© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mittheilungen.

25. J. Reinke: Zur Kenntniss der Oxydationsvorgänge in der Pflanze.

Eingegangen am 5. Juni 1887.

In meiner Arbeit über „die Autoxydation in der lebenden Pflanzenzelle[1])“ habe ich das Problem behandelt, ob es bei dem derzeitigen Stande unseres Wissens möglich sei, die Athmung der Pflanzen auf einen chemischen Prozess zurückzuführen, welcher auch ausserhalb der Pflanze ablaufen könnte, auf eine Oxydation, die an sich von dem Zusammenhang mit dem lebenden Zellenleibe unabhängig ist, oder ob unsere Vorstellung jenes nicht weiter analysirbare Element, die „Einwirkung des lebendigen Protoplasma“, nicht entbehren könne.

Ich habe mich für das Erstere ausgesprochen, indem ich mich dabei besonders stützte auf die mir gelungene Isolirung des Rhodogens[2]), einer farblosen, in den Zellen der Zuckerrübe enthaltenen Verbindung, welche sich bei niederer Temperatur an der Luft äusserst leicht oxydirt, auch wenn sie vollständig von den übrigen Bestandtheilen des Protoplasmas getrennt ist.

Ich habe vom Athmungsprozess die Vorstellung entwickelt, dass in der Zelle Substanzen gebildet werden, welche schon bei niederer Temperatur durch molekularen athmosphärischen Sauerstoff verbrannt werden; dass aber damit allein der Athmungsprozess nicht beendigt ist, sondern dass jene autoxydablen Körper bei ihrer Oxydation zugleich Sauerstoff aktiviren und damit auch die unmittelbare direkte Verbrennung von Zucker, Säuren u. s. w. ermöglichen. Das sind Prozesse, die allerdings von der chemischen Beschaffenheit des in der Zelle vorhandenen Substanzgemenges abhängen, aber von den Lebensbewegungen des Protoplasmas direkt nicht berührt werden.

1) Bot. Zeit. 1883. Nr. 5 und 6.
2) Vergl. Ztschr. f. physiolog. Chemie VI, S. 263.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Demgegenüber hat es PFEFFER[1]) versucht, die vitalistische Anschauung von der Wirkung des lebendigen Organismus als deus ex machina bei der Athmung aufrecht zu halten. Wenigstens vermag ich den Gedankengang seiner Darlegungen nicht anders zu interpretiren, wo er z. B. die folgenden Aeusserungen thut:

„Die Athmung ist eine Funktion des lebendigen Organismus, welche zum Unterhalt der normalen Lebensthätigkeit unerlässlich ist und mit Rücksicht auf diese Wechselbeziehung ein analoges Verhältniss bietet, wie die brennende Kerze, in welcher durch die Verbrennung und ihre Leistungen zugleich die Bedingungen für fernere Fortdauer der Verbrennung geschaffen werden. Unzweifelhaft spielt sich im Innern des Protoplasmaorganismus selbst der nothwendige, Betriebskraft für das Leben liefernde Athmungsprozess ab, welcher, weil von der Lebensthätigkeit abhängig, sogleich mit dem Tode stillsteht. Der oxydirende Eingriff des molekularen Sauerstoffs wird also durch die im lebendigen Organismus gebotenen Bedingungen verursacht und regulirt; in den im lebendigen Organismus gebotenen Dispositionen, nicht in dem Sauerstoff, liegt die primäre Ursache der Athmung."

Diese Sätze, welche unverkennbar unter dem Einfluss des Dogmas stehen, dass die Athmung (d. h. Aufnahme von Sauerstoff und Ausscheidung von Kohlendioxyd) mit dem Tode der Pflanze aufhört, sind unhaltbar, weil jenes Dogma unrichtig ist.

Nachdem ich mich durch eigene Versuche überzeugt hatte, dass durch längeres Verweilen in Aetherdampf sicher getödtete Blätter[2]) noch längere Zeit erhebliche Quantitäten von CO_2 ausscheiden, hat in meinem Laboratorium Herr G. BRENSTEIN auf meine Veranlassung und unter meiner Leitung diese Fortdauer der Athmungs-Oxydation nach dem Tode eingehend untersucht. Herr BRENSTEIN wird die Resultate seiner Arbeit selbst an anderer Stelle ausführlich publiziren, hier sei nur einiges Wesentliche aus diesen Untersuchungen hervorgehoben.

Die Versuche bestanden im Prinzip darin, dass in einem Recipienten die Pflanzentheile, welche auf CO_2-Entbindung zu prüfen waren, eingeschlossen wurden und dass durch diese Recipienten längere Zeit ein Strom von CO_2-freier Luft mittelst eines Aspirators gesaugt wurde; dann wurden die Recipienten abgeschlossen und 12 bis 24 Stunden stehen gelassen, selbstverständlich unter allen Kautelen, welche ein Eindringen auch nur minimaler Mengen von CO_2 von Aussen her ausschlossen.

