Aus dem botanischen Institut in Würzburg.

2. Eine geotropische Kammer.

Von
Julius Sachs.

In meinem Buch „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ (II. Aufl. 1887 p. 737 u. 738) habe ich zwei verschiedene Formen eines Apparates abgebildet, den ich als heliotropische Kammer bezeichnete. Der Zweck desselben ist einerseits ein rein wissenschaftlicher, nämlich vorwiegend zunächst die fundamentale Thatsache festzustellen, dass bei orthotropen Organen die heliotropische Krümmung erst dann aufhört, wenn der frei bewegliche Theil sich in die Richtung der einfallenden Lichtstrahlen gestellt hat; die zweite Form des Apparates dient dazu, in sehr bequemer und einfacher Weise die heliotropische Wirkung verschiedenfarbigen Lichtes zu studiren. Andererseits, und das ist vorwiegend der Zweck der heliotropischen Kammer, handelt es sich darum, derartige Erscheinungen den Zuhörern in einer Vorlesung zu demonstriren, ohne dass man ein sog. Dunkelzimmer nöthig hätte, da sich der einfache Apparat leicht in der Nähe jedes Fensters aufstellen lässt und bei richtiger Wahl kleiner Keimpflanzen mit dünnem Stengel oder mit dünnen Keimwurzeln die heliotropische Wirkung schon in sehr kurzer Zeit eintritt.

Ganz ähnliche Zwecke verfolgt die hier zu beschreibende geotropische Kammer, die ich vor mehreren Jahren construirt habe: auch sie kann zu wissenschaftlichen Studien und zur Demonstration in Vorlesungen bequem benutzt werden. Was die wissenschaftliche Benutzung betrifft, so möchte ich sogleich hervorheben, dass es sich vor Allem darum handelt, den Verlauf der geotropischen Krümmung, ihre nach und nach eintretenden Veränderungen, wie ich sie an einem Beispiel in den „Vorlesungen“ p. 724 dargestellt habe, genau festzustellen; es bedarf ja keines besonderen Beweises, dass man nur auf diese Art diejenigen Kenntnisse gewinnt, aus denen sich eine mechanische Theorie der geotropischen Krümmungen ableiten lässt. Die folgende Beschreibung des Apparates wird zeigen, in welcher Art der Verlauf der geotropischen Krümmung festgestellt werden kann.

Die Verwendung der geotropischen Kammer zum Zwecke der Demonstration in Vorlesungen wird sich aus der Beschreibung derselben von selbst ergeben: auch sie bietet den Vortheil, dass sie nur

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0297-8

wenig Raum einnimmt und in einem halbwegs zweckmässig eingerichteten Hörsaal leicht aufgestellt werden kann.

Wer sich Jahre lang mit derartigen Studien und Vorlesungsdemonstrationen beschäftigt hat, der weiss, dass der Verlauf geotropischer Krümmungen durch heliotropische Einwirkungen gestört wird, wie bekanntlich auch die heliotropischen Versuche durch Einwirkung des Geotropismus gestört werden.[1]) Es kommt also darauf an, durch die geotropische Kammer vor allem die heliotropischen Nebenwirkungen zu beseitigen, d. h. die Versuchspflanze muss in einen Kasten eingeschlossen werden, in welchem sie tiefe und allseitige Dunkelheit findet.

Aus der Aufgabe, die Form und Formveränderung der geotropischen Krümmung zu beobachten und die heliotropischen Nebenwirkungen auszuschliessen, ergibt sich, dass der zu beschreibende Apparat aus einem Kasten besteht, in welchem sich das Bild einer sich geotropisch krümmenden Pflanze auf einem Liniennetz (Coordinatennetz)projicirt, wenn man die beiden Thüren desselben für die kurze Zeit der Beobachtung öffnet (Fig. 1). Das Coordinatennetz ist auf einer Glastafel r verzeichnet und die Beobachtung der sich krümmenden Pflanze wird mittelst eines wenigstens 3—4 m entfernt aufgestellten Ablesefernrohrs ausgeführt, welches am besten während der ganzen Beobachtungsdauer ruhig stehen bleibt. (Ein Ablesefernrohr sollte ja überhaupt in keinem pflanzenphysiologischen Laboratorium fehlen.)

