

## 66. W. Detmer: Beobachtungen über die normale Athmung der Pflanzen.

Eingegangen am 3. October 1892.

### I. Das Temperaturoptimum für den Athmungsprocess.

Vor nicht langer Zeit veröffentlichte mein Schüler CLAUSEN<sup>1)</sup> die Resultate seiner eingehenden Untersuchungen über die Abhängigkeit der normalen Athmung der Pflanzen von den Temperaturverhältnissen. Es hatte sich ergeben, dass das Temperaturoptimum für die Athmung der Keimpflanzen von *Lupinus* und *Triticum* sowie für die Blüthen von *Syringa* bei 40° C. liegt. Weitere Experimente, die unter meiner Leitung von Herrn ZIEGENBEIN ausgeführt wurden, suchten festzustellen, ob auch für anderweitige Untersuchungsobjecte die Lage des Temperaturoptimums bei 40° C. zu suchen ist, oder ob die maximale Kohlensäureproduction, wie von vornherein wahrscheinlich, nicht immer bei dem nämlichen Wärmegrad erfolgt. Die ausführliche Publication der Beobachtungsergebnisse, zu denen Herr ZIEGENBEIN bei den erwähnten und anderweitigen Arbeiten über Pflanzenathmung und pflanzlichen Stoffwechsel gelangte, kann erst in einiger Zeit geschehen; deshalb soll hier ein kurzer Bericht über einige Ergebnisse der Untersuchungen gegeben werden.

Die Experimente sind unter Benutzung der von CLAUSEN eingehend beschriebenen Methode durchgeführt worden. Es wurde entkohlensäuerte Luft (3 Liter pro Stunde) unter Benutzung eines Aspirators über die Untersuchungsobjecte hingeleitet und die von diesen producirte Kohlensäure in titrirtem Barytwasser aufgefangen. Das mit den Pflanzen besetzte Respirationsgefäß tauchte bis zum Rande in Wasser ein, dessen Temperatur genau regulirt werden konnte. Vor ihrem Eintritt in das Respirationsgefäß durchstrich die Luft zur Erwärmung ein Schlangenrohr, welches ebenfalls vom Wasser umspült wurde. Die Fehlerquellen der Untersuchungsmethode sind, wie durch besondere Controlversuche festgestellt werden konnte, verschwindend kleine (vergl. auch CLAUSEN's Arbeit). Im Folgenden gebe ich zunächst eine Zusammenstellung der erhaltenen Resultate der Untersuchungen. Die Zahlen, welche stets Mittelwerthe mehrerer nahe mit einander übereinstimmenden Einzelbeobachtungen darstellen, drücken die

---

1) Vergl. CLAUSEN, Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. 19, und DETMER, diese Berichte Bd. VIII, S. 226.

Kohlensäuremenge in Milligrammen aus, welche 100 g frischer Pflanzen-  
substanz in einer Stunde bei Lichtabschluss ausgaben:

| Tempe-<br>ratur<br>in ° C. | Keimlinge<br>von<br><i>Lupinus<br/>luteus</i> | Keimlinge<br>von<br><i>Triticum<br/>vulgare</i> | Blüthen<br>von<br><i>Syringa<br/>chinensis</i> | Blüthen-<br>köpfe von<br><i>Taraxa-<br/>cum offi-<br/>cinale</i> | Keimlinge<br>von<br><i>ViciaFaba</i> | Junge<br>Sprosse von<br><i>Abies excelsa</i> | Kar-<br>toffel-<br>knol-<br>len |
|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------|
| 30                         | 85,00                                         | 100,76                                          | 108,00                                         | 177,00                                                           | 55,20                                | 92,50                                        | 4,62                            |
| 35                         | 100,00                                        | 108,12                                          | 146,76                                         | 196,00                                                           | 78,72                                | 103,20                                       | 7,85                            |
| 40                         | 115,90                                        | 109,90                                          | 176,10                                         | 222,45                                                           | 65,10                                | 99,20                                        | 10,24                           |
| 45                         | 104,45                                        | 95,76                                           | 164,10                                         | 206,33                                                           | 57,80                                | 84,44                                        | 12,22                           |
| 50                         | 46,20                                         | 63,90                                           | 152,80                                         | 49,20                                                            | 20,80                                | 16,64                                        | 11,14                           |
| 55                         | 17,70                                         | 10,65                                           | 44,00                                          | 25,25                                                            |                                      |                                              | 10,30                           |
| 60                         |                                               |                                                 |                                                |                                                                  |                                      |                                              | 2,40                            |

