

FLORA.

56. Jahrgang.

N^o 29.

Regensburg, 11. Oktober

1873.

Inhalt. A. Batalin: Ueber die Ursachen der periodischen Bewegungen der Blumen- und Laubblätter. Schluss. — Prof. C. Haussknecht: Beitrag zur Kenntniss der Arten von *Fumaria*. Fortsetz. — C. Hasskarl: Bericht über die Regierungsculturen der Chinarindenbäume auf Java. — Kleinere Mittheilungen. — Herbar-Verkauf. — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Ueber die Ursachen der periodischen Bewegungen der Blumen- und Laubblätter.

Von A. Batalin.

(Schluss.)

Ich gehe jetzt zu meinen eigenen Untersuchungen über. In neuester Zeit haben Kraus und Millardet sehr ausführlich den Gang der Gewebe-Spannung in den Stengeln studirt. Als eine besonders vollständige Arbeit erscheinen in dieser Beziehung die Untersuchungen Millardet's, welcher uns für *Mimosa* die Curven giebt, welche den täglichen Gang der Spannung der Gewebe zeigen. Er zeigt ganz genau, dass sich des Nachts die Spannung vergrössert und dass dieselbe am Morgen mit Sonnenaufgang sich rasch vermindert und Abends wieder verstärkt. Die Curven des Ganges der Spannung mit den Curven vergleichend, welche die Blattbewegung der *Mimosa* zeigen, (d. h. das Erheben und Senken der Blätter im Laufe des Tages), fand er zwischen denselben sehr grosse Aehnlichkeit, (jedoch nicht vollkommene Gleichheit), so dass man diese Bewegungen als Folge der Veränderungen in der Spannung ansehen kann. Sachs¹⁾ untersuchte 1871 den Gang des Zuwachses (d. h. der Verlängerung der Internodien) bei verschiedenen Licht- und Wärmeverhält-

1) Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg. Heft II., S. 99.

nissen und gab uns Curven, welche den Gang dieses Zuwachses im Laufe des Tages zeigen. Die Curven des Wachstums der Internodien verschiedener Pflanzen bei normalen Beleuchtungs- und Beschattungsverhältnissen mit den Curven des Ganges der Spannung bei *Mimosa* von Millardet vergleichend, fand er zwischen denselben grosse Uebereinstimmung: des Abends und während der ganzen Nacht vergrössert sich ebenfalls die Geschwindigkeit des Zuwachses, des Morgens beim Sonnenaufgange nimmt sie rasch ab und gelangt des Abends zum Minimum, mit einem Worte, ganz der gleiche Gang, wie er bei den Messungen über die Spannung der Gewebe beobachtet wird. Die Aehnlichkeit geht so weit, dass sogar die secundären Maxima und Minima dieser Curven übereinstimmen.

Diese genaue Uebereinstimmung der Curven des Wachstums mit denen der Bewegung zeigt deutlich, wie mir scheint, dass die Krümmung (d. h. die Bewegung) von dem Wachstume der sich krümmenden Theile abhängt. Zur Bestätigung dieser sich vollständig richtig erwiesenen Voraussetzung gelangte ich auf zweierlei Art.

Ich nahm ein junges Exemplar von *Chenopodium album*, welches einige alte Blättchen hatte, die sich aber bewegten. Am Ende des Stieles, am Grunde der Blattscheibe eines dieser Blätter befestigte ich nach Oben ein Stäbchen aus Stroh in der Länge von 7—8 Centim., welches an der Spitze etwas zugespitzt war. Ich klebte dieses Stäbchen mit schnelltrocknender Lacke an und zwar so, dass seine Achse mit der Achse des Blattstieles einen ziemlich grossen Spitzenwinkel bildete (bis zu 50°) und dass beide Achsen auf annähernd gleicher Fläche lagen. Dieser Zeiger machte also gemeinsam mit dem Blatte alle seine Bewegungen mit. Auf der Seite, wohin der Zeiger gerichtet war, und zwar nicht senkrecht, sondern etwas seitwärts in spitzigem Winkel stellte ich einen vertikalen Rahmen, welcher dicht verklebt mit durch Russ beschwärmtem Papiere war, so dass der Zeiger denselben nur leicht streifte. Bei der Bewegung des Blattes zeichnete der Zeiger mit seiner Spitze die Bewegungskurven leicht von Unten nach Oben und umgekehrt. Angesehen hätten diese Curven bei jeder Rückwärtsbewegung zusammenfallen müssen, wenn der Blattstiel nicht gewachsen wäre und also nicht die eine Curve von der andern entfernt hätte. In Wirklichkeit fiel die Curve des Senkens niemals mit derjenigen der Aufhebung zusammen und blieb stets von ersterer entfernt.

