FLORA.

59. Jahrgang.

№ 5. Regensburg, 11. Februar 1876.

Inhalt. Dr. H. Müller: Ueber Heliotropismus. — A. de Krempelhuber: Lichenes Brasilienes. (Continuatio.) — J. B. Kreuzpointner: Notizen zur Flora Münchens. — Berichtigung. — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Ueber Heliotropismus

von Dr. H. Müller (Thurgau).

Dass es sich bei den geotropischen Krümmungen der Pflanzentheile zunächst nur um die Richtung, in welcher die Schwerkraft auf sie einwirkt, handelt; dass nicht etwa von einer stärkeren Affection der Unterseite und einer schwächeren der Oberseite durch die Schwere die Rede sein kann, bedarf keines Beweises. Im Gegensatz hiezu hat man bisher angenommen, dass es sich bei den heliotropischen Krümmungen um eine Differenz der Lichtintensität auf der vorderen und hinteren Seite des krümmungsfähigen Theiles handle. Zu einer ganz andern Ansicht über die heliotropische Wirkung des Lichtes in Pflanzentheilen gelangte Sachs bei seinen Untersuchungen über Geotropismus; er sah sich zu der Annahme veranlasst, dass auch bei den heliotropischen Krümmungen ganz ebenso wie bei den geotropischen es nicht auf eine Differenz der Intensität der einwirkenden Kraft auf entgegengesetzten Seiten des Organs ankommen möchte, dass viel-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0067-6

mehr die heliotropische Wirkung des Lichts blos auf der Richtung desselben beruhe.

Diese Ansicht konnte zunächst dadurch zu einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erhoben werden, wenn es gelang, zwischen den Lichtstrahlen und der heliotropischen Krümmung ganz dieselben Beziehungen nachzuweisen, welche für die geotropischen Krümmungen betreffs der Schwerkraft bereits bekannt sind. (Siehe Sachs in Flora 1873 pag. 321 und Arb. des bot. Instit. zu Würzb. Bd. I. pag. 193 u. 285). Um diesen Nachweis experimentell zu leisten, begann ich im Frühjahr 1874 meine Untersuchungen über Heliotropismus, und nachdem ich bereits zwei Sommer der Sache gewidmet habe, dürfte es an der Zeit sein, vorläufig einige der wichtigeren Resultate, so weit sie sich auf die oben gestellte Frage beziehen, hier in Kürze zusammenzustellen. Die ausführlichen Belege, sowie eine Behandlung der einschlägigen Literatur wird die ausführliche Publication enthalten.

Methode.

Wenn sich ein aufrechtstehender Pflanzenstengel bei einseitiger horizontaler Beleuchtung gegen die Lichtquelle hinkrümmt, so ist klar, dass schon nach dem Eintritt der ersten sichtbaren Krümmung der obere Theil nicht mehr senkrecht steht und zwar wird er um so mehr sich von der Verticalen entfernen, je länger die einseitige Beleuchtung dauert. Damit begeben sich diese Stengeltheile aber in eine Lage, in der nun auch der Geotropismus zur Geltung kommen kann und zwar wird die Einwirkung des letzteren auf die oberen Stengeltheile zunehmen, je mehr sich dieselben der Horizontalen nähern, während damit zugleich der Einfluss des Heliotropismus abnimmt. In Folge der Schwerkraftswirkung allein würde der Stengel in verticaler Richtung fortwachsen, der Heliotropismus dagegen ist bestrebt, die oberen Stengeltheile in horizontale Lage zu bringen; bei Einwirkung beider nimmt der Stengel eine gewisse Mittellage an, die wir als Resultirende betrachten können, bestimmt durch die Einwirkung des Heliotropismus einerseits und des Geotropismus andererseits, die bei der einen Pflanze sich mehr der Verticalen, bei anderen mehr der Horizontalen nähert. Bis Dato wurde bei Untersuchungen über Heliotropismus immer nur diese Resultirende in Betracht gezogen, während es doch selbstverständlich ist, dass wir, um die Einwirkung einseitiger Beleuchtung in reiner Form kennen zu lernen, den Geotropismus auszuschliessen suchen müssen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0068-2

Sachs hat bei anderer Gelegenheit die Einwirkung des Geotropismus auf die Wachsthumsrichtung von Keimpflanzen dadurch vermieden, dass er dieselben in einem um die horizontale Achse langsam rotirenden Cylinder wachsen liess. Auf diese Weise lässt sich wirklich bei richtiger Regulirung sowohl die Einwirkung des Geotropismus als auch diejenige der Centrifugalkraft ausschliessen, und ich habe nun dieses Princip in der Weise verwendet, dass entweder ganze Pflanzen oder auch nur abgeschnittene Stengel in geeigneter Weise an einer sich langsam drehenden horizontalen soliden Achse befestigt wurden. Der ganze Apparat ist so aufgestellt, dass das durch die Oeffnung im Laden des Dunkelzimmers einfallende Licht parallel mit der Achse einfällt. Es leuchtet ein, dass die derart entstandenen Krümmungen rein heliotropische sind und es nur auf solche Weise möglich sein wird, die Wachsthumsvorgänge, welche durch einseitige Beleuchtung hervorgerufen werden, sowie deren Ursachen erfolgreich zu erforschen.

