Ist das Assimilationsprodukt der *Musaceen* Oel oder Stärke?

Von Dr. Emil Godlewski.

In der Botanischen Zeitung von 1873 (Seite 529 und 545) publicirte Briosi eine Arbeit, in welcher er nachzuweisen suchte, dass das erste sichtbare Assimilationsprodukt der von ihm untersuchten Musaceen nicht Stärke wie bei den anderen Gewächsen, sondern Oel ist. Diess veranlasste mich die Kohlensäurezersetzung bei diesen Pflanzen näher zu studiren, indem ich mich der Vermuthung hingab, dass die genannten Pflanzen mehr Sauerstoff aushauchen müssen, als sie Kohlensäure zersetzen. Ich war nämlich durch folgende Erwägungen geleitet. Stellen wir uns die Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern der meisten Pflanzen durch die Formel

$$6\ CO_2 + 5\ H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6O_2$$

dar, so werden wir uns die Fettbildung bei den Musaceen, angenommen, dass das Fett Triolein z. B. ist, durch die Formel

$$57\ CO_2 + 52\ H_2O = C_3H_5\ (OC_{18}\ H_{33}\ O)_3 + 80\ O_2$$

veranschaulichen können.

Wenn nun aus der ersten Formel sofort zu ersehen ist, dass auf ein Volum der zersetzten Kohlensäure ein gleiches Volumen von Sauerstoff ausgeschieden sein muss, so zeigt dagegen die zweite, dass, im Falle der Fettbildung, das Volumen des ausgeschiedenen Sauerstoffes um etwa 40% (bei Trioleinbildung) von dem Volumen der zersetzten Kohlensäure grösser sein müsste, wenn wir nicht die unwahrscheinliche Annahme machen wollen, dass gerade dieser Ueberschuss zu irgend welchen unbekannten Oxydationsprozessen in der Pflanze sofort verwendet wird. Das Resultat dieser Schlussfolgerung wird dasselbe bleiben, wenn wir auch annehmen, dass das fragliche Oel nicht Triolein sondern irgend ein anderes Fett ist. Ich habe mich entschlossen, diese Schlussfolgerung einer experimentalen Prüfung zu unterwerfen, um einen endgültigen Beweis für die Richtigkeit der Briosi'schen Annahme beizubringen; unglücklicher Weise aber ergaben meine Versuche ein vollständig negatives Resultat.

Die Methode der Versuche war die, dass ich Blattstücke von *Musa sapientium* in der Luft, welcher etwa 10% Kohlensäure beigemengt war, in einer Eudiometerröhre einige Stunden lang dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt habe, und dann das Volumen der Gase und die Menge der übrig gebliebenen Kohlensäure

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0221-0

bestimmte. Sämmtliche Vorsichtsmassregeln, in welchen ich mich bei meiner früheren Arbeit über Sauerstoffausscheidung im Würzburger-Laboratorium eingeübt habe, wurden berücksichtiget. Wäre die Briosi'schen Auffassung richtig, so müsste sich das Volumen der Gase in der Eudiometerröhre nach der Insolation unbedingt vergrössern. Der erste Versuch ergab kein Resultat, da es sich herausgestellt hat, dass das Blattstück keine Kohlensäure zersetzt hat. Das Stück war aus einem älteren aber noch schön grünen Blatte genommen, und diess beweist, dass die Assimilationsfähigkeit des Blattes früher als die grüne Farbe desselben erlischt. Diese Thatsache habe ich bereits bei meiner Arbeit über Sauerstoffausscheidung in Würzburg an Blättern von *Evonymus japonica* und verschiedenen Rhododendronarten beobachtet. Blätter dieser Pflanzen, welche in Treibhäusern überwintert haben, zeigten im Frühjahre eine sehr schwache, und einige sogar keine Assimilationsfähigkeit, obgleich sie in ihrer grünen Farbe noch nicht merklich gelitten haben.

Zum zweiten Versuche verwendete ich ein Stück aus einem jungen kaum entfalteten Blatte von *Musa sapientium*. Nach einer dreistündigen Insolation sind von den 7 c. c. der eingeführten Kohlensäure nur 2 c. c. übrig geblieben. Das Blattstück hat also 5 c. c. Kohlensäure zersetzt; das gesammte Gasvolumen ist aber nicht nur nicht grösser sondern sogar um 0,2 c. c. kleiner geworden.

Es wurde noch ein Versuch angestellt, welcher ein ähnliches Resultat geliefert hat. Auch hier hat sich trotz einer namhaften Kohlensäurezersetzung das Volumen der Gase im Eudiometer nach der Insolation nicht merklich verändert.

