

Früchte der *F. austriaca* sammelte, die heuer im Garten junge Pflänzchen geliefert haben. Bei Melk wächst sie an den Abhängen längs der Donau zwischen der Pielach-Mündung und Schönbühl in Gesellschaft von *F. ovina*, aber nicht häufig; sie ist auf den ersten Blick durch Wuchs und Rispe, besonders aber sehr lange und zarte Blätter von ihr unterschieden. Den Standort am Geisberge kenne ich bloss aus Neilreich's Herbar; ich zweifle nicht, dass diese Art an ähnlichen Orten weiterhin verbreitet sein wird, auffallend aber ist es, dass sie mir noch in keinem Herbar aus einem der unliegenden Länder begegnete, wesshalb ich ihr wohl nicht mit Unrecht den Namen *austriaca* beigelegt habe.

Schliesslich bemerke ich noch, dass die vorliegende Beschreibung nur ein herausgerissenes Bruchstück einer monographischen Bearbeitung der europäischen *Festuca*-Arten ist, mit der ich seit etwa einem Jahre beschäftigt bin, und dass ich sie nur deshalb publizirt habe, weil bis zum Abschluss meiner Arbeit, der ich durch Vergleich massenhaften Materials aus allen Theilen Europa's, sowie durch umfassende Kulturversuche eine sichere Basis geben will, noch Jahre vergehen dürften. Mittlerweile mögen die hier und in der zitierten Abhandlung in der ungar. Vierteljahresschrift gegebenen Andeutungen zur weiteren Verfolgung meiner Methode, die ich übrigens nur dem genialen Forscher Douval-Jouve entlehnt habe, anregen. Zugleich richte ich die Bitte an alle diejenigen, welche interessante Formen von *Festuca*-Arten, sowie von Gräsern überhaupt besitzen, mit mir in Verbindung treten zu wollen; insbesondere sind mir alpine Formen von Wichtigkeit, sowie reife Früchte von allen selteneren Arten und Abarten.

St. Pölten, im Juli 1878.

Der Kreislauf des Stoffes in der Pflanzenwelt*).

Von Dr. Julius Wiesner.

Die Enthüllung jener räthselhaften Vorgänge, welche sich bei der Stoffbildung der Pflanzen abspielen, bieten nicht nur ein physiologisches, sondern auch ein allgemeines naturwissenschaftliches Interesse dar. Erstens, weil erfahrungsgemäss die chlorophyllhaltige (grüne) Pflanze, indem sie aus unorganischen Stoffen organische erzeugt, nicht nur ihren eigenen Leib aufbaut, sondern auch das ausschliessliche Ernährungsmaterial für die chlorophyllosen Pflanzen, für die pflanzen-

*) Obiger Aufsatz, welcher in R. Fleischer's „Deutsche Revue“ (März 1878) erschienen ist, wurde zwar für weitere Kreise geschrieben, allein er enthält nicht nur manche neue Gedanken, sondern auch neue Beobachtungen, so dass derselbe für die Leser dieser Zeitschrift ebenfalls von Interesse sein dürfte.

(Anm. d. Red.)

fressenden Thiere und somit auch für die Thiere überhaupt liefert; und zweitens, weil die Formen der in der Pflanzenwelt vorkommenden Ernährung fast ebenso viele Formen des Stoff-Kreislaufes bedeuten.

Man hat begreiflicher Weise den Ernährungsvorgängen der grünen Pflanzen eine grössere Aufmerksamkeit zugewendet als denen der nicht grünen, und zwar nicht nur aus wissenschaftlichen, sondern auch aus praktischen Gründen. Es schien lohnender, zu ergründen, wie aus dem ärmlichen Nährmaterial der grünen Pflanze, aus Kohlen-säure, Wasser, Ammoniak oder Salpetersäure unter Mitwirkung von minutiösen Mengen gewisser Mineralsalze, durch die Kraft des Sonnenlichtes sich jenes Heer von Stoffen bildet, über deren Entstehung in der Pflanze die Chemie trotz ihres so weit fortgeschrittenen Zustandes doch noch so wenig zu sagen weiss, als zu erfahren, durch welche Prozesse die chlorophyllfreie Pflanze diese mannigfaltigen Stoffe bei der Ernährung wieder in einfachere Stoffe und zum Theile schliesslich wieder in die Nahrungsmittel der grünen Pflanze zurück-führt. Und es schien auch praktisch lohnender, die Lebensbedingungen unserer wichtigen Kulturpflanzen, die ja alle chlorophyllhaltig sind, kennen zu lernen, als etwa dem Ernährungsprozesse der aus feuchtem Waldboden oder in dumpfen Kellern emporspriessenden Pilze nachzugehen.

