

17. Th. Bokorny: Ueber Stärkebildung aus verschiedenen Stoffen.

Eingegangen am 21. März 1888.

Nächst der Kohlensäure, aus welcher grüne Pflanzen bekanntlich mit staunenswerther Leichtigkeit Stärke bilden, schien mir Formaldehyd die geeignetste Substanz (unter den einfacheren organischen Verbindungen) zu sein, um damit Stärkebildungsversuche anzustellen. Der Formaldehyd muss doch wohl bei der Reduction der Kohlensäure im Chlorophyllkörper zuerst entstehen, ehe durch Condensation desselben Kohlehydrate sich bilden können. Gemeinschaftlich mit O. LOEW angestellte Versuche¹⁾ ergaben aber bald, dass freier Formaldehyd für Pflanzenzellen ausserordentlich giftig ist. Wir wandten uns deshalb zu einer Substanz, in welcher der Formaldehyd gebunden ist, aber-so, dass er ziemlich leicht wieder daraus abgespalten werden kann, dem Methylal, welches beim Behandeln mit Schwefelsäure in Methylalkohol und Formaldehyd zerfällt. Wir hofften, dass diese Spaltung auch durch das lebende Protoplasma bewirkt werde und der Formaldehyd im status nascens sofort zu Kohlehydrat condensirt werde, ehe er giftige Wirkung ausüben könnte.

Nachdem unsere Methylalversuche gezeigt hatten, dass Methylal zur Ernährung von Algen dienen könne, setzte ich in letzter Zeit diese Versuche fort und constatirte, was uns damals nicht gelungen war, die Stärkebildung aus Methylal.

Zu meinen Versuchen verwendete ich vorläufig als das bequemste Untersuchungsmaterial Spirogyren. Dieselben enthalten bekanntlich unter günstigen natürlichen Umständen reichlich Stärkemehl in den Chlorophyllbändern und bilden, wenn sie ausgehungert (entstärkt) unter die zur Assimilation nöthigen Bedingungen gebracht werden, sehr rasch aus Kohlensäure organische Substanz, so dass in kurzer Zeit der Ueberschuss der Neubildung als abgelagerte Stärke sichtbar wird. Zum Nachweis der Stärke benutzte ich in allen Fällen wässerige Jodlösung.

Versuche im Dunkeln ergaben nun bis jetzt das übereinstimmende Resultat, dass Spirogyren bei längerem Aufenthalt in 1 pCt. bis 1 pro Mille wässriger Methylallösung keine Stärkeanhäufung zeigen, während

1) O. LOEW u. TH. BOKORNY, chemisch-physiologische Studien über Algen, Journal f. pract. Chem. 1887, pag. 285 ff.

dieselbe am Lichte unschwer zu erhalten ist,¹⁾ wenn man geeignetes Spirogyrenmaterial verwendet.

Bei Lichtexperimenten ist natürlich mit grösster Vorsicht darauf zu achten, dass nicht eine Täuschung durch die niemals ganz auszuschliessende Kohlensäure herbeigeführt werde. Um diese Täuschung zu vermeiden, stellte ich in allen Fällen neben dem Methylalversuch einen Controlversuch auf, der mit Ausnahme des Methylalzusatzes möglichst genau unter denselben Bedingungen stand wie der erstere. Ausserdem war ich natürlich bestrebt, die Kohlensäure so weit als irgend möglich auszuschliessen. Das zur Lösung des Methylals erforderliche Wasser wurde aus Glas destillirt und rasch bei möglichster Vermeidung des Kohlensäurezutrittes (in ganz gefüllten mit Stöpsel lose verschlossenen Kolben) erkalten gelassen, hierauf sofort angewendet. Um zu vermeiden, dass die den Spirogyren anhängenden Spaltpilze und namentlich die etwa in dem betr. Wasser mit den Spirogyren gewachsenen Infusorien durch Kohlensäure-Production den Versuch stören könnten, wurden die Algen vor dem Versuch gründlich mit obigem destillirtem Wasser gewaschen. Da wohl die Infusorien, nicht aber die Spaltpilze, durch solche Prozedur ganz entfernt werden können, sind alle Versuche am Licht so angestellt worden, dass sie keine zu lange Zeit beanspruchten; bei längerer Zeit könnten die wenigen noch vorhandenen Spaltpilze sich so vermehren, dass deren Kohlensäureproduction in Betracht käme. Endlich ist auch noch der Luft zu gedenken, die nach meinen Erfahrungen nicht ausgeschlossen werden darf, wenn die Versuche gelingen sollen²⁾. Um den durch die Kohlensäure der Luft entstehenden Fehler möglichst zu beseitigen, liess ich möglichst wenig Luft (etwa 15 *ccm*) zutreten und wandte eine verhältnissmässig grosse Spirogyrenmenge an, so dass sich der Kohlenstoff dieser Kohlensäure auf recht viele Zellen vertheilen musste.

