

Oxycymol gebildet wird, konnte bis jetzt nicht geführt werden, er wird sich indessen wohl erbringen lassen, wenn erst charakteristische Reaktionen für das Oxycymol bekannt sein werden, oder wenn grössere Mengen von Thiocymol verarbeitet werden können.

Die Umwandlung des Cymols in Thiocymol wurde in zwei verschiedenen Weisen ausgeführt. Zunächst wurde das Cymol nach der von Pott angegebenen Methode, also durch Verschmelzen der Sulfonsäure mit Kalihydrat, in Oxycymol umgewandelt, und dieses mit Schwefelphosphor destillirt. Neben gewöhnlichem Cymol entstand ein Thioderivat, welches in Geruch und Siedepunkt mit dem Thiocymol von Fleisch übereinstimmte und durch Bildung und Eigenschaften der charakteristischen Metallverbindungen, namentlich des Quecksilber- und Silbersalzes und der Doppelsalze mit Quecksilberchlorid und Silbernitrat, als völlig identisch mit diesem erkannt werden konnte. Dann wurde weiter Cymolsulfonsäure durch Behandeln ihres Kalisalzes mit Phosphorchlorid in Cymolsulfonchlorid übergeführt und dieses durch nascirenden Wasserstoff reducirt. So konnten mit Leichtigkeit grosse Mengen eines Cymolsulfhydrats erhalten werden, welches sich ebenfalls als völlig identisch mit dem aus Kampfer dargestellten Thiocymol erwies.

Diese Versuche beweisen, dass in der Cymolsulfonsäure und in dem Oxy- und Thiocymol, die aus ihr erhalten werden können, die unorganischen Gruppen denselben Ort einnehmen, wie der Sauerstoff und der Schwefel in dem aus Kampfer direkt darstellbaren Oxycymol und Thiocymol.

193. Arnold Heintz: Ueber Athmung und Binnenluft der Zuckerrüben.

(Eingegangen am 1. Juni.)

Chlorophyll, das pflanzliche Assimilationsorgan, setzt Sonnenlicht um in chemischen Stoffwechsel: aus Kohlensäure und Wasser werden unter Sauerstoffausscheidung die zum Aufbau des Pflanzenkörpers nöthigen Substanzen innerhalb des von Chlorophyllkörnern grünenden Protoplasma erzeugt, in erster Linie die Kohlehydrate; das Feld der Chlorophyllthätigkeit haben wir vornehmlich in den isolirten Blattoberflächen zu suchen. Berücksichtigt man, dass hierbei die Volumina der aufgezehrten Kohlensäure und des ausgeschiedenen Sauerstoffs nach Boussingault¹⁾ gleich sind, so möchte man wohl diesen Stoffumsatz so ausdrücken:

¹⁾ Compt. rend. 1867 durch bot. Untersuchungen von N. J. C. Müller, Heidelberg 1872. I.



Ist z. B. $x = 6$ und $y = 1$, so haben wir Amylum, wenn $x = 6$ und $y = 0$, so haben wir Glycose¹).

Möglicherweise betheiligt sich bei der Assimilation die Chlorophyllsubstanz stofflich selbst in der Art, dass stickstoffhaltige Nebenproducte ausgeschieden werden. Auch dürften die von der Wurzel aus aufgetriebenen Kalisalze bei diesen Vorgängen von wesentlichem Einfluss sein.

Wenn nun auch Stärkebildung als normale Funktion des Chlorophylls anzusehen ist, so darf dennoch die vom Chlorophyll geleistete Arbeit nicht nach dem in irgend einem Augenblick gerade vorhandenen Amylum bemessen werden. Den Diffusionsgesetzen folgend wandert die Stärke weiter, bald ihre chemische Natur bewahrend, bald übergehend in Cellulose, Zucker, Pflanzenfette etc. „Die in einem gegebenen Moment vorfindliche Quantität von Stärke ist die Differenz zwischen der erzeugten Quantität und dem aus den Chlorophyllkörnern unterdessen wieder abgeflossenen, entfernten Theil;“ „um die Stärke erzeugende Thätigkeit des Chlorophylls für die Pflanze zu messen, müsste man daher alle diese Substanzen in Anschlag bringen“²), ausserdem aber noch den durch die Athmung bedingten fortwährenden Verschleiss assimilirter Stoffe berücksichtigen. Der chemische Eintritt des atmosphärischen Sauerstoffs in die Stoffe der lebenden Pflanzenzelle wird nach Garreau und Sachs ausschliesslich Athmung genannt und steht dem Assimilationsprocess — der Kohlensäureaufnahme — diametral gegenüber; mit Recht vergleicht Dutrochet die athmende Pflanze mit kaltblütigen Thieren, mit Insekten und Sachs den Sauerstoff „mit der Feder eines Uhrwerks, deren Spannkraft die Theile in Bewegung setzt.“

Bei der wachsenden Pflanze ist die Ausscheidung von Sauerstoff natürlich bei weitem überwiegend; wenn jedoch die Kohlensäureaufnahme unterbrochen wird, tritt die Athmung deutlich in den Vordergrund, sie nimmt O ein und giebt CO₂ aus, bei normaler Ausgleichung wohl ziemlich gleiche Volumina — abgesehen von Zersetzungen, bei denen Oxydationsprodukte ärmer an Sauerstoff als die Kohlensäure entstehen und im Pflanzenkörper verbleiben.

