FLORA.

60. Jahrgang.

№ 8. **Regensburg, 11. März** **1877.**

Inhalt. H. G. Holle: Ueber die Assimilationsthätigkeit von Strelitzia Reginae. — Dr. Carl Kraus: Mechanik der Knollenbildung. — Pflanzen-Einwanderung. — Anzeige.

Ueber die Assimilationsthätigkeit von *Strelitzia Reginae.*

Von H. G. Holle.

In der Botanischen Zeitung, Jahrgang 1873 Nr. 34 und 35, beschreibt Briosi das Vorkommen von Oel in den Chlorophyllkörnern verschiedener Arten von *Strelitzia* und *Musa*. Er stellt dieses Vorkommen in Gegensatz zu dem von Nägeli [1]) bei *Rhipsalis funalis* beobachteten mehr gelegentlichen Auftreten von Oel im Chlorophyll, von dem Sachs (l. c.) vermuthet, dass es erst nachträglich aus der gleichfalls vorhandenen Stärke entstanden sei und der analogen Beobachtung von de Bary bei *Spirogynen* und *Zygnemeen*. Er zeigt, dass im Chlorophyll von *Strelitzia* und *Musa* das Oel nicht gelegentlich neben Stärke, sondern ausschliesslich und constant nachzuweisen ist. Mit dem Nachweis des „normalen" Vorkommens von Oel in den Chlorophyllkörnern ist aber noch nicht die Frage entschieden, ob das Oel in demselben Sinne, wie die sonst im Chlorophyll beobachtete

1) Citirt bei Sachs, Handb. d. Exp.-Physiologie d. Pfl. Leipzig 1865, p. 324.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0119-8

Stärke als Produkt der Assimilation anzusehen ist. Desshalb erklärt Sachs in der vierten Auflage seines Lehrbuchs den experimentellen Nachweis dieser Bedeutung des Oels bei den *Musaceen* mit Recht noch für wünschenswerth. Von diesem Gesichtspunkte aus wurde die hier mitzutheilende Untersuchung an *Strelitzia Reginae* in Angriff genommen, die im Botanischen Institute zu Göttingen ausgeführt wurde.

Es schien zunächst geboten, festzustellen, ob das Oel in den Blättern dieser Pflanze durch Anwendung von Verdunkelung zum Verschwinden gebracht werde könne und dann nach Erneuerung der Beleuchtung zuerst im Chlorophyll wieder auftreten werde, ob sich also in dieser Beziehung eine vollständige Analogie zu den stärkebildenden Pflanzen [1]) herausstellen werde. Es zeigte sich bald, dass eine solche Analogie, auch wenn sie bestand, nicht zum reinen Ausdruck gelangen konnte, weil das Oel, wie Briosi (l. c.) nachgewiesen hat, in der Tropfenform, in der es zur Beobachtung gelangt, nicht ursprünglich im Blatte vorhanden ist, sondern dieselbe erst auf Zusatz von Wasser annimmt. Es wäre z. B. denkbar, da die Chlorophyllkörner nur modificirte Theile des Gesammt-Plasmas einer Zelle sind, dass bei dem Zusatze von Wasser unberechenbare Diffusionsvorgänge in bereits ölfreie Chlorophyllkörner aus dem übrigen Protoplasma Oel hineintrieben. Die Unsicherheit der Beurtheilung, wo das Oel in der unberührten Zelle vorhanden war, trat hervor in der Beobachtung, dass mikroskopische Präparate von verschiedenen aber ungefähr gleich alten und unter gleichen Umständen befindlichen Blättern, oder auch von demselben Blatte, oft ein verschiedenes Verhalten in Beziehung auf die Erscheinungsweise des Oels zeigten. Bald waren die Tröpfchen in jedem Chlorophyllkorn zahlreich vertreten, bald nicht einmal in allen nachweisbar. Ebenso erschien die Menge des frei im Zellsaft auftretenden Oels häufig verschieden gross. Das gleichmässigste Verhalten verschiedener Präparate wurde erzielt, wenn dieselben unter concentrirtem Glycerin angefertigt und das Glycerin auf dem Objectträger allmählig durch Wasser ersetzt wurde. Auf diese Weise wurde ein an der Pflanze befindliches kräftiges Blatt vor und nach der Verdunkelung auf seinen Gehalt an Oel untersucht. Nach vierundzwanzig-stündiger Verdunkelung bei hoher Sommertemperatur war keinerlei Veränderung nachweisbar. Auf Wasserzusatz traten sowohl in als

1) Vergleiche Sachs, Exp.-Physiologie, p. 28.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0120-9

neben den Chlorophyllkörnern zahlreiche Oeltropfen auf. Die Verdunkelung wurde dann noch vier Tage fortgesetzt. Die Chlorophyllkörner hatten dann eine wenig scharf begrenzte Gestalt angenommen; es war aber noch deutlich nachweisbar, dass wirklich noch innerhalb derselben auf Zusatz von Wasser Oeltropfen auftraten.