Die Versuche wurden also folgendermaassen angestellt: Entstärkte (durch längeres Verweilen im Dunkeln ausgehungerte) Spirogyren wurden mit Wasser von der oben beschriebenen Beschaffenheit mehrmals gewaschen, in Gläschen von 15 *ccm* Inhalt gebracht, mit 2 *ccm* des destillirten Wassers, beziehungsweise der Lösung von Methylal in diesem Wasser übergossen und dann in den gut verschlossenen Gläsern 4 Stunden dem Sonnenlicht³⁾ ausgesetzt. Unter diesen Umständen erhielt ich in den in Methylal liegenden Algen erhebliche Stärkeanhäufung, beim Controlversuch keine oder Spuren von Stärke.

1) Das Licht scheint also den Vorgang der Condensation des Formaldehyds zu befördern, wenn auch nicht gerade zu bedingen.

2) PRINGSHEIM hat schon früher nachgewiesen, dass die Assimilation bedingt ist durch die Anwesenheit von Sauerstoff.

3) Die Versuche wurden in den Monaten November und Dezember ausgeführt.

Zum Gelingen des Versuchs ist aber unbedingt nöthig, dass die entstärkten Spirogyren völlig normal sind, dass vor Allem der Chlorophyllapparat keinerlei Schädigung zeigt. Die Chlorophyllbänder müssen noch zackige Ränder wie ursprünglich haben, dürfen nicht missfarbig sein u. s. w. Das geeignete Spirogyrenmaterial zu erhalten, ist das schwierigste an der Sache. Da möglicherweise die Entstärkung keine vollständige in allen Fäden ist, so ist es absolut nöthig, von der zu jedem Versuch (für jedes einzelne Glas) angewandten Algenportion einen Theil mit der Scheere abzuschneiden, sofort mit Jodlösung auf Stärke zu prüfen und die Probe zum Vergleich aufzubewahren.

Bei Einhaltung all der beschriebenen Vorsichtsmaassregeln ist es nicht schwer, sich in kurzer Zeit die Ueberzeugung zu verschaffen, dass Spirogyren im Licht aus Methylal (vermuthlich aus dem daraus abgespaltenen Formaldehyd) Stärke bilden.

Bei Versuchen im Frühjahr ist es übrigens, wie ich mich neuerdings überzeugt habe, angezeigt, die Versuchsdauer etwas länger auszudehnen. In so kurzen Zeiträumen, wie ich sie während der Monate November und Dezember genügend fand, dürfte bei dem raschen Wachstum der Algen und vermuthlich auch der gesteigerten Athmung im Frühjahr eine erhebliche Ansammlung von Stärke nicht zu bemerken sein. Der Stärkeansatz ist ja bekanntlich nicht die allernächste Folge der Assimilation, sondern erst das Resultat einer über den Verbrauch hinaus gehenden Production von organischer Substanz (Kohlehydraten). Nach den schönen Untersuchungen von A. F. W. SCHIMPER muss sogar eine gewisse Anhäufung von Zucker in den Zellen eingetreten sein, ehe Stärkeansatz stattfindet. Die überschüssig producirt organische Substanz häuft sich also zunächst als Zucker im Zellsaft an; erst wenn das bis zu einem gewissen für jede Pflanze verschiedenen Grade geschehen ist, setzt sich Stärke in den Chlorophyllkörpern an.

Durch die Thatsache der Stärkebildung aus Methylal gewinnt die BAEYER'sche Hypothese von der Umwandlung der Kohlensäure in Formaldehyd und dieses in Kohlehydrat (durch Condensation von Formaldehyd) an Wahrscheinlichkeit; denn Methylal ist eine leicht Formaldehyd abspaltende Substanz und mit demselben gelingt die Stärkebildung sehr gut.

Da aus Methylal bei seiner Spaltung auch Methylalkohol entsteht, prüfte ich auch diesen auf seine Tauglichkeit zur Stärkeproduktion. Zu meiner Ueberraschung zeigten auch Spirogyren, die in 1 pCt. bis 1 pro Mille Methylalkohol am Lichte in der beschriebenen Weise 6—24 Stunden gelegen waren, nicht bloss völlig ungeschädigtes Aussehen, sondern erheblichen Stärkeansatz in den Chlorophyllbändern, während beim Controlversuch keine Stärke sich nachweisen liess.

Man darf nun aus dieser Thatsache nicht schliessen, dass der gleichzeitig aus Methylal sich abspaltende Formaldehyd nicht zur

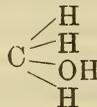
Stärkebildung verwendet werde, sondern ausschliesslich der Methylalkohol des Methylals. Denn wenn das der Fall wäre, würde Formaldehyd sich in einer schädlichen Menge binnen Kurzem ansammeln¹⁾ und müssten die Spirogyren bald absterben. Das tritt aber nicht ein; vielmehr leben Spirogyren sogar in 1 pCt. Methylallösung mehrere Tage ungestört fort, während die Stärkebildung fortschreitet²⁾.

