichen und tierischen Körper sind das Wasser und verschiedene anorganische Salze. Etwa zwei Drittel des tierischen Organismus besteht aus Wasser; keine Zelle kann ohne Wasser bestehen. Es führt die Nahrungsstoffe dem Körper, sei es durch das Blut oder durch die feinsten Gewebsspalten der Zellen zu und vermittelt den Wegtransport der Zerfalls- und Abbauprodukte.

Kochsalz findet sich in beträchtlicher Menge und konstant im Blutserum, muss daher in bedeutendem Maße zugeführt werden; Phosphate und Calcium- und Magnesiumverbindungen sind für den Knochenbau und für die Funktion der Muskeln, der Drüsen, der Geschlechtsorgane, des Nervensystems usw. unentbehrlich; Eisen ist für die Blutbildung nötig; Fluor für das Zahn- und Knochengewebe. Welch grossen Einfluss ein Salz z. B. auf den inneren Chemismus der Zelle haben kann, beweist J. Löbs Versuch mit unbefruchteten Seeigeleiern, die

er durch bloße Einwirkung einer Lösung von Seewasser und Kaliumchlorid zur Entwicklung von normalen Larven brachte.

— — — — —

Aus all diesem Gesagten ersehen wir, dass die Biochemie mit wahrem Ameisenfleiss an der Entschleierung der chemischen Vorgänge im pflanzlichen und tierischen Körper arbeitet. Die Biochemie scheint auch dazu berufen zu sein, uns von der Anschauung zu befreien, dass Erhaltung und Zeugung nur auf dem Umweg von Tier- und Pflanzenvernichtung beruht; also vom Gesetz vom Werden durch Sterben — indem sie indirekt am Problem der Darstellung künstlicher Nahrungsmittel mitarbeitet. Dieses Problem wird aber sobald nicht gelöst sein, denn Fabriksbrot und Laboratoriumseiweis verfüttert, könnten für die Erhaltung des Lebens nicht ausreichen. Leben kann nur durch Leben erhalten werden; und Leben ist an die Zelle gebunden und zwar an den wichtigsten Teil derselben an das Nuclein, eine kompliziert zusammengesetzte Verbindung, welche weder von Säure, noch durch Lauge, noch durch die Verdauung angegriffen wird. Nur dem Feuer kann Nuclein nicht widerstehen. In dieser Substanz kann das Mysterium des Lebens liegen. Als einst der berühmte Arzt Billroth ein Stückchen verdauende Magenwand unter dem Mikroskop besah und eine grosse Anhäufung von weissen Blutkörperchen beobachten konnte, da nahm er nach dem damaligen Stand der Wissenschaft als Ursache dieser Erscheinung eine Erkrankung der Magenwand an. Heute wissen wir, dass die weissen Blutkörperchen, diese Heinzelmännchen in unserem Körper, sich hier anhäufen, um auf die chemisch unveränderbaren, freigewordenen Nucleinkerne der Nahrung zu lauern. Sie führen sie in das Blut und in die Gewebe, säen die Samen aus, wo es not tut. Aus diesen Kernen bilden sich Zellen. Mit dem Kreislauf der Kerne geht der Kreislauf der besonders geformten Zellen und ihrer Bildung einher. Um Tier und Pflanze ihre Ergänzungsfähigkeit zu sichern, dazu ist der Tausch der Kerne, dieses ewige Wechseln, unerlässlich nötig. Dies ist der tiefste Sinn der Ernährung.

— — — — —

Mit den Lichtstrahlen prasselt von der Sonne unsichtbare, millionfach variierte Wellenbewegung herab und reisst alle

Lebensvorgänge mit hinein. Leben ist vielleicht nichts anderes als »ein Rythmus zwischen den mannigfachen Wellenbewegungen und den um sich selbst kreisenden Atomkomplexen der Masse, welche zusammen die Grundlage zur Bildung der Energieformen bilden«. Das Grün des Frühlings, das Rot des Blutes, der Glanz der Blüten und Blätter, sie alle entstehen in den geheimen Werkstätten der Pflanzen und Tiere durch chemische Vorgänge, durch welche immer neue Möglichkeiten geschaffen werden, uns zu den höchsten Höhen zu erheben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen und Mitteilungen des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften zu Hermannstadt. Fortgesetzt: Mitt.der ArbGem. für Naturwissenschaften Sibiu-Hermannstadt.](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [64](#)

Autor(en)/Author(s): Türk Walter

Artikel/Article: [Ueber die chemischen Vorgänge im pflanzlichen und tierischen Organismus. 42-51](#)