

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.

24 Nummern von je 2 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 16 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

II. Band.

1. April 1882.

Nr. 3.

Inhalt: **Godlewski**, Studien über die Atmung der Pflanzen. — **Kollmann**, Ueber tierisches Protoplasma. I. — **Spengel**, Beobachtungen über das Leben des Ajolotl in Mexiko. — **Mc Cook**, Die Honigameisen. — **Anutschin**, Ueber einige Anomalien am menschlichen Schädel mit besondrer Berücksichtigung des Vorkommens der Anomalien bei verschiedenen Rassen. — **Bardeleben**, Muskel und Fascie.

E. Godlewski, Studien über die Atmung der Pflanzen.

Sep.-Abdruck aus: „Denkwürdigkeiten der Krakauer Akademie der Wissensch.“
Mathem.-naturwiss. Sektion. 4^o. 40 S. Krakau 1881. (Polnisch).

Seitdem man angefangen hat, die Assimilation oder Kohlensäurezerersetzung von der Atmung oder Kohlensäureerzeugung in der Pflanze zu unterscheiden, haben sich auch unsere Ansichten über das Wesen des Pflanzenlebens principiell geändert. Der althergebrachte, noch von Paracelsus herübergekommene Satz, welcher in der Pflanze, in ihren Form- und Organisationsverhältnissen sowie in ihren Lebenserscheinungen nur eine Antithese des Tiers, so zu sagen ein verkehrtes Tier sah, musste einer bessern Einsicht Platz räumen. Man erkannte, dass die Pflanze ebenso wie das Tier zu ihrem Fortkommen des Sauerstoffs der Luft bedürfe und dass dieser Sauerstoff es sei, welcher durch sein Eingreifen ihr die nötige Betriebskraft für alle die Lebensäußerungen zuführt, die mit einem Verbrauch von Kraft verbunden sind.

Allein die Art und Weise, wie der Sauerstoff der Luft an dieser Betriebskraftproduktion beteiligt ist, die chemischen Umsetzungen, welche dem Eingreifen des Sauerstoffs in der Pflanzenzelle vorausgehen, ihm parallel verlaufen oder nachfolgen, das Verhältniss zwischen der Menge des eingeatmeten Sauerstoffs und der ausgehauchten Kohlensäure, diese und ähnliche Fragen, durch deren Beantwortung die Atmung der Pflanzen in ihrem wahren Wesen und in ihrer Be-

deutung für das Leben erst recht erkannt werden könnte, sind vorerst fast unaufgeklärt geblieben. Nicht minder unaufgeklärt war auch die Abhängigkeit der Atmung von den äußern Bedingungen, namentlich in wie weit dieselbe durch Licht, Temperatur, sowie durch die Steigerung oder Verminderung des partiären Sauerstoffdrucks in der umgebenden Atmosphäre beeinflusst wird. Zu diesen wichtigen Problemen gesellten sich noch zahlreiche andere, als durch die Untersuchungen von Pasteur, Lechartier u. A. die schon früher bei zahlreichen niedern Pilzen (Spalt- und Hefepilzen, Mucorineen) beobachtete „intramolekulare Atmung“ — ein Vorgang, bei dem die Pflanze noch dann Kohlensäure ausscheidet, wenn ihr der Zutritt des atmosphärischen Sauerstoffs abgeschnitten wird, — auch für höhere Pflanzen nachgewiesen wurde, und nun das Verhältniss dieser beiden Atmungsweisen, ihre gegenseitige Abhängigkeit oder vollständige Unabhängigkeit von einander festzustellen war.