Ausser Blüthenschäften und einzelnen Internodien grösserer Pflanzen wurden zur Untersuchung namentlich auch hypocotyle und epicotyle Glieder von Keimpflanzen verwendet. Manche Stengeltheile, besonders auch die Keimpflanzen, krümmen sich auch dann, wenn sowohl Heliotropismus als auch Geotropismus ausgeschlossen sind und zwar aus inneren Wachsthumsursachen. Diese Nutationskrümmungen finden bei bilateralen Pflanzentheilen immer in derselben Ebene (der Symmetrieebene) statt.

Bei *Phaseolus multiflorus* z. B. zeigt das epicotyle Glied eine Nutationskrümmung in einer Ebene, welche die beiden Cotyledonen von einander trennt und zwar krümmt sich dieses Stengelstück in seinem stark wachsenden Theil von den Cotyledonen weg, im obersten Theil gegen diese hin. Bei *Lepidium* schneidet dagegen diese Nutationsebene die beiden Cotyledonen in symmetrische Hälften.

Hieraus ergibt sich nun, dass wir, um die heliotropische Krümmung in ihrer reinen Form zu haben, die Keimpflanze von *Phaseolus* so an der rotirenden Achse befestigen müssen, dass diese letztere und somit dann auch die Richtung der Lichtstrahlen senkrecht auf der Nutationsebene steht. In jedem anderen Falle würde sonst die Nutation die heliotropische Krümmung vergrössern oder aber zum Theil aufheben.

Da nun bei bilateralen Keimpflanzen die Nutationsebene eine ganz bestimmte ist, so wurden bei Beantwortung aller entschei-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0069-0

denden Fragen womöglich auch die Stengeltheile bilateraler Keimpflanzen benutzt, da bei diesen die oben besprochene Fehlerquelle mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Jede Krümmung wurde auf zwei verschiedene Arten gemessen; einmal durch Anlegen des Cyclometers (Carton mit concentrischen Kreisen, deren Radien 1, 1,5, 2 etc. cm. betragen) und sodann durch Vergleichung der Zuwachse der Hinter- und Vorderseite einzelner Querzonen. Je grösser die Differenz dieser Zuwachse, desto stärker natürlich die Krümmung in der betreffenden Zone.

Es ist klar, dass schon nach der ersten Krümmung die Lichtstrahlen nicht mehr alle Zonen eines Stengels unter gleichem Winkel treffen. Da nun aber die Einwirkung des Lichts unter sonst gleichen Umständen eine um so ausgiebigere ist, unter je grösserem Winkel dasselbe auffällt, so ist damit auch gesagt, dass schon nach der kleinsten Krümmung das Licht in verschiedener Weise auf die verschiedenen Zonen des Stengels einwirkt und es wird diese Verschiedenheit mit Zunahme der Krümmung immer bedeutender, ein Umstand, der bei Beantwortung vieler Fragen zu einer bedeutenden Fehlerquelle werden kann. Für solche Fragen musste vorerst eine Methode gefunden werden, welche diese Fehlerquelle ausschliesst.

Die Nachwirkung, welche Sachs bei den geotropischen Krümmungen nachgewiesen, konnte zu der Vermuthung führen, dass auch bei heliotropisch gekrümmten Organen eine ähnliche Erscheinung sich finden werde, und wirklich zeigte sich auch, dass Stengel, die sich in Folge einseitiger Beleuchtung gekrümmt haben und nun in's Dunkle gestellt werden, ihre Krümmung noch beträchtlich steigern. Diese Nachwirkung tritt besonders dann schön zu Tage, wenn auf die angegebene Weise die Einwirkung des Geotropismus ausgeschlossen wird. In diesem Falle kann man sogar dann eine ziemlich bedeutende Krümmung erhalten, wenn eine solche vor der Verdunklung kaum bemerkbar war. Gerade diese Thatsache ist bei Ausschliessung oben genannter Fehlerquelle von Bedeutung, denn wenn man nun das Licht nur so lange einwirken lässt, als sich keine bemerkbare Krümmung zeigt, alsdann die Oeffnung im Laden des Dunkelzimmers schliesst, die Achse aber, auf der die Pflanzen befestigt sind, noch weiter in Rotation erhält, so ist bei einer derart zu Stande gekommenen Krümmung der Geotropismus ausgeschlossen, und zudem hat das Licht, so lange es einwirken konnte, die verschiedenen Stengelzonen unter gleichem Winkel getroffen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0070-1

Resultate.