Trotz eines weitaus grösseren Aufwandes an wissenschaftlicher Arbeit ist man in der Ergründung des Ernährungsprozesses der chlorophyllhaltigen Pflanze nicht viel weiter als in der Erforschung des viel einfacheren Stoffwechsels der chlorophylllosen gekommen. Die Nahrungsmittel der ersteren sind genauer gekannt als die der letzteren, aber der Stoffwechsel innerhalb des Organismus ist hier wie dort fast durchweg noch in tiefes Dunkel gehüllt.

Schon die Fundamentalfrage: Ist denn nur die mit Chlorophyll versehene Pflanze der alleinige natürliche Erzeuger der organischen Substanz? konnte bis jetzt nicht endgiltig gelöst werden. Wir können mit Bestimmtheit auf diese Frage nur Folgendes antworten: Thiere und nicht grüne Pflanzen sind unvermögend, aus ausschliesslich unorganischer Nahrung organische Substanz zu erzeugen. In dem freien Walten der unorganischen Kräfte vermochten wir bis jetzt Prozesse, welche zur Bildung organischer Substanzen führen, nicht aufzufinden. Und doch drängt uns die Annahme einer Urzeugung der Organismen zu einer anderen, wie mir scheint, ebenso zwingenden Annahme, nämlich zu der einer ersten Erzeugung organischer Substanzen aus unorganischer.

Treten wir an die Sache näher heran.

Die bekannten, die Urzeugung betreffenden Experimente Pasteur's sind, wie heute wohl allgemein anerkannt wird, überschätzt worden. Sie lehrten uns bloss, dass unter bestimmten Versuchsbedingungen Urzeugung nicht stattfindet. Sie zeigten auch, dass Hefe, Bakterien und ähnliche Fermentorganismen nicht elternlos entstehen. Die Frage der spontanen Erzeugung von Organismen wurde durch

jene Experimente nicht erledigt. Nägeli hat auch hier wieder seinen Scharfsinn und sein von der Zeitströmung unabhängiges Urtheil gezeigt; denn kurz nach der fast allgemeinen Annahme der Pasteur'schen Behauptungen hat er unerschütterlich die Möglichkeit einer jetzt noch bestehenden Urzeugung vertheidigt. Heute sind wohl alle der Sache näherstehenden Naturforscher wieder auf diesen Standpunkt zurückgekehrt. Nur sucht man die erste Entstehung der Lebewesen ernstlich nicht mehr dort, wo Fäulnis- und Gährungsprozesse ablaufen, weil die Pasteur'schen Versuche lehrten, dass zur Hervorbringung dieser Vorgänge der Zutritt von Fermentorganismen, zu meist in Form der atmosphärischen Keime, unbedingt nothwendig ist; man sucht sie anderwärts. Die Schwierigkeit des Gegenstandes hielt bis jetzt die Forscher ab, hierbei den sicheren Weg des Experimentes zu betreten; man wagte sich nicht weiter, als bis zur Aufstellung von mehr oder minder plausiblen Vermuthungen. So hat beispielsweise G. Tschermak in seiner geistvollen Rede: „Die Einheit der Entwicklung in der Natur“ *) sich über die Frage der Urzeugung und ihr etwaiges Zustandekommen folgendermassen ausgesprochen: „Allerdings gibt es kein Experiment, welches in völlig überzeugender Weise eine heute noch stattfindende Urzeugung beweist, aber ebenso keines, das ihre Unmöglichkeit ausspricht. Jeder Versuch, welcher zeigt, dass in geglühter oder sorgfältig gereinigter Luft keine Urzeugung zu Stande komme, unterliegt dem Einwurfe, dass jene Luft dadurch so verändert sein kann, dass ihre Beschaffenheit der Bildung der Organismen überhaupt ungünstig ist. In allen Fällen aber bleibt der Einwurf unbezwinglich, dass die Urzeugung gar nicht dort ihren Sitz haben müsse, wo ihn der Experimentator von heute sucht. Nicht in der Gährung und Fäulnis, sondern am Boden der Seen und des Meeres, in sumpfiger und feuchter Erde könnte sich die Erscheinung vollziehen, wengleich nicht in so auffälliger Weise, dass am Grunde des Meeres eine lebende Schichte erkennbar würde, wie solche der nun widerlegte Glaube an einen Bathybius annahm.“