Wo wichtige Fragen zu lösen sind, da fehlt es nie an arbeitslustigen Forschern und so wurde auch auf dem Gebiet der Atmung bald eine rege Tätigkeit entwickelt, wovon die Arbeiten von Bous sing ault, Deherain, Pasteur, Gavreau in Frankreich und von Sachsse, Detmer, A. Mayer, Wiesner in Deutschland, um nur die bedeutendsten zu erwähnen, Zeugniß ablegen. Allein ungeachtet dessen, dass so hervorragende Forscher diese Untersuchungen in Angriff genommen haben, sind unsere Kenntnisse über die Atmung der Pflanzen nur sehr wenig fortgeschritten. Man möchte fast sagen, dass auf keines von den Problemen, die wir oben kurz angedeutet haben, eine ausreichende Antwort heutzutage gegeben werden kann. Die chemischen Vorgänge z. B., die sich bei der Atmung abspielen, sind uns fast gänzlich unbekannt; wir kennen nur (nicht immer!) die Anfangs- und Endprodukte der Atmung; über die ganze Skala der Umsetzungen, durch welche die organische Substanz schließlich zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, können wir nur Vermutungen aufstellen, die aber zum größten Teil jeder experimentellen Grundlage entbehren. Genauere Kenntnisse haben wir schon über den bei der Atmung stattfindenden Gasaustausch; so wissen wir, dass bei der Keimung stärkehaltiger Samen die Volumina des eingeatmeten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure nahezu gleich sind, während keimende ölhaltige Samen mehr Sauerstoff verbrauchen, als Kohlensäure ausscheiden; ob aber dieses Verhältniss für die ganze Keimungsperiode das nämliche bleibt und wie sich in dieser Hinsicht andere Pflanzenorgane in ihren verschiedenen Alters- und Entwicklungszuständen verhalten, darüber finden wir in der Literatur keinen Aufschluss. Von den äußern Einflüssen ist noch am meisten der Einfluss der Temperatur studirt worden und es wurde für zahlreiche Pflanzen das Minimum und Optimum der Temperatur für die Atmung bestimmt und gefunden, dass die Energie der Atmung in den Grenzen

zwischen Minimum und Optimum dem Steigen und Fallen der Temperatur nahezu proportional ist. Dagegen liegen über den Einfluss des gesteigerten oder verminderten Sauerstoffdrucks auf die Atmung zum Teil noch widersprechende Angaben vor. Was schließlich das Verhältniss der intramolekularen Atmung zu der Sauerstoffatmung anlangt, so gehen die Ansichten über diesen Punkt sehr weit auseinander; während Einige (wie z. B. Pfeffer, Wortmann) einen kausalen Zusammenhang zwischen beiden Processen vermuten, der Art, dass die Sauerstoffatmung eine notwendige und indirekte Folge der intramolekularen Spaltungen in der Zelle selbst ist und letztere mit den analogen Gärungserscheinungen mancher Pilze für identisch halten, wollen andere von einer solchen Abhängigkeit nichts wissen und betrachten die intramolekulare Atmung bloß als einen bei Abschluss des Sauerstoffs vorübergehend die normale Atmung ersetzenden Vorgang.

In Anbetracht dieser Widersprüche und Meinungsverschiedenheiten sowie der unzureichenden Kenntnisse über die Atmung der Pflanzen überhaupt, stellte sich Godlewski die Aufgabe, auf Grund einer neuen Untersuchungsmethode, auf deren Beschreibung wir hier nicht eingehen können, eine bessere Einsicht in den Modus und den Verlauf des Atmungsprocesses zu erstreben. In der oben angeführten Abhandlung beschränkte er sich vorerst vorwiegend auf die Lösung nachstehender zweier Fragen: 1) Wie verhalten sich die Mengen des in einer gewissen Zeit eingeatmeten Sauerstoffs und der in derselben Zeit ausgehauchten Kohlensäure zu einander? 2) Welchen Einfluss hat der partiäre Sauerstoffdruck in der umgebenden Atmosphäre auf die Atmung der Pflanzen?

Die Untersuchungen wurden vorwiegend an keimenden fett- sowie stärkehaltigen Samen ausgeführt, außerdem an Blütenknospen von *Papaver somniferum* und an reifenden Früchten dieser letztern Pflanze und von *Ricinus communis*.

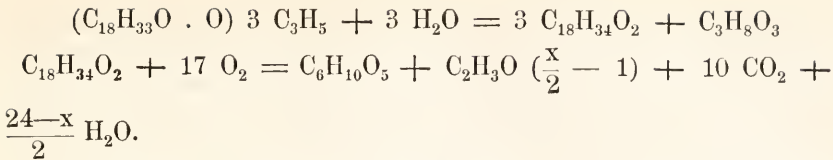
Bei keimenden fetthaltigen Samen fand Godlewski übereinstimmend mit den Resultaten älterer Forschungen, dass während der Keimung ein größeres Volumen von Sauerstoff eingeatmet, als Kohlensäure ausgeschieden wird. Allein das Verhältniss beider Gasvolumina ist nicht im ganzen Verlauf der Keimung das gleiche, sondern ändert sich sehr beträchtlich und zwar können drei Perioden, die jedoch nicht scharf abgegrenzt sind, vielmehr allmählich in einander übergehen, unterschieden werden. In der ersten, der Quellungsperiode der Samen, sind die Mengen des eingeatmeten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure nahezu gleich. In der zweiten, welche mit dem Hervortreten des Würzelebens beginnt, werden auf je 100 Teile des eingeatmeten Sauerstoffs ungefähr 60 Teile Kohlensäure ausgeschieden, und dieses Verhältniss erhält sich auch dann, wenn die Samen statt in der gewöhnlichen Luft in reiner Sauerstoff-

