FLORA.

56. Jahrgang.

№ 15. Regensburg, 21. Mai 1873.

Inhalt. E. Askenasy: Ueber eine neue Methode das Wachsthum der Pflanzen zu beobachten. — Dr. F. Schultz: Beiträge zur Flora der Pfalz. — C. Hasskarl: Bericht über die Regierungs-Chinakultur auf Java.

Ueber eine neue Methode das Wachsthum der Pflanzen zu beobachten. [1])

Vorläufige Mittheilung von E. Askenasy.

Die zahlreichen Forscher, welche Beobachtungen über das Wachsthum der Pflanzen angestellt haben, bedienten sich dabei früher durchweg einfacher getheilter Massstäbe. Müller [2]) wandte ein durchsichtiges Netz an und las die Coordinaten bestimmter Punkte mit Hülfe eines Fernrohrs ab. Neuerdings hat Sachs eine Reihe von Untersuchungen veröffentlicht, [3]) welche zuerst ein klares Licht über den Verlauf des Wachsthums unter constanten wie unter wechselnden äusseren Bedingungen verbreitet haben. Er empfand dabei das Bedürfniss, die an sich geringen Längendifferenzen, welche wachsende Pflanzentheile in kurzen Zeiträumen z. B. Stunden zeigen, zu vergrössern und sie so der Anschauung und Messung zugänglicher zu machen. Die von ihm für diesen Zweck construirten Apparate, der Zeiger am Bogen und das schreibende Auxanometer, beruhen auf dem Prinzip des ungleicharmigen Hebels und gestatten eine etwa zwölfmalige Vergrösserung der Zuwachswerthe.

Es lag nun sehr nahe, hier als vergrösserndes Mittel dasjenige Instrument zu verwenden, welches in der Wissenschaft allgemein

1) Vorgetragen im Heidelb. naturh. Verein am 6. März 1873.
2) Bot. Ztg. 1869.
3) Arb. d. bot. Instit. in Würzburg Heft II.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0227-5

zur Vergrösserung kleiner Gegenstände und geringer Bewegungen gebraucht wird, nämlich das Microscop. In der That lässt sich dieses mit Hilfe sehr einfacher Vorrichtungen zu dem genannten Zweck benutzen. Ich liess Wurzeln (Hauptwurzeln von keimenden Samen, wie Mais, Erbsen u. dgl.) in Glasröhren von angemessener Weite wachsen. Das obere Ende der Wurzel muss unverrückbar in der Röhre befestigt sein. Da die Wurzeln nach ihrem Ursprunge hin sehr allmählig an Umfang zunehmen, so genügt meistens schon die Reibung der obern Theile an der Röhrenwandung, um diesen eine unverrückbare Stellung zu sichern. Das wachsende Ende der Wurzel, welches einen beträchtlich geringeren Durchmesser besitzt, wird durch die Röhrenwand in keiner Weise am freien Wachsthum gehindert, vermag aber doch nur wenig von der geraden Richtung abzuweichen. Statt der Röhren habe ich auch Rinnen von quadratischem Querschnitte benutzt, die leicht durch Aufkitten von Glastafeln sich herstellen lassen und vor den Röhren einige Vorzüge besitzen. Soweit die Keimpflanze nicht in der Röhre steckt, muss sie vor Verdunstung geschützt werden, was durch Einschieben der Röhre in ein Probiergläschen mit durchbohrtem Kork, oder durch Umhüllung mit feuchtem Löschpapier bewirkt werden kann. Um den geeigneten Temperaturgrad zu erhalten, machte ich die Versuche anfangs im geheizten Zimmer, später in einem durch eine Spirituslampe erwärmten Apparat, der dem von Sachs auf S. 644 seines Lehrbuches beschriebenen nachgebildet war.