Der Gedanke, die ersten belebten Wesen aus Schlamm oder Erde hervorgehen zu lassen, ist bekanntlich alt; er gewinnt aber in der Art, wie ihn Tschermak motivirt, erneutes Interesse. Der genannte Gelehrte erinnert nämlich an jenen Bestandtheil des Bodens, welcher als Feinerde durch die Untersuchungen der Agronomen bekannt wurde. Die Feinerde liegt im Boden, mit anderen gröberem Theilchen gemengt, und bedingt durch ihre merkwürdigen Eigenschaften zum grossen Theile die Fruchtbarkeit des Ackerlandes. Sie nimmt Wasser in wechselnden Mengen auf, absorhirt Gase und Dämpfe, verändert Salzlösungen, nimmt aus denselben bestimmte Bestandtheile und hält sie mit grosser Kraft fest; sie erzeugt mit Salzen, die ihr in Lösungen dargeboten werden, in manchen Fällen lose Verbindungen und steigert die Verbindungsfähigkeit mancher ein-

*) Gehalten in der feierlichen Sitzung der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien am 30. Mai 1876.

facher zusammengesetzter Körper; sie zeigt unter bestimmten Verhältnissen einen lebhaften Stoffwechsel. Kurzum, es ergeben sich im Boden höchst merkwürdige und mannigfaltige Bedingungen für die Entstehung von Verbindungen, welche es plausibel erscheinen lassen, gerade dorthin den Schauplatz der Urzeugung zu verlegen.

Für die Naturforschung ist, wie selbstverständlich auch der genannte Forscher betont, dieser — wenngleich fesselnde — Gedanke, jetzt noch belanglos; aber dass ein Mann von der strengen Richtung Tschermak's denselben zum Ausdrucke brachte, ist ein deutliches Zeichen, dass der Pasteur'sche Standpunkt, von dem aus eine gegenwärtig noch wirkende Urzeugung im negativen Sinne entschieden zu sein schien, nicht nur von Botanikern und Zoologen, sondern von den Naturforschern überhaupt verlassen wurde.

Dass auch jetzt noch eine *generatio aequivoca* bestehen könne, wird also heute wohl allgemein wieder zugestanden; ob sie thatsächlich noch wirksam sei, diess zu entschleiern, bleibt der Zukunft vorbehalten. Dass aber zum mindesten in früheren Epochen der Existenz unseres Erdkörpers Urzeugung geherrscht haben musste, ist eigentlich selbstverständlich.

Ob man nun eine früher bestandene oder eine heute noch thätige Urzeugung der lebenden Wesen annimmt; in beiden Fällen stösst man auf die schwierige Frage, aus welchen Substanzen die ersten Lebewesen hervorgegangen sein mochten, oder noch hervorgehen.

Die Organismen selbst geben uns einen Anhaltspunkt, um der Lösung dieser Frage näher rücken zu können. Ihre spezifische Zusammensetzung aus verbrennlichen, zumeist hoch zusammengesetzten Kohlenstoffverbindungen, nämlich aus sogenannter organischer Substanz, die fortwährende Verwerthung solcher organischen Stoffe zum Aufbaue der kleinsten organisirten Bausteine der Zellen, (Micellen Nägeli's und Schwendener's) lenkt uns auf den Gedanken, dass die Organismen aus sog. organischer Substanz hervorgegangen sind. Der Urzeugung der Lebewesen dürfte mithin eine Urzeugung organischer Stoffe vorangehen oder vorangegangen sein. Dieser Prozess der Entstehung organischer Substanz aus unorganischer wäre nichts anderes als ein spezieller Fall der Stoffmetamorphose überhaupt, die sich in der unbelebten Welt fortwährend und zum Theil unter unseren Augen abspielt.