Wir sehen also, dass die *Musaceen* wie die übrigen Pflanzen ein Volumen des Sauerstoffes, welches dem Volumen der zersetzten Kohlensäure nahezu gleich ist, ausscheiden. Die theoretischen Schlussfolgerungen, welche als Ausgangspunkt für obige Versuche gedient haben, sind also durch das Experiment nicht bestätigt worden. Da aber diese Schlüsse aus der Briosi'schen Voraussetzung mit Nothwendigkeit folgen, so dürfen wir annehmen, dass auch diese Voraussetzung nicht richtig ist. Demnach war es nothwendig, die Briosi'schen Angaben über das gänzliche Fehlen der Stärkeeinschlüsse in den Chlorophyllkörnern der *Musaceen* einer nochmaligen Untersuchung zu unterwerfen. Bei den ersten flüchtigen Beobachtungen an hier und da entnommenen Blattstücken von *Musa* und *Strelitzia*-Arten, fand ich auch die Chlorophyllkörner derselben stärkefrei, um aber die Sache end-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0222-6

gültig zu entscheiden, habe ich eine andere Methode angewendet. Schon früher (Flora 1873, vorläufige Mittheilung; Sitzungsberichte der Krakauer Akademie der Wissenschaften 1875, die ausführliche Arbeit) zeigte ich, dass in einer einige Procente Kohlensäure enthaltenden Luft die Stärkebildung bedeutend schneller vor sich geht, als in gewöhnlicher Atmosphäre [1]); wenn also überhaupt

---

1) Diese von mir gefundene Thatsache hat neuerdings (Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften in Wien B. LXXIII. s. 39) Herr Professor Böhm aufs neue entdeckt, während er über meine Versuche sich ganz einfach dahin äussert, dass sie zu keiner Schlussfolgerung berechtigen, da sich in den Cotylen des Rettig auch im Dunkeln aus dem vorhandenen Oel Stärke bildet, wie er in der Abhandlung „über Stärkebildung in den Keimblättern der Kresse etc." nachgewiesen hat. Dass sich bei der Keimung der ölhaltigen Samen in den Cotyledonen derselben Stärke aus dem Oel bildet, hat nicht erst Herr Böhm in der oben genannten Abhandlung sondern schon bereits Sachs vor 18 Jahren (Ueber das Auftreten der Stärke bei der Keimung ölhaltiger Samen in Bot. Zeitung 1859. Ueber die Stoffe, welche das Material zur Bildung der Zellhäute liefern, Pringsheim Jahrbücher B. III.) nachgewiesen und Peters (citirt bei Sachs Handbuch der Experimentalphysiologie s. 364) hat ja sogar durch quantitative Analysen die Menge dieser s. g. transitorischen Stärke in drei Entwikelungsstadien der keimenden Kürbisssamen bestimmt. Diese Thatsache müsste mir also aus meinen Elementarstudien sehr gut bekannt sein, sie berührt aber meine Versuche nicht im geringsten einfach darum, weil dieselben sämmtlich an Pflänzchen, bei welchen die Reservestoffe schon vollständig verbraucht wurden, angestellt waren. Ich habe doch ausdrücklich hervorgehoben, dass bei jedem einzelnen Versuche die völlige Stärkefreiheit der zum Experiment angewandten Cotyledonen constatirt wurde, was also beweist, dass die Reservestoffe bereits vollständig erschöpft waren, denn so lange diess nicht geschieht, existirt, meines Wissens nach, kein Modus die Cotyledonen von Stärke frei zu haben. Um Herrn Böhm zu beweisen, dass ich diess sehr gut wusste, mache ich ihn auf folgende Stelle auf der letzten Seite meiner vorläufigen Mittheilung in der Flora aufmerksam: „Ich habe auch versucht den ganzen Keimungsprocess ohne Kohlensäurezutritt im Lichte vor sich gehen zu lassen, und überzeugte mich, dass derselbe ganz normal vor sich geht. Keine Ueberverlängerung der Stengel, keine Missbildung der Cotyledonen ist zu bemerken. Die Chlorophyllkörner sind vollkommen ausgebildet und von ganz normalem Farbenton. Der ganze sichtbare Unterschied von den frei vegetirenden Pflänzchen liegt darin, dass nachdem die Reservestoffe aus den Cotyledonen verbraucht worden sind, sie keine Spur Stärke mehr enthalten, während die frei vegetirenden die Stärke reichlich bilden". Die durchschossen gedruckten Wörter zeigen unzweideutig, dass ich sehr gut wusste, dass, so lange die Reservestoffe nicht verbraucht sind, auch in kohlensäurefreier Luft, und natürlich auch in Dunkelheit (was ich öfters beobachtete, aber als eine bekannte Thatsache nicht erwähnt habe) Stärke in den Cotyledonen natürlich aus Oel gebildet wird. Diese Stärke als unmittelbares Assimilationsprodukt zu betrachten, fiel mir niemals ein. Dass auch die wichtige von Böhm (mittelst