Die Röhre mit der Pflanze wird durch Festklemmen an den Mikroskoptisch befestigt. Ich habe mich bisher begnügt, eine 80—100fache Vergrösserung anzuwenden (Hartnacks Objectiv 4 und Ocular 4). In dem Ocular befindet sich ein Hartnack'sches Ocularmikrometer, von welchem ein Theilstrich bei der angegebenen Vergrösserung etwa $^1/_{80}$ mm. an dem Objecte entspricht. Man sieht so die Wurzelspitze unaufhaltsam das Gesichtsfeld des Mikroskops durchmessen, und einen Theilstrich nach dem andern zurücklegen. Die genaue Einstellung erfolgt am Besten auf das äusserste Ende der Wurzelspitze. Künstliche Lichtquellen sind der Tagesbeleuchtung vorzuziehen. Auch ist es besser, wenn die Röhren, in denen die Wurzeln wachsen, Luft, nicht Wasser enthalten.

Das mikroskopische Bild ist dabei freilich kein sehr elegantes, aber doch für die genaue Einstellung vollkommen ausreichend.

Ich habe in dieser Weise das Wachsthum mehrerer Wurzeln, sowie auch andrer Theile, soweit diese in Röhren gesteckt werden

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0228-1

können, wie z. B. der ersten Maisblätter, jedesmal einige Stunden hindurch beobachtet. Auffallend war mir die grosse Gleichmässigkeit desselben, zumal innerhalb kürzerer Zeiträume (1—2 Stnd.). Wenn die Wachsthumsgeschwindigkeit mitunter auch in kürzeren dann aber namentlich innerhalb längerer Zeiträume, nicht immer so constant sich verhielt, so habe ich guten Grund, dies anderen Ursachen, mangelhafter Einstellung, sowie nicht ganz beständiger Temperatur und nicht gehörig abgehaltener Verdunstung zuzuschreiben. Ich will hier beispielsweise einige Beobachtungen mittheilen.

Eine Erbsenwurzel wurde in einem geheizten Zimmer, dessen Temperatur von 16,5—17° R. schwankte von 8 Uhr 25 Minuten Abends an beobachtet. Die folgenden Zahlen bezeichnen den Stand der Uhr nach jeweils zurückgelegten zehn Theilstrichen.

8 h 25.
— 34, also 9 m. für 10 Theilstriche
— 45 „ 11 „ „ „ „
— 55 „ 10 „ „ „ „
9 h 5 „ 10 „ „ „ „
— 16 „ 11 „ „ „ „
— 27 „ 11 „ „ „ „

Dann von 9 h 35 m. nach 5 Theilstrichen
— „ 40 „ also 5 m für 5 Theilstriche
— „ 44,5 „ 4,5 „ 5 „
— „ 48,5 „ 4 „ „ „
— „ 53 „ 4,5 „ „ „ weiter.
10 „ 3 „ 10 „ 10 „
— „ 12 „ 9 „ „ „
— „ 22 „ 10 „ „ „

Eine Maiswurzel zeigte im Wärmeapparat bei 17° R. folgendes Verhalten. Von

5 h 31 an wurden 10 Theilstriche zurückgelegt bis
5 „ 41 also 10 m. für 10 Theilstriche
— 52 „ 11 „ „ „
6 „ 4 „ 12 „ „ „
— 15 „ 11 „ „ „

Dann von
7 h 24 m. 10 Theilstriche bis
— 36 also 12 m. für 10 Theilstriche
— 47 „ 11 „ „ „

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0229-9

ferner von
8 h 12 m. 20 Thlstr. bis
— 29 m. also 8,5 m. p. Theilstrich. Dann 10 Thlstr. bis
— 37 „ 8 „
— 45 „ 8 „ Dann von
9 h 8,5 an 10 Theilstriche bis
— 17,5 also 9 m. p. 10 Theilstr.
— 26 „ 8,5 „ „ „
— 33,5 „ 7,5 „ „ „

Die Beschleunigung des Wachsthums am Ende des Versuchs rührt von der Steigerung der Temperatur her, welche im Laufe des Versuches um ca. $1^1/_2$° R. stieg.