Freilich haben sich alle organischen Substanzen, die bis jetzt aufgefunden wurden, als Abkömmlinge von lebenden Wesen erwiesen; allein der Umstand, dass es bereits gelungen ist, zahlreiche dieser organischen Körper in ähnlicher Weise synthetisch, wie es in der Pflanze geschieht, aus Kohlensäure, Wasser, Ammoniak etc. darzustellen (z. B. Harnstoff, Ameisensäure, Alizarin, Indigo, Zucker etc.), berechtigt zur Annahme, dass eine Synthese solcher Verbindungen unter gewissen Umständen auch ausserhalb der Organismen stattfindet oder stattfinden konnte. Zwischen hochzusammengesetzten organischen Körpern, z. B. Eiweisskörpern und den organisirten ein-

fachster Art, ist wohl keine weite Kluft. Die Annahme, dass die Moleküle solcher hochzusammengesetzter frei entstandener Körper unter bestimmten Verhältnissen eine ähnliche Verbindung eingehen, wie die Moleküle einer Flüssigkeit zunächst zu einer „Molekülverbindung“ vereinigt sind, und dass diese Molekülgruppen selbst oder mit anderen vereint einen Molekülkomplex bilden, der unter Umständen sich in kleine Gruppen auflöst, welche das frühere Spiel von Neuem fortsetzen; — diese Annahme ist nicht zu gewagt. Unter dieser Annahme wäre die Entstehung des Organisirten aus den sog. organischen Substanzen vorstellbar. So gedacht, bestände zwischen dem leblosen Stoffe und den belebten Wesen keine Kluft.

In sehr anschaulicher Weise hat G. Tschermak in seiner früher erwähnten Rede einen ähnlichen Gedanken ausgeführt, indem er in dem Ballungstrieb der Materie die fortschreitende Entwicklung derselben erblickt. Den Gasen, welche direkt aus Molekülen bestehen, die Flüssigkeiten, welche sich bereits aus sog. Flüssigkeitsmolekülen (Molekülverbindungen) zusammenfügen, die Kolloide, welche, nach ihren Eigenschaften zu schliessen, einen noch komplexeren Bau besitzen, sind die Formen, welche der Ballungstrieb der Materie uns schon in der leblosen Welt vorführt und die in der aus der unbelebten hervorgehenden lebenden Materie uns nur gesteigert entgegenreten.

Es ist oft und selbst noch in jüngster Zeit die Ansicht ausgesprochen worden, dass die erste Hervorbringung im Bereiche des Belebten eine mit Chlorophyll versehene Zelle, also eine höchst einfach gebaute grüne Pflanze gewesen sein müsste. Diese weitverbreitete Ansicht stützt sich auf die Erfahrung, dass im Bereiche der Natur die Entstehung der als organische Stoffe bekannten Kohlenstoffverbindungen nur in chlorophyllhaltigen Organismen beobachtet wurde. Allein dagegen lassen sich gewichtige Bedenken erheben. Vor Allem ist hervorzuheben, dass das Chlorophyll in der Pflanze selbst aus organischen Stoffen entsteht, und zwar, wie ich gezeigt habe aus einem Körper, welcher sich auch im Finstern bilden kann und die gelbliche Farbe der etiolirten (vergeilten) Keimlinge bedingt. Aus diesem Körper, welchem Pringsheim vor Kurzem den Namen Etiolin gegeben hat, entsteht, unter dem Einflusse des Lichtes, der grüne Pflanzenfarbstoff, das Chlorophyll. Das Etiolin selbst geht aber, wie Sachsse und ich unabhängig von einander fanden, aus den im Samen, oder z. B. bei der Kartoffelpflanze im Knollen, enthaltenen Reservestoffen, meistens aus Stärkmehl hervor. Setzt man für die erste Entstehung des Chlorophylls die Entstehungsweise voraus, welche in den Pflanzen jetzt noch stattfindet, so müsste in jener grünen Pflanze, welche als Ausgangspunkt der lebenden Welt angenommen wird, das Chlorophyll entstehen, wenn die Zelle schon fertig ist, oder doch schon organische Substanz da ist. Man sieht also, dass diese hypothetische erste grüne Pflanze uns die Entstehung des Organischen aus dem Unorganischen nicht zu erklären vermag.

