

Erwähnen will ich hier, dass Monobromnitromethan sehr heftig mit Kaliumnitrit und alkoholischem Kali reagirt. Bisher ist es mir jedoch noch nicht gelungen, Binitromethan zu erhalten.

Zürich, Laboratorium von Prof. V. Meyer, im August 1875.

325. Adolf Mayer: Ueber Sauerstoffabscheidung aus Pflanzentheilen bei Abwesenheit von Kohlensäure.

(Vorläufige Mittheilung.)

(Eingegangen am 10. August.)

Im Verlaufe einer grösseren Arbeit über die Functionen der organischen Säuren in den Pflanzen bin ich auf eine merkwürdige Thatsache gestossen, welche im Widerspruche steht mit einem bis dahin Geltung habenden Hauptsatze der Pflanzenphysiologie, Seit der Zeit, als Sennebier im Jahre 1784 nachwies, dass die Sauerstoffabscheidung aus grünen lebenden Pflanzentheilen nur stattfinden könne, wenn man denselben Kohlensäure zur Verfügung stellte, ist keine Beobachtung gemacht worden, welche eine Modification an der daraus sich ergebenden Anschauung nothwendig gemacht hätte — an der Anschauung, dass diese höchst oxydirte Kohlenstoffverbindung der einzige Ausgangspunkt für den Reductionsprocess in der chlorophyllhaltigen Zelle sei. In unserem Jahrhundert ist der fragliche Fundamentalprocess überhaupt nur in sofern näher definirt worden, als man sich eine klare Vorstellung über das sichtbare Erstlingsprodukt der chemischen Arbeit im Chlorophyllapparat zu bilden vermochte — eine Entdeckung, welche von Nägeli und H. v. Mohl vorbearbeitet, von J. Sachs abgeschlossen worden ist. Daneben hat man sich, namentlich von Seiten der modernen Structurchemie, wohl allerlei Speculationen hingegeben in Betreff der Zwischenglieder zwischen Kohlensäure und Wasser einerseits, Stärkemehl und Zucker andererseits; allein experimentelle Anhaltspunkte standen dafür keine zur Verfügung.

Ich habe nun einzelne Pflanzensäuren hinsichtlich der Bedingungen ihres Entstehens und ihres Verschwindens einer genaueren Prüfung unterworfen und z. B. für die weitverbreitetste Oxalsäure nachgewiesen, dass sie unabhängig von den im Lichte verlaufenden Reductionserscheinungen auftritt, und wo sie verschwindet, dies durch weitere Verbrennung geschieht; dass sie mit andern Worten ein Endprodukt des vegetabilischen Stoffwechsels ist, unfähig, wieder in denselben einzutreten.

Dies ist indessen nicht das gemeinsame Loos aller Pflanzensäuren. Dass sich andere Säuren möglicher Weise anders verhalten könnten, darauf bin ich zunächst durch alte, längst verschollene Beobachtungen von Benj. Heyne und Link aufmerksam gemacht worden, nach

welchen die Blätter gewisser *Crassulaceen* Morgens, und überhaupt nach einer Dunkelperiode, sauer schmecken sollten, während sich gegen Mittag dieser Geschmack verliert.

Diese leicht zu bestätigenden Beobachtungen legen die Deutung nahe, als ob die betreffenden Säuren, durch Oxydationsprocesse aus Kohlehydraten oder Proteintoffen erzeugt, unter dem Einflusse des Lichts wieder zu neutralen Verbindungen reducirt werden könnten.

Zur Prüfung der Richtigkeit dieser Auslegung hatte ich eine bequeme und dazu sehr genaue Methode zur Verfügung. Ich brauchte nur die sauren Pflanzentheile in den von mir in Gemeinschaft mit von Wolkoff construirten Athmungsapparat¹⁾ einzuführen und zu isoliren. Eine Volumvermehrung, bis dahin in zahllosen Versuchen im Lichte wie in der Dunkelheit niemals beobachtet, konnte in dem kohlenstofffreien Raume nur Sauerstoffausscheidung bedeuten. Ich fand nach dieser Methode z. B. folgende auf die Zeiteinheit einer Stunde berechnete Volumveränderungen.

	Volumverminderung.	Volumvermehrung.	Beleuchtung.
	0.24 CC.	—	dunkel
	—	0.59 CC.	Sonne
zwei Stunden später	—	0.12 CC.	do.
	0.26 CC.	—	dunkel.