Endlich wuchs eine andere Maiswurzel im Wärmeapparat bei 20° R. von

6 h 43,3 an um 10 Theilstriche bis
— 49,3 also 6 m. für 10 Theilstriche
— 55,2 „ 5,9 „ „ „
— 1,2 „ 6 „ „ „
— 7 „ 5,8 „ „ „

ferner von
7 h 39,7 an 10 Theilstrichen bis
— 47,1 also 7,4 m. für 10 Theilstriche
— 53,7 „ 6,6 „ „ „
8 h 1,4 „ 7,7 „ „ „
— 9,3 „ 7,9 „ „ „

Dann von
9 h 0,2 m. um 10 Theilstriche bis
— 10 = 9,8 m. für 10 Theilstriche
— 19,8 = 9,8 „ „ „
— 29,9 = 10,1 „ „ „

und weiter noch eine Stunde um ca. 10 Theilstriche pr. 10 Min.

Die Verlangsamung des Wachsthums, die hier im Laufe des Versuchs eintrat, rührt wahrscheinlich von nicht gehörig vermiedener Verdunstung der Pflanze her.

Auch innerhalb noch kleinerer Zeitintervalle erfolgt das Wachsthum in sehr gleichförmiger Weise. So bestimmte ich einmal bei der zuletzt genannten Maiswurzel die Anzahl Secunden, innerhalb deren jedesmal ein Theilstrich zurückgelegt wurde und erhielt für fünf auf einander folgende Theilstriche folgende Werthe in Secunden 50. 40. 40. 45. 40 oder durchschnittlich 43 sec. pr. Theilstrich. Eine Steigerung der

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0230-0

Temperatur beschleunigt sofort die Geschwindigkeit des Wachsthums. So legte die erstgenannte Maiswurzel bei 16,5° R. 6 Th. in 290 sec. zurück oder 1 Theilstrich in 48 sec., nach Erhöhung der Temperatur auf 18,5° R. wurden aber 2 Theilstriche in 70 sec. zurückgelegt, oder 1 Th. in 35 sec.

Nach alledem zweifle ich nicht, dass die hier beschriebene Methode, neben ihrer grossen demonstrativen Bedeutung, auch einen wissenschaftlichen Werth zur Bestimmung der Wachsthumsgeschwindigkeit in kürzeren Zeiträumen, zur näheren Erkenntniss des Einflusses, welchen Aenderungen in dem Temperaturgrad und in anderen äusseren Verhältnissen auf dieselbe ausüben, besitzt. Zu diesem Zweck werden indess noch weitere ausgedehnte Untersuchungen erfordert, über welche ich mir spätere Angaben vorbehalte. Es wird dann auch nothwendig sein, auf die zahlreichen Fehlerquellen dieser Methode einzugehen, die ich hier nur kurz andeuten kann.

Die Wurzeln wachsen in Glasröhren, auch wenn diese kein Wasser, sondern Luft enthalten, ganz normal, wenigstens bis zum Beginn der Ausbildung von Nebenwurzeln, vorausgesetzt, dass die übrigen Theile der Pflanze, namentlich das obere Ende der Wurzel, vor dem Austrocknen geschützt werden. Sie verlängern sich in den Röhren in 24 Stunden um Werthe, welche den bisher an frei wachsenden Wurzeln bei derselben Temperatur beobachteten vollständig entsprechen. Man könnte aber doch vermuthen, dass wenigstens für kürzere Zeiträume die wenn auch nur geringe Reibung der Wurzelspitze an der Röhrenwand das Wachsthum in unregelmässiger Weise beeinflussen würde. Es würde dann die Wurzel unter dem Mikroskrop langsamer wachsen bis zur Ueberwindung irgend eines Hindernisses, dann rascher fortschreiten u. s. f. Die Beobachtung zeigt aber Nichts derartiges, vielmehr erfolgt, wie wir gesehen, das Wachsthum auch innerhalb kurzer Fristen mit überraschender Gleichförmigkeit. Wachsen Wurzeln längere Zeit in einer horizontal liegenden Röhre, so krümmt sich die Spitze der Wurzel nach dem Erdcentrum hin, dabei wächst sie während der Krümmung in Wirklichkeit und noch mehr scheinbar (in der Horizontalprojection) langsamer, wenn auch letzterer Fehler bei engen Röhren nicht beträchtlich ist. Er wird natürlich durch horizontale Stellung des Mikroskops vollständig vermieden, aber auch Wurzeln mit gekrümmter Spitze wachsen, wenn letztere einmal die Röhrenwand erreicht hat, sehr gleichförmig weiter.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0231-6