Nimmt man nicht zu der höchst gewagten Annahme seine Zuflucht, dass das Chlorophyll selbst jener oben erwähnte hypothetische, hochzusammengesetzte Körper war, der in Kontakt mit anderen die Brücke zwischen lebloser Materie und den Lebewesen bildete, so sieht man sich genöthigt, die so viel verbreitete Ansicht, dass die chlorophyllhaltigen Organismen den Ausgangspunkt der belebten Welt bildeten, aufzugeben und chlorophylllose Lebewesen als die ersterzeugten anzunehmen.

So vermögen wir also die erste und Hauptfrage im Kreislauf des Stoffes der Pflanze und der Organismen überhaupt noch nicht zu lösen. Wir wissen nicht, welche Verbindungen der Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Schwefel und Eisen den Uebergang der leblosen Materie zur belebten vermittelten. Ob es dieselben Körper sind, welche wir heute als Nahrungsmittel in die chlorophyllhaltige Pflanze eintreten sehen, oder höhere zusammengesetzte Kohlenstoffverbindungen, hierüber zu urtheilen fehlt uns noch jeder Anhaltspunkt.

Doch verlassen wir das Gebiet dieser tief verhüllten Räthsel, und gehen wir auf jenen Theil unserer Frage ein, welcher mit unseren heutigen Kenntnissen und Methoden lösbar wurde und theilweise auch bereits gelöst vorliegt.

Wir kennen allerdings nur zum geringsten Theile jene chemischen Prozesse, welche sich innerhalb der Pflanze abspielen; aber was an Stoffen von aussen in sie eintritt, was sie selbst wieder nach aussen abgibt, kennen wir ziemlich genau. Und auch die Endprodukte ihres Stoffwechsels sind der Hauptsache nach gekannt.

Was die Pflanze am Ende ihrer Laufbahn als lebender Organismus an organischer Substanz produziert hat, ist bei allen Pflanzen im Grossen und Ganzen betrachtet so ziemlich dasselbe: es sind Kohlenhydrate, namentlich Cellulose, Stärke und Zucker, ferner Fette und Eiweisskörper. Fast in jeder einzelnen Zelle finden sich Körper aus diesen drei Gruppen vor. Nie aber fehlt in einer Zelle die Cellulose, welche ja die Haut der Zellen bildet und Eiweisskörper, welche in Jugendzuständen der Elementarorgane im Inhalte der letzteren prävaliren, aber selbst in ausgelebten Zellen niemals ganz fehlen. Körper dieser drei Gruppen bilden die Hauptmasse der trockenen Substanz, welche die Pflanze als Endprodukte des Stoffwechsels in ihren Organen aufgehäuft hat. Nebenher treten zahlreiche andere chemische Stoffe auf, die aber alle in Bezug auf Masse gegen die genannten zurücktreten.

In dem, was sie nach aussen abgibt, bietet die Pflanze uns nicht mehr ein so einheitliches Bild dar. Alle Pflanzen transspiriren, geben also Wasserdampf ab, alle athmen, gleich den Thieren, und geben wie diese stets Kohlensäure ab. Aber die grüne Pflanze unterscheidet sich von der nichtgrünen dadurch, dass sie im Lichte die Kohlensäure zerlegt und Sauerstoff nach aussen abgibt. Dadurch sondern sich die Pflanzen schon in zwei scharf von einander unterscheidbare Gruppen. Während die ersteren fortwährend Kohlensäure

abgeben, im Sonnenlichte aber noch zudem Sauerstoff, und, so lange es die Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft zulassen, Wasserdampf, bieten die nichtgrünen in Betreff ihrer Stoffabgabe eine grössere Mannigfaltigkeit dar, namentlich jene an der untersten Stufe der Pilze stehenden Organismen, welche bei Gährungen interveniren, die hierbei neben Kohlensäure je nach ihrer Natur noch Alkohol, Milchsäure, Essigsäure, Buttersäure etc. nach aussen, und zwar in reichlicher Menge abgeben.

Noch auffälligere Unterschiede ergeben sich, wenn wir die Pflanzen nach dem, was sie von aussen aufnehmen, vergleichen. Auch von dieser Seite betrachtet, sondert sich die grüne Pflanze auf das schärfste von allen übrigen ab. Für die nicht grünen ergeben sich aber die Gruppen: Parasiten, Humusbewohner, Fermentorganismen und endlich die durch Darwin wieder an's Licht gebrachten fleischfressenden Pflanzen.