Während also der Sauerstoffverbrauch des Zweiges für die Perioden der Dunkelheit pro Stunde ein Viertel CC. betragen hatte, wurde im Lichte eine viel grössere Menge von Sauerstoff ausgeschieden. Freilich nur eine gewisse Zeit lang; dann ging der Process zu Ende, weil eben die für den Reductionsprocess zur Verfügung stehende Menge von freier Säure auch auf die Neige ging. Die Titrirung des nach Beendigung des Versuchs aus dem Zweige ausgepressten Saftes ergab statt der vormals sauren eine schwach alkalische Reaction.

Der gleiche Versuch wurde durch längere Zeiträume für *Bryophyllum* wiederholt, und auch noch an einer andern Fettpflanze, der bekannten *Crassula arborescens* durchgeführt — immer mit dem gleichen Erfolg. Dass das im Sonnenlichte ausgeschiedene Gas wirklich Sauerstoff ist, wurde in andern Versuchen, wobei dasselbe für sich aufgesammelt wurde, mittelst Phosphor nachgewiesen. Auch ist die Erscheinung, soweit Vorversuche dies erkennen lassen, in der nämlichen Weise von den verschiedenen Lichtarten bedingt wie der normale Assimilationsprocess.

Qualitativ kann man die Erscheinung auf eine noch viel einfachere Weise verfolgen. Während die grünen Blätter der meisten

¹⁾ Landw. Jahrb. 1874, H. 4; mein Lehrbuch d. Agriculturchemie, II. Aufl. 1875, Vorlesung 7.

Pflanzen in ausgekochtem (kohlenstofffreiem) Wasser bekanntlich auch im stärksten Sonnenlichte kein Gas ausgeben, kann dies für die Blätter der Fettpflanzen leicht beobachtet werden, namentlich wenn man sie vorher längere Zeit verdunkelt hat.

Ausser bei *Bryophyllum*- und *Crassula*-Arten wurde auf diese Weise auch noch bei Arten von *Sempervivum* und *Cotyledon* jener eigenthümliche Reductionsprocess festgestellt. Man wird so im Stande sein, in Kurzem eine beliebige grosse Anzahl von Pflanzen auf den Gehalt an solchen reductionsfähigen Säuren durchzumustern.

In Bezug auf die Natur der im Sonnenlichte verarbeiteten Säuren bin ich noch zu keinem abschliessenden Urtheile gelangt, obwohl unter den freien Säuren der *Crassulaceen*, nach den gewöhnlichen Reactionen zu urtheilen, die Citronensäure eine Rolle zu spielen scheint. Die strenge Beweisführung der Verarbeitung dieser Säure ist aber umständlich und setzt mehr Material an Pflanzen voraus, als mir einstweilen zur Verfügung steht. Gerade diese specielle Frage ist aber von höchster Wichtigkeit, weil die betreffenden Säuren als mögliche Zwischenstufen des Assimilationsprocesses ins Auge zu fassen sind, während sie freilich bei den *Crassulaceen* zufällig als Athmungsprodukte sich anhäufen. Diese Zufälligkeit aber ermöglicht ihre Wahrnehmung und den Nachweis ihrer Reductionsfähigkeit, während jene bei dem gewöhnlichen Laufe der Dinge ebenso rasch erzeugt als weiter verarbeitet zu werden scheinen.

Glücklicher bin ich in Bezug auf Erörterung der andern Specialfrage gewesen, wie weit der Reductionsprocess aus den im Sonnenlichte verschwindenden Pflanzensäuren fortschreitet. Blätter von *Bryophyllum calycinum*, *Crassula arborescens*, so lange im Dunkeln gehalten, bis fast alles Stärkemehl verschwunden war, wurden bei Kohlensäureabschluss im Sonnenlichte wieder viel reicher an diesem ersten plastischen Produkte des Reductionsprocesses, während Goldewsky ¹⁾ noch jüngst für die Blätter anderer Pflanzen (*Raphanus*) den umgekehrten Nachweis geführt hat. Hieraus ist also zu schliessen, dass die Säuren zu Kohlehydraten reducirt werden können.

Charakteristisch dabei ist auch das Auftreten des neugebildeten Stärkemehls in den Chlorophyllkörnern des Blattinnern, während die sonst bevorzugten Schliesszellen der Spaltöffnungen stärkefrei bleiben.

Der Grund hierfür ist leicht einzusehen. Das Rohmaterial für die Production des Stärkemehls ist eben diesmal schon im Blattinnern vorhanden, während die Kohlensäure fürs Gewöhnliche von Aussen hinzutreten muss.

Heidelberg, landw. Laboratorium, den 4. August 1875.

¹⁾ Flora 1873, p. 378.