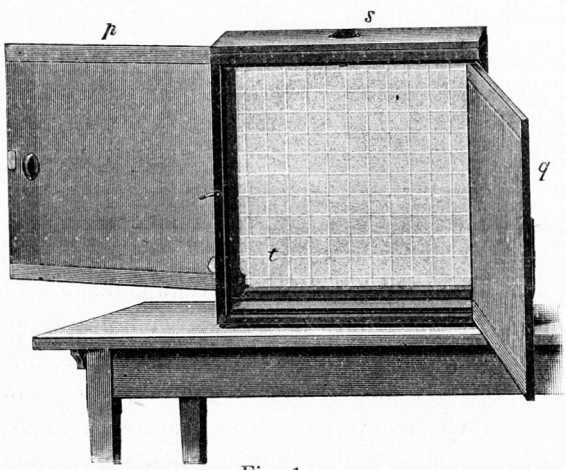


Fig. 1.
Geotropische Kammer mit geöffneten Thüren p, q. — s Decke des Kastens. — r Glastafel mit Coordinatennetz. — Der Apparat steht auf einem Tisch. — Die Thür p ist links hinten, die Thür q rechts vorn eingehängt.

Wie die Abbildung des geotropisch sich krümmenden Theils in verschiedenen Stadien der Krümmung zu bewirken ist, soll weiterhin gesagt werden.

1) Wie sich zur Vermeidung dieses Uebelstandes der Klinostat verwenden lässt, habe ich früher angegeben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0298-4

Diese vorläufigen Bemerkungen werden dem Leser das Verständniss der beiden Figuren von vornherein erleichtern, so dass er sogleich den Zweck der ganzen Einrichtung übersieht.

Der stabile Theil der geotropischen Kammer ist ein aus Holz bestehender Kasten, dessen beide Breitseiten (a b c d) 65 cm breit und hoch sind; die schmalen Seiten desselben sowie die Basalfläche und die Decke haben die Breite von 20 cm. — In manchen Fällen kann es besser sein, die Abmessungen grösser zu nehmen.

Dieser Kasten besitzt nun auf seinen beiden grossen quadratischen Flächen je eine Thür, was am deutlichsten in Fig. 1 bei p und q zu sehen ist. Die beiden Thüren sind nur wenig kleiner als die grossen Seiten des Kastengerüstes und lassen sich mit Leichtigkeit in ihren Charniren so öffnen, dass die eine Thür nach links, die andere nach rechts heraustritt. Der Schluss beider Thüren wird durch einen geeigneten Riegel bewirkt, wobei jede Thür in tiefe Nuten eingreift, so dass nach dem Schluss der Thüren kein Licht eindringen kann. Das Oeffnen und Schliessen der Thüren muss leicht und ohne Erschütterung vor sich gehen.

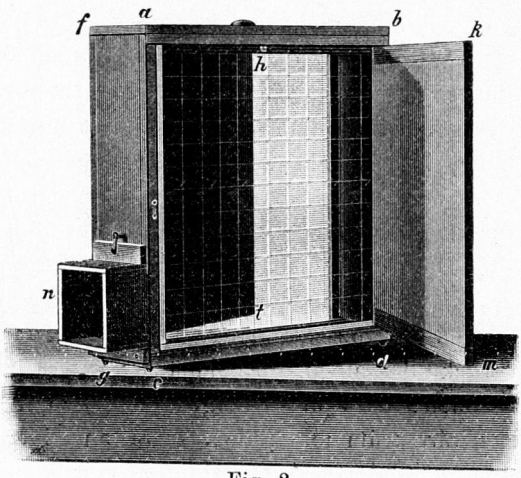


Fig. 2.

Dieselbe geotropische Kammer wie Fig. 1, bei anderer Aufstellung gesehen. — a, f, c, g die eine schmale Seitenwand des Kastens. — b, d, m, k die Thür, welche in Fig. 1 mit p bezeichnet ist. — a, h, t die hinten durchscheinende Thür, identisch mit q in Fig. 1. — Bei n der Ansatzkasten für einen Blumentopf, oben der Riegel zur Befestigung desselben. — Die Glastafel mit den Coordinatenlinien ist dieselbe wie in Fig. 1.

