FLORA.

63. Jahrgang.

No. 32. **Regensburg, 11. November** **1880.**

Inhalt. Dr. Carl Kraus: Untersuchungen zum Heliotropismus von *Hedera*, besonders bei verschiedenen Lichtintensitäten. (Fortsetzung.)
Beilage. Tafel X.

Untersuchungen zum Heliotropismus von Hedera, besonders bei verschiedenen Lichtintensitäten.

Von **Dr. Carl Kraus** in **Triesdorf.**

(Fortsetzung.)

b. Beobachtungen an Sprossen der Varietät II.

Wie sich diese Varietät im Habitus der Varietät III nähert, so auch im heliotropischen Verhalten: bei genügend starkem Lichte wachsen die Sprosse horizontal mit aufgekrümmter Spitze vom Fenster weg in das Innere des Zimmers. Es ist schon hervorgehoben, dass diese Varietät zur Entscheidung verschiedener Fragen viel geeigneter ist, weil sie kräftiger wächst, längere Internodien liefert und auch auf Beleuchtungsdifferenzen ausgiebiger reagirt als die wildwachsende Form.

Stellt man solche Sprosse mit der Längsaxe vertikal, so wachsen sie bei schwächerer Beleuchtung (Versuche vom Dezember und Januar) mit zur Lichtquelle gekrümmter Spitze mehr weniger schräg vom Lichte hinweg. Hiebei fällt es auf, dass bei gleicher Beleuchtung nebeneinander wachsende, ersichtlich gleich beschaffene Sprosse sich in der Richtung so

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0501-0

sehr von einander unterscheiden können: jene, welche als Anfangsrichtung die horizontale hatten, wachsen in dieser oder nur wenig aufgerichtet fort, während jene, welche in vertikaler Richtung befestigt wurden, lang nicht so weit der Horizontalen sich nähern. Natürlich ist zur Herbeiführung horizontaler Richtung um so geringere Reaktion der Lichtseite ausreichend, je näher der Spross von vorneherein derselben stand. Bei genügend starker Beleuchtung verschwindet dieser Einfluss der Anfangsstellung, weil hiebei die Wegkrümmung in jedem Falle stark genug wird, um überall Horizontalstellung herbeizuführen. Immerhin aber muss dieser Einfluss der Anfangsstellung, der Anfangsrichtung, bei Beurtheilung des heliotropischen Verhaltens der noch im Verbande mit einer Mutterpflanze stehenden Sprosse in's Auge gefasst werden.

Die positive Lichtkrümmung der jüngeren Internodien ist mit aller Sicherheit zu constatiren, bei schwächerer Beleuchtung deshalb leichter, weil hiebei die dieser Reaktion fähige Strecke bedeutend länger ist als bei stärkerer Beleuchtung. Es ist selbst möglich, dass bei genügend intensiver Beleuchtung die positive Lichtkrümmung ganz unterbleibt, wenn bei dem hiedurch so sehr verzögerten Längenwachsthum sehr frühzeitig schon in den Internodien die gleichen inneren Zustände herbeigeführt werden, welche bei schwächerer Beleuchtung erst viel später, d. h. wenn die Internodien bereits viel länger und älter geworden sind, eintreten. Solange die Aenderungen des inneren Zustandes nicht eingetreten sind, werden die Internodien an der Spitze durch stärkeres Licht nicht negativ, sondern zunächst um so mehr positiv heliotropisch.

Die jüngsten Internodien sind zunächst indifferent, sie reagiren erst, wenn sie länger werden. Nun verhalten sie sich positiv heliotropisch, um so mehr, je günstiger die Lichtwirkung ist. Hierauf folgt Geradstellung, zuletzt Wegkrümmung. Diese auf die Zukrümmung folgende Geradstellung kann auf verschiedenen Ursachen beruhen.

Ich habe wiederholt beobachtet, dass Sprosse, welche erst im schwächeren Lichte waren, stärkerem Lichte ausgesetzt zunächst die Lichtzukrümmung einige Tage fort verstärkten, dann aber verminderten und sich gerade stellten, was auch wieder mehrere Tage erforderte, bis sie endlich in den älteren Theilen sich wegkrümmten. Hier kann man offenbar die Ausgleichung der Zukrümmung einfach darin suchen, dass die älter

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0502-6

gewordenen Internodien zufolge der eingetretenen anatomischen und sonstigen Veränderungen in der früheren Weise entgegengesetzter Art durch das Licht affizirt wurden; die Ausgleichung der Zukrümmung wäre die Folge des allmählig in Aktion tretenden negativen Heliotropismus'.

Ich habe aber auch oft genug beobachtet, dass die Lichtzukrümmung mit steigender Intensität des Lichts von 8 Uhr Vormittag bis 12 Uhr Mittag sich allmählig verstärkte, um dann, ähnlich, wie bei Varietät I, in weiterem Verlaufe sich zu verflachen. Besonders des Abends tritt diese Verflachung oft ganz plötzlich hervor. Wenn aber in dieser Weise stärkeres Licht die Zukrümmung fördert, muss schwächeres Licht die Geradstellung fördern und so dem negativen Heliotropismus vorarbeiten. Umsetzung der Krümmung in die entgegengesetzte Zukrümmung einer einmal gerade gewordenen Stelle habe ich im Zusammenhang mit den täglichen Schwankungen der Lichtintensität niemals beobachtet.

