

Sitzung vom 27. November 1891.

Vorsitzender: Herr SCHWENDENER.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

- J. E. Weiss, Assistent am University College in London, NW., Birch Bank, Hampstead (durch J. W. OLIVER und CARL MÜLLER).
Adolph Wagner, cand. phil., Assistent am botanischen Institut in Innsbruck (durch HEINRICHER und SCHWENDENER).
Hugo Lindemuth, königl. Garteninspector, Docent an der königlichen Landwirthschaftlichen Hochschule und Inspector des Universitätsgartens in Berlin, Dorotheenstrasse (durch POTONIÉ und CARL MÜLLER).
-

Mittheilungen.

43. W. Saposchnikoff: Ueber die Grenzen der Anhäufung der Kohlenhydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen.

(Vorläufige Mittheilung.)

Eingegangen am 6. November 1891.

Das grüne Blatt befindet sich bei normalen Vegetationsbedingungen in beständiger Arbeit, welche uns den merkwürdigen Fall der Mobilität der Materie zeigt. Einerseits nimmt es die Kohlensäure in sich als Rohmaterial auf, assimiliert sie und wandelt sie in complexe organische Verbindungen um; andererseits wandern diese Verbindungen beständig nach verschiedenen Richtungen aus — überall hin, wo sie nothwendig sind. Daher ist der Stärke-, Zucker- und Eiweissstoffvorrath der Blätter unter normalen Verhältnissen nie derselbe, zeigt aber die Differenz zwischen der Neubildung und der Auswanderung

an. — Schon a priori ist es anzunehmen, dass die Neubildung dieser Stoffe von der Schnelligkeit der Auswanderung abhängig ist; und wirklich, wenn keine Auswanderung stattfindet, muss das Blatt mit Assimilationsproducten gefüllt werden, und dann ist keine weitere Neubildung mehr möglich.

Vor ungefähr 25 Jahren hat BOUSSINGAULT gezeigt, dass gewöhnlich nach 3—4 Tagen Assimilation in abgeschnittenen Blättern Kohlensäurezersetzung ganz und gar aufhört, obgleich diese Blätter ein ganz gesundes Aussehen bewahren. Die grösste Quantität der Kohlensäure, welche die Blätter von *Nerium* während dieser Zeit zersetzt haben, — die äusserste Maximalgrenze (la limite) — ist gleich 66,7 cc auf 44 qcm Blattfläche (einseitig.) Es wäre auch sehr wichtig solche Grenze für die Assimilationsproducte festzustellen. In der Litteratur kann man in Betreff dieser Frage sehr oft solche Ausdrücke finden: „Maximum des Stärkegehalts“ oder „Die Blätter enthielten soviel Stärke, dass eine Vermehrung derselben kaum noch denkbar erschien“ (SACHS), oder auch etwas ähnliches bei CUBONI, aber bis jetzt ist dieses Maximum noch niemals genau bestimmt worden.

In dieser Arbeit erlaube ich mir einige Versuche kurz mitzutheilen, durch welche ich die Quantitätsgrenze der Kohlenhydrate bestimmt habe, was mir zum Theil gelungen zu sein scheint. Mit der Lösung dieser Aufgabe habe ich mich im letzten Sommer im Botanischen Institut zu Tübingen befasst und erlaube mir hier an dieser Stelle meinen innigsten Dank dem Herrn Prof. H. VÖCHTING für seine nützlichen Rathschläge und seine liebenswürdige Theilnahme auszudrücken. Dankend möchte ich auch hier des Herrn Prof. LELLMANN gedenken rücksichtlich seiner werthen Rathschläge über die Methode der Bestimmung der Kohlenhydrate.

I.

Die Hauptschwierigkeit besteht bei diesen Versuchen in der Auswahl des Materials, weil die meisten Blätter, wenn sie abgeschnitten sind, directe Sonnenstrahlen nicht vertragen können. Doch in dieser Beziehung haben mich die Blätter von *Vitis vinifera*, *V. Labrusca*, *Rubus caesius* und *R. fruticosus* ganz befriedigt. Diese Blätter können abgeschnitten gegen 10 Tage dem Lichte ausgesetzt sein und dabei ganz frisch und turgescens bleiben, wenn sie nur von Zeit zu Zeit gegen sehr helle Sonnenstrahlen durch einen Bogen Cigarettenpapier geschützt sind.

