

Biologisches Centralblatt

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess

und

Dr. E. Selenka

Prof. der Botanik

Prof. der Zoologie

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

Jährlich 24 Nummern von je 2 Bogen. Preis des Jahrgangs 16 Mark.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

I. Jahrg.

15. Oktober 1881.

Nr. 13.

Inhalt: **Kunkel**, Die Uebereinstimmung des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels. — **Jordan**, Einfluss des bewegten Wassers auf die Gestaltung der Muscheln aus der Familie Najades, Lam. — **Pansch**, Ueber die obere und untere Pleuragrenze. — **v. Meyer**, Die Mechanik des menschlichen Ganges. — **Kossel**, Untersuchungen über die Nucleine und ihre Spaltungsprodukte. — **Rindfleisch**, Tuberkulose. — **Grawitz, Buehner**, Die Specificität krankheitsregender niederer Organismen.

Die Uebereinstimmung des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels.

Als man zuerst den tierischen und den pflanzlichen Stoffwechsel nach dem End-Summenwerte der gelieferten Produkte kennen lernte, musste man einen principiellen Gegensatz zwischen denselben finden, den man kurz so definirte, dass der tierische Stoffwechsel als Destruktion, Oxydation, der pflanzliche dagegen als Assimilation, Reduktion aufzufassen sei. Diese Meinung blieb auch als Schullehre lange genug bestehen, obwohl man die Tatsachen, die zu einer universellern Betrachtung führen, schon kannte. Erst die allgemeinen Ueberlegungen, die von verschiedenen Physiologen seit einigen Jahren in die biologischen Wissenschaften eingeführt sind, haben unsere Auffassung vertieft und dadurch vereinfacht.

Das, was den tierischen Stoffwechsel kennzeichnet, die unter Sauerstoffaufnahme fortwährend weitergehende Zersetzung und Ausscheidung von Kohlensäure, findet unter gewöhnlichen Umständen auch in den Pflanzen statt. Im Dunkeln hauchen alle Pflanzen, wie dies längst bekannt ist, Kohlensäure aus. Es ist also die Assimilation ein Vorgang, der nur an bestimmte Organe der Pflanze und an die Beihülfe des Lichts geknüpft ist. Wenn das Licht der Pflanze fehlt, hören die stofflichen Umsetzungen in derselben nicht auf. Die Pflanze lebt jetzt weiter auf Kosten der Stoffe, die sie vorher durch Assimilation gebildet hat, durch Umsetzungen, die ganz denen des tierischen Körpers analog sind.

Es liegt darum der Schluss nahe, der hier nicht weiter durch Einzelausführung begründet werden soll, dass ganz allgemein das lebendige Protoplasma, auch das der Pflanzenzelle, auf seinem Bestande sich nur erhalten, d. i. leben kann unter der Bedingung, dass immer Zersetzung (Oxydation) in demselben stattfindet, dass Kohlensäure gebildet wird. Wenn wir eine grüne Pflanze, die dem Licht ausgesetzt ist, durch Assimilation an Gewicht zunehmen sehen, so ist diese Gewichtsänderung als die Resultirende zweier Summanden, von denen nur der Eine das positive Vorzeichen trägt, aufzufassen. Für gewöhnlich ist bei den grünen Pflanzen die Assimilation überwiegend und darum hat man nach diesem augenfälligen Ergebnisse einseitig den pflanzlichen Stoffwechsel definiert.

Diese beständig weitergehende Zersetzung, die wir als die fundamentale, allen lebenden Gebilden notwendige Stoffwechselart bezeichnet haben, tritt am reinsten hervor bei solchen Pflanzenteilen, die nicht assimiliren können, d. i. bei keimenden Samen und Knollen und bei etiolirenden Pflanzen. Es hat hierauf in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit verschiedener Biologen sich gerichtet, und es ist die Uebereinstimmung zwischen Tier und Pflanze dadurch noch weiter klar gelegt worden.