Diese Thatsache, welche ein anderes Verhalten des Oels, als es die Stärke unter gleichen Umständen zeigen würde, zu erschliessen scheint, konnte nicht als beweisend gegen die Natur des Oels als Assimilationsprodukt angesehen werden, solange die Gegenprobe fehlte, welche zeigen musste, ob in einem von Oel völlig freien Blatte in Folge von Beleuchtung zuerst im Clorophyll wieder solches auftreten würde. Ein ölfreies Blatt war aber nicht zu erhalten. Nicht einmal eine Verminderung des Oels war nach der fünftägigen Verdunkelung zu erkennen. Ebenso wenig war dies nach weitern fünf Tagen der Fall. Jetzt erschien das Chlorophyll schon ganz deformirt, so dass sich auch nicht mehr entscheiden liess, ob das beobachtete Oel innerhalb oder ausserhalb des Chlorophylls lag. Hiernach ergab sich die Unmöglichkeit, auf dem eingeschlagenen Wege über die angeregte Frage Aufschluss zu erhalten.

Die Zweifel, welche die Constanz des Oelgehaltes bei längerer Verdunkelung des *Strelitzia*-Blattes erwecken musste, ob in dem Oel wirklich das Produkt der Assimilation vorläge, führten dazu, wiederholt einerseits belichtete anderseits verdunkelte Blätter mit allen Vorsichtsmassregeln auf einen etwaigen Gehalt an Stärke zu untersuchen. Ich vermochte aber ebenso wenig wie Briosi die geringste Spur davon aufzufinden. Auch Glykose gelang mir an dieser Stelle noch nicht nachzuweisen.

Zur Lösung der aufgestellten Frage bot sich nun ein anderer sicheren Erfolg versprechender Weg, der des endiometrischen Versuchs. Schon Pfeffer [1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass wenn bei gewissen Pflanzen das im Chlorophyll vorkommende Oel Assimilationsprodukt sein sollte, von demselben im Sonnenlicht ein grösseres Quantum Sauerstoff ausgeschieden werden müsse, als der zersetzten Kohlensäure entsprechen würde. Auch

1) Ueber die Wirkung des farbigen Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure in Pflanzen. Arb. d. Bot. Inst. zu Würzburg I. 1, 1871. und: Die Production der organischen Substanz in den Pflanzen. Landwirthsch. Jahrb. 1874, p. 4. des Separatabdrucks.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0121-5

Ad. Mayer führt in seinem Lehrbuche der Agriculturchemie [1]) aus, wie man aus einer etwaigen Beobachtung überschüssiger Sauerstoffabscheidung bei der Assimilation auf die Entstehung eines sauerstoffärmeren Produktes, als die Kohlehydrate darstellen, schliessen könne. Er weisst jedoch zugleich darauf hin, dass auch durch sekundäre Processe aus unmittelbar gebildeten Kohlehydraten Oel hervorgehen könne, und deutet an, dass selbst das beobachtete Auftreten von Oel im Innern der Chlorophyllkörner nicht nothwendig auf eine unmittelbare Entstehung durch Assimilation schliessen lasse. Nehmen wir mit Ad. Mayer einmal an, dass das Oel in den *Strelitzia*-Blättern Triolëin sei, so erhalten wir für den Assimilationsprocess die Gleichung:

$$57\ C\ O_2 + 52\ H_2\ O = C_{57}\ H_{104}\ O_6 + 160\ O.$$

Er ergiebt sich für diese Annahme, dass der frei werdende Sauerstoff um nicht viel weniger als die Hälfte die verbrauchte Kohlensäure an Volum übertreffen muss. Dieses Resultat wird nicht wesentlich geändert, wenn wir einen anderen fettartigen Stoff der Beobachtung zu Grunde legen. Wird also bei der Assimilation von *Strelitzia* irgend ein Oel gebildet, so muss sich das angewandte Volum um beinahe die Hälfte des Volums der zersetzten Kohlensäure vermehren; das ist eine Grösse, die selbst bei roheren Versuchen deutlich zu Tage treten muss, vorausgesetzt, dass aller bei der Assmilation frei werdende Sauerstoff wirklich in die Atmosphäre übergeht.