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0223-2

in den Chlorophyllkörnern der *Musaceen* Stärke gebildet wird, so wird man das an den Blattstückchen, welche in Kohlensäurereicherer Luft insolirt waren, am leichtesten wahrnehmen können. Aus diesem Grunde wurden Stückchen von schönen jungen Blättern, in Absorptionsröhren, in einer 6—8% Kohlensäure enthaltenden Luft, 3—4 Stunden lang insolirt, und erst nachträglich auf ihren Stärkegehalt untersucht. Die Versuche wurden an *Musa sapientium, M. discolor, M. zebrina, M. Daca* und *Strelitzia Reginae* angestellt. Jetzt wurden fast überall die Mesopyllzellen mit Stärke überfüllt gefunden, so dass die entfärbten und mit Kali und Essigsäure behandelten Blattschnitte sich, mit Jod behandelt, schwarzblau gefärbt haben. In einem Versuche waren Stücke aus einem jungen und aus einem ziemlich alten Blatte insolirt. Nach 3 Stunden sind fast sämmtliche Mesophyllzellen der erstern mit Stärke überfüllt geworden, während nur einige Zellpartieen der letzteren reichlich Stärke gebildet haben, die meisten aber vollkommen stärkefrei geblieben sind. Aus diesem Versuche ist zu ersehen, dass nicht sämmtliche Zellen eines Blattes gleichzeitig ihre Assimilationsfähigkeit verlieren, vielmehr die einen behalten sie noch fast vollständig, während die anderen sie bereits gänzlich verloren haben.

Wir sehen demnach, dass bei dem künstlich gesteigerten Assimilationsprocesse in den Chlorophyllkörnern der *Musa*- und *Strelitzia*-Arten die Stärke eben so reichlich gebildet wird, wie bei sonstigen Pflanzen. Es ist mir aber auch gelungen in den frisch aus denselben Pflanzen entnommenen, und sofort in Alkohol

---

der von mir zuerst in die Pflanzenphysiologische Untersuchungen eingeführten Methode der Experimentirung in kohlensäurefreier Luft, von welcher man noch viel zu hoffen hat) entdeckte Thatsache des Einflusses des Lichtes auf Stärkewanderung meine Resultate keineswegs alterirt, folgt daraus, dass immer Parallelversuche in freier Luft und in kohlensäurereicher Atmosphäre angestellt waren, und dass während in der letzten schon namhafte Stärkequanta in den Chlorophyllkörnern der Cotyledonen gebildet worden sind, die ganzen Cotylen der Pflänzchen, welche im Freien der Lichtwirkung ausgesetzt wurden, noch vollkommen stärkefrei waren. Uebrigens sind in meiner ausführlichen Abhandlung, welche ich der Krakauer Akademie der Wissenschaften in der Sitzung vom 20. März 1875 vorgelegt habe, auch Versuche an Laubblättern (Versuch XVI, XVIII, XX) und an den von den Stengel isolirten Blättern (XVI, XXI) beschrieben, die gleiche, wie die an Cotyledonen der Keimpflänzchen angestellte Resultate lieferten. Somit ist der Einfluss des Kohlensäuregehaltes der Luft auf die Stärkebildung in den Chlorophyllkörnern von mir mit voller Sicherheit nachgewiesen, und Herr Professor Böhm brauchte nicht denselben nochmals zu entdecken.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0224-8

gesteckten Blattstücken, die Stärke in den Mesophyllzellen nachzuweisen.

Ganz besonders, wenn die Stückchen aus jungen Blättern stammten, und Abends nach einem heissen Tage entnommen wurden, enthielten sie reichlich die Stärke in ihren Chlorophyllkörnern. Alles das zeigt, dass das Assimilationsprodukt der *Musa*- und *Strelitzia*-Arten nicht Oel, wie es Briosi annahm, sondern Stärke wie bei den übrigen Pflanzen ist.