Eine wesentliche Eigenschaft des tierischen Stoffwechsels ist, dass die Kohlensäurebildung in den Zellen unabhängig vom unmittelbaren Zutritt von Sauerstoff ist. Der Muskel gibt Kohlensäure ab, ohne freien Sauerstoff zu enthalten; die Kohlensäureabgabe ist vom Gasgehalt des Bluts unabhängig; auch in sauerstofffreien Gasgemengen wird Kohlensäure gebildet. Wir nehmen an, dass diese Kohlensäure durch sogen. intramolekulare Verschiebung aus einem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff [nicht auch Stickstoff?] enthaltenden Körper abgespalten werde und bezeichnen diesen Vorgang als intramolekulare Atmung. Das bekannteste Beispiel ist das der Alkoholgärung, bei der aus dem Zucker ohne Sauerstoffeintritt Kohlensäure und Alkohol entsteht. Eine große Reihe von Tatsachen, die alle darauf hinweisen, dass Kohlensäurebildung und Sauerstoffaufnahme durchaus nicht zeitlich genau parallel neben einander her gehen, haben diese fundamentale Erkenntniss immer mehr bestätigt.

Dem widerspricht nicht das eminente Sauerstoffbedürfniss des lebenden Organismus, das bei den höchst stehenden Organismen auch am lebhaftesten hervortritt. Nur unmittelbar ist der freie Sauerstoff bei der Bildung der Kohlensäure nicht beteiligt, aber indirekt ist er dazu durchaus notwendig für die Herstellung und Umwandlung der Stoffe, die in der ganzen Zersetzungsreihe der Kohlensäureabspaltung vorausgehen und nachfolgen.

Es ist eine verdienstvolle Arbeit, die im Laboratorium von J. Sachs von Wortmann unternommen worden ist, die Kohlensäureausscheidung keimender Samen im sauerstofffreien Gasgemisch zu

verfolgen¹⁾. Es zeigte sich, dass bei vollständigem Sauerstoffabschluss durch viele Stunden Kohlensäure in großen Mengen weiter gebildet wurde und zwar lieferten gleiche Zeitabschnitte (annähernd) gleiche Mengen.

Diesen letzten Punkt scheint uns der Autor in den theoretischen Ausführungen zu sehr betont zu haben; er lässt wirklich in gleichen Zeiten gleiche Kohlensäuremengen entstehen. Es ist aber schon aus aprioristischen Gründen anzunehmen, dass die Kohlensäureausscheidung allmählich abnehmen muss, und darauf deuten die Zahlen der spätern Stadien der mitgetheilten Versuchsreihen teilweise auch direkt hin. — Am meisten scheint uns für unsre Auffassung (neben manchem andern Grunde) die folgende Ueberlegung zu sprechen.

Es ist eine für alle gährungsartigen Umsetzungen, mit denen wir zumeist noch die chemischen Prozesse der lebendigen Zellen vergleichen können, erwiesene Tatsache, dass diese Gärungen nach einiger Zeit sich selbst abschwächen und schließlich sistiren durch die Behinderung, welche die entstandenen Umsetzungsprodukte auf den weitem Verlauf der Zersetzung ausüben. So ist dies mit der Alkoholgärung der Fall, welche durch die Gegenwart des Alkohols allmählich abgeschwächt und schließlich, wenn auch erst spät, sistirt wird. Dies gilt für alle Fermentationen und Gärungen.

Diese bei den Gärungen erkannte Beziehung wendet man mit Vorteil auch auf physiologische Vorkommnisse der complicirtesten, höchsten Organismen an. Die Ermüdung des ausgeschnittenen Muskels ist zuerst durch Anhäufung der sogen. Ermüdungsstoffe bedingt. Entfernt man dieselben, so ist der Muskel wieder im Stande Arbeit zu leisten. Es ist also von der Substanz, deren Umsetzung die Quelle der gewonnenen Energie abgibt, noch vorhanden, deren Zerfall ist aber unmöglich gemacht durch die angehäuften „Gärungsprodukte“. Gerade für diese Stoffe aber nehmen wir den Sauerstoff in Anspruch. Dies sei nur ein Beispiel in der flüchtigsten Ausführung: verschiedene Erscheinungen der Atmung der Säugetiere lassen sich leicht für den gleichen Gedanken verwenden.

Der Organismus ist auch darauf eingerichtet, diese nächsten Reaktionsprodukte der intramolekularen Atmung (wohin beispielsweise die sogen. reducirenden Stoffe des Bluts gehören) möglichst rasch zu verändern, unschädlich zu machen. Soweit wir bisher diese Stoffe kennen, erscheinen sie im normalen Organismus nur in geringen Mengen, weil sie eben sofort mit Beihülfe anderer Moleküle verwandelt werden.