Endlich muss auch bei der Ausgleichung der Lichtzukrümmung das Streben der concaven Seite in Erwägung gezogen werden, spontan und aus inneren Gründen sich gerade zu stellen. Wir müssen ja doch ein natürliches Streben der Pflanzen voraussetzen, Abweichungen vom normalen Wachsthume auszugleichen, weil dies eben der innere Gleichgewichtszustand der im Pflanzenkörper thätigen Kräfte so erfordert. Bei den Versuchen mit Sprossen der Varietät I ist Gleiches deutlich hervorgetreten, und es ist nicht einzusehen, warum nicht dasselbe Moment auch bei den Sprossen der Varietät II sich äussern könnte.

Einige Versuche mögen speciell mitgetheilt werden.

1. Die dickstengeligen Triebe eines Epheustocks, welcher im Oktober in's Zimmer gebracht war, wurden in geeigneter Weise so befestigt, dass der Zuwachs vertikal zu stehen kam. Die Fortsetzungen der Triebe wendeten theils die breite, theils die schmale Seite gegen das Licht. Die Beleuchtung war der Stellung im Zimmer und der Jahreszeit entsprechend schwach. Um den Einfluss des Gewichts der langgestielten, sich energisch gegen das Licht wendenden Blätter auszuschliessen, wurden dieselben in geeigneter Weise unterstützt.

Alle Sprosse krümmten sich gegen das Licht und blieben auch späterhin in dieser Stellung, mochte die breite oder die schmale Seite Lichtseite sein. Die Internodien entwickelten keine Wurzeln, sondern nur die Gegend unterhalb der Blattan-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0503-2

sätze, beiderseits unterhalb der Blattränder; bei den mit der breiten Seite zum Lichte strebenden Sprossen entstanden sie nur an der Hinterseite, unterhalb des hinteren Blattrandes, jene Sprosse aber, deren schmale Seite die Lichtseite war, trieben die Wurzeln nicht auf der schmalen Schattenseite, sondern beiderseits an den bezeichneten Stellen der breiten Seiten.

Bis etwa Anfang April zeigte sich in diesem Verhalten keine Aenderung. Von da ab aber begannen sich die unterdessen dem Fenster näher gekommenen Sprosse, mit der steigenden Lichtintensität der Jahreszeit zunehmend, im jüngeren Theile vom Lichte wegzukrümmen.

Es mag nun das Verhalten eines dieser Sprosse weiter verfolgt werden.

Derselbe hatte ursprünglich seine schmale Seite gegen das Licht gerichtet, bei weiterem Wachsthum aber kam er, ohne irgendwelche Drehung, zufolge seiner Stellung so zu stehen, dass seine Breitseite vom stärksten Lichte getroffen wurde. Er wuchs schräg vom Fenster weg, mit der Längsaxe aber durchweg gegen das Fenster gerichtet, fort. Das Herabsinken durch das eigene Gewicht wurde durch Anbringung von Fäden, an denen der Spross aufgehängt wurde, verhindert, so dass das ganze Verhalten, wie es durch Heliotropismus und Geotropismus bedingt war, zum Ausdruck kommen konnte. Abstand der Basis des Sprosses vom Fenster 0,95 Meter, der Spitze Mitte Oktober 1,34 Meter, Länge des Sprosses zu dieser Zeit 0,99 Meter.

Die Spitze war immer in einem langgestreckten flachen Bogen gegen das Fenster gekrümmt. ausserdem in der Vertikalen leicht aufgerichtet, der ganze Spross stieg schwach geneigt in die Höhe. Die Zukrümmung der Spitze wurde in den älteren Internodien ausgeglichen durch deren Wegkrümmung. Es trat dieselbe, wie Fig. 5 zeigt, im unteren Theile der Internodien ein.

Bis auf eine Länge von 0,70 Meter wendete der Spross seine breite, vertikal stehende Seite gegen das Fenster, von da ab aber trat aus unerfindlichen Gründen eine Drehung ein, in Folge deren von jetzt an die schmale Seite auch die Lichtseite war, ohne dass im sonstigen Verhalten eine Aenderung eintrat. Nur muss bemerkt werden, dass, soweit die Breitseite Lichtseite war, Bewurzelung nur auf der Schattenseite eintrat, weiter vorne aber, wo die Breitseite horizontal war, nicht an

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0504-8

der Schattenseite, sondern oben und unten genau an den Stellen welche bereits oben bei Darlegung des anfänglichen Wachsthums angeführt wurden. Hieraus ergiebt sich, dass gerade die bezeichneten Stellen besondere Fähigkeit zur Wurzelbildung haben, welche bei nicht zu grosser Lichtintensität viel mehr sich geltend macht als der Unterschied von Licht- und Schattenseite an den schmalen Seiten hervorrufen kann.