atmosphäre verbleiben. In der dritten Periode ändert sich wieder das Verhältniss, indem auf ein gewisses Quantum des eingeatmeten Sauerstoffs immer mehr Kohlensäure ausgeschieden wird, bis gegen Ende der Keimung, ungefähr am zehnten Tage vom Anfang des Versuchs an gerechnet, die Volumina beider Gase sich wieder nahezu ausgleichen. Aus diesen Verhältnissen schließt Godlewski, dass in der Periode der Quellung von fetthaltigen Samen, das Fett derselben noch nicht zur Respiration verwendet wird, sondern ein anderer Körper von der chemischen Zusammensetzung der Kohlehydrate, und erst nachdem dieser Körper vollständig verbraucht worden ist, das Fett der Oxydation anheimfällt. Dann kommt die zweite Periode, während welcher das fette Oel teils direkt zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, teils aber durch unvollständige Oxydation in Kohlehydrate namentlich Stärke umgewandelt wird. Ist schon der größte Teil des fetten Oels in Stärke umgewandelt, dann geht auch die Respiration vorwiegend auf Unkosten der Stärke vor sich und dann werden auch die Sauerstoff- und Kohlensäurevolumina immer mehr sich einander nähern bis mit dem vollständigen Verschwinden des fetten Oels die Keimlinge dem Volumen nach ebensoviel Kohlensäure ausscheiden, wie sie Sauerstoff eingeatmet haben.

Aus dem angegebenen Verhältniss, dass während der zweiten Periode auf je 100 Vol. eingeatmeten Sauerstoffs im Mittel etwa 60 Vol. Kohlensäure ausgeschieden werden, und aus der Tatsache, dass das in den Pflanzen am meisten verbreitete Triolein zu seiner vollständigen Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser 80 Vol. Sauerstoff erheischt, was einem Verhältniss von 71,2 Kohlensäure auf je 100 T. Sauerstoff entspricht, berechnet nun Godlewski (angenommen, dass in den untersuchten Samen das fette Oel aus Triolein besteht), dass bei der Keimung von fetthaltigen Samen zur Zeit des schnellsten Verbrauchs von fettem Oel von je 100 T. eingeatmetem Sauerstoff ungefähr 84 T. zur Atmung (direkten Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser), die übrigen 16 T. zur Umwandlung des Fetts in Kohlehydrate verwendet werden.

Indem weiter Godlewski mit Müntz annimmt, dass die Fette vor ihrer Umwandlung in Kohlehydrate sich in Fettsäuren und Glycerin spalten und seine eigenen Zahlenergebnisse mit Detmer's¹⁾ Elementaranalysen der Hanfsamen und der aus diesen gewachsenen, in Dunkelheit gezogenen 7—10tägigen Pflänzchen vergleicht, stellt er auf Grund dieses Vergleichs den Umwandlungsprocess der Fette bei der Keimung von fetthaltigen Samen durch folgende Formel dar:

1) Detmer, Vergleichende Physiologie des Keimungsprocesses. 1880. S. 337.



Darnach würde also die Umwandlung der Fette in Kohlehydrate in der Weise vor sich gehen, dass jedes Fettmolekül sich unter Aufnahme von Wasser zuerst in Fettsäuren und Glycerin spaltet; während dann ersteres durch weitere Umsetzungen in nicht näher zu bestimmende Verbindungen übergeht, werden letztere unter Einfluss von atmosphärischem Sauerstoff zu Stärke, Kohlensäure und Wasser und einem Rest von nicht näher bekannter chemischer Zusammensetzung oxydirt. Wendet man diese Formeln auf Detmer's analytische Befunde an, so ergibt die Berechnung, dass von den 15,56 g Fett, welche bei seinen Experimenten während 7tägiger Vegetationsdauer verbraucht werden, sich 9,07 g Stärke bilden sollten, während Detmer in Wirklichkeit 8,64 g fand, also nur um 0,43 g weniger, als obige Formel verlangt.

Für keimende stärkehaltige Samen und Blütenknospen von *Papaver somniferum* fand Godlewski die Mengen des eingeatmeten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure nahezu gleich. Nur in einem Versuch mit Erbsen, zu welchem schon vorher 48 Stunden lang unter Wasser gequollene Samen verwendet wurden, war in den zwei folgenden Tagen das Verhältniss $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ nicht = 1, sondern bedeutend größer, und zwar am ersten Tage wie 2:1, am zweiten schon wie 1,3:1. Dieses Ueberwiegen der Kohlensäureproduktion über die Sauerstoff-einnahme in dem in Rede stehenden Versuch erklärt Godlewski dadurch, dass infolge erschwerten Sauerstoffzutritts während der Quellungsperiode der Samen, dieselben zur intramolekularen Atmung angeregt wurden, welche noch später eine Zeit lang fort dauerte, nachdem die Samen schon dem Einfluss der Luft ausgesetzt waren.