Für die Begrenzung der intramolekularen Atmung bei Sauerstoffabschluss sprechen manche weitere Beobachtungen. So wissen wir lange durch Versuche, dass Samen im ersten Stadium des Keimens

1) Arbeiten des botanischen Instituts Würzburg ed. J. Sachs I. Band.

viel Sauerstoff aufnehmen, ohne die entsprechende Kohlensäuremenge dafür auszugeben, es findet also Aufspeicherung von Sauerstoff (in gebundener Form!) statt. — Diese Versuche sollten wiederholt und vor Allem die Unterschiede zwischen öl- und stärkehaltigen Samen gut berücksichtigt werden.

Der atmende Pflanzensamen braucht Sauerstoff, gerade wie das Tier denselben gebraucht. Für eine Zeitlang kann er aber den freien Sauerstoff entbehren, wie dies die Tiere auch können. Er ist darauf eingerichtet, durch den momentanen Mangel nicht zu Grund gehen zu müssen und eine Zeitlang von dem zu leben, was er vorher aufgespeichert hat. Gerade diese Aufspeicherung ist aber ermöglicht durch die Einrichtung der intramolekularen Atmung. Es muss ein Körper des festen Aggregatzustands sein, der unmittelbar der wichtigsten Funktion des Lebens dient. Denn nur ein solcher kann in größeren Mengen aufgespeichert werden.

Eine weitere Reihe von Tatsachen, die in neuerer Zeit erkannt und zusammenfassend dargestellt worden sind, liefern eine wesentliche Ergänzung zu dem oben ausgesprochenen Grundgedanken der Analogie zwischen pflanzlichem und tierischem Stoffwechsel.

Wo man bisher im Einzelfalle den tierischen Stoffwechsel in allen seinen Endprodukten studirt hat, hat man immer gefunden, dass neben den gasförmigen Ausscheidungen (Kohlensäure und Wasser) auch feste und zwar stickstoffhaltige Excretionsprodukte gebildet werden. Es sind die Umsetzungen in den tierischen Zellen von der Art, dass auch stickstoffhaltiges Material (eiweißartige Substanzen) der völligen Destruktion verfällt. Die Endprodukte dieser Umsetzung sind Körper, welche die Amidgruppe enthalten, Amidosäuren oder Säureamide (so Harnstoff, Harnsäure, Glycin u. A.).

Nun hat man neuerdings gewissen krystallinischen stickstoffhaltigen Körpern, die in Pflanzenteilen unter bestimmten Umständen sich finden, größere Aufmerksamkeit zugewendet und gefunden, dass diese Amidkörper nach den speciellen Umständen ihres Erscheinens von zersetztem Eiweiß abgeleitet werden müssen. Es ist in der ersten Nummer dieses Blattes der Aufsatz von E. Schulze: „Ueber Eiweißumsatz im Pflanzenorganismus“ schon von Hansen referirt, so dass ich mich auf die dort beschriebenen Tatsachen als auf Bekanntes beziehen darf.

In jungen Pflanzenteilen, die sich ausschließlich auf Kosten von Reservematerial (ohne gleichzeitige Assimilation) entwickeln, d. i. neue Gewebelemente und Organe bilden, zeigt sich bald eine starke Anhäufung von stickstoffhaltigen krystallinischen Körpern, Amiden und Amidosäuren. Die der Menge nach hauptsächlichsten sind Asparagin und Glutamin; auch Leucin und Tyrosin und andere ähnliche Stoffe sind (aber nur in minimen Mengen gegenüber dem Asparagin) gefunden. Einer dieser Körper ist immer in weitaus überwiegender

Menge vorhanden, gewöhnlich das Asparagin, in einigen Pflanzen das Glutamin. Die Stoffe sind, wie man an den Samen unzweifelhaft feststellen kann, aus Eiweiß erst entstanden, sie finden sich nicht im ungekeimten Samen und ihre Menge nimmt mit dem Fortschreiten der Keimung zu, während der Gesamtstickstoffgehalt constant bleibt.

Nimmt man einstweilen diese Hypothese an, dass auch der Stoffwechsel der Pflanzen die Zersetzung von Eiweiß und die Bildung stickstoffreicher Amide in sich schließe, so ist die nächste Frage, warum wir nicht immer diese Amide in den Pflanzen, vor Allem in den grünen Pflanzen antreffen. — Auf diese Frage ist eine befriedigende Antwort jetzt schon möglich: diese Amide werden in der Pflanze wieder in Eiweiß zurückverwandelt. Wenn Keimlinge, Knospen erst einige Zeit grüne Blätter besitzen und damit assimiliren, verschwindet das Asparagin wieder. Da Stickstoff von den Pflanzen nicht ausgegeben und nach einiger Zeit nur Eiweiß in denselben gefunden wird, so muss aus dem Asparagin wieder Eiweiß entstanden sein.