Die Betheiligung von positivem Heliotropismus und negativem Geotropismus bei der Richtung dieses Sprosses ist deutlich erkennbar, ebenso aber auch, dass bei der gegebenen Stärke der Beleuchtung die Wegkrümmung der älteren Internodien über die Zukrümmung der jüngeren überwiegt.

2. Ein Spross der Varietät II wurde an der einen, zum einfallenden Lichte parallelen Zimmerwand befestigt und war hier von schwächerem Lichte schräg von vorne getroffen. Abstand vom Fenster 1,5 Meter.

Der Spross wuchs von Anfang März bis Anfang April ziemlich an der Wand anliegend fort, schwach schräg in die Höhe mit aufgekrümmter, zum Fenster geneigter Spitze. In den älteren Theilen traten Convexkrümmungen der Lichtseite ein, wodurch der Spross immer wieder der Horizontalen genähert wurde, um so weniger, je mehr er sich vom Fenster entfernte, um so mehr stieg er also in die Höhe. Von Anfang April ab begann er sich von der Wand mehr und mehr zu entfernen, so dass zur Zeit (Mitte Oktober) seine Spitze hievon 0,31 Meter absteht. Seine Gesammtlänge beträgt jetzt 1,40 Meter. Auch bei ihm fällt die Wegkrümmung in die Basis der langen Internodien.

Im grössten Theil des Verlaufs steht die breite Seite vertikal, sie ist Lichtseite und es ist wahrscheinlich, dass diese Stellung bewirkte, dass der Trieb nicht schon früher von der Wand wegwuchs. In einigen Internodien ist die Stellung der Blätter nicht genau zweireihig, der Unterschied zwischen breiter und schmaler Seite weniger ausgeprägt. Im vorderen Theil steht die schmale Seite gegen das Licht. Vertheilung der Bewurzelung genau wie bei Versuch 1 beschrieben ist.

Auch bei diesem Spross tritt der positive Heliotropismus, die Verlängerung der hiezu fähigen Strecke, ebenso wie die Verlängerung des geotropisch aufgekrümmten Stückes bei der schwächeren Beleuchtung entschieden hervor. Ohne positiven Heliotropismus hätte sich der Spross aus seiner Anfangs-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0505-3

stellung unmöglich dem Fenster nähern können. Der grösseren Entfernung vom Fenster entsprechend näherte sich dieser Spross dem Fenster, der positive Heliotropismus war wirksamer als der negative.

3. Ein Spross der Varietät II war in der gewöhnlichen Weise horizontal vom Fenster weggewachsen, mit aufgekrümmter Spitze. Allmählig gelangte er hiebei in schwächer beleuchtete Regionen, die Spitze richtete sich immer mehr auf.

Nun wurde Anfang März dieser Spross an der Vorderwand des Zimmers, mit der Längsaxe dem Fenster parallel, mit der Spitze vom Fenster abgekehrt gegen die Seitenwand sehend, mit dem horizontal gewachsenen Theile horizontal befestigt und durch Anbringung von Blenden vor Lichtzutritt von oben her geschützt. Die stärkste Beleuchtung traf den Spross schräg von unten, wie sich auch bald an der entsprechenden Drehung der Blätter erkennen liess. Die frühere Lichtseite war jetzt Schattenseite.

Fig. 6 enthält im verkleinerten Massstabe die Stellungsänderungen dieses Sprosses in der Zeit vom 4. März bis 26. April. Der Spross krümmte sich dem stärksten Lichte zu, selbst entgegen dem positiven Geotropismus, der sich nur in leichter Aufkrümmung der Spitze äussern kann. Es wurde selbst die anfänglich bereits bestandene beträchtliche Aufkrümmung ausgeglichen. Anfänglich aber war die Abwärtskrümmung langsamer als später, was auf die Gegenwirkung der Schwere zurückzuführen ist, welche der ganzen Stellung zufolge, anfänglich wirksamer sein konnte als später.

Bis Ende April hatte der Spross die Seitenwand des Zimmers mit seiner Spitze erreicht, er wurde nun neuerdings mit dem vorderen Ende horizontal befestigt. Es trat dieselbe Abwärtskrümmung ein, ebenso nach der dritten Horizontalstellung vom 7. Juni ab. Die Stellungsänderungen vom 17. Juni bis 12. Juli sind durch Fig. 7 dargestellt.

Es braucht wohl kaum besonders bemerkt zu werden, dass durch geeignete Befestigung das Abwärtssinken des Sprosses durch sein eigenes Gewicht verhindert wurde.

Die Bewurzelung des Sprosses blieb sehr gering, es zeigten sich nur kleine Höcker unterhalb des Ansatzes der Blattränder. Der Spross selbst war rundlich, mit verminderter Differenz der breiten und schmalen Seite, ohne Unterschied einer Licht- und

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0506-9

Schattenseite. Ich werde auf diese besondere Ausbildung gleich weiter unten zurückkommen.