Bemerkt sei noch, dass mit 40 oder 50 g frischen Pflanzenmaterials experimentirt wurde, nur bei den Versuchen mit Kartoffeln gelangten 700 g der ruhenden Knollen (je 10 Stück) zur Verwendung. Die Knollen waren vor Beginn der Versuche im Trockenschrank vorgewärmt worden. Die Kohlensäurebestimmungen begannen bei den Versuchen mit Keimpflanzen, Blüthen, Knollen sowie Sprossen immer erst dann, wenn den mit Pflanzenmaterial beschickten Respirationsapparat 2 Stunden lang Luft durchströmt hatte. Einmal benutztes Pflanzenmaterial wurde nicht wieder zu Experimenten bei anderen Temperaturen verwandt.

Das Temperaturoptimum für die normale Athmung der Keimpflanzen von *Lupinus* und *Triticum* sowie für die Blüthen von *Syringa* und *Taraxacum* liegt, wie aus den Angaben in vorstehender Tabelle hervorgeht, bei 40° C. Die *Vicia*-Keimlinge und die *Abies*-Sprosse athmen bei 35° C. am lebhaftesten, während die Kartoffelknollen in der Zeiteinheit bei 45° C. die grösste Kohlensäuremenge produciren. Ferner lehren die Beobachtungen deutlich, dass die Athmungsenergie der Pflanzen bei Wärmegraden, die höher liegen als das Temperaturoptimum noch recht ausgiebig ist, bis endlich, wenn das Temperaturmaximum für die Athmung überschritten wird, ein mit Absterben der Zellen verbundenes rapides Sinken der Kohlensäureproduction zu erkennen ist<sup>1)</sup>. Das Temperaturmaximum liegt für die Keimlinge von

1) Das Temperaturmaximum für die Athmung ist bei demjenigen Wärmegrade zu suchen, bei welchem die athmenden Zellen noch sämmtlich lebendig sind. Ein nicht gar zu langes Verweilen der Pflanzen bei Temperaturen, die höher liegen als das Temperaturoptimum für den Athmungsprocess schädigt das Protoplasma wohl bereits und ruft in Folge dessen auch eine Depression der Kohlensäurebildung hervor, tödtet die Zellen aber noch nicht, wenn wenigstens das Temperaturmaximum

*Lupinus*, *Triticum* und *Vicia*, für die Blüthenköpfe von *Taraxacum*, sowie für die *Abies*-Sprosse bei 45° C., für die *Syringa*-Blüthen bei 50° C. und endlich für die Kartoffelknollen erst bei 55° C.<sup>2)</sup>). Dass die Kohlensäureproduction bei Temperaturen, die höher als das Temperaturmaximum liegen, nicht sogleich völlig erlischt, erscheint durchaus begreiflich, denn es werden ja keineswegs sämtliche Zellen eines Organs durch hohe Wärmegrade im gleichen Masse nachtheilig beeinflusst.