Die Nahrungsmittel der grünen Pflanze sind mit grosser wissenschaftlicher Schärfe geprüft worden. Es ist heute gewiss, dass Kohlensäure, Wasser, Ammoniak (oder Salpetersäure) für den Bedarf dieser Organismen an Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff ausreichen, dass man denselben aber die genannten Elemente auch in etwas höher zusammengesetzten Verbindungen zuführen kann, z. B. als Harnstoff, Harnsäure, Leucin, Tyrosin, Glycocoll. Es ist nunmehr auch gewiss, dass gewisse mineralische Substanzen zur Entwicklung der chlorophyllhaltigen Pflanze unbedingt nöthig sind; und seit Jahren weiss man, dass diess Verbindungen sind von Schwefel, Phosphor, Eisen, Kalium, Calcium und Magnesium. In der Asche der Pflanzen erscheinen diese Mineralsalze und ebenso verbleiben sie als Rest der Verwesung im Boden. So gibt die Pflanze dem Boden das zurück, was sie von ihm erhielt, und was — wie gering auch die Menge gewesen war — für ihre Entwicklung nothwendig war. Worin die Bedeutung dieser Bodennährstoffe besteht, ist vielfach noch räthselhaft, unsomehr, als diesen Mineralsalzen nicht etwa eine dem Aufbaue der Thierknochen vergleichbare mechanische Aufgabe zufällt, sondern dieselben vielmehr in dem chemischen Prozesse, der die lebende Pflanze beherrscht, verwickelt sind. Dass der Schwefel zur Entstehung der für jede Zelle nöthigen Eiweisskörper erforderlich ist, leuchtet ein, denn er nimmt an ihrer chemischen Zusammensetzung Antheil. Für den Phosphor ist nur als wahrscheinlich anzunehmen, dass er zur Entstehung der Eiweisskörper, welche fast konstant von Phosphaten begleitet werden, nothwendig ist. Im Molekül der Eiweisskörper fehlt dieser Grundstoff. In Betreff der physiologischen Bedeutung des Eisens weiss man seit Langem, dass es zur Entstehung des Chlorophylls nothwendig ist, indem in Entwicklung begriffene, ergrünungsfähige Gewächse selbst bei günstigster Beleuchtung bleichsüchtig werden, wenn Eisenverbindungen unter ihren Nahrungsmitteln fehlen. Es ist mir vor etwa einem Jahre gelungen, zu zeigen, dass Eisen an der Zusammensetzung des Chlorophylls participirt, aber auch schon im Etiolin, aus welchem im Lichte das

grüne Pigment hervorgeht, enthalten ist. Ueber die physiologische Bedeutung der Kali-, Kalk- und Magnesiasalze ist nichts Sicheres bekannt. Indessen darf man auf Grund von Versuchen, welche Nobbe vor einigen Jahren ausführte, annehmen, dass das Kalium zur Entstehung der Stärke in den Chlorophyllkörnern nothwendig ist. Ueber die Rolle dieses Elementes bei der Stärkemehlbildung liegen indess nicht einmal Vermuthungen vor.