Soweit ist die Ausführung klar und durchsichtig und leicht annehmbar. Gegen manche Folgerung aber, die in die Lehre von der Eiweißzersetzung in der Pflanze von deren Vertretern eingeführt worden ist, lassen sich verschiedene Bedenken geltend machen.

So ist die Meinung ausgesprochen, dass die Eiweißzersetzung in den Pflanzen dieselbe sei, die man künstlich durch Kochen mit Säure nachahmen könne. Es werden in der Tat dieselben Eiweißzersetzungsprodukte, wie die künstliche Zersetzung sie liefert, in der Pflanze gefunden, aber nur quantitativ in ganz andern Mengenverhältnissen. Während Leucin bei der Zersetzung mit Schwefelsäure immer in den größten Mengen unter den Zersetzungsprodukten angetroffen wird, Asparaginsäure dagegen nur zu einigen Procenten, ist umgekehrt Leucin in den Pflanzen nur in verschwindend kleinen Mengen nachweisbar, dagegen ist oft mehr als die Hälfte des Gesamtstickstoffs eines Keimlings in Form von Asparagin in demselben angehäuft. — Um diese wesentliche Abweichung in der Quantität der gelieferten Reaktionsprodukte zu erklären, wird weiter angenommen, dass fortwährend Eiweiß in der Pflanze neu zerfällt und neu gebildet wird: an einem Ort soll die Neubildung, an dem andern der Zerfall des dorthin transportirten Eiweißes geschehen. Zu diesem Neuaufbau, so lautet die Hypothese weiter, sind nicht alle Bruchstücke des vorher zertrümmerten Eiweißmoleküls gleich gut geeignet. So lange nur Reservematerial genug vorhanden ist, werden von der Pflanze die am besten geeigneten Bausteine ausgesucht, die weniger gut verwertbaren bleiben liegen und häufen sich so immer mehr an. Nach dieser Hypothese sind Leucin und Tyrosin gut geeignete Stoffe für die Eiweiß-Regeneration, weil man ja davon immer nur so minime Mengen in den Pflanzen antrifft. Asparagin und Glutamin wären dagegen nur weniger gut zu verwenden.

Wir wollen unsere Einwürfe gegen diese ganze Schlussreihe beginnen mit einem Einwand, der sich aus dem relativen Stickstoffgehalt der verschiedenen hier in Betracht kommenden Stoffe ableiten lässt. Es enthält Tyrosin 7,7, Leucin 10,7, Eiweiß 16 bis 17, Glutamin 19,2, Asparagin 21,2 Procente Stickstoff (Glycin 18,7, Harnsäure 34,5, Harnstoff 46,7). Betrachtet man ganz oberflächlich nach dem Erfolge der gelieferten stickstoffhaltigen Produkte den Zerfall der Eiweißstoffe im Tierkörper, so kann man sagen, die Eiweißstoffe werden so zersetzt, dass möglichst stickstoffreiche Atomgruppen von dem Eiweiß abgespalten und dann aus dem Organismus entfernt werden. — Ganz übereinstimmendes sehen wir in der Pflanze: es bleibt von dem zersetzten Eiweiß ein Rest übrig, der stickstoffreicher als die Muttersubstanz ist, das Asparagin; der andere Teil wird „veratmet“. — Es wäre von Interesse zuzusehen, ob der pflanzliche Organismus nicht Stoffe bilden kann, die procentiseh noch stickstoffreicher sind als das Asparagin. Man sollte keimende Samen bis aufs äußerste, bis zum schließlichen Tode etioliren lassen und zusehen, ob dann nicht stickstoffreichere Produkte (als Asparagin) entstehen. Ein solcher Fund würde für unsere Auffassung eine wesentliche Stütze sein.