Bereits 1779 entdeckte Ingenhouss, dass Wurzeln, Blüten, Früchte beständig CO₂ bilden und aushauchen. Die Respiration als langsame Verbrennung lässt sich vortrefflich beobachten an der Zuckerrübenwurzel, wenn in der Ruhezeit vom Herbst zum Frühjahr die Ernährung sistirt ist. Die Zuckerrübe erfüllt als zweijährige Pflanze

¹) Siehe auch A. Bayer, diese Ber. III, S. 67.

²) Julius Sachs, Handbuch der Experimental-Physiologie der Pflanzen, Leipzig 1865, X u. XI. Abhandlung.

gewissermassen die Bestimmung, den während der ersten Vegetationsperiode in den unterirdischen Reservestoffbehältern aufgespeicherten Rohrzucker für das zweite Jahr zu überwintern. Wenn dann im Frühjahr der neue Trieb unter Stärkebildung emporschießt, so ist er gleichsam sein eigener Parasit, bis neue grüne Pflanzentheile die vom Winterschlaf unterbrochene Assimilation wieder aufnehmen.

Erwägt man nun, dass der Rohrzucker die Hauptmasse der Trockensubstanz einer Rübenwurzel ausmacht, und dass die Kohlehydrate als das natürliche Heizmaterial für den pflanzlichen Athmungsprocess anzusehen sind, so ist die in den Rübenwurzeln vorfindliche Kohlensäure, wenn nicht insgesamt, so doch zum grössten Theil als ein normales Zersetzungsprodukt des Zuckers erklärt. Die zum Zwecke der Zuckerfabrikation eingemieteten Rüben setzen als lebende Organismen die Athmung in den Mieten beständig fort (es sei denn, dass sie erfrieren oder anderweitig verderben). Diesen Vorgang machte ich zum Gegenstand einiger quantitativen Versuche und benutzte einen ähnlichen Apparat wie Fleury und Sachs¹⁾.

Eine unten durch Quecksilber gesperrte, oben behufs Ventilation mit doppelt durchbohrtem Kork versehene Glocke enthielt die Versuchsrüben, welche auf einer flachen, die Quecksilberoberfläche deckenden Glasschale ruhten. Der Rübenbehälter stand in einer dunklen Ecke bei durchschnittlich und möglichst gleichmässig 10° C. der umgebenden Luft. Jeden Tag wurde ca. 10 Stunden lang vollkommen trockene, von CO₂ befreite Luft durchgesaugt und das von den Rüben abziehende H₂O und die CO₂ in Chlorcalcium- und Kaliapparaten gewogen. Uebrigens verblieb die Hauptmenge des ausgedunsteten Wassers in der Glocke und hielt durch Absorption eine geringe Menge CO₂ fest, was indess nicht zu vermeiden war. Von analytischen Belegen beschränke ich mich, nur folgendes Resultat eines durch 30 Tage fortgeführten Versuches anzuführen.

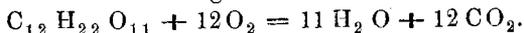
Rüben vor dem Versuch	4400 gr.
(auf 0.5 gr. genau)	
Gewichtszunahme	25.2
(in atm. O bestehend)	
	4425.2
Rüben nach dem Versuch	4330.5
Ausgeschiednes H ₂ O	60.4
Ausgeschiedene CO ₂	43.3
	4425.2

Das im Cl₂ Ca-Rohr aufgefangene Wasser betrug *in summa* 2.435, pro Tag durchschnittlich 0.0812, die gewogene Kohlensäure in

¹⁾ Sachs, Physiologie, S. 271.

Summa 34.287, pro Tag durchschnittlich 1.1429. In der Miete *en miniature* verblieben 58 gr. Wasser. Cl₂ Ca- und KHO-Vorlagen wurden täglich gewogen.

Vergleichen wir das experimentelle Resultat mit der Theorie: In der Athmung verbrennt der Rohrzucker mit atmosphärischem Sauerstoff unter Wasserausscheidung zu Kohlensäure:



12 CO₂ ist gefunden zu 34.39; hieraus berechnet sich 12 O₂ zu 24.9 (gef. 25.2). Da die grossen Wägungen nicht genauer als auf 0.5 gr. gemacht werden konnten, so halte ich die erzielte Uebereinstimmung für genügend und glaube ferner, dass bei normal aufbewahrten Rüben die ausgeathmete Kohlensäure einen directen Rückschluss auf verbrauchten Rohrzucker gestattet. So berechnet sich der durch die Versuchsrüben (4400 g) binnen 30 Tagen verbrannte Zucker auf 22.2 gr. also rund 0.5 pCt. vom Rübengewicht; demnach hätte *ceteris paribus* eine Miete von 1000 Ctr. Rüben in 2 Monaten 10 Ctr. Zucker verloren.