Der von aussen eintretende Stickstoff passirt indifferent die grüne Pflanze. Der im Dunkeln von diesen Gewächsen aufgenommene Sauerstoff wird zum grossen Theile bei der Athmung verwendet; der zur Tageszeit aus der Kohlensäure in den Blättern entbundene Sauerstoff wird zum grösseren Theile der Atmosphäre preisgegeben und nur in kleiner Menge zur Athmung gebraucht. Die bei der Athmung gebildete Kohlensäure erhielt ihren Kohlenstoff aus der bei der Assimilation gebildeten organischen Substanz. Es zerstört also jede grüne Pflanze während ihres Lebens einen Theil ihrer organischen Substanz, indem sie dieselbe bei der Athmung zu Kohlensäure verbrennt. Indem sie organische Substanz aus todter Materie synthetisch erzeugt, sammelt sie Spannkraft, welche beim Verbrennen des Holzes und der Kohle am Herde oder in der Lokomotive in lebendige Kraft umgewandelt wird. Sie selbst aber setzt durch den Athmungsprozess Spannkraft in lebendige Kraft um, die sie zum Betriebe ihres eigenen Organismus ebenso nöthig hat, wie das Thier; denn mechanische Arbeitsleistungen sind mit dem Leben der Pflanze in gleicher Weise verknüpft wie mit dem des Thieres, nur treten uns dieselben an dem letzteren prägnanter entgegen. Rasch durchheilt das Wasser die grüne Pflanze. Die Geschwindigkeit, mit welcher es sich nach verschiedenen Richtungen in die Organe verbreitet, ist eine verschiedene; am raschesten bewegt es sich in der Längsrichtung der Holzfasern und Gefasse, und gelangt so am schnellsten an die wichtigsten Verbrauchsorte, zu den Blättern. Aber auch in bestimmte Richtungen eilend, ist die Geschwindigkeit keine konstante, sondern von der Menge des Verbrauchs abhängig, also in letzter Linie von den äusseren Bedingungen der Verdunstung. Wie in jüngster Zeit ausgeführte Versuche lehrten, wird die im Lichte vor sich gehende hoch gesteigerte Verdunstung grüner Pflanzentheile durch den im Chlorophyllkorn erfolgenden Umsatz von Licht in Wärme hervorgerufen. Da nun mit dem Wasser die Nährstoffe des Bodens in die Pflanze eintreten, so muss die physiologische Bedeutung dieser durch das Licht hervorgerufenen Transspiraionssteigerung darin bestehen, die Zufuhr der Stoffe zur Pflanze gerade in einer Zeit zu erhöhen, in welcher die Bedingungen für die Produktion organischer Substanz die günstigsten sind.

Die Menge des Wassers, welche von der Pflanze als Organisationswasser oder zum Aufbauen chemischer Verbindungen zurückgehalten wird, verschwindet gegen das Quantum, welches durch die Transspiration der Luft wieder zugeführt wird. Man sieht leicht ein, dass der rasche Wechsel des Wassers in der Pflanze ihrer Stoffbe-

wegung nur zu gute kommt. Der Zweck dieses Durchtriebes grosser Wassermengen durch die Pflanze ist aber noch ein anderer. Die für die Pflanze nothwendigen Mineralsalze werden von der Feinerde des Bodens mit einer Kraft und Zähigkeit festgehalten, dass mit dem Bodenwasser der Pflanze nur ausserordentlich verdünnte Lösungen dieser Körper zugeführt werden können. Durch die kolossalen Wasserquanta, welche die Gewächse rasch durchströmen, gelangen aber die nöthigen Mengen dieser Stoffe noch rechtzeitig an die passende Stelle.

Dasjenige Nahrungsmittel der Pflanze, welches bei der Produktion der organischen Substanz am meisten in's Gewicht fällt, ist die Kohlensäure, das einzige natürliche kohlenstoffhaltige Nahrungsmittel der Pflanze. Denn jeder organische Stoff enthält Kohlenstoff und etwa fünfzig Prozent der Trockensubstanz, welche die Pflanze erzeugt, ist Kohlenstoff. Nichtsdestoweniger nimmt die Pflanze, wie die von Moll in Utrecht ausgeführten sehr sorgfältigen Untersuchungen neuerdings bestätigt haben, ihren ganzen Bedarf an Kohlensäure aus der Atmosphäre, welche bekanntlich nur spärliche Mengen dieses Gases (0.04 Vol. Proc.) enthält.