Nachdem Methylalkohol ein positives Resultat ergeben hatte, probirte ich auch Glycol und Glycerin und konnte bei beiden Stärkebildung constatiren, so dass nun schon eine Anzahl von organischen Substanzen aus der Reihe der Alkohole bekannt ist als zur Stärkebildung verwendbar. Für Glycerin ist das schon seit Längerem durch E. LAURENT, A. MEYER und in neuerer Zeit durch KLEBS sowie in allerneuester Zeit wiederum durch E. LAURENT³⁾ (an Kartoffeltrieben) nachgewiesen worden. Dass Mannit, ein sechswerthiger Alkohol, von gewissen Pflanzen in Stärke verwandelt werden kann, ist durch A. MEYER festgestellt worden. Die von vornherein kaum anzuzweifelnde Thatsache der Stärkebildung aus Zucker ist durch J. BÖHM und dann A. MEYER und E. LAURENT experimentell erhärtet worden.

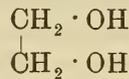
Folgendes sind die Formeln der bis jetzt als zur Stärkebildung tauglich erkannten organischen Substanzen (abgesehen von den Zuckern):

Formaldehyd⁴⁾

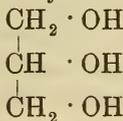
Methylalkohol



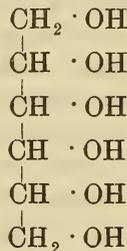
Glycol



Glycerin



Mannit



Wie aus vorstehenden Formeln hervorgeht, scheint das Vorhandensein von Hydroxyl (OH) -Gruppen von Bedeutung zu sein für die

1) Spirogyren gehen schon in Formaldehyd von 1 : 20000 bald zu Grunde.

2) Die von mir angewandten Arten von *Spirogyra* bestimmte ich als *Sp. maxima* und *Sp. orthospira*.

3) Recherches sur la formation d'Amidon... Bruxelles, GUSTAVE MAYOLER 1888.

4) Die Stärkebildung aus Formaldehyd ist nur erwiesen in dem vorhin mitgetheilten Zusammenhange.

Verwendbarkeit der Stoffe zur Kohlehydratbildung, was auch aus der Zusammensetzung der letzteren von vornherein zu schliessen ist.

Weitere Untersuchungen über die mitgetheilte Sache sind im Gange.

18. N. W. Diakonow: Eine neue Inficirungs-Methode.

Eingegangen am 21. März 1888.

Wie ich mich aus eigener Erfahrung zu überzeugen vielfach Gelegenheit hatte, besitzen wir in den Schimmelpilzen ein unschätzbares Operirungsmaterial zur Erforschung des Lebenschemismus. Allein bei den methodischen Verhältnissen, unter denen ich die ersten Versuche in dieser Richtung ausführte, trat der Umstand sehr störend hervor, dass die Bereitung der geeigneten Pilzkulturen mit grosser Mühe verknüpft war, ja selbst dies nicht immer gelang. Denn die Art, in der die Uebertragung der betreffenden Pilzkeime nach den sterilisirten Kulturgefässen besorgt wird, sowie auch die Nothwendigkeit, diese Gefässe aufzumachen, wenn auch dies von möglichst kurzer Dauer sein mag, stellen den Erfolg vorgenommener Aussaaten unbedingt vom Zufall in Abhängigkeit. — Mit einem Worte, es darf die jetzt übliche, mit allerlei Mängeln behaftete Aussaat-Methode allein für das eventuelle Misslingen der Pilzkulturen verantwortlich gemacht werden.

In der That bietet uns diese Aussaat-Methode vor allen Dingen keineswegs die erwünschte Sicherheit. So sorgfältig die Pilzkultur auch geführt werden mag, so hat man doch immer darauf gefasst zu sein, dass von einigen gleichzeitig inficirten und auch sonst in allen Beziehungen gleich vorbereiteten Pilzkulturen schliesslich sich wenige, ja selbst nur eine einzige als allen Anforderungen entsprechend erweisen wird. Damit hat man besonders dann zu rechnen, wenn ein bestimmter Schimmelpilz in einer Nährlösung neutraler oder alkalischer Reaktion, bei völliger Ausschliessung fremder Organismen, gezüchtet werden muss.

An der Hand dieser Erfahrungen sah ich mich schliesslich dazu veranlasst, diese Aussaat-Methode gänzlich zu verwerfen, resp. durch

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: [6](#)

Autor(en)/Author(s): Bokorny Thomas

Artikel/Article: [Ueber Stärkebildung aus verschiedenen Stoffen. 116-120](#)