Nach Ablauf der Versuchszeit ward das über den Pflanzen stehende Luftgemisch in Barytwasser eingeleitet, bei qualitativen Proben in eine

---

1) Untersuchungen aus dem botan. Institut in Tübingen. I. S. 673 ff.

2) Ich benutzte Blätter von *Rumex scutatus*, deren Absterben durch Braunfärbung angezeigt wird, indem der saure Zellsaft in die Chromatophoren eindringt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einfache Waschflasche, bei quantitativen Bestimmungen in RISCHAWI'sche Röhren[1]) und in deren Inhalt durch Titriren die Kohlensäure bestimmt. In einzelnen Fällen wurden die Pflanzentheile, bevor sie in den Recipienten gelangten, auch noch unter der Luftpumpe evacuirt, doch erwies sich diese Vorsichtsmassregel als überflüssig.

Die Pflanzentheile wurden getödtet theils durch längeres Verweilen in gesättigtem Aetherdampf, theils durch Wasserdampf von mindestens 100° C. Zu dem Ende wurden sie in einem kleinen geschlossenen Dampftopf, dessen Wasser durch eine Gasflamme zum Sieden gebracht war, kürzere oder längere Zeit erhitzt.

Die sehr zalreichen Versuche des Herrn BRENSTEIN stimmten ausnamslos darin überein, dass sicher getödtete Pflanzentheile noch erhebliche Quantitäten von CO_2 produzirten.

Hier nur ein Beispiel: Es ward die Kohlensäue-Produktion bestimmt von je 12,5 Gramm Blättern von 8 und 10tägigen (*a* und *b*) Keimpflanzen von Weizen und ebensolchen von Gerste, die sämmtlch durch 6 Minuten langes Verweilen in heissem Wasserdampf getödtet waren. Die Versuche fanden bei Zimmertemperatur statt.

Versuchsobjekt	Produktion von CO_2 in 24 Stunden
Weizen *a*	33,0 *mg*
Weizen *b*	26,62 „
Gerste	17,82 „

Obwohl die mikroskopische Untersuchung die Abwesenheit von Bacterien auf den Blättern hinreichend konstatirte, welche die CO_2 hätten erzeugen können, wurden auch Versuche ausgeführt, bei denen, nachdem die Pflanzen in Wasserdampf getödtet waren, noch ein kleines Gefäss mit Aether in den mit den Pflanzentheilen beschickten Recipienten während der ganzen Versuchsdauer eingehängt wurde, um jeder Entwicklung von Bacterien während des Versuches vorzubeugen; die Kohlensäure entstand ungeachtet auch dieser Vorsichtsmassregel annähernd in gleicher Menge.

Wollte man angesichts dieser Versuche behaupten, dass die Substanzen, welche in den getödteten Zellen durch den molekularen Sauerstoff der Athmosphäre verbrannt werden, andere seien als diejenigen, welche die Athmung der lebenden Zellen unterhalten, so wäre das doch eine ganz willkürliche Supposition, für welche jeder Anhaltspunkt fehlt. Allein auch experimentell lässt sich eine weitere Analogie zwischen dem Verhalten getödteter und lebender Pflanzentheile darthun, welche meines Erachtens jeden Zweifel darüber beseitigt, dass die spontane Oxydation getödteter Pflanzentheile im Wesentlichen mit derjenigen lebender Objekte übereinstimmt.

---

1) Vgl. Landw. Versuchs-Stationen 16. S. 321.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dies geschieht durch den Nachweis, dass die Oxydation getödteter Pflanzentheile durch den Sauerstoff der Luft eine analoge Abhängigkeit von der Temperatur des umgebenden Raumes zeigt, wie die Athmung lebender Gewebe.

Aus den zahlreichen hierauf bezüglichen Versuchen des Herrn BRENSTEIN, welche alle zu dem gleichen Resultate führten, sei wiederum nur ein Beispiel angeführt.

Es ward verglichen die Grösse der Oxydation, welche im Keller (I) bei einer sehr konstanten Temperatur von 10 bis 11° C. stattfand mit derjenigen in einem Zimmer, das bei Tage auf 25° C. geheizt ward und während der Nacht sich auf 20° C. abkühlte (II) sowie mit derjenigen in einem Brütofen von 33 bis 36° C. Temperatur (III). Allen drei Temperaturen wurden 10 *g* lebender und 10 *g* durch 5 Minuten dauernde Einwirkung von siedendem Wasserdampf getödtete junge Blätter von *Aegopodium Podagraria* exponirt. Das Ergebniss war die Produktion folgender Quantitäten von CO_2 in 24 Stunden.