Unmittelbar hinter jeder der beiden Thüren ist in besonderen Nuten eine Scheibe von dickem reinen Spiegelglas eingesetzt, die an der oberen Kante durch einen kleinen Schieber (in Fig. 2 oberhalb h undeutlich dargestellt) festgehalten wird. Die andere, in den Figuren nicht dargestellte Glasscheibe, welche dem Ablesefernrohr und dem Beobachter zugekehrt ist, hat nur den Zweck mit der anderen Scheibe, mit der sie parallel steht, den inneren Raum des Kastens so einzuschliessen, dass er gleichmässig feucht bleibt, wenn die Thüren des Kastens geöffnet werden.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0299-2

In den Raum zwischen den beiden Glasscheiben kommt die Pflanze, d. h. im Allgemeinen also ein kräftig wachsender Stengel oder ein blattloser Schaft oder auch ein Blattstiel zu liegen, deren Aufwärtskrümmung in senkrechter Ebene zu beobachten ist. Für die Abwärtskrümmung der Wurzeln ist unser Apparat weniger geeignet, aus verschiedenen Gründen; man wird zu diesem Zweck besser die schiefwandigen Erdkästen, welche ich zu meinen Wurzelstudien benutzt habe, verwenden können, sowohl zum Studium, wie zur Demonstration; ich habe einen solchen 1873 in meiner Abhandlung über das Wachsthum der Haupt- und Nebenwurzeln (Meine „gesammelten Abhandlungen über Pflanzenphysiologie" Bd. II p. 775) abgebildet und in Fig. 51 daselbst p. 780 die Beobachtungsmethode versinnlicht; auch sind diese schiefwandigen Kästen, wie ich aus der Litteratur entnehme, von Anderen vielfach verwendet worden.

Wer sich der geotropischen Kammer bedienen will, wird vielleicht gut thun, meine Tafeln, welche ich am Schluss des dritten Bandes der „Arbeiten des botanischen Institus in Würzburg" 1888 publicirt habe, in Betracht zu nehmen, um sich so im Voraus über die zu erwartenden Vorgänge an der Beobachtungspflanze zu orientiren, was für die Befestigung der Pflanze in der geotropischen Kammer nöthig ist.

Die Art, wie man eine wachsende Sprossaxe zu dem vorliegenden Zweck innerhalb der geotropischen Kammer befestigen kann, hängt wesentlich von der Länge und Dicke der im Wachsthum begriffenen Strecke desselben ab. Zunächst muss man natürlich Rücksicht darauf nehmen, dass der Stengel oder Schaft bei seiner zu erwartenden Aufwärtskrümmung nicht etwa an einer der Kastenwände anstösst und gehindert wird. Hauptsächlich ist aber darauf Rücksicht zu nehmen, dass das Beobachtungsobject kräftig fortwachsen kann. In manchen Fällen ist das sehr leicht und einfach zu erzielen; so z. B. bei den Sprossaxen von Dipsacus fullonum. Mittelst eines starken Drahtes stosse ich bei solchen in dem krümmungsfähigen Gipfeltheil die bekannten Diaphragmen innerhalb des sonst hohlen Stammes durch, giesse dann Wasser in die Höhlung des Stammes und verstopfe die untere Oeffnung (Querschnitt) mit einem weichen Medicinkork. Reichliche Erfahrung hat mir gezeigt, dass man auf diese Weise hohle Sprossaxen völlig frisch erhalten und ihre geotropische Krümmung gut beobachten kann, wie in den vorhin genannten Tafeln dargestellt ist. Diese Tafeln (im dritten Band der Arbeiten) sind, wie dort angegeben, in der Weise gewonnen, dass ich die steifen und kräftigen Sprossaxen zu verschiedenen Zeiten ihrer Aufwärtskrümmung auf