Wichtiger sind die Fehler, welche sich aus der nicht ganz exacten Einstellung der Wurzelspitze auf die Theilstriche des Ocularmikrometers ergeben. Diese Einstellung ist an sich nicht ganz leicht in Folge der starken Interferenzsäume und Schattenlinien, welches ein so grobes Object, wie die Wurzelspitze einer Mais- oder Erbsenpflanze unter dem Mikroskop zeigt. Am besten stellt man möglichst scharf auf die Wurzelspitze ein, u. zw. gerade in der Höhe, dass ein bestimmter heller oder dunkler Saum sich zu zeigen beginnt, behält dann diese Einstellung im weiteren Verlauf der Beobachtung bei (durch Hebung und Senkung der Mikroskopröhre wird die Stellung des Bildes der Wurzelspitze am Mikrometer immer um ein Weniges verändert). Man muss indessen bedenken, dass Fehler in der Einstellung um so weniger nachtheilig sind, je länger die Strecke ist, welche die Wurzel zwischen zwei Einstellungen zurücklegt. Die nicht immer genau über dem zu beobachtenden Punkt befindliche Lage des Auges ist eine weitere Fehlerquelle. Auch entsprechen, wie bekannt, die Theilstriche des Mikrometers am Rande des Gesichtsfeldes, nicht genau derselben Länge am Bilde, wie die, welche näher nach der Mitte zu sich befinden; doch lässt sich dieser Fehler corrigiren. Auf die andern durch Schwankungen in der Temperatur, in der Verdunstung u. dgl. erzeugten Fehler gehe ich hier nicht näher ein, da sie nicht der von mir angewandten Beobachtungsmethode speciell eigenthümlich sind. Es versteht sich von selbst, dass die von mir benutzte Vergrösserung noch beträchtlich gesteigert werden kann; zunächst durch stärker vergrössernde Oculare, dann für dünnere Wurzel auch durch stärkere Objectivsysteme.

Veranlasst wurde ich zu dieser Untersuchung zunächst durch Pfitzer's Beobachtung des Wachsthums von *Ancylistes Closterii*[1]) welche wohl die erste mikroskopische Massbestimmung der Wachsthumsgeschwindigkeit darstellt. Zugleich muss ich noch erwähnen, dass Prof. Sachs mir vor zwei Jahren einmal gesprächsweise seine Ansicht von der Möglichkeit einer mikroskopischen Beobachtung des Wachsthums mitgetheilt hat, ohne indessen näher auf den Gegenstand einzugehen. *)

1) Monatshefte der Berliner Akademie 1872.

*) Wenn Wurzeln in horizontalen Glasröhren wachsen, bemerkt man ganz dieselben Erscheinungen, wie sie Sachs an ähnlich behandelten Stengeln gefunden hat (Würzb. Arb. S. 193 ff.). Bei dem Herausnehmen der Wurzel aus der Röhre krümmt sich die Spitze stark nach der (ursprünglich) untern Richtung concav, durch Eintauchen der Wurzeln in Wasser wird diese Krümmung noch beträchtlich gesteigert, die Spitze wird dann oft geradezu nach rückwärts gekehrt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0232-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: 56

Autor(en)/Author(s): Askenasy Eugen

Artikel/Article: Ueber eine neue Methode das Wachsthum der Pflanzen zu beobachten 225-230