Diese Voraussetzung ist jedenfalls dann erfüllt, wenn das Oel direkt aus den Elementen des Wassers und der Kohlensäure gebildet wird. Denn es ist kein Grund anzunehmen, dass der bei der Oelbildung im Ueberschuss frei werdende Sauerstoff sich anders verhalten sollte als der bei der Stärkebildung in einer der zersetzten Kohlensäure gleichen Menge frei werdende Sauerstoff, der ja erwiesenermassen nicht etwa zu Oxydationsvorgängen im Blatte verwandt wird, sondern vollständig zur Beobachtung gelangt. — Anders gestaltet sich die Sache, wenn wir annehmen, dass das Oel nicht unmittelbar aus den Elementen der Kohlensäure und des Wassers hervorgeht, sondern dass der Reductionsprocess ein allmählicher ist, dass intermediäre Produkte gebildet werden, welche ärmer an Sauerstoff sind als die Kohlensäure aber noch reicher als das Oel. Dann richtet sich entweder die Menge des ausgeschiedenen Sauerstoffs nach der Elementarzu-

1) 2. Aufl., Heidelb. 1876. p. 62.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0122-0

sammensetzung des zunächst aus Kohlensäure und Wasser gebildeten Stoffes und der noch vorhandene Ueberschuss an Sauerstoff findet bei der weiter stattfindenden Umsetzung in der Pflanze selbst Verwerthung, oder aber es finden bei diesen weiteren Umsetzungen weitere Ausscheidungen von Sauerstoff statt. Es sind daher, so lange man nichts näheres über den Vorgang weiss, die grössten Verschiedenheiten in der Menge des abgeschiedenen Sauerstoffs denkbar; jedenfalls aber wäre es ein ganz unwahrscheinlicher Zufall, dass gerade soviel Sauerstoff ausgeschieden werden sollte, als in der zersetzten Kohlensäure vorhanden war. Wenn dieser letztere Fall thatsächlich beobachtet werden sollte, ist vielmehr die dritte Möglichkeit als bewiesen anzusehen, dass das Oel gar nicht Assimilationsprodukt ist, sondern dass bei der Assimilation dasselbe Produkt gebildet wird, wie bei den anderen Pflanzen, wo dieselbe Bilance des Gasaustausches beobachtet ist. Diesen Schluss werden wir umsomehr machen müssen, als es an sich schwer vorzustellen ist, dass ein für das ganze vegetabilische Leben so fundamentaler Process wie die Kohlensäurezersetzung bei verschiedenen Pflanzen ein ganz verschiedenartiger sein sollte.

Dass nun in der That bei der Assimilation der *Strelitzia*-Blätter das Volum der umgebenden Atmosphäre wenigstens nahezu ungeändert bleibt, ergab sich schon aus vorläufigen Versuchen, die ich im Frühling 1876 unter ungünstigen Verhältnissen mehr zur eigenen Uebung unternahm. Bei diesem Resultat der Vorversuche wäre es vergebliche Mühe gewesen, die Differenz des Volumens der zersetzten Kohlensäure und des gebildeten Sauerstoffs durch directe Messung dieser Gase bestimmen zu wollen, da bei einer so complicirten Methode die Versuchsfehler sicherlich die allenfalls noch zu erwartenden thatsächlichen Differenzen überstiegen haben würden. Die endiometrischen Versuche, welche ich bei Wiederaufnahme der Untersuchung im Sommer mit *Strelitzia Reginae* anstellte, beschränkten sich deshalb darauf, die angewandte Gasmenge vor und nach der Exposition mit möglichster Genauigkeit zu bestimmen. Diese Versuche theile ich hier vollständig mit und schicke zunächst einige Bemerkungen über die dabei angewandte Methode voraus.