## II. Die Athmung der Pflanzen bei Temperaturen unter 0° C.

Aus bekannten Gründen gefrieren die Pflanzengewebe nicht bei 0°, sondern erst bei tiefer liegenden Temperaturen, etwa – 4° C. Bei – 2° C. z. B. sind also die Säfte in den Zellen noch nicht zu Eis erstarrt, und es erschien aus verschiedenen Gründen erforderlich, die Frage noch einmal zu behandeln, ob Pflanzen bei Temperaturen, die unter 0°, aber höher als diejenigen Wärmegrade liegen, bei denen Eisbildung in den Zellen erfolgt, athmen.

Als Untersuchungsobjecte wurden einige Tage alte Keimlinge von *Lupinus luteus* und *Triticum vulgare* benutzt. Der Pflanzenbehälter des Respirationsapparates fand bei den Experimenten in einem geeigneten Gefäss, das mit einer Kältemischung gefüllt war, Platz.

100 g frischer Keimlinge producirten im Dunkeln pro Stunde  $CO_2$  in Milligrammen

|             | Lupinenkeimlinge | Weizenkeimlinge |
|-------------|------------------|-----------------|
| bei – 2° C. | 5,78             | 7,96            |
| „ 0 „       | 7,27             | 10,14           |
| „ 5 „       | 13,86            | 18,78           |

Die Zahlen stellen Mittelwerthe aus je 5–8 Einzelbeobachtungen dar. Die Keimlinge der gleichen Species hatten in allen Fällen, als sie zu den Experimenten benutzt wurden, die gleiche Entwicklung erlangt. Als die bei – 2° C. zum Versuch verwandten Lupinenkeimlinge nachträglich bei gewöhnlicher Zimmertemperatur unter normale Vegetationsbedingungen gelangten, wuchsen sie weiter. Es ist also sicher festgestellt, dass die Pflanzen auch noch bei Temperaturen unter 0° C., z. B. bei – 2° C., zu athmen vermögen.

---

für die Athmung nicht überschritten wird. Sobald dies geschehen ist beginnt ein schnelles Absterben vieler Zellen und damit eine rapide Abnahme der Kohlensäureproduction.

2) Die Knollen, mit denen bei 55° C. experimentirt worden war, liessen besonders nach Verlauf einiger Tage bereits deutliche Zeichen des Absterbens ihrer Zellen erkennen.

### III. Der Einfluss der Temperaturschwankungen auf die Pflanzenathmung.

Es liegt die Möglichkeit vor, dass Temperaturschwankungen, von denen die Pflanzen getroffen werden, als Reizursache auf das Protoplasma einwirken und die durch dasselbe vermittelte Athmung in bestimmter Weise beeinflussen. Eine Entscheidung der Frage muss sich auf experimentellem Wege erzielen lassen, wenn man die Kohlensäureproduction der Untersuchungsobjecte zunächst bei genau bekannter Temperatur feststellt, dieselben dann anderen Wärmegraden aussetzt, um das Beobachtungsmaterial schliesslich wieder bei der zuerst benutzten Temperatur auf seine Athmungsgrösse zu prüfen. Voraussetzung ist hierbei freilich, dass die Athmungsgrösse während der Versuche nicht aus inneren Ursachen Schwankungen erleidet. Solche inneren Ursachen sind nun aber, wie nachgewiesen werden kann, für die Kohlensäureproduction mancher Keimpflanzen während eines gewissen Entwicklungsstadiums derselben in der That von keiner massgebenden Bedeutung.

Bei *Vicia Faba* ist die Athmungsgrösse der gequollenen Samen am ersten Tage nur gering. Mit beginnender Evolution der Keimtheile wird sie lebhafter und hält sich dann längere Zeit (am 4., 5., und 6. Tage) wie die Beobachtung lehrte, constant auf gleicher Höhe. Ebenso liefern 4—5 Tage alte Keimlinge von *Lupinus luteus*, die man am Morgen auf ihre Athmung prüft, auch noch am Abend des nämlichen Tages unter übrigens gleichen Umständen dieselbe Kohlensäuremenge wie am Morgen. Es sind daher *Vicia*- und *Lupinus*-Keimpflanzen im Alter von 5 resp. 4—5 Tagen als Untersuchungsobjecte verwandt worden. Ueber die bei 15° C. gehaltenen Keimlinge wurde zunächst 2 Stunden lang Luft geleitet, dann die Kohlensäureproduction bei 15° C. bestimmt (Versuche am Morgen), um die Pflanzen darauf 5 Stunden lang unter fortdauerndem Durchleiten von Luft auf 30° C. zu erwärmen, wieder auf 15° C. abzukühlen und nach 2 Stunden abermals bei dieser Temperatur auf ihre Athmung zu prüfen. (Versuche am Abend):