Temperatur	Lebende Blätter	Getödtete Blätter
10 — 11 Grad	42,35 *mg*	6,27 *mg*
20 — 25 „	91,03 „	58,85 „
33 — 36 „	174,00 „	179,00 „

Bemerkenswerth ist hierbei, dass der Einfluss der Temperatur auf die Oxydation in den getödteten Blättern schärfer hervortritt, als in den lebenden. Das Verhältniss des von lebenden und des von getödteten Blättern ausgeschiedenen CO_2 ist bei Temperatur I wie 7 : 1 bei Temperatur II wie 1,5 : 1; bei Temperatur III wie 1 : 1.

Es dürfte die Annahme wohl nahe liegen, dass die Temperatur die Verbrennung der in der Zellsubstanz vorhandenen autoxydablen Körper in ganz analoger Weise beschleunigt, wie dies auch mit anderen leicht oxydirbaren Stoffen geschieht, z. B. dem Phosphor. In der lebenden Zelle ist dann noch irgend ein Regulator vorhanden, welcher in der todten Zelle fehlt, und durch dessen Einwirkung dafür gesorgt wird, dass bei niederer Temperatur die Athmungsgrösse nicht allzusehr sinkt.

Man könnte jedoch immerhin es noch für fraglich erklären, ob die entbundene Kohlensäure von einer Oxydation gewisser Substanzen in den Zellen durch den atmosphärischen Sauerstoff herrührt. Dass dies der Fall ist, wurde durch eine Reihe von Versuchen bewiesen, welche wiederum in ihrem Ergebniss alle unter sich übereinstimmten, und bei denen ein Theil der getödteten Blätter in einem mit Wasserstoff gefüllten Behälter, ein anderer in atmosphärischer Luft bei gleicher Temperatur 24 Stunden lang exponirt wurde. Ich begnüge mich auch von diesen Versuchen nur ein Beispiel mitzutheilen. Der Versuch ward ausgeführt mit je 20 *g* junger Pflanzen von Weizen und Gerste in einem Zimmer, welches bei Tage auf 23 bis 25° Celsius geheizt wurde, bei Nacht sich entsprechend abkühlte; die Pflanzen waren

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch 5 Minuten langes Verweilen in siedendem Wasserdampf getödtet.

Es ward ausgeschieden:

Vom Weizen in atmosphärischer Luft . .	42,7 *mg* CO_2
„ „ „ Wasserstoff	kein CO_2
Von der Gerste in atmosphärischer Luft .	35,2 *mg* CO_2
„ „ „ „ Wasserstoff	2,75 „ „

Ich habe absichtlich ein Beispiel (Gerste) herausgegriffen, bei welchem auch im Wasserstoff ein klein wenig CO_2 gebildet ward; wahrscheinlich rührt dies daher, dass der Wasserstoff nicht ganz rein war, sondern Spuren von Sauerstoff beigemengt enthielt. Jedenfalls wird die Oxydation durch den Sauerstoff der Luft aber auch durch diesen Versuch mit Gerste bewiesen.

Eine Frage, welche mich besonders interessirte, war endlich noch diese, ob in den getödteten Geweben bei der stattfindenden Oxydation eine Abnahme des Gehalts an Traubenzucker stattfindet, und in welchem Verhältniss. Die darauf gerichteten Versuche des Herrn BRENSTEIN haben auch diese Frage in bejahendem Sinne entschieden, und zwar hat sich ergeben, dass bei der Oxydation getödteter Blätter ein nicht unerheblicher Verlust an Traubenzucker eintritt, dass aber die Quantität des verschwundenen Traubenzuckers nicht ausreicht, um die Menge des produzirten CO_2 zu decken, sondern dass dafür noch andere Substanzen verbrannt sein müssen; ich nehme an, dass dies zum Theil wenigstens die autoxydablen Körper sind. In Wasserstoffatmosphäre ergaben getödtete Blätter von *Aegopodium* keinen Verlust an Traubenzucker.

---

26. M. Staub: Kleine Pteridophytologische Beiträge.

Eingegangen am 9. Juni 1887.

Das Erscheinen des Buches CHR. LUERSSEN's über die Farnpflanzen in L. RABENHORST's Cryptogamenflora habe ich, wie gewiss so viele Freunde moderner Anschauung der Pflanzenformen mit grosser Freude begrüsst und ich beeilte mich, meine bescheidene Farnsammlung auf Grund der bisher erschienenen Lieferungen kritisch durchzusehen. Ich fand bei dieser Gelegenheit, dass meine, wie erwähnt, bescheidene Sammlung einige Daten enthält, die, wenn auch nicht von grosser Wichtigkeit, dennoch annehmbare Beiträge sein können.

Polypodium vulgare L. h. *serratum* Willd. fand ich am 29. März

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: 5

Autor(en)/Author(s): Reinke (Reincke) Johannes

Artikel/Article: Zur Kenntniss der Oxydationsvorgänge in der Pflanze 216-220