Die Blätter wurden gewöhnlich unter Wasser abgeschnitten und dann in ein helles Culturfenster mit den Stielen in's Wasser gestellt. Nach einigen Tagen untersuchte ich nach der Blatthälftenmethode die Fähigkeit dieser Blätter Kohlenhydrate bilden zu können. Wenn diese Blätter keine weitere Vermehrung der Kohlenhydrate zeigen, die frisch

abgeschnittenen Controllblätter aber vollständig gut assimiliren, so muss man annehmen, dass jene schon bis zur Maximalgrenze gesättigt sind.

Aus den Versuchsblättern schnitt ich eine bestimmte Blattfläche aus, zerkleinerte sie mit dem Scalpell, wog sie in frischem Zustande und trocknete sie bei fast 100° C. bis zum beständigen Gewichte. Dann schüttete ich die gut geriebenen Blätter in einen Kolben, goss 50 cc Wasser ein, und so liess ich sie 14—20 Stunden lang stehen. Dieser Aufguss diente mir zur Bestimmung des Zuckers. Den Bodensatz, mit Wasser begossen, bearbeitete ich mit 10—15 Tropfen Salzsäure (1—1,5 pCt. Wassergehalts) unter Erwärmung bei 90—100° C. während 1 bis 1½ Stunden, um die Stärke zu saccharificiren (BONDONNEAU et FORET). Wenn nachher die Blattstücke keine Stärkereaction mit Jod zeigten, so filtrirte ich eine bestimmte Quantität der Flüssigkeit und kochte dieselbe mit 10 pCt. Salzsäure drei Stunden lang. —

In drei vorläufigen Versuchen habe ich mich überzeugt, dass die 2 pCt. Salzsäure die Cellulose im Verlauf von 1½ Stunden zu saccharificiren nicht im Stande ist. Ich habe durch lange Verdunkelung vollständig entstärkte Blätter genommen und diese der vollständigen Bearbeitung nach der vorher beschriebenen Methode unterworfen, und immer habe ich nur kaum merkliche Spuren der Reduction der FEHLING'schen Lösung bekommen.

Die mit Salzsäure gekochte Flüssigkeit brauchte ich, um nach Zucker den Stärkegehalt nach ALLIHN's gewichtsanalytischer Methode¹⁾ zu bestimmen. Die Resultate der Analyse sind auf 1 *qm* Blattfläche und auf den pCt.-Gehalt berechnet.

Erste Serie der Versuche.

Vitis vinifera.

Für diese Versuche habe ich einige gut entwickelte Exemplare gebraucht, welche an den S.O.-Wänden des Instituts wuchsen.

Mit Weinrebe sind 5 Versuche gemacht, und in einem weiter unten beschriebenen Versuche ist der Maximalgehalt der Kohlenhydrate genau bestimmt.

Am 24. Juli 10 Uhr Morgens sind 8 Blätter abgeschnitten und in's Culturfenster gestellt worden. Die mikroskopische Prüfung zeigte geringen Stärkegehalt. Nach 5 Tagen (während dieser Zeit war das Wetter sehr unbeständig) sind die Blätter noch einmal auf Stärkegehalt geprüft worden und haben sich sehr stärkereich erwiesen. Dann nahm ich 4 Blätter und untersuchte dieselben auf Vermehrung der Kohlenhydrate. Das Aussehen der Blätter war ganz frisch und turgescens.

1) Dr. FR. ELSNER. Die Praxis des Chemikers. 1889. S. 187. Dort siehe auch die Tabelle zur Bestimmung des Zuckers reduc. nach Kupfer.

29. Juli. Abd. 1. Portion, die Hälften von 4 Blättern.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* 16,686 *g* oder 27,5 pCt. Trockengewicht.

30. Juli. Abd. 2. Portion, die zurückgebliebenen Blatthälften.

Die gesammten Kohlenhydrate 13,000 *g* oder 22,4 pCt.

Das Wetter war während dieses Versuchstages auch so unbeständig wie früher, aber ich bemerkte keine Vermehrung der Kohlenhydrate, sondern Verminderung auf $3\frac{1}{2}$ *g* pro 1 *qm*. Ich glaube, diese Quantität, 16,686 *g* pro 1 *qm* oder 27,5 pCt. des Trockengewichts, könnte man als Maximalgrenze annehmen.