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0300-8

einen Carton legte, sie mit der linken Hand festhielt und mit der rechten die Bleistiftspitze an dem Object entlang führte, wobei zugleich die Zuwachsänderungen der einzelnen Querzonen notirt wurden. — Gerade diese nur bei sehr steifen und kräftigen Spossaxen mögliche Art der Beobachtung kann nun durch die geotropische Kammer vermieden werden, denn es kommt darauf an, auch dünne und sehr biegsame Objekte zu beobachten und ihre geotropischen Bilder festhalten. Wie das mit Hilfe der Coordinatenglastafel geschehen kann, werden wir sogleich sehen. Vorher sei erwähnt, dass man natürlich die abgeschnittenen zur Beobachtung bestimmen Gipfelstücke, welche man bei hohlen Stengeln mit Wasser gefüllt hat, innerhalb des Kastens horizontal (unter Umständen auch schief) am Hinterende durch ein aufgelegtes Gewicht oder sonstwie festlegt, damit bei der Aufwärtskrümmung keinerlei seitliche Ueberneigung stattfinden kann. Bei nicht hohlen Sprossaxen, die man abgeschnitten hat, kann man am basalen Theil ein Glasrohr ansetzen, welches rechtwinklig gebogen einen kurzen horizontalen und einen langen aufrechten Schenkel besitzt; der kurze Schenkel wird mit Kautschukrohr an den Spross befestigt und das Glasrohr mit Wasser gefüllt, so dass letzteres mit einigem Druck in das leitende Gewebe des Sprosses hineingetrieben wird. Ich habe vor langen Jahren vielfach auf eine derartige Behandlung zum Zweck von Studien und Demonstration hingewiesen. Ist nun der Raum des Kastens zwischen den Glasscheiben hinreichend gross, so kann man den Spross sammt dem Glasrohr innerhalb desselben befestigen, nachdem man die vordere nicht getheilte Spiegelscheibe herausgenommen hat. Ist dagegen der Spross sammt dem rechtwinkligen Glasrohr zu gross für den Kasten, so dient ein Loch von 3—5 cm Durchmesser in der einen schmalen senkrechten Seitenwand dazu, den Spross horizontal in den Kasten hineinzuschieben, während nur seine Basis mit dem rechtwinkligen Glasrohr ausserhalb des Kastens bleibt. In diesem Falle wird das Object mittelst eines halbirten Korkes in dem Loch festgalten.

Etwas complicirter macht sich die Einrichtung, wenn man mit einer in Erde eingewurzelten Pflanze operirt, deren zu beobachtender Stengel schon 1—2 dcm lang ist. Zu diesem Zweck dient der kleine Kasten n in Fig. 2; er ist mit dem grossen Kasten nicht dauernd verbunden, sondern wird nur, wie die Fig. 2 zeigt, durch einen Riegel am unteren Theil der einen senkrechten Seitenwand festgehalten. In diesen kleinen Kasten legt man den Blumentopf, nachdem man den Stengel in die geotropische Kammer durch das erwähnte Loch hinein-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0301-4

geschoben hat. Zuletzt kann durch einen Deckel bei n der Zutritt des Lichtes abgeschlossen werden. Wer sich mit derartigen Beobachtungen vielfach beschäftigen will, wird wohl gut thun, sich mehrere solche Kästen, wie n, anzuschaffen, von verschiedener Grösse und verschiedener Form, um verschieden grosse Blumentöpfe bequem darin unterzubringen.