Die oben referirte Meinung, dass die Pflanzen in sich das Eiweiß in der gleichen Weise zersetzen, wie wir das künstlich nachahmen können, zeichnet sich allerdings durch Einfachheit aus. Aber schon die nächsten Folgerungen, die man daraus zieht, führen zu um so complicirteren Annahmen. Der Restitution zu Eiweiß sollen am leichtesten Leucin und Tyrosin, die Stoffe, die wir in den Pflanzen in den kleinsten Mengen finden, dienen können. Das stickstofffreie Material, das mit zu dieser Restitution verwendet wird, ist nach der Meinung der Urheber dieser Hypothese der Traubenzucker. Wenn Leucin oder Tyrosin, Körper von 8 bis 11 Procent Stickstoff zusammen mit stickstofffreiem Material zu Eiweiß, einem Molekül von 17 % Stickstoff werden sollen, so sind dazu sehr complicirte Reaktionen notwendig, bei denen die sich beteiligenden Atomgruppen vollständig zerspalten, und umgebaut werden müssen. Wollte man aus Leucin allein Eiweiß darstellen, so müsste man viel Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff abspalten, weil ja Eiweiß stickstoffreicher ist als Leucin. Nun nimmt aber die oben dargelegte Hypothese zu dieser Eiweißsynthese noch Glykose, stickstofffreies Material zu Hilfe, und sie muss an ein in die Reaktion eintretendes stickstofffreies Molekül denken, weil ja Assimilation notwendig ist zur Eiweißrestitution. Wir kämen dadurch zu der wenig wahrscheinlichen Annahme, dass die Natur so unökonomisch arbeitet, die größere Hälfte des zu einem bestimmten Zweck aufgewendeten Baumaterials für Nebenzwecke verwenden zu müssen.

Fasst man die Tatsachen, die sicher begründet sind, zusammen, so kommt man auch zwanglos zu anderer Auffassung. Gewiss ist, dass in jungen, stark wachsenden Pflanzenteilen große Mengen von

Asparagin entstehen und dass späterhin dieses Asparagin wieder verschwindet, indem Eiweiß restituiert wird. Asparagin ist aber zusammen mit stickstofffreiem Material wol geeignet zum Eiweißaufbau, weil hier sich wirklich einfache Addition (unter Kohlensäure- und Wasseraustritt) vollziehen kann. Dass Leucin und Tyrosin in größeren Mengen in den Pflanzen entstehen, ist durch nichts bewiesen; ebenso ist es nur Hypothese, dass das Asparagin für die Eiweißsynthese ungeeignet sei; wir sehen es gerade im Gegenteil sich vollständig in Eiweiß zurückverwandeln. Die ganze Lehre wie sie jetzt gewöhnlich angenommen wird, ist aufgebaut auf Grund des zuerst von Gorum-Besanez ausgesprochenen Satzes, dass die Eiweißzersetzung in der Pflanze mit der künstlichen identisch sei. Dieser Satz ist aber aus vielen Gründen unwahrscheinlich. Doch wollen wir deren Wiedergabe auf eine andere Gelegenheit verschieben.

Wir können demnach Alles, was von der Eiweißzersetzung in der Pflanze bekannt ist, sehr wol zu folgender Lehre zusammenfassen: Der Stoffwechsel der Pflanze ist mit dem Zerfall von Eiweiß verbunden; es entstehen dadurch, wie im tierischen Organismus Stoffe, die stickstoffreicher sind als das Eiweiß. Diese Stoffe werden gewöhnlich in der Pflanze bald wieder zu Eiweiß restituiert unter Zuhilfenahme von stickstofffreiem Material (Glycose). Wo solches fehlt, da häufen sich die stickstoffhaltigen Produkte in größeren Mengen an; das Asparagin der Keimlinge hat diesen Ursprung.

Ein Gedanke sei zum Schluss noch kurz erwähnt. Einmal ist durch eine Reihe übereinstimmender Tatsachen eine weitgehende Analogie zwischen dem tierischen und dem pflanzlichen Stoffwechsel nachweisbar; zum Andern sehen wir bei den Pflanzen die Erscheinung, dass die dem Gesamtstoffwechsel notwendige Eiweißzersetzung wieder rückgängig gemacht, das Eiweiß gespart werden kann; die Pflanze verfährt im höchsten Grad ökonomisch mit diesem kostbaren Material; es fragt sich darnach, ist auch im tierischen Körper eine solche Eiweißrestitution, die einer Ersparniss gleich kommt, möglich. Manche Tatsachen, die-gut gekannt sind, sprechen für eine solche Ersparniss. Doch sei heute nur die Frage angeregt: die Antwort verdient für sich besonders ausführlich besprochen zu werden.

A. J. Kunkel (Würzburg).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1881-1882

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Kunkel A.

Artikel/Article: [Die Uebereinstimmung des pflanzlichen und tierischen Stoffwechsels 385-391](#)