Mitte Juli wurde diese Versuchsanstellung abgebrochen und beschlossen, diesen solange im schwachen Licht gewachsenen, unter dessen Einfluss gestalteten Spross auf sein Verhalten im stärkeren Lichte zu prüfen.

Zunächst wurde er im Hintergrunde des Zimmers bei ganz schwacher Beleuchtung vertikal gestellt, die frühere Schattenseite zum Lichte gewendet. Hier blieb er bis zum 22. Juli, zu welcher Zeit er fast gerade geworden war.

Nun wurde er an einer Papierfläche vertikal befestigt und an's Fenster gestellt. Es geschah dies um drei Uhr Nachmittag bei heller Witterung.

Wie Fig. 8 zeigt, hatte sich das Internodium II, 60 Millimeter lang, schon bis 4 Uhr energisch zum Lichte gewendet. Weiterhin verlängerte sich das Internodium II auf 70 Millimeter und blieb zum Lichte gekrümmt, allerdings unter Verflachung des Bogens.

Das nächste Internodium aber krümmte sich an seiner Basis wieder vom Lichte weg und zwar schon bei einer Länge von 40 Millimeter, aber nur so weit, dass der Spross wieder gerade aufrecht gehende Gesammtrichtung erhielt. Die Spitze dieses Internodiums III ist, wie die in der Fig. 8 aufgezeichnete Stellung vom 27. Juli zeigt, zum Lichte gekrümmt.

So setzte sich das Wachsthum wochenlang fort, gerade aufwärts trotz positiven und negativen Heliotropismus' in demselben Internodium, der obere Theil zu-, der untere Theil des nämlichen Internodiums weggekrümmt. Stellenweise sieht es aus, als ob die Internodien ganz gerade geblieben wären, es ist aber anzunehmen, dass auch in solchen Internodien die gleichen Kräfte wirksam waren, wenn dieselben auch nicht in einer Zukrümmung der Spitze und Wegkrümmung an der Basis der Internodien zum Ausdrucke kamen. Vielleicht erklärt sich in dieser Weise das scheinbar ganz indifferente Verhalten mancher Sprosse zum Lichte. Es mag noch daran erinnert werden, dass auch bei den Sprossen, welche sub 1 und 2 beschrieben wurden, die Wegkrümmung im unteren Theile der Internodien eintrat. Es wurde dies noch in vielen anderen Fällen, auch bei Varietät III beobachtet, ohne aber Regel zu sein.

Niemals wurde beobachtet, dass ein im stärkeren Lichte erwachsendes Internodium noch bei einer solchen Länge sich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0507-5

positiv heliotropisch verhalten hätte, wie dies beim Internodium II der Fall war. Bei 60 Millimeter Länge waren die Internodien schon längst an der Basis weggekrümmt. Folglich kommt es bei der Reaktion sehr viel an auf das Alter, in welchem sich die im schwächeren Lichte befindlich gewesenen Internodien zur Zeit ihrer Uebertragung in's stärkere Licht befinden, und es muss hier von energischer und dauernder Zukrümmung durch den Zustand einer späteren Verflachung bis zur Geradstellung zum Zustand der Wegkrümmung alle möglichen Uebergänge geben.

Zu erwähnen ist auch eine eigenthümliche Erscheinung, welche in Fig. 9 durch ein Beispiel dargestellt ist. Hier war am 23. August die Spitze schwach zum Lichte geneigt, als aber am 24. August die Wegkrümmung an der Basis des Internodiums hervortrat, trat gleichzeitig die Zukrümmung der Spitze zum Lichte energisch hervor. Ich habe diesen Zusammenhang zwischen Wegkrümmung an der Basis und Zukrümmung an der Spitze öfters beobachtet. Es ist möglich, dass dies mit der zur Beleuchtung günstigeren Geradstellung, wie solche mit der Wegkrümmung an der Basis für die jüngeren Internodien eintritt, zusammenhängt, aber auch nicht ausgeschlossen, dass die untere Krümmung die obere entgegengesetzte befördert.

Es ist nun sehr merkwürdig, dass sich diese Art des gerade aufwärts gehenden Wachsthums von Anfang September ab mit einem Male veränderte; es überwog von jetzt ab der negative Heliotropismus, der Spross wendete sich gegen das Innere des Zimmers. Die Curve der Wegkrümmung erstreckte sich von der Mitte oder dem oberen Drittel des einen Internodiums bis über den zugehörigen Knoten hinauf eine gleiche Strecke des nächst oberen Internodiums, so dass der Knoten in den höchsten Theil der Curve fällt. Es ist nicht zu vergessen, dass der Beginn des Ueberwiegens des negativen Heliotropismus' in die Zeit der abnehmenden Lichtintensität fiel.