Vier andere Blätter sind ebenso auf Vermehrung der Kohlenhydrate geprüft.

31. Juli, Morg. 1. Portion. Die Hälften von 4 Blättern.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* 11,711 *g* oder 19,5 pCt.

3. August Morg. 2. Portion. Die zurückgebliebenen Hälften.

Die gesammten Kohlenhydrate 15,867 *g* oder 24,5 pCt.

Das Wetter war während dieser Zeit überhaupt klar. Die Blätter hatten assimiliert, weil sie nur gegen 12 *g* Kohlenhydrate enthielten, aber die Vermehrung der Kohlenhydrate stieg in drei hellen Tagen nur bis ungefähr auf 16 *g* Gehalt. Vielleicht war die Grenze auch in diesem Falle erreicht.

Der letzte Versuch zeigte ausserdem, dass im Verlauf von 10 Tagen die abgeschnittenen Blätter noch zu assimiliren im Stande sind. Bei drei weiteren Versuchen erreichte der Gehalt an Kohlenhydraten nur 10 bis 12 *g* pro 1 *qm*, und das Assimilationsvermögen war noch nicht erschöpft.

Zweite Serie.

Vitis Labrusca.

Zwei kräftig entwickelte Exemplare an den S.W.-Wänden des Instituts. Die Versuche mit *V. vinifera* sind zum Theil nicht ganz einwurfsfrei, weil keine Controllversuche stattfanden; in denen aber mit *V. Labrusca* sind in allen Fällen Controllversuche gemacht worden.

Am 4. August sind 8 Blätter abgeschnitten und in's Culturfenster eingestellt worden.

Am 5. August ist das 1. Paar der Blätter auf Vermehrung der Kohlenhydrate geprüft worden.

5. Aug. Abd. 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* 9,942 *g* oder 19 pCt. Trgew.

6. Aug. Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate . . . 12,377 *g* oder 20,4 pCt.

Vermehrung 2,435 *g*

Ueber die Grenzen der Anhäufung der Kohlenhydrate in den Blättern. 297

Am 9. August ist das 2. Paar von acht Blättern geprüft worden.

9 Uhr Morgens 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* . . 19,008 *g* oder 25 pCt.

6 Uhr Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate 18,369 *g* oder 23,5 pCt.

Verminderung 0,639 *g*

Controllversuch, 9. August.

Die frisch abgeschnittenen Blätter.

9 Uhr Morg. 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* . . 2,866 *g*

6 Uhr Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate 9,517 *g*

Vermehrung 6,651 *g*

10. August das 3. Paar der Blätter.

12 Uhr Morg. 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* . . 10,932 *g* oder 17,4 pCt.

6 Uhr Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate 9,121 *g* oder 16,2 pCt.

Verminderung 1,811 *g*

Controllversuch, 10. August.

12 Uhr Morg. 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* . . 4,061 *g*

6 Uhr Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate 8,331 *g*

Vermehrung 4,270 *g*

12. August das 4. Paar der Blätter.

9¹/₂ Uhr Morg. 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* . . 16,044 *g* oder 23,7 pCt.

6 Uhr Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate 13,944 *g* oder 20,7 pCt.

Verminderung 2,100 *g*

Controllversuch, 12. August.

9¹/₂ Uhr Morg. 1. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate pro 1 *qm* . . 4,449 *g*

6 Uhr Abd. 2. Portion.

Die gesammten Kohlenhydrate 7,973 *g*

Vermehrung 3,524 *g*

In den übrigen Versuchen war der Kohlenhydratgehalt zwischen 9—12 *g* pro 1 *qm*, und die Vermehrung der Kohlenhydrate fand noch statt.

Also der Maximalgehalt der Kohlenhydrate ist bei *Vitis Labrusca* in verschiedenen Fällen nicht gleich gross, sondern schwankt zwischen 11 und 19 g pro 1 gm, oder zwischen 17 und 25 pCt. des Trockengewichts.

3. und 4. Serie.

Rubus caesius und *R. fruticosus*.

Das Material ist aus der Umgegend von Tübingen entnommen.

Die ähnlichen Untersuchungen mit diesen zwei Pflanzen haben folgenden Maximalgehalt an Kohlenhydraten ergeben.