Die Messung der angewandten Gasmengen geschah in denselben Recipienten, in welchen die Pflanzentheile der Sonne ausgesetzt wurden. Es wurde davon abgesehen, eine enge Steigröhre an den Apparat anzubringen, um die zur Beobachtung gelangenden Differenzen des Quecksilberstandes zu vergrössern. Einmal hätte

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0123-6

die Verengerung der Steigröhre doch nicht weit getrieben werden dürfen, damit nicht eine capillare Depression der Quecksilbersäule die Genauigkeit des Resultats beeinträchtigte; sodann hätte eine besondere Oeffnung angebracht werden müssen, um das Blatt einzuführen, deren möglicherweise nicht absolut dichter Verschluss Ungenauigkeiten hervorrufen konnte; endlich musste, um die zugleich vorzunehmende Bestimmung der zersetzten Kohlensäuremenge nicht zu ungenau ausfallen zu lassen, die Möglichkeit gegeben sein, das benutzte Blatt vor Zuführung der absorbirenden Kalilauge zu entfernen. Wurde aber davon abgesehen so schien die Form, welche Pfeffer seinen Apparaten bei den Versuchen über die Assimilationsthätigkeit im farbigen Licht (l. c.) gegeben hat, die zweckmässigste zu sein. Auch in den Dimensionen wurden die von mir angewandten Apparate nach dem Vorbilde der Pfeffer'schen ausgeführt. Es waren also calibrirte Röhren von 14 mm innerem Durchmesser, die oben eine kugelförmige Erweiterung zur Aufnahme der assimilirenden Pflanzentheile hatten und bis zu der Stelle, wo gewöhnlich die Ablesungen stattfanden, etwa 100 Ccm. fassten. Die Oeffnung, welche Pfeffer oberhalb jener Erweiterung bei seinen Apparaten anbrachte, liess ich dagegen fortfallen. Pfeffer hatte dieselbe zu dem Zwecke angebracht, um das Quecksilber nach Einführung des Blattes durch Saugen in der Steigröhre eine Strecke empor zuheben. Den Verschluss derselben hatte er dann durch ein abgeriebenes und eingefettetes von einem Kautschukschlauch festgehaltenes Stück Glasstab bewerkstelligt. Wenn auch die mitgetheilten Thatsachen keinen Zweifel darüber lassen, dass dieser Verschluss mit genügender Sorgfalt ausgeführt, trotz des herrschenden negativen Druckes hinreichend sicher war, so ist die ganze Einrichtung doch unzweckmässig, weil überflüssig. Der beabsichtigte Zweck lässt sich sogar schneller und sicherer, namentlich ohne die Wärme ausstrahlende Hand der Kugel zu nähern, dadurch erreichen, dass man etwas von der Luft des Recipienten durch die untere Oeffnung aussaugt. Ich bediente mich dabei wie Pfeffer einer Saugflasche, indem ich an dieselbe ein längeres enges aber starkwandiges Kautschukröhrchen ansetzte und dieses vor Zubringung des Quecksilbers in die Steigröhre einführte.

In dem Gange der Versuchsanstellung bedingte die Verschiedenheit der gestellten Aufgabe eine Abänderung. Bei den Versuchen Pfeffers, die ich als bekannt voraussetze, lag das Hauptgewicht auf der Bestimmung der in bestimmter Zeit unter