Hand in Hand mit dieser Aenderung im heliotropischen Verhalten war eine Aenderung in der Ausbildung des Sprosses gegangen: derselbe wurde kurzgliedriger und flacher. Zur Illustration dieser Aenderungen der Stengelform mögen einige an Querschnitten vorgenommene Messungen angegeben sein. Die Zahlen bedeuten Millimeter.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0508-1

	Durchmesser des schmalen Stengeltheils.	Durchmesser des breiten Stengeltheils.
1. Im ältesten, horizontal im Lichte erwachsenen Sprosstheile	2.5	3.2
	2.6	3.4
2. In dem bei schwacher Beleuchtung erwachsenen Sprossstücke	2.6	3.0
	2.8	3.4
	2.8	3.4
	2.6	3.1
	2.8	3.0
3. In dem späterhin bei stärkerer Beleuchtung entstandenen Zuwachs (oberer Theil der Internodien)	3.0	3.4
	2.8	3.2
	3.0	3.1
4. In dem von September ab entstandenen Stück mit überwiegendem negativen Heliotropismus	2.4	3.1
	2.0	2.8
	2.5	3.1
5. In dem zweitjüngsten, jetzt 29 mm. langen, ziemlich geraden Internodium	2.0	2.4

Hiernach berechnet sich das Verhältniss des kleinen zum grossen Durchmesser im Durchschnitt

für Sprossstück	
1.	1 : 1,294
2.	1 : 1,169
3.	1 : 1,102
4.	1 : 1,304
5.	1 : 1,200

Hiernach (ebenso geht dies aus noch mitzutheilenden Messungen der Varietät III hervor) ist die flächenartige Austreibung der Internodien des Epheu eine Folge der Lichtwirkung, wel-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0509-9

che den jüngeren Internodien in gleicher Ausgiebigkeit ebenso fehlt wie jenen, welche im schwächeren Lichte ihre Ausbildung erfahren.

Das eben beschriebene Verhalten des Versuchssprosses zeigt, wie sehr der Epheu sich im schwächeren Lichte anders ausbildet als bei stärkerer Beleuchtung. Es ändert sich aber nicht allein die Querschnittsform und die Länge der Internodien sondern auch das heliotropische Verhalten. Merkwürdig ist besonders, dass die einmal stattgehabte Beeinflussung durch schwächeres Licht so sehr nachwirkt, dass es wochenlanger Einwirkung stärkeren Lichts bedarf, bis endlich wieder der gleiche innere Zustand hergestellt ist, wie er Anfang März bei Beginn des Versuchs in diesem Sprosse bestand. Denn damals wuchs der Spross vom Fenster einwärts bei einer gewiss schwächeren Beleuchtung als späterhin, nach Uebertragung aus dem schwachen Lichte in's stärkere, auf ihn wirkte. Es ist dies das Gegenstück zu der bereits oben erwähnten Nachwirkung länger dauernder intensiver Besonnung, welche sich in Verminderung der Wachsthumsfähigkeit äussert.

c. Beobachtungen an Sprossen der Varietät III.

Mit dieser hat Sachs viele Versuche ausgeführt, welche im 2. Hefte des II. Bd. der „Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg" beschrieben sind. An dieser Stelle sind auch die gewöhnlichen Wachsthumsverhältnisse des Epheus, das Zusammenwirken von Schwerkraft und Licht bei der Richtung der Sprosse so eingehend besprochen, dass ich Nichts weiter zuzufügen brauche. Höchstens wäre noch zu bemerken, dass auch die Anlagerichtung der Sprosse in dem bereits oben bezeichneten Sinne in's Auge zu fassen ist, dass ebenso die Sprosse einer älteren Epheupflanze verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen ausgesetzt sind, was zu Aenderungen ihres heliotropischen und geotropischen Verhaltens führt. Es liegen zur Zeit schon so viele und verschiedene Gesichtspunkte zur Beurtheilung der Richtung der Sprosse vor, dass es nicht schwer fallen kann, sich in einzelnen Fällen über die thätigen Ursachen klar zu werden.

Bezüglich des positiven Heliotropismus' der Triebspitzen hält Sachs seine früheren Angaben für nicht sicher gestellt. Er sagt: „Ob dem negativen Heliotropismus, der sich durch eine Krümmung entfernt vom Scheitel des Sprosses so langsam

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0510-0

geltend macht, ein positiver Heliotropismus des jüngsten Gipfeltheils der Axe gegenüber steht, wie ich vor 18 Jahren angab, ist mir später zweifelhaft geworden. Man findet an Mauern angeschmiegte Klettersprosse, die bis zum äussersten Gipfel der Mauer fest anliegen; oft freilich bemerkt man auch das Sprossende abgehoben und concav auf der beleuchteten Aussenseite, aber immer sehr schwach; in vielen solchen Fällen ist aber die Axe selbst nur scheinbar gekrümmt; die Krümmung gehört vielmehr dem jüngsten Blattstiele, der scheinbar die Axe fortsetzt, und die Blattstiele des Epheus sind ja sehr stark positiv heliotropisch. Endlich giebt es wirkliche Fälle, wo das letzte sichtbare Ende der Sprossaxe selbst ein wenig concav zum Lichte gekrümmt ist. Diesen Beobachtungen gegenüber ist nun aber auch zu erwähnen, dass das hypocotyle Glied der Epheukeimpflanze anfangs sehr deutlich positiv heliotropisch ist und erst viel später negativ wird, dass hier also wirklich dasselbe Organ seine Reaktionen verändert, es ist also wenigstens der Analogie nach nicht unmöglich, dass dies auch an den Axenenden der plagiotropen Sprosse so sein könnte." (l. c. pag. 266.)