- R. caesius*, die gesammten Kohlenhydrate pro 1 gm
14,626—15,737 g oder 23,3—25,6 pCt.
R. fruticosus, die gesammten Kohlenhydrate pro 1 gm
13,737—15,900 g oder 18,0—20,7 pCt.

Das Maximalquantum für *Vitis Labrusca* 19 g pro 1 gm ist sehr gross, aber stimmt mit den Untersuchungen von BOUSSINGAULT überein. Dieser berühmte Naturforscher giebt als Maximalgrenze der CO₂-Assimilation für *Nerium* — 66,7 CO₂ pro 44 qm (einseitig), was gleich 29,9 g CO₂ oder 20,40 g Glycose pro 1 gm ist. Wenn man aber meine 19 g (8,530 g Zucker und 10,478 g Stärke) auf Glycose berechnet, so erhält man 20,14 g — eine Grösse, welche der BOUSSINGAULT'schen sehr nahe kommt. Vielleicht ist der Vorrath auch zum Theil als Eiweiss abgelagert; dann muss man das allgemeine Quantum der Maximalanhäufung sich noch vergrössert denken.

Jetzt ist es schwierig ganz bestimmt zu behaupten, was für Ursachen die Assimilation, sobald die Maximalgrenze erreicht ist, zum Stillstand bringen, doch bei der Voraussetzung von zweierlei Ursachen liesse es sich erklären. Erstens könnte die Capacität der Blätter und die Ueberfüllung der Chlorophyllkörner mit Stärke den Einfluss ausüben, zweitens könnte die Verminderung des Gehalts der mineralischen Salze dieses bewirken, welche für die Assimilation des Kohlenstoffs nothwendig sind. Vielleicht könnte diese letzte Ursache mit dem Alter der Blätter zusammen (CUBONI) die Unterschiede im Maximalgehalte erklären, weil andererseits der Gehalt der Salze mit der Grösse der Transpiration (HÖHNEL) im Zusammenhang steht.

Bei allen Versuchen mit den vier erwähnten Pflanzen konnte ich ausserdem bemerken, das im Verhältniss zur Anhäufung der Kohlenhydrate die Assimilation in den Blättern immer langsamer vor sich ging, was ich auch schon früher bewiesen habe¹⁾.

1) W. SAPOSCHNIKOFF. Bildung und Wanderung etc. Berichte der Deutsch. bot. Ges. 1890, October.

II.

Sehr viel Interessantes bietet uns die gegenseitige Umwandlung der Kohlenhydrate dar, der Stärke in Zucker und umgekehrt. Es ist bekannt (MÜLLER-Thurgau, SAPOSCHNIKOFF¹), dass mit der Concentrationsvergrößerung des Zuckers weitere Umwandlung der Stärke langsamer vor sich geht; aber bis jetzt kennen wir nicht die Grenze, welche die Concentration des Zuckers bei Anwesenheit der Stärke in den Blättern erreichen kann. Um dieselbe zu finden, habe ich in den vorherbeschriebenen und speciell für diesen Zweck angestellten Versuchen nach einigen Tagen in den Blättern Zucker und Wasser bestimmt und auf Concentrationsprocente berechnet und habe dabei folgende Resultate erzielt.

Vitis vinifera. Einige Stunden nach dem Abschneiden ist die Concentration des Zuckers 2—2,5 pCt.; nachher wächst die Concentration immer langsamer und langsamer und erreicht nach 7tägigem Aufenthalt im Culturfenster, bei trübem Wetter und bei 16—17° C. fast 4 pCt., aber nach 10tägigem Aufenthalt bei hellem Wetter und bei 20—24° C. bis 5,2 pCt. oder gegen 7 g pro 1 qm.

Vitis Labrusca. Gleich nach dem Abschneiden die Concentration 1 pCt.; 5 Tage nach dem Abschneiden bei 15—25° C. erreicht 6,8 pCt. oder 8,5 g pro 1 qm.

Rubus caesius. 4 Tage nach dem Abschneiden — 6,7 pCt. oder gegen 8 g pro 1 qm.

Rubus fruticosus. 4 Tage nach dem Abschneiden — 6 pCt. oder gegen 7 g pro 1 qm.

Also erreicht die Zuckerlösung 6,8 pCt., und daraus ist es verständlich, warum die Zellen des vor einigen Tagen abgeschnittenen Blattes sogar in 8—10 pCt. Glycoselösung fast gar nicht plasmolysirt werden.