Da die geotropisch krümmungsfähigen Sprossaxen, Blattstiele und ähnlichen Objecte biegsam sind, so biegen sie sich mehr oder weniger abwärts, wenn man sie freischwebend horizontal befestigt. Die geotropisch wirksamen Kräfte müssen natürlich diese nur durch das Gewicht des Gipfels bewirkte Abwärtsneigung des weichen geotropisch reizbaren Theiles zuerst überwinden, bevor die eigentliche geotropische Aufwärtskrümmung sichtbar werden kann; auch kann durch dieses Verhalten die anfängliche Form der geotropischen Krümmung eine Veränderung erleiden, durch welche die Beurtheilung der Vorgänge erschwert wird, und gerade die zuerst entstehende geotropische Krümmung ist, wie ich mehrfach in meinen Publikationen erwähnt habe, theoretisch besonders wichtig. Man vermeidet diesen Uebelstand, der besonders bei Demonstrationen im Colleg recht störend mitwirken kann, wenn man das durch das Gewicht des Gipfels bewirkte Hinabhängen des horizontal gelegten Sprosses von vornherein unmöglich macht. Wenn es zufällig möglich ist, so legt man den Spross gleich Anfangs horizontal auf die Bodenplatte des Kastens, so dass er also nicht abwärts sinken kann; es leuchtet ein, dass nun während längerer Zeit die geotropisch wirksamen Kräfte genau rechtwinklig zur Längsaxe des Objectes einwirken können, was, wie ich früher (vgl. meine „Gesammelten Abhandlungen" p. 844) gezeigt habe, für orthotrope Organe die günstigste Lage ist, d. h. diejenige Lage, in welcher die geotropische Krümmung mit der grössten Energie und Geschwindigkeit sich geltend macht. Das ist nun besonders bei Demonstrationen erwünscht. — Wenn es, wie gewöhnlich, nicht möglich ist, den Spross einfach auf die Basalplatte des Apparates zu legen, so kann man den Zweck sehr einfach durch untergelegte Holzklötzchen erreichen. Um einen Blumentopf in richtiger Weise horizontal zu legen, bedient man sich am besten einiger Holzkeile. Ueberhaupt sollte jeder, der experimentelle Pflanzenphysiologie treibt, eine grosse Zahl von solchen Holzklötzchen und Keilen besitzen, um den beobachteten Pflanzen die gewünschte Richtung zum Horizont zu geben; auf diese kommt es ja besonders bei Beobachtungen über geotropische und heliotropische Krümmungen an und überhaupt bringt es die in der Pflanze

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0302-0

herrschende Symmetrie und Polarität mit sich, dass bei den Beobachtungen die Richtung der Wachsthumsaxe jederzeit beachtet werde.

Ich will nicht versäumen, hier auf einen Punkt aufmerksam zu machen, der bei Demonstrationen von geotropischen (ähnlich auch heliotropischen) Krümmungen berücksichtigt werden muss, wenn man die kurz bemessene Zeit einer Vorlesung nicht verschwenden will. Wie schon erwähnt, bedarf es immer längerer Zeit, je nach der Dicke, Wachsthumsgeschwindigkeit und specifischen Reizbarkeit des Objectes, bis bei horizontaler Lage die erste geotropische Krümmung sichtbar wird. Es ist also nicht zweckmässig, die verschiedenen bisher beschriebenen Manipulationen etwa in Gegenwart der Hörer am Anfang der Vorlesungsstunde vorzunehmen, weil dann viel Zeit vergeht, bevor man die erste Aufwärtskrümmung zeigen kann. Ich habe bei meinen Vorlesungen über Experimentalphysiologie daher derartige Demonstrationen schon 2—3 oder 4 Stunden vor dem Beginn der Vorlesung vorbereitet, d. h. die erwähnten Manipulationen ausgeführt, nachdem der Apparat und das Ablesefernrohr an ihre richtige Stelle gebracht waren. Der Vortragende, der die Hörer darauf aufmerksam gemacht hat, kann sich nun unmittelbar vor Beginn der Demonstration überzeugen, ob bereits eine erste Andeutung der fraglichen Krümmung eingetreten ist; diese schreitet dann gewöhnlich rasch vorwärts und man kann im Laufe von ein oder zwei Vortragsstunden den Hörern zeigen, wie die Krümmung fortschreitet und ihre Form ändert.

Da eine wesentliche Aufgabe unserer geotropischen Kammer darin liegt, dass die Mitwirkung heliotropischer Krümmungen vermieden werde, so müssen natürlich, nachdem alle Anordnungen getroffen sind, die beiden Thüren (p und q in Fig. 1) sofort geschlossen werden und nur zum Zweck der Beobachtung oder Demonstration darf man sie auf kurze Zeit öffnen, weil während dieser Zeit das Licht einseitig die Pflanze trifft und weil die heliotropischen Nachwirkungen in manchen Fällen sehr bedeutend sind. Die Oeffnung der geotropischen Kammer darf also auch bei der Demonstration nur kurze Zeit, wenige Minuten, in Anspruch nehmen, man kann also nicht gerade einer sehr grossen Zahl von Hörern unmittelbar nach einander die fortschreitenden Krümmungen demonstriren. Ich habe bisher nicht versucht den Apparat dadurch zu verbessern, dass ich die hinteren mit Coordinaten versehene und auch die vordere Glasscheibe aus rothem Rubinglas nehme, hinter welchem die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0303-5