Nach meinen Beobachtungen besitzen die jüngsten Internodien entschieden positiven Heliotropismus, gleichwohl aber kann ich alle Angaben von Sachs, welche eben citirt wurden, bestätigen, es setzt eben Lichtzukrümmung der Spitze eine bestimmte Ausgiebigkeit des Längenwachsthums voraus, und diese wird durch die Stärke der Beleuchtung beherrscht. Ist die Beleuchtung sehr intensiv oder bei weniger starkem Lichte die Wachsthumsfähigheit sei es durch Alter oder schlechte Ernährung oder durch andere Gründe verringert, so kann die Region des negativen 'Heliotropismus', d. h. die zu dieser Reaktion führende innere Veränderung der Spitze so nahe rücken, schon bei so geringer Länge der jüngsten Internodien eintreten, dass vom positiven Heliotropismus selbst gar nichts zum Ausdrucke kommen kann. Wie bei Sprossen der Varietät II bemerkt man auch bei denen der Varietät III öfter, dass sich, ausgehend von vertikal gestellten Sprossen, die Lichtzukrümmung mit Abnahme der Beleuchtung, z. B. von Mittag bis Abend vermindert oder mit Zunahme der Beleuchtung, z. B. von Morgen bis Mittag verstärkt. Allerdings bleibt hier ebenso wie bei den Sprossen der Varietät II unentschieden, wie bei der Abends eintreten den Verminderung der Zukrümmung Lichtabnahme, natürliches

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0511-6

Streben zur Geradrichtung und Beginn des negativen Heliotropismus in den ja unterdessen älter gewordenen Internodien zusammenwirken.

Auf keinen Fall lässt sich der von H. Müller (Flora 1876 pag. 93) angeführte Satz, dass bei verschiedenen Pflanzen die Krümmung von der Lichtquelle hinweg nicht wie beim „eigentlichen Heliotropismus" auf der ganzen wachsthumsfähigen Zone stattfindet, sondern nur im unteren Theil derselben, für *Hedera* allgemein festhalten, es kommt vielmehr sehr auf die Lichtstärke an, bei der die Sprosse wachsen und von der es abhängt, ob die von einer Wegkrümmung gefolgten inneren Veränderungen mehr weniger weit gegen die Spitze fortschreiten. Vermuthlich gilt dies auch für andere Pflanzen von ähnlichem Wuchse, wenn auch zur Herbeiführung gleichen Effekts eine grössere Lichtintensität erforderlich sein mag als bei dem so sehr lichtempfindlichen Epheu. Es erfordert ja Verzögerung des Wachsthums bei verschiedenen Gewächsen verschiedene Lichtstärke, so das manche noch bei einer Beleuchtung mit dem Habitus etiolirter Pflanzen wachsen, bei der anderen schon verkrüppeln. Von principiellen Verschiedenheiten kann hier keine Rede sein.

An den im schwächeren Lichte wachsenden Sprossen verlängern sich die Blattstiele, die Blätter stellen sich so, dass die Spreiten den Stengel vor Licht schützen: ein Verhalten, welches dem negativen Heliotropismus entgegenwirkt.

Weitere Daten enthält die nachfolgende Detailbeschreibung einiger Versuche.

1. Ein Steckling befand sich ab Juni 1879 in einer Entfernung von 1,5 Meter vom Fenster in ziemlich schwacher Beleuchtung. Derselbe wuchs bis Ende des Sommers gegen das Licht geneigt, offenbar deshalb, weil dem positiven Heliotropismus der jüngeren Theile kein negativer Heliotropismus der älteren entgegenwirkte. Die Stellung der Blätter und ihrer Spreiten musste die älteren Theile um so mehr vor Beleuchtung schützen, ebenso wie auch die zum einfallenden Lichte parallele Stellung der geneigten Sprossaxe für die Lichtwirkung ungünstig war.

Anfang November wurde dieser Spross so gerichtet, dass sein gerades vorderes Stück vertikal stund. Er blieb aber in der bisherigen Beleuchtung. Tagelang reagirte er fast gar nicht, entsprechend der bei vorgerückter Jahreszeit schwächeren

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0512-2

Beleuchtung, endlich begann er sich bis Anfang Dezember zum Lichte zu krümmen. Als er am 10. Dezember hart an's Fenster gestellt wurde, nahm die Zukrümmung sofort zu und zwar betraf sie die älteren Internodien, das neu zu wachsende Stück wendete sich vom Lichte weg. Die Lichtzukrümmung des älteren Theils blieb auch späterhin unverändert.