1. An einem wachsenden Pflanzenorgan zeigen nur diejenigen Zonen, die noch nicht ausgewachsen sind, heliotropische Krümmungen. Es wurde dies sowohl für positiv heliotropische Stengel und Blattstiele, als auch für negativ heliotropische Wurzeln nachgewiesen.

2. An der heliotropischen Krümmung betheiligen sich bei genügender Dauer des Versuchs sämmtliche im Stadium der Streckung befindliche Zonen.

Zur Illustration dieser beiden Sätze möge folgendes Beispiel genügen. Ein abgeschnittener Stengel von *Valeriana officinalis* wurde Abends auf den kurzen Schenkel eines mit Wasser gefüllten Manometers gesetzt und in's Dunkle gestellt. Morgens 6 Uhr wurde alsdann der Stengel einseitig beleuchtet, nachdem kurz vorher sowohl auf der beleuchteten als der Schattenseite von 20 zu 20 Mm. Tuschmarken angebracht worden waren. Nach 5 Stunden zeigten diese folgende Distanzen:

Länge der Zonen		Zuwachse		Diff.	Mittl. Wachsth.
a. Vorders.	b. Hinters.	c. Vorders.	d. Hinters.	d—c.	$\frac{c + d.}{2}$
20,5 Mm.	20,7 Mm.	0,5 Mm.	0,7 Mm.	0,2 Mm.	0,6 Mm.
20,7	21,1	0,7	1,1	0,4	0,9
21	21,7	1,0	1,7	**0,7**	**1,35**
21	21,9	1,0	1,9	**0,9**	**1,45**
20,9	21,6	0,9	1,6	**0,7**	**1,25**
20,6	21,1	0,6	1,1	0,5	0,85
20,4	20,7	0,4	0,7	0,3	0,55
20,1	20,3	0,1	0,3	0,2	0,2
20	20,1	—	0,1	0,1	0,05
20	20	—	—	—	—

Die letzten zwei Colonnen lassen zudem eine weitere Beziehung erkennen.

3. Am empfindlichsten gegen einseitige Beleuchtung sind die stärkst wachsenden Theile der Stengel, während die Krümmungsfähigkeit nach oben und unten abnimmt. Wenn auch gerade bei dem hier benutzten Versuch die früher angeführten Fehlerquellen nicht ausgeschlossen werden konnten, so treten doch deutlich die in den 3 Sätzen ausgesprochenen, übrigens durch zahlreiche andere Versuche genügend festgestellten Thatsachen hervor.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0071-7

4. Auch bei negativ heliotropischen Wurzeln fällt die Strecke der stärksten Krümmungsintensität mit der des schnellsten Wachsthums zusammen. Die beweisenden Versuche wurden mit den Wurzeln von *Chlorophytum* und den Luftwurzeln von *Monstera Lennea* vorgenommen. Die Wurzeln dieser letzteren wachsen anfangs fast horizontal in die Luft hinaus, und ist also hier ein Ausschliessen des Geotropismus unnöthig.

5. Die heliotropische Krümmung tritt bei einseitiger Beleuchtung nicht sofort auf, sondern bedarf als Wachsthumsvorgang einiger Zeit, bis sie sich nach aussen zeigt; dem entsprechend dauert der Vorgang auch nach Entfernung der Ursache noch einige Zeit fort (Nachwirkung).

Die Zeit, die bis zum Auftreten einer bemerkbaren heliotropischen Krümmung verstreicht, ist bei verschiedenen Pflanzen von ungleicher Dauer; sie hängt zudem ab von der Intensität des Lichts, dem Auffallswinkel, der Wachsthumsgeschwindigkeit. Bei empfindlichen Pflanzen lässt sich unter günstigen Umständen schon nach viertelstündiger Beleuchtung eine deutliche Krümmung beobachten, während andere unter den gleichen Verhältnissen hiezu mehrere Stunden brauchen.

(Schluss folgt.)

Lichenes Brasilienes, collecti a D. A. Glaziou in provincia brasiliensi Rio Janeiro

auctore Doct. A. de Krempelhuber.

(Continuatio.)

50. *Sticta aurata* Ach., Eschweil. in Mart. Fl. Bras. p. 49, icon. sel. Crypt. Bras. tab. 14 fig. I. (optima!); Nyl. syn. meth. p. 361.

Corticola (coll. 2219, 2221).

f. *clathrata* (De Not.) Nyl. l. c.; De Notaris Osserv. sul gen. Sticta, p. 10, tab. 1, f. IV. (sporae) sub *Sticta clathrata*.

Corticola (coll. 1831, 1832).

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0072-3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 59

Autor(en)/Author(s): Müller Hermann

Artikel/Article: Ueber Heliotropismus 65-70