störenden heliotropischen Wirkungen nicht stattfinden; indessen ist die Sache nicht von grosser Wichtigkeit, wenn man überhaupt in einem spärlich beleuchteten Raum arbeitet.

Bevor man den zu beobachtenden Spross horizontal in den Kasten legt, ist es gut, etwa vorhandene Blätter an dem krümmungsfähigen Theil abzuschneiden; so weit meine sehr zahlreichen Beobachtungen reichen, wird dadurch die geotropische Reizbarkeit der Sprossaxe nicht gerade merklich beeinflusst; jedenfalls ist es zum Zweck der Demonstration ohne Nachtheil, wogegen die Blätter bei der Beobachtung selbst recht unangenehm stören können; bei glatten blattlosen Schäften blühender Alliumarten u. dgl. fällt die Sache ohnehin weg.

Sollen die Beobachtungen nur einigermaassen genau werden, so muss man vor dem Einbringen in den Kasten auch noch eine Theilung der wachsenden Region der Sprossaxe in der bekannten Art durch Tuschestriche rechtwinklig zur Axe anbringen. Diese Eintheilung ist nöthig um zu zeigen, in welcher Weise die geotropische Reizbarkeit in den verschieden alten Theilen der Sprossaxe sich verhält; ich habe mich darüber in meinen Vorlesungen und lange vorher in einem Aufsatz ausgesprochen, den man in meinen gesammelten Abhandlungen p. 961 abgedruckt findet. Im Allgemeinen genügt es, eine wachsende Region des Sprosses von etwa 15—20 cm Länge durch 4 Striche in 3 gleich lange Abtheilungen einzutheilen, die dann also 5—6 cm lang sind. Den ersten Theilstrich macht man unmittelbar unter der Knospe und der vierte oder bei längeren Sprossen der fünfte bis sechste Theilstrich kommt dann eo ipso in die alte schon ausgewachsene Region der Sprossaxe zu liegen. Bei Sprossen mit intercalaren Wachsthumszonen muss man die Eintheilung natürlich in entsprechender Weise ändern.

Um nun die Vorgänge der geotropischen Krümmung durch ein **Bild auf dem Papier** zu fixiren und besonders bei Demonstrationen die Hörer darauf aufmerksam zu machen, wie nach und nach die einzelnen Abtheilungen des Sprosses sich verlängern und ihre Krümmungen verändern, legt man neben das Ablesefernrohr einen Papierbogen, der mit einem Coordinatennetz von derselben Form, wie das auf der hinteren Glasscheibe verzeichnete, versehen ist. Man hat nun weiter nichts zu thun als von Zeit zu Zeit, etwa stündlich oder je nach der Temperatur und der Energie des Wachsthums nach kurzen oder längeren Pausen, wo die Thüren geschlossen sind, diese vollständig zu öffnen und nun durch das schon vorher richtig eingestellte Ablesefernrohr die Lage der Theilungsstriche, wie sie sich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0304-1

auf der Theilung der Glasscheibe projiciren, genau zu beobachten und in das Coordinatennetz auf dem Papier zu verzeichnen. Selbstverständlich ändern die Theilungsstriche ihre Lage fortwährend und jeder derselben beschreibt in seiner Projection auf der Glasscheibe einen gekrümmten Weg. Aber nicht auf diesen Weg kommt es zunächst an, sondern auf das jedesmalige Bild, welches die Sprossaxe infolge der geotropischen Action darbietet. Aus der Vergleichung dieser Bilder soll ja zuletzt ein Urtheil über die stattgehabten Vorgänge gewonnen werden, worüber meine Vorlesungen II. Aufl. p. 724 zu vergleichen. Nachdem man die Lage der Theilstriche auf dem Coordinatennetz des Papiers verzeichnet hat, kann man nun die einzelnen Punkte durch Linien aus freier Hand so verbinden, dass man ein möglichst getreues Bild von der jedesmaligen Form, welche die Sprossaxe angenommen hat, gewinnt und da die basale Region des Sprosses ein für alle mal festgelegt ist, so laufen alle diese Linien an der nicht mehr krümmungsfähigen Basalregion in eine zusammen, während der Gipfeltheil der Linien sich immer mehr der verticalen Stellung nähert und zugleich die stärkste Krümmung immer weiter rückwärts gegen die Basalregion hinrückt.