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0124-2

bestimmten Verhältnissen zersetzten Kohlensäuremenge. Er musste daher das Versuchsblatt nach beendigter Exposition aus dem Recipienten entfernen. Dies durfte geschehen, weil dadurch keine das Resultat in merklicher Weise verändernde Kohlensäuremenge der Messung entzogen wurde. Bei meinen Versuchen aber kam es weniger auf die Menge der zersetzten Kohlensäure an, sondern vor allen Dingen auf eine genaue Vergleichung des Volums vor und nach Exposition. Nun hat Pfeffer zwar gezeigt, dass in Folge des Herausziehen des Blattes bei genügender Sorgfalt das Volum keine wesentliche Veränderung zeigt, wenn man das nachträglich bestimmte Volum des Versuchsblattes in Anrechnung bringt. Immerhin ist hierdurch eine Fehlerquelle gegeben. Namentlich ist zu beachten, dass die Versuche, aus welchen Pfeffer die Berechtigung zu seinem Verfahren ableitete, ad hoc angestellt waren. Es ist aber natürlich, dass dieselbe Manipulation bei der eigentlichen Versuchsreihe, wo die Aufmerksamkeit sich auf andere Punkte concentriren musste und mehrere Experimente gleichzeitig angestellt wurden, oft weniger genau ausfallen musste. Ich hebe ausdrücklich hervor, dass diese Bemerkung das eigentliche Resultat der Pfeffer'schen Arbeit in Beziehung auf die Assimilationsthätigkeit bei verschiedenfarbigem Licht nicht beeinträchtigen kann, wohl aber einige Zweifel an seinem beiläufigen Resultat in Beziehung auf die Frage nach der Constanz des Volumens vor und nach Exposition ausdrücken soll, auf welches ich nach Mittheilung meiner Versuche zurückkommen muss. Obgleich nun auch bei den von mir zur Prüfung dieses Verfahrens angestellten Vorversuchen keine grösseren Differenzen auftraten, als die bei den Vorversuchen Pfeffer's bemerklichen, so war es doch geboten, eine unzweifelhafte Fehlerquelle, die sich vermeiden liess, auch wirklich zu vermeiden, zumal ich für meine Zwecke eine grössere Genauigkeit als die von Pfeffer erreichte anstreben musste. Ich beliess also das Blatt bis nach Bestimmung der Grösse des Gasvolums im Recipienten. In Folge dessen wurde die Expositionsdauer in meinen Versuchen dadurch verlängert, dass die Apparate längere Zeit auf dem Gastische behufs Ausgleichung der Temperatur stehen bleiben mussten. Die Abhängigkeit der Kohensäurezersetzung von den äusseren Bedingungen konnte daher in meinen Versuchen nicht zum genauen Ausdruck kommen. Da aber die auf dem Gastische noch erzielte Assimilation, wie aus Versuch 6 hervorgeht, verhältnissmässig gering war, so konnte eine ungefähre Orientirung über die relative As-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0125-8

similationsthätigkeit unter den jeweiligen Versuchsbedingungen dadurch erreicht werden, dass die Werthe dafür mit Vernachlässigung dieser Verlängerung der Expositionsdauer berechnet wurden.

(Fortsetzung folgt.)

Mechanik der Knollenbildung.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

Wenn man an die dünnen und langen Internodien etiolirter oder unter grosser Feuchtigkeit erwachsener Triebe denkt, muss es als scheinbarer Widerspruch auffallen, wenn andere, dem Einflusse des Lichts und der Verdunstung mehr weniger entzogene Pflanzentheile kurz und oft ausserordenlich dick werden.

Die Mechanik der Knollenbildung ergiebt sich aus dem Studium der Uebergangsbildungen, wofür *Helianthus tuberosus* besonders klare Anhaltspunkte liefert. Ich will von dieser Pflanze vorerst die thatsächlichen Verhältnisse anführen, soweit sie hieher bezüglich sind.

Im Bodentheile eines Topinamburstengels ist wie in den unter gleichen Einflüssen stehenden Internodien vieler anderer Gewächse der Markcylinder dünner, das Xylem dicker, parenchymreicher, das Gewebe saftiger als im oberirdischen Stammtheile. Die Rinde ist dagegen kaum dicker. In der Jugend sind gleichaltriger ober- und unterirdische Internodien gleichgebildet, die erwähnten Verschiedenheiten bilden sich erst allmählig hervor.

Auch die unterirdischbleibenden Seitentriebe zeigen beim Hervorbrechen ganz den normalen Bau, eine dem Xylem gegenüber überwiegende Ausbildung des Marks. Verfolgt man die anatomischen Verhältnisse an einem an der Spitze zum Knollen anschwellenden Triebe von der Basis gegen den Knollen hin, so lässt sich eine relativ immer mehr zurücktretende Ausbildung des Marks constatiren, während gleichzeitig das Xylem immer parenchymreicher und dicker wird. Gleichzeitig nimmt gegen den Knollen zu die Längendifferenz der Längs- und Querdurchmesser der Markzellen immer mehr ab. Im Knollen selbst findet sich ein verhältnissmässig schwach entwickeltes Mark, umgeben von dem fast ganz parenchymatischen, die Knollenhauptmasse bildenden Xyleme, dessen Zellen sich senkrecht zur Knollenoberfläche erstrecken, eine

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0126-4

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): Holle Gustav

Artikel/Article: Ueber die Assimilationsthätigkeit von Strelitzia Reginae 113-120