Die grüne Pflanze verwandelt also, im Grossen und Ganzen betrachtet, allerdings die aufgenommenen Nahrungsmittel durch fortgesetzte Synthesen in die hochzusammengesetzten Endprodukte des Stoffwechsels, welche auf dem kurzen Wege der Verbrennung oder durch Verwesung oder durch Eintritt in den Stoffwechsel der Thiere schliesslich wieder in die Nahrungsmittel der Pflanze zurückverwandelt werden; allein in gewissem Sinne durchläuft der Stoff in diesen Pflanzen selbstständig seinen Kreislauf. Das Wasser wird von ihnen aufgenommen, abgegeben und schliesslich wieder aufgenommen. Die Nährsalze des Bodens treten in ihre Organe ein, um kaum dem Boden wiedergegeben, ihnen abermals zuzufliessen. Die Kohlensäure wird in diesen Pflanzen reduziert, zum Aufbau organischer Substanz verwendet, welche, durch den Athmungsprozess in Kohlensäure rückverwandelt, ihr abermals zur Nahrung dienen. In bestimmten Epochen der Entwicklung tritt an den Gewächsen diese Form des Stoffkreislaufes noch deutlicher hervor. So bei der Keimung und beim Blühen. Die keimende Pflanze erzeugt selbst keine organische Substanz, verbraucht aber einen grossen Theil ihrer eigenen Substanz zur Athmung; die hierbei frei werdende Kohlensäure tritt aber in die ergrünenden Keimtheile wieder als Nahrungsmittel ein. Die nicht grünen Theile der Blüthe athmen auf Kosten der überkommenen Stoffe und schaffen Kohlensäure, die sie selbst nicht zu verwerthen vermögen, die aber wieder den grünen Theilen der Pflanze als Nahrungsmittel zu gute kommen.

Ein echter Parasit steht im Kreislaufe des Stoffes der Pflanze zu seinem Ernährer qualitativ in demselben Verhältnisse wie eine Blüthe zu dem grünen Sprosse, der sie trägt. Die vom Wirth einer

Orobanche (Sommerwurz) aufgenommene Kohlensäure geht in seinen grünen Organen in Berührung mit den übrigen Nährstoffen in organische Substanz über, welche der Parasit aufnimmt und durch Athmung wieder in Kohlensäure verwandelt.

(Schluss folgt.)

Floristische Mittheilungen.

Von Dr. V. v. Borbás.

Epilobium peradnatum (*E. adnatum*? \times *hirsutum*) in Auen bei Szigeth Ujfalu auf der Insel Csepel (8. September 1878). Die Pflanze hat die Tracht von *E. hirsutum*, sie ist aber viel kahler, und man bemerkt an den unteren Internodien des Stengels unvollkommene erhabene Linien. Die Blattränder sind so gezähnt, wie bei *E. adnatum*, die oberen Blätter sind zugespitzt, die Früchte sind kurz, fein flaumig.

Von *E. parviflorum* besitze ich zwei abweichende Formen: a) *triphylum*, bei welchem die Blätter zu dreien am Stengel stehen (Plitvicaer Seen), b) *hungaricum*, welches ich anfangs der verhältnissmässig kürzeren und breiteren Blätter wegen für *E. montanum* \times *parviflorum* hielt. Diese Abänderung kommt aber an Moorwiesen und Bächlein zwischen Erzsébetfalva und Soroksár, dann bei Puszta Göd nur allein, ohne anderes *Epilobium* vor, und sind ihre Blätter eiförmig, eiklinglich oder lanzettlich, die ganze Pflanze ist aber meist niedrig.

E. semiadnatum (*E. adnatum* \times *Lamyi*) in der Nachbarschaft der Eltern in Gräben zwischen Pest und R. Palota. Die mittleren Stengelblätter sind jenen des *E. adnatum* Gris. ähnlich, die Zweige aber sind ringsum angedrückt feinflaumig, die oberen Blätter und die der Zweige sind dunkelgrün und erscheinen ganz in der Gestalt des *E. Lamyi*, sie sind alle relativ kürzer, stumpflich und entfernt gezähnt und auch kurz, aber deutlich gestielt.

E. Lamyi F. Schultz, bei der alten Teufelsmühle zwischen Palota und Pest.

E. lanceolatum Seb. et Maur., am Dreibrunnenberg bei Ofen, am Karanes bei Samos Ujfalu.

An den unteren Stengelgliedern meines *Epilob. Pseudotrigonum*, Oest. Bot. Ztschr. 1877, S. 138, bemerkt man zwei deutlich erhabene Linien, und drei Quirlen der untersten Blätter sind ganz jenen des *E. alpestre* (Jacq. var.) ähnlich, dadurch kann man meine Pflanze von dem *E. montanum* var. *verticillatum* Koch gut unterscheiden.

Von *E. obscurum* Schreb. (*E. virgatum* Fr.) besitze ich eine Abänderung (var. *subhexagonum*) von Fuzine (internodiis nonnullis

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [028](#)

Autor(en)/Author(s): Wiesner Julius Ritter

Artikel/Article: [Der Kreislauf des Stoffes in der Pflanzenwelt. 354-363](#)