Kohlensäureproduction von 100 g frischer Keimpflanzen pro Stunde.

Versuche am Morgen.

Versuche am Abend.

*Vicia Faba.*

17,70 mg

18,08 mg

17,70 „

17,95 „

*Lupinus luteus.*

34,85 mg

34,65 mg

34,85 „

34,45 „

Eine ganze Reihe weiterer Versuche lieferte das nämliche Resultat. Man sieht, dass ein vorübergehendes, 5stündiges Erwärmen

der Pflanzen auf  $30^{\circ}$  C. ohne Einfluss auf deren Athmung ist. Es wurde nachträglich bei  $15^{\circ}$  C. ebensoviel Kohlensäure wie vor dem Erwärmen in der Zeiteinheit producirt.

Zu einem wesentlich anderen Resultat führten die Experimente, wenn die Temperatur bei Versuchen mit Lupinenkeimlingen vorübergehend nicht auf  $30^{\circ}$  C., sondern auf  $42\text{--}43^{\circ}$  C. gesteigert wurde. Diese Temperatur liegt höher, als das Temperaturoptimum für die Athmung der *Lupinus*-Keimpflanzen, da letzteres ja bei  $40^{\circ}$  C. zu suchen ist. 4 Tage alte Keimlinge gaben z. B. in einem Versuch, auf 100 g Substanz und 1 Stunde bezogen, bei  $20^{\circ}$  C. 34,75 mg  $\text{CO}_2$  aus. Nach 3stündigem Erwärmen der Untersuchungsobjecte auf  $42\text{--}43^{\circ}$  C. und Abkühlen auf  $20^{\circ}$  C. betrug die in einer Stunde erzeugte Kohlensäuremenge nur noch 23,30 mg. Der nachtheilige Einfluss der hohen Temperatur, welcher sich die Keimpflanzen vorübergehend ausgesetzt befanden, tritt hier deutlich zu Tage.

Jena, im October 1892.

## 67. Josef Boehm: Ueber einen eigenthümlichen Stammdruck.

Eingegangen am 12. October 1892.

Ende November 1884 beobachtete BREITENLOHNER, dass in die gebrochene Glashülse eines Thermometers, welches in den Stamm einer Rosskastanie eingesetzt war, Flüssigkeit abgeschieden wurde. Um dieser uns befremdlichen Erscheinung auf den Grund zu kommen, setzte ich anfangs April 1885 in denselben Stamm ein offenes Manometer mit einer 60 cm langen Steigröhre ein. Der Manometerstiel wurde mittelst in warmem Wasser erweichter Guttapercha in das etwas schief nach abwärts gerichtete Bohrloch, welches, nach dem Auswaschen, mit lauem Wasser gefüllt wurde, eingekittet. Der kurze innere Manometerschenkel enthielt über seiner unteren, aufgeblasenen und mit Quecksilber gefüllten Hälfte selbstverständlich Wasser.

Das Resultat dieses Versuches war folgendes: Zunächst verschwand das Wasser aus dem Manometerstiele und wurde durch Luft ersetzt. Da sich bis Ende Mai der Stand des Quecksilbers nicht geändert hatte,

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Detmer Wilhelm

Artikel/Article: [Beobachtungen über die normale Athmung der Pflanzen.  
535-539](#)