Weiterhin wurde dieser Steckling wieder in schwaches Licht gebracht, wo er zum Lichte geneigt bis zum 23. Juli 1880 fortwuchs. Nun wurde er abermals gerade gestellt und an's Fenster gebracht: er krümmte sich an der Basis des zweiten Internodiums vom Lichte weg, sei es, dass kein Internodium mit der entsprechenden Fähigkeit vorhanden war — das dritte war zu alt, es reagirte überhaupt nicht mehr, das zweite war noch zu jung, deshalb noch nachträglich durch das stärkere Licht genügend veränderbar — oder dass die Beleuchtung für den Entwickelungszustand des zweiten Internodiums doch zu stark war.

Es mag auch bemerkt werden, dass dieser Spross im Sommer 1879 sein Wachsthum einige Wochen einstellte. Als dasselbe neuerdings begann, erzeugte die Axe statt Laubblätter eine Anzahl von Niederblättern, auf welche erst allmählig Laubblätter folgten. Ich habe dies auch bei anderen Stecklingen beobachtet und glaube, dass es künstlich z. B. durch längere Hemmung des Wachsthums durch Mangel an Wasser herbeigeführt werden kann.

2. In einem und demselben Blumentopfe befanden sich zwei Stecklinge, welche längere Zeit am Fenster gestanden waren und in der gewöhnlichen Weise horizontal mit aufgekrümmter Spitze gegen das Innere des Zimmers wuchsen. Dieselben wurden am 23. März mit dem vorher horizontalen Stücke vertikal gebunden und so an eine sehr schwach beleuchtete Stelle des Zimmers gebracht. Trieb a wendete die schmale, Trieb b die breite Seite zum Lichte.

Zunächst zeigte sich schwache Nachwirkung der vorherigen Beleuchtung durch Convexität der früheren Oberseite. Dies glich sich aber bald aus, die Sprosse wurden gerade ohne irgend welche weitere Stellungsänderungen; allerdings war ihr Wachsthum auch ein sehr geringes. Die Blätter drehten ihre Spreite wie gewöhnlich gegen die Lichtquelle. Noch bis Ende Juni waren die Sprosse völlig gerade. Es reichte die Lichtintensität zu keinerlei Krümmung aus.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0513-7

Am 1. August wurden die Sprosse dicht an's Fenster (Ostseite) gebracht.

Spross a.	Spross b.
Internodium I (älteres) misst 22 mm.	Internodium I misst 24 mm.
„ II „ 8,5 „	„ II „ 16,25 „
	„ III „ 6 „

Bis zum 5. August zeigte sich so gut wie keine Veränderung. Von da ab aber entstanden Krümmungen und zwar

bei Spross a krümmte sich Internodium I, jetzt 24 mm. lang, in einem flachen Bogen zum Lichte, Internodium II, jetzt 10 mm. lang, an der Basis ein wenig vom Lichte weg. Beiderlei Krümmungen geschahen durch Convexwerden der schmalen Seite. Allmählig verstärkte sich weiterhin die Zukrümmung von I ebenso wie die Wegkrümmung von Internodium II. Da beide Internodien zur Zeit der Exponirung in's stärkere Licht bereits vorhanden und im schwachen Lichte entstanden waren, so kann ihr verschiedenes Verhalten im stärkeren Lichte nur von dem ungleichen Alterszustände rühren.

Hiernach sind auch die schmalen Seiten negativer wie positiver Krümmung fähig. Weiterhin aber begann sich das Internodium II gegen die breite Seite herüberzudrehen, indem auf dieser Seite die Wegkrümmung überwog. Die Breitseite zeigt negativen Heliotropismus viel stärker als die schmale, so dass, trotzdem diese anfänglich Lichtseite war, der Spross schliesslich die breite Seite als Lichtseite hat und so horizontal fortwächst.

Bei Spross b, dessen Breitseite Lichtseite war, begann vom 7. August an Internodium II sich vom Lichte wegzukrümmen. Es misst zu dieser Zeit 18 mm. Die Wegkrümmung verstärkt sich allmählig bis zur gewöhnlichen Richtung. Internodium I misst auch jetzt noch 24 mm., ist also nicht mehr gewachsen, blieb aber auch ganz gerade. Offenbar war es schon zu alt, um die nämliche Reaktion zu zeigen wie Internodium I von Spross a.

In anderen Fällen zeigten die vertikal gebundenen, längere Zeit im schwachen Lichte gewesenen Sprosse bei Uebertragung an's stärkere Licht entweder eine kräftige Zukrümmung der älteren Internodien, die sich später völlig ausglich, oder es folgte selbst auf die Geradstellung Wegkrümmung. Es reagiren aber, ganz wie bei Varietät II, diese Schatteninternodien auf stärkeres Licht durch Zukrümmung noch bei einer Länge,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0514-3

in der die im stärkeren Lichte wachsenden Internodien längst weggekrümmt sind. Es kann also durch das Wachsthum bei schwächerer Beleuchtung ein innerer Zustand herbeigeführt werden, in Folge dessen die Sprosse noch bei einem Alter und in einer Länge ebenso reagiren, wie dies für die im stärkeren Lichte wachsenden Internodien nur für einen viel kürzeren Zeitraum, bei im stärksten Lichte erwachsenden vielleicht selbst gar nicht mehr der Fall ist oder wenigstens nicht zum Ausdrucke kommt.