Hingegen schieden reife Früchte von *Papaver somniferum* und *Ricinus communis* während der ganzen Versuchsdauer bedeutend mehr Kohlensäure aus, als sie Sauerstoff eingeatmet hatten, was sich ganz einfach dadurch erklärt, dass in den Samen dieser Früchte während der Reife ein Reduktionsprocess von Statten geht, infolge dessen die Stärke der Samen in Fett umgewandelt wird.

Der Einfluss des partiären Sauerstoffdrucks auf die Atmung der Pflanzen gibt sich nach den diesbezüglichen Versuchen Godlewskis in verschiedener Weise kund und ist abhängig sowol von der Natur des atmenden Organs als auch von dem Material, durch welches die Atmung unterhalten wird. So wird bei keimenden fetthaltigen Samen die Energie der Atmung bald gesteigert, bald herabgesetzt, je nachdem man dieselben in reiner Sauerstoffatmosphäre, oder in einer At-

mosphäre keinen lässt, deren procentischer Gehalt an Sauerstoff geringer ist, als in der gewöhnlichen Luft. Hingegen wird bei keimenden stärkehaltigen Samen, sowie bei Blütenknospen und reifenden Früchten von *Papaver somniferum* und *Ricinus communis* eine solche Abhängigkeit der Atmung von der Größe des Sauerstoffdrucks nicht oder nicht in solchem Grad beobachtet: dieselben atmen in reinem Sauerstoff und in gewöhnlicher Luft mit der nämlichen oder nahezu mit der nämlichen Energie.

Aber selbst in den Fällen, in welchen ein entschiedener Einfluss des gesteigerten oder verminderten Sauerstoffdrucks beobachtet wird, bleibt das Verhältniss des eingeatmeten Sauerstoffs zu der ausgeschiedenen Kohlensäure unverändert, so dass, wenn die Sauerstoffabsorption gesteigert oder herabgesetzt ist, auch die Kohlensäureproduktion proportional wächst oder fällt. Nur wenn der Sauerstoffdruck so sehr herabgesetzt wird, dass infolge dessen die Absorption dieses Gases durch die Pflanzen erschwert ist, wird neben der normalen Atmung auch unabhängig vom Sauerstoff Kohlensäure producirt und dann wird auch das Verhältniss beider Gase alterirt. Aus diesen Beobachtungen schließt nun Godlewski, dass die normale oder Sauerstoffatmung in keinem direkten Verhältniss zur intramolekularen Atmung steht, mit andern Worten, dass sie kein Bestandteil der intramolekularen Atmung sei, sondern dass beide Processe unabhängig je nach den äußern Bedingungen bald nebeneinander bald nacheinander verlaufen. Denn würde die Kohlensäureproduktion bei der normalen Atmung nicht direkt von der Sauerstoffabsorption abhängig sein, so müsste mit der Verminderung der letztern das Verhältniss des eingeatmeten Sauerstoffs und der ausgeschiedenen Kohlensäure sich ändern und zwar mehr Kohlensäure producirt werden, als die eingeatmete Sauerstoffmenge deren liefern könnte. Da dies aber nicht der Fall ist, so kann bei freiem Sauerstoffzutritt von einer intramolekularen Atmung nicht die Rede sein, und der Behauptung, dass sie ununterbrochen während des ganzen Lebens der Pflanze tätig und die bedingende Ursache der normalen Atmung sei, wird jeder Grund entzogen. Nur wenn Reduktionsprocesse in den Pflanzen oder deren Organen stattfinden, wie dies bei reifenden Früchten mit fetthaltigen Samen wirklich der Fall ist (Umwandlung der Stärke in Fett), wird auch bei ungehindertem Sauerstoffzutritt die Kohlensäureproduktion über die Sauerstoffaufnahme prävaliren und dann könnte man auch von einer die normale Atmung begleitenden intramolekularen Atmung reden.

Prazmowski (Dublany).

Ueber tierisches Protoplasma. I.

Das Protoplasma ist lebendige Materie. Wo immer Lebenserscheinungen sich vollziehen, sind sie an Protoplasma gebunden.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1882

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Godlewski Emil

Artikel/Article: [Studien über die Atmung der Pflanzen 65-70](#)