Da der Zeiger jede Bewegung direct auf das Papier zeichnete und eine unmittelbar von einer Seite nach der andern übergehende (d. h. von Oben nach Unten und umgekehrt) Curve ergab, so konnte man leicht beobachten, wie jede zurückgehende Curve sich immer mehr und mehr von der ersten entfernte. Der Zuwachs geschieht also genau in Uebereinstimmung mit den Biegungen. Natürlich wurde zu den Versuchen immer ein solches Blatt gewählt, wo die unter demselben befindlichen Internodien schon keine Spur von Wachstum mehr zeigten. Sich nicht bewegende Blätter zeigten überhaupt kein Wachstum, was leicht daran zu sehen war, dass sich auf dem Papiere nur ein weisser Punkt befand.

Die am stärksten wachsenden Blätter, also die jungen, zeigen die stärksten Krümmungen, je älter das Blatt, desto schwächer wächst es und desto geringer sind seine Krümmungen.

Die zweite Methode bestand darin, dass ich unmittelbar den Zuwachs mass. Ich machte dazu mit chinesischer Tusche auf das sich bewegende Blatt sehr feine Punkte in genau abgemessener Entfernung einen von den andern, und zwar auf annähernd gleichen Stellen auf beiden Seiten des Blattes. Derartige Versuche machte ich ausschliesslich mit den Blumen von *Crocus* und *Tulipa*. Die Messung bewerkstelligte ich, indem ich auf die gebogene Oberfläche ein dünnes Häutchen aus Collodium legte, welches nicht ganz trocken war, und bezeichnete mit einer Nadel die Stellen, wo die Punkte aus Tusche sich unter dem Häutchen befanden; hierauf nahm ich das Häutchen weg, legte es auf Papier und mass durch Anlegen des Lineals an das Häutchen.

Aus derartiger Messung ergab sich folgendes:

In den Blumenblättern, welche die Eigenschaft besitzen, sich zu krümmen, ist das Wachstum nur da bemerkbar, wo die Krümmung stattfindet, also im untern $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ des Blumenblattes. Der Zuwachs ist immer dann zu bemerken, wenn eine Krümmung stattfand; mit dem Aufhören der Bewegung hört auch das Wachstum auf.

Bei jeder Krümmung (nach der einen oder andern Seite) ist ein Zuwachs bemerkbar; nach der die Erhabenheit bildenden Seite ist derselbe gewöhnlich bedeutender, als auf der concaven Seite, auf welcher man sogar nicht immer den Zuwachs bemerkt. Wenn die Krümmung stark war, z. B. bei *Tulipa*, wo das Blättchen ungefähr 80—90° machte, da war auch der Zuwachs bedeutender,

als in jenen Fällen wo die Krümmung nicht vollständig war, (d. h. die Oeffnung war nicht vollkommen.)

Bei den Tulpen dauert das Wachstum und die Bewegung der Blumenblätter 4—5 Tage, in den letzten beiden Tagen ist sie aber schon sehr schwach und dann fallen die Blätter ab. —

Die Verlängerung der erhabenen Seite der Blumenblätter bei *Crocus* und *Tulipa*, von Pfeffer beobachtet und in der Folge von mir bestätigt, findet also ohne Zweifel statt. Aber diese Verlängerung ist nicht bloß eine gewöhnliche Ausdehnung, sondern ein wirklicher Zuwachs der Gewebe; dies wird dadurch klar bewiesen, dass die Entfernung zwischen den Punkten nach jeder Erweiterung sich vergrößerte, und sich nicht gleich blieb; ausserdem dadurch, dass jede concave Seite, (obere oder untere), nach jeder Krümmung, immer dieselbe Entfernung zwischen den Tuschpunkten hatte, welche sie vor der Krümmung besass, welche sie zur concaven Seite machte. — Folglich ist das Oeffnen und Schliessen der Blüten oder überhaupt das Aufheben und Senken der Blättchen bei *Chenopodium album* die Folge ungleichmässigen Wachstums, weil jede Seite abwechselnd stärker wächst als die andere.

Hofmeister und Royer nehmen an, dass die Bewegung der Blüten und Blätter die Folge von Veränderungen der Turgescenz in ihren Geweben ist, welche sich verstärkt oder vermindert. (Nach Hofmeister geschieht dies bloß bei aktiv gespannten Geweben.)

Es war nicht schwer zu beweisen, dass die Grösse der Spannung, d. h. die Turgescenz der Gewebe eine untergeordnete Rolle bei der Bewegung der Blüten spielt.