Zur leichten Orientirung und grösseren Sicherheit der Beobachtung trägt es bei, wenn die Kreuzungspunkte der Linien, welche das Coordinatennetz auf der hinteren Glasscheibe bilden, in geeigneter Weise mit fortlaufenden Zahlen bezeichnet sind und wenn man dasselbe auch mit dem Coordinatennetz auf dem Papier (am besten einem starken Carton) thut. Auf diese Art können Irrthümer nicht leicht eintreten.

Wenn die Maschen des Liniennetzes auf der Glasscheibe dieselbe Grösse wie auf dem Carton haben, so bekommt man ein Bild von der natürlichen Grösse des beobachteten Objectes; es leuchtet ein, dass, wenn die Maschen des Netzes auf dem Papier kleiner oder grösser sind als auf der Glastafel, man ein verkleinertes oder vergrössertes Bild bekommt.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass bei derartigen Beobachtungen, ebenso wie bei allen anderen Beobachtungsmethoden, eine längere Uebung nöthig ist, um schöne und klare Resultate zu gewinnen; besonders ist dies nöthig, wenn man diese Erscheinung den Hörern demonstriren will. Einige Schwierigkeiten machen freilich manche Sprossaxen infolge ihrer Nutationskrümmungen; man thut dann am besten, eine andere Pflanzenspecies zu verwenden.

Ein Punkt von grosser Wichtigkeit ist die richtige Aufstellung des Apparates und des Ablesefernrohrs betreffs der Beleuchtung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0305-7

während der Beobachtungszeiten. Der Apparat muss natürlich so gestellt werden, dass man unmittelbar nach dem Oeffnen der Thüren sowohl das Coordinatennetz auf der Glastafel, als auch die Theilstriche auf der Sprossaxe ganz deutlich zu sehen bekommt, was zuweilen mit einigen Schwierigkeiten verbunden ist; diese lassen sich aber gleich am Anfang einer Beobachtungsreihe corrigiren und im Nothfall kann man selbst mit künstlicher Beleuchtung die Ablesungen vornehmen.

Dass meine geotropische Kammer noch mancher Verbesserung zugänglich sein wird, ist ja wohl selbstverständlich.

Bevor ich aber diese Beschreibung schliesse, möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass der Kasten, wie er Fig. 1 u. 2 abgebildet ist, auch ganz gut gelegentlich in eine heliotropische Kammer verwandelt werden kann. Es genügt zu diesem Zweck, in eine der beiden schmalen Seitenwände übereinander eine Anzahl von grossen Bohrlöchern anzubringen, die man für gewöhnlich durch weiche Korke gut verschlossen hält. Setzt man nun in den Kasten einen Topf mit Keimpflanzen oder ein sonstiges heliotropisches Object mit geeigneter Montirung und öffnet man eines der Bohrlöcher, welches mit dem wachsenden heliotropisch reizbaren Theil in gleicher horizontaler Höhe liegt, so wird selbstverständlich heliotropische Krümmung eintreten. Je nach Umständen wird man in das betreffende Bohrloch ein Deckstück aus Blech mit einem Querspalt oder sonst eine entsprechende Vorrichtung einsetzen können. So lange aber der Kasten ausschliesslich als geotropische Kammer dient, müssen die Bohrlöcher gut verschlossen bleiben.

Würzburg, Januar 1895.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05160-0306-3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 80

Autor(en)/Author(s): Sachs Julius

Artikel/Article: Aus dem botanischen Institut in Würzburg. 293-302