Der geschilderte Athmungsvorgang, die stete Gasetamorphose, welche sich in den Pflanzen vollzieht, lassen schon *a priori* eine von der atmosphärischen Luft abweichende Zusammensetzung ihrer Zimmerluft voraussetzen. Der ständige Gasaustausch, nicht unabhängig von der individuellen Natur der einzelnen Pflanze, wird auch noch durch äussere Umstände (Witterung, Tages-, Jahreszeit u. s. w.) stark beeinflusst. Eine constante Zusammensetzung der Binnenluft kann also nicht erwartet werden. So sind denn die Resultate der Analysen von Gardner, Saussure, Dutrochet, Theod. Bischoff, Focke, Bérard, Calvert, Ferrand, Franz Schulze u. A. unter einander sehr abweichend ¹⁾. Es schien mir nicht ohne Interesse zu sein, die in den Rübenwurzeln befindliche Luft kennen zu lernen. Um sie zu gewinnen, bediente ich mich zunächst eines ähnlichen Apparates wie von Meyer ²⁾ bei Untersuchung der von Steinkohlen eingeschlossenen Gase, obgleich es auf diesem Wege nicht möglich ist, alle Kohlensäure aus dem auf 100⁰ erhitzen Rübenbrei zu entlernen. Um bei dem Einfüllen des letzteren die adhärenden Luftblasen fast vollständig wegzuschaffen, bewährte es sich, abwechselnd mit Breiportionen kleine Quantitäten sorgsam ausgekochten und ziemlich abgekühlten destillirten Wassers einzugiessen und jedesmal gelinde zu schwenken. Die nach der Bunsen'schen Methode ausgeführte Analyse ergab beispielsweise

CO ₂	30.52 Vol. Proc.
O	0.14 -
N	69.34 -

¹⁾ Siehe: Franz Schulze: Lehrbuch der Chemie für Landwirthe 1853, I. Seite 58 ff.

²⁾ Journ. f. prakt. Chem. 1872, Bd. 5, S. 147.

und bei einer anderen Partie

CO ₂	35.10 Vol. Proc.
O	0.56 -
N	64.31 -

Der Stickstoff wurde durch Explosion mit Knallgas als solcher constatirt. — Von 1000 Grm. Rüben erhielt ich gewöhnlich 130 bis 150 CC. Gas.

Die angewandte Methode erfährt vielleicht den Einwand, dass eine zweistündige Wärme von nahezu 100⁰ bereits mehr CO₂ hätte erzeugen können als dem durch den Vegetationsprocess gegebenen Quantum entspricht. Desshalb entschloss ich mich, die Binnenluft bei gewöhnlicher Temperatur zu gewinnen. Nach vielen vergeblichen Versuchen beschränkte ich mich darauf, den mit denkbarster Geschwindigkeit ausgepressten Saft mit der Sprengel'schen Quecksilberpumpe zu entgasen. Da die Mengenverhältnisse entweichender, bezüglich verbleibender Luftarten, von ihnen selbst, vom Druck, Temperatur und der Natur der Flüssigkeiten abhängen, in welchen sie absorbirt sind, so trat bei dieser zweiten Methode in noch viel deutlicherer Weise, als bei der ersten anfangs vorwiegend N, später mehr CO₂ auf. Die Analysen von drei nach einander binnen ca. 5 Stunden aus ungefähr 1 Liter Saft bei 15⁰ C. gewonnenen Gasportionen ergaben:

	I.	II.	III.
CO ₂	11.49	41.02	78.90
O	1.53	2.10	0.06
N	86.98	56.88	21.04.

Ich halte es hinlänglich erwiesen, dass, bedingt durch die Athmung, die in Rübenwurzeln vorfindliche Luft neben Stickstoff erhebliche Mengen Kohlensäure und nur äusserst wenig Sauerstoff enthält.

Correspondenzen.

194. E. Ludwig, Correspondenz aus Wien 25. Mai 1873.

In der Sitzung der chem.-physik. Gesellschaft vom 21. Februar 1873 sprach Prof. Tschermak über die chemische Beschaffenheit der Meteoriten. Während anfangs die chemische Untersuchung der Meteoriten vorzüglich darauf ausging, die darin enthaltenen Stoffe qualitativ zu bestimmen und die Pauschanalysen nur zu einer allgemeinen Characterisirung dienten, hat man in der letzten Zeit keine Mühe gescheut, um die einzelnen Verbindungen mit Sicherheit zu ermitteln, indem nach Maskelyne's Vorgange die einzelnen