Wie bei den Sprossen der Varietät II vermindert sich das Verhältniss der Durchmesser der breiten und schmalen Seite bei schwächerem Lichte. Es war z. B. in den älteren, bei stärkerem Lichte gewachsenen Internodien eines Sprosses das Verhältniss des kleinen zum grossen Durchmesser

1 : 1,562,

während das nämliche Verhältniss in den jüngeren, bei schwachem Lichte zugewachsenen Internodien

1 : 1

war, so dass diese Internodien geradezu cylindrisch waren. Ebenso zeigen die Internodien eine um so grössere Neigung zum Cylindrischen, je jünger sie sind, der Unterschied einer breiten und schmalen Seite tritt erst allmählig hervor.

Die Fähigkeit der schmalen Seiten zur positiven wie negativen Lichtkrümmung zeigt sich auch, wenn man horizontal wachsende Sprosse so stellt, dass die schmale Seite zum Fenster gewendet ist. Die schmale Lichtseite wird in den älteren Theilen convex, die Spitze richtet sich zum Fenster, die Sprosse wachsen horizontal fort, drehen sich aber allmählig gegen das Innere des Zimmers. Ist die Anfangsstellung eine andere als die horizontale, so ist die Reaktion die nämliche, wobei freilich die Horizontalrichtung durch Convexwerden der Breitseite sehr viel eher erreicht wird als die gerade in das Innere des Zimmers gerichtete Stellung, zu deren Erreichung jedenfalls viel grössere Lichtintensität erforderlich ist. Solange nicht Drehung der Sprossaxe und hiedurch Vertikalstellung der Breitseite eintritt, wachsen bei nicht zu intensiver Beleuchtung solche Sprosse, deren Längsaxe mit schmaler Lichtseite der Fensterfläche parallel war, von dieser Richtung nicht viel abweichend lange Zeit fort. Auch in dieser Hinsicht muss der Einfluss der Anlagerichtung bei Beurtheilung der Richtung beigezogen werden,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0515-9

welche die Sprosse einer vielverzweigten Epheupflanze einschlagen.

Im Uebrigen ist das Wachsthum so situirter Sprosse ähnlich wie bereits bei Varietät II beschrieben wurde. Die Spitze wendet sich horizontal zum Lichte, sie ist ausserdem in der Vertikalen (geotropisch) erhoben. Manchmal überwiegt in den älteren Theilen der negative Heliotropismus so sehr, dass die Sprosse weit unter die Horizontale herabgedrückt werden.

Besonders auffällig zeigt sich das Zusammenwirken von breiter und schmaler Seite oft bei Achselsprossen, welche in Folge dessen in leicht zu verstehender Weise Drehungen erfahren, wenn ihre Mutteraxe vertikal stand.

3. Ein längere Zeit im schwachen Lichte gewachsener vertikal gebundener Steckling, dessen schmale Seite Lichtseite war, wurde am 29. Juli an's Fenster gestellt. Seine Spitze war zu dieser Zeit ganz schwach zum Lichte gekrümmt.

Zunächst nahm diese Zukrümmung im zweitjüngsten Internodium erheblich zu, sie blieb auch weiterhin unverändert. Hiedurch war und blieb der Spross mit der schmalen Seite zum Lichte gekrümmt, auf der breiten Seite aber begann er convex zu werden, wodurch der Spross mit seiner Längsaxe mehr und mehr senkrecht zum einfallenden Lichte, die breiten Seiten vertikal, zu stehen kam. In diesem Falle haben wir entgegengesetztes heliotropisches Verhalten an den verschiedenen Seiten des nämlichen Internodiums.

In noch einigen Fällen wurden ähnliche Combinationen zwischen positiven Heliotropismus der schmalen und negativem der breiten Seite des nämlichen Internodiums beobachtet.

4. Im Anschluss an analoge Versuche mit Sprossen der Varietät I. mag erwähnt werden, dass vom Fensterbrette zum Boden herabhängende Sprosse sich in energischen Hacken mit der Spitze aufwärtskrümmten. Da die Beleuchtung in diesem Falle viel zu schwach ist, um eine solche Krümmung auf einseitige Lichtwirkung zurückführen zu können, so bleibt zur Erklärung nur übrig, dass mit dem bei Lichtschwäche gesteigerten Wachsthum auch die Fähigkeit zur geotropischer Aufkrümmung wächst, eine Behauptung, die auch schon durch im Vorhergehenden beschriebenes Verhalten mancher Sprosse eine Stütze findet.

(Schluss folgt.)

Redacteur: Dr. Singer. Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (F. Huber) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0516-5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: 63

Autor(en)/Author(s): Kraus Carl

Artikel/Article: Untersuchungen zum Heliotropismus von Hedera, besonders bei verschiedenen Lichtintensitäten 499-514