Wenn die ganze Bewegung von der Veränderung der Turgescenz der Gewebe abhänge, so könnte man durch willkürliche Veränderung derselbe die Blüten willkürlich zu jeder Tageszeit öffnen oder schliessen, dies ist aber nicht der Fall.

Wir haben die Möglichkeit die Turgescenz der Gewebe zu vergrößern; wenn wir mit Hilfe einer Quecksilbersäule Wasser in den Blütenstiel mit der darauf sitzenden Blume drücken. Ich that das, indem ich ein gebogenes Röhrchen nahm, bei dem das eine Ende bedeutend länger war, als das andre. Nachdem ich vorher das untere Ende mit Wasser gefüllt hatte, steckte ich eine eben abgeschnittene Tulpe so hinein, dass sie sich in der Röhre nicht frei bewegen konnte und nachdem ich das Rohr auf dem Stativ befestigt hatte, goss ich Quecksilber in das

andere Ende. Das Wasser drängte sich durch die zerschnittenen Gefäße in den Blattstiel und später in die Blumenblätter. Die Parenchymzellen sogen das Wasser auf und turgescirten stark, erweiterten sich also, was sehr gut daraus zu sehen war, dass bei Beendigung des Experimentes die Pflanze nicht aus der Röhre herausgenommen werden konnte, weil sie durch die starke Erweiterung der Gewebe dicht an die Wände gedrängt war. Wenn das Experiment lange dauerte und der Druck stark war, so trat das Wasser in die Interzellularräume und dann wurden die Blätter etwas durchsichtig und der Blütenstiel heller. Derartige Experimente gaben folgendes allgemeine Resultat: Wenn man in eine halbgeschlossene Blume (ich nahm stets solche) des Morgens Wasser treibt, so öffnet sich dieselbe rasch, dem unbewaffnetem Auge bemerkbar; nachher, bei weiterem Drucke, bilden die Blättchen mit ihrer oberen Seite einen erhabenen Bogen, d. h. sie beugen sich nach Unten zurück, es ist so zu sagen ein Ueberfluss von Oeffnen vorhanden. Es ist dabei ganz gleich, welche Temperatur das Wasser hat. Ich drückte bei einer Lufttemperatur von $+ 17^{\circ}$ C. Wasser von $+ 25^{\circ}$ C. ein und die Blumen öffneten sich; wenn ich bei einer Temperatur der Luft von $6-8^{\circ}$ C. Wasser von 8° C. hineindrückte und dabei die Blume mit einem mit Schnee gefülltem Glase bedeckte, so öffnete sich dieselbe ebenfalls stark. Wie aus dem Versuchen Hofmeisters und Pfeffers bekannt ist, schliessen sich bei einer solchen Temperatur die Blumen sehr rasch.

Wenn ein solcher Versuch des Abends gemacht wird, zwischen 5 und 6 Uhr, so schliessen sich vor unsern Augen die halbgeschlossenen Blumen sehr rasch ganz dicht und öffnen sich sogar dann nicht mehr, wenn in dieselben 18° C. warmes Wasser gepresst wird. Ich muss übrigens bemerken, dass sich nicht alle Blumen gut schlossen, einige reagirten gar nicht, oder sehr schwach, bald nach der einen, bald nach der andern Seite d. h. sie zeigen halb eine Bewegung zum Schliessen, bald zum Oeffnen, aber sehr schwach.

Die Vergrößerung der Turgescenz bewirkt also nur eine Verstärkung derjenigen Neigung, welche sich schon in der Blüthe vorfindet. Sie wirkt, wenn man sich so ausdrücken kann, quantitativ, aber nicht qualitativ und bestimmt nicht die Richtung der Krümmung. —

Mir scheint, dass man mit Hilfe dieser Folgerung eine Erklärung jener merkwürdigen Erscheinung geben kann, welche

Pfeffer und Royer beobachteten; dass die Bedingungen, welche das Oeffnen der Blumen befördern (Erhöhung der Temperatur, Beleuchtung) des Abends sehr schwach wirken oder gar keinen Einfluss ausüben. Die eigentlichen Bedingungen, unter welchen sich die Blumen sehr rasch öffnen, sind solche Bedingungen, welche die Geneigtheit zum Oeffnen zwar vergrössern, aber nicht hervorbringen. Ebenso bewirken die Erniedrigung der Temperatur und die Verdunkelung das Schliessen der Blumen nicht, sondern sie beeilen dasselbe nur.