Fragen wir nun, warum Briosi die Stärke in den Chlorophyllkörnern der in Rede stehenden Pflanzen nicht nachweisen konnte, so ist das ohne Zweifel in den ungünstigen Witterungsverhältnissen während seiner Untersuchungen zu suchen. Die bekannte, vom Böhm angegebene und von Sachs vervollkommnete Methode der Stärkenachweisung ist so sicher, und bei einiger Uebung so leicht zu handhaben, dass sie jede Möglichkeit des Irrthums ausschliesst; und deswegen bin ich vollkommen überzeugt, dass die Mesophyllzellen der von Briosi untersuchten Blätter in der That stärkefrei waren. Briosi hat aber seine Untersuchungen im Februar und März, also in der für die Assimilation sehr ungünstigen Jahreszeit gemacht, während die *Musaceen*, als Pflanzen des heisseren Climas, wahrscheinlich mehr Licht und Wärme bedürfen als unsere einheimischen Gewächse. Die Blätter von *Strelitzia Princeps* aus dem botanischen Garten zu Ferrara im Juni entnommen, welche Briosi untersuchte, waren vielleicht zu alt, oder aus irgend einem anderen Grunde stärkefrei (übrigens habe ich *Strelitzia Princeps* nicht untersucht.). Meine sämmtlichen Untersuchungen waren aber im Juni bei sehr heissem Wetter angestellt, die Verhältnisse waren demnach dem Assimilationsprocesse sehr günstig, und das ist, meiner Meinung nach, der Grund, wesshalb es mir die von Briosi vermisste Stärke in den Chlorophyllkörnern nachzuweisen gelungen ist. Es bleibt mir noch übrig, mich über die Bedeutung des, in den Mesophyllzellen unzweifelhaft vorhandenen und von Briosi nachgewisenen Oeles auszusprechen. Da ich keine auf diese Frage gerichteten Versuche angestellt habe, so kann ich auch dieselbe unmöglich endgültig entscheiden, mit einiger Wahrscheinlichkeit jedoch liesse sich vielleicht vermuthen, dass das Oel hier eine ähnliche Rolle wie die bekannten Oelkörper der Lebermoose spiele [1]). Diese

1) Pfeffer in Flora 1874.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0225-3

Vermuthung wird durch zwei Thatsachen unterstützt: 1. Dass in den älteren Blättern, bei welchen der Assimilationsprocess, wie oben hervorgehoben wurde, schwächer ist, der Oelgehalt in den Mesophyllzellen nicht nur nicht geringer, sondern sogar grösser als in den jungen Blättern ist, [1]) und 2. dass dem Oele, besonders in dem die Gefässbündel der Blattstiele umgebenden Parenchym [2]), aber auch in Mesophyllzellen [3]), Gerbsäure beigemengt ist; was eben Pfeffer für die Oelkörper der Lebermoose auch nachgewiesen hat. Nach dieser Analogie wäre es zu vermuthen, dass das Oel aus den Mesophyllzellen der *Musaceen* keine weitere Verwendung findet; ob es aber wirklich so ist, oder ob das Oel noch weiter zum Wachsthum als Zellstoffbildner verwendet wird, müssen weitere Untersuchungen zeigen; so viel steht aber fest, dass dieses Oel kein Assimilationsprodukt ist, sondern dass es erst nachträglich, unmittelbar oder mittelbar, aus der durch Assimilation entstandenen Stärke entsteht. Ich will damit nicht behaupten, dass es nicht Pflanzen gebe, bei denen das Fett das erste sichtbare Assimilationsprodukt sei, dass dies aber bei den *Musaceen* nicht der Fall ist, darüber besteht kein Zweifel.

Lemberg, Januar 1877.

Addenda nova ad Lichenographiam europaeam.

Continuatio septima et vicesima. — Exponit W. Nylander.

1. *Collemopsis leptogiella* Nyl.

Thallus olivaceo-fuscus, tenuiter subcoralloideo-furfurellus (crassit. circiter 0,2 millim. vel tenuior), effusus; apothecia testaceo-lurida minuta leptogiomorpha (latit. circiter 0,15 mill.), epithecio impressulo vel demum subplano, marginatula; sporae 8nae incolores ellipsoideae vel oblongo-ellipsoideae, longit. 0,010—17 millim., crassit. 0,005—7 millim., paraphyses graciles vel gracilescentes, apice crassiores. Jodo gelatina hymenialis vinose fulvo-rubescens.

---

1) Vergleiche das Referat von Kraus bot. Zeit. 1873. s. 234, wo erwähnt wird, „dass bei älteren Blättern das Oel sich auch frei in zahlreichen Tropfen in Chlorophyllzellen findet".

2) Briosi l. c. S. 547.

3) Briosi l. c. S. 549.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0226-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 60

Autor(en)/Author(s): Godlewski Emil

Artikel/Article: Ist das Assimilationsprodukt der Musaceen Oel oder Stärke? 215-220