Es ist auch bekannt (BOEHM, A. MEYER, W. SAPOSCHNIKOFF²) u. a.), dass die vollständig entstärkten Blätter Stärke bilden können, wenn sie auf Zuckerlösung gelegt sind; und am besten bildet sich Stärke in 10 pCt. Zuckerlösung. Das letzte findet seine Erklärung in meinen Untersuchungen: 10 pCt. Concentration liegt nahe der maximalen Concentration.

Ich habe noch einige Versuche mit Stärkebildung aus Zucker gemacht, um die Abhängigkeit der Stärkebildung von der Zuckerconcentration näher zu bestimmen. Ich wünschte den Blättern den Zucker bei verschiedenen Concentrationen zu geben, und dazu habe ich Blattstücke auf 2, 4, 6 und 8 pCt. Dextroselösung gelegt und die Gefässe im Dunklen im dampfgesättigten Raume gelassen.

In drei parallelen Versuchen habe ich nach 5—7 Tagen bei 16 bis 17° C. mit den 4 oben erwähnten Pflanzen ganz übereinstimmende Resultate bekommen. Die Stärkebildung fängt schon bei 2 pCt.

1) l. c., p. 236.

2) Berichte d. deutsch. bot. Ges. 1889, Bd. VII. Heft 5. Bildung der Stärke aus Zucker.

Zuckerlösung an, aber sehr wenig: durch Jod nur ein sehr schmaler Saum am Rande des Blattstückchens; bei stärkeren Concentrationen geht die Bildung besser vor sich: durch Jod wird der Saum am Rande breiter, und die Nerven werden auch schwarz; und endlich geht auf 8 pCt. Lösung die Stärkebildung am besten von statten: durch Jod wird das Blattstückchen fast ganz schwarz mit einigen hellen Flecken an den Stellen, welche von grossen Nerven entfernt sind.¹⁾

Jetzt scheint es, dass wir zu einem Widerspruch gelangt sind: einerseits können die Blätter den Zucker bis 6,8 pCt. Concentration anhäufen, andererseits fängt die Condensation des Zuckers in Stärke schon bei 2 pCt. Gehalt an. Es bleibt aber kein Widerspruch, wenn man annimmt, dass hier zwei gegenseitige Processe gleichzeitig stattfinden: Bildung der Stärke aus Zucker und Saccharification der Stärke, ähnlich wie bei der Bildung des Aethers aus Alkohol unter der Mitwirkung von Schwefelsäure. Wir bemerken so nur die Differenz zwischen der Bildung und der Auflösung der Stärke. Je schwächer die Concentration der Zuckerlösung ist, desto schneller löst sich die Stärke und umgekehrt. Es gibt auch solche Concentration, bei welcher diese zwei Processe gleich sind, und dann sehen wir keine weitere Vermehrung des Zuckers, und solche Concentration des beweglichen Gleichgewichtszustandes muss freilich nahe dem maximalen Zuckergehalt der Blätter liegen.

Moskau, den 12. October 1891.

44. O. Drude: Bemerkungen zu Dr. Otto Kuntze's Aenderungen der systematischen Nomenclatur.²⁾

Eingegangen am 17. November 1891.

Mit aussergewöhnlichem Fleiss, wie ihn nur wenige an die undankbare Arbeit einer allgemeinen Namensgebungs-Correctur auf Grund der Priorität vom Jahre 1735 an setzen würden, hat der durch ähnliche Arbeiten bekannte Verfasser, an eine von ihm selbst in mehr als 7000 Arten aller Floren zusammengebrachte Pflanzensammlung anknüpfend, die Geschichte der Gattungsbenennung zum Hauptgegenstande langjähriger Studien gemacht und liefert dabei weit über 1000

1) Stärkere Concentrationen habe ich bis jetzt noch nicht geprüft.

2) *Revisio generum plantarum vascularium omnium atque cellularium multarum secundum leges nomenclaturae internationales, cum enumeratione plantarum exoticarum in itinere mundi collectarum. Pars I, Leipzig, 1891, mit Erläuterungen: Vorwort von 155 Seiten.*

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Saposchnikoff Wassili Wassiljewitsch

Artikel/Article: [Ueber die Grenzen der Anhäufung der Kohlenhydrate in den Blättern der Weinrebe und anderer Pflanzen. 293-300](#)