Bei den Tulpen vergeht zwischen dem Oeffnen und Schliessen eine ziemlich lange Zeit. Dazu, dass das Blättchen des Morgens beim Oeffnen einen Bogen von 70—90° macht, gehört bei einer Temperatur von 22° C. wenigstens 1½ Stunde, wenn nicht mehr. Das Schliessen geht weit langsamer vor sich und bedarf im Dunkeln bei einer gleichen Temperatur 2½—3 Stunden. Wenn man in eine Blume von *Anemone nemorosa* während dreier Tage mit einer Quecksilbersäule von 30 Zoll Wasser presst, so öffnet oder schliesst sich die Blume normal, je nach der Tageszeit. Dasselbe bemerkte ich an den Blättern von *Chenopodium album*.

Auf welche Weise das Licht und die Wärme wirken, indem sie das Oeffnen beeilen, und die Erniedrigung der Temperatur das Schliessen, diese Frage muss bis jetzt unentschieden bleiben. Wahrscheinlich befördert die Erhöhung der Temperatur das Wachstum und vergrössert folglich dadurch den schon bestehenden Unterschied in den Längen, wodurch eben das Oeffnen befördert wird. Die Verminderung der Temperatur verringert die Ausdunstung, wodurch die Gewebe mehr turgesciren und der vorhandene Unterschied in den Längen sich dadurch vergrössert, was also das Schliessen befördert.

Auf solche Weise besteht die Hauptursache der periodischen Krümmungen auf diese oder jene Seite in dem ungleichmässigen Wachstume der einander gegenüberliegenden Seiten des Blattes und durch die Kombination der Wirkungen des Lichts, der Wärme und Turgeszenz verändert sich dieser Unterschied in verschiedenem Grade. Woher diese Ungleichheit des Wachstums kommt, kann man jetzt nicht sagen.

Wir sprachen bis jetzt von der Bewegung ohne Kissen. Sehen wir jetzt auch, was man bei den Blättern mit Kissen bemerkt. Bei *Mimosa* wie überhaupt bei allen Blättern mit Kissen, existiren zwei Arten der Bewegung die periodische und die paratonische. Die paratonische Bewegung ist jedenfalls von der

Veränderung (d. h. Verminderung) der Turgeszenz der Gewebe abhängig und wird durch dieselbe hervorgerufen.

Die periodische Bewegung ist unabhängig von äussern Einflüssen bis zu einem gewissen Grade, aber sie geschieht nur dann, wenn das Kissen sich in phototonen und thermotonen Zuständen, wie Sachs diese Zustände nennt, befindet. Die periodischen Bewegungen der *Mimosa* kann man mit den Bewegungen der Blumen und Blätter ohne Kissen nur annähernd vergleichen. Die oben beschriebenen Experimente an *Phaseolus vulgaris* ¹⁾ und *Mimosa pudica* wiederholt, zeigten mir, dass hier jede periodische Krümmung von Zuwachs begleitet ist, wenn auch von sehr geringem. Da aber der Zuwachs zu klein ist, so muss man annehmen, dass zum grössten Theile die Bewegung der Blätter mit Kissen durch die Veränderungen der Turgeszenz der Gewebe hervorgerufen werde.

Da der Zuwachs existirt, so kann man sich mit einiger Wahrscheinlichkeit erklären, worin jener Zustand der Gewebe besteht, welchen Sachs den phototonischen nennt.

Mimosa, bei günstiger Temperatur in die Dunkelheit gestellt, bringt bekanntlich die periodischen Bewegungen hervor, welche einige Tage (3) anhält; hierauf hört die Bewegung auf und wiederholt sich in der Dunkelheit, wenn nach dem Aufhören der Bewegung die Pflanze auf einige Stunden ans Licht gestellt wird, wenn dasselbe auch schwach ist. Im Lichte erhält die *Mimosa* also die Fähigkeit wieder, sich im Dunkeln zu bewegen. Hier ist also der Zustand der Gewebe, in welchem die Pflanze sich bewegt. Sachs nennt diesen Zustand phototon und den gegenheiligen Dunkelstarre. Den phototonen Zustand kann man also auf solche Weise erklären. In der Dunkelheit wächst das Gewebe nur einige Zeit und hört nachher auf; am Lichte erhält es wieder die Fähigkeit zu wachsen; der phototone Zustand ist also ein solcher Zustand des Blattstiels, in welchem derselbe fähig ist, sich zu verlängern.

Vor zwei Jahren habe ich bewiesen, dass die Blätter im Dunkeln nur einige Zeit wachsen, nachher hören sie auf und empfangen die Fähigkeit zum Weiterwachsen erst, nachdem sie einige Zeit ans Licht gebracht werden.

1) Bei dieser Pflanze habe ich mehrmals die heliotropischen Krümmungen der Blattkissen beobachtet.

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): Batalin Alexander Feodorowicz

Artikel/Article: [Ueber die Ursachen der periodischen Bewegungen der Blumen- und Laubblätter 448-455](#)