logische Element, durch das die Pflanze sich aufbaut. Obzwar diese Auffassung gegen die gegenwärtig geltenden Anschauungen verstösst (was an sich aber kein Fehler ist) und obzwar sie im vollen Sinne meiner Ansicht nach auch nicht haltbar ist, so ist doch ihre Absicht eine sehr gute, nämlich die Abhängigkeit des Blattes und Achselsprosses und deren wechselndes Ursprungsverhältniss zu erklären. Aber jedenfalls irrig ist die Identification der Achselknospen mit nachgeborenem Tragblatt und der pseudolateralen Terminalinflorescenzen der *Ampelideen* und *Asclepiadeen*. Erstlich lauft die Auffassung trotz der beobachteten nahezu dichotomen Theilung des Scheitels auf eine monopodiale Bildung der Axe dieser Pflanzen hinaus, welche für die *Asclepiadeen* bereits hinlänglich widerlegt worden ist, zweitens ist aber auch das erste Blatt der Inflorescenzaxe, das $\beta$ in Warming's Abbildungen, kein Tragblatt der ganzen Inflorescenzaxe, sondern, wie bereits Wydler mit Sicherheit nachgewiesen hat, das Tragblatt eines echt axillären Zweiges des Blüthenstandes. Auch das $\beta$ Deckblatt an der Weinranke ist kein Tragblatt derselben, sondern, wie aus dem Verfolge der Verzweigungen der Ranke hervorgeht, Deckblatt eines Seitenzweigs an der ersten Rankenaxe.

Auch würde nach Warming's Supposition die Stengelaxe fort 2 Laubblätter und ein auf den Achselspross emporgerücktes Hochblatt, abermals 2 Laubblätter und 1 Hochblatt und s. f., also beispiellose oft wiederholte Schwächung und vegetative Erstarkung der Blattformationen einer Axe in einer Vegetationsperiode zeigen. Hingegen ist es bei sympodialer Zusammensetzung der Axe etwas sehr Gewöhnliches, dass jeder einzelne Spross mit Laubblättern beginnt und mit einer Terminalblüthe endet.

(Schluss folgt.)

---

## Ueber einige Beziehungen des Turgors zu den Wachsthumserscheinungen.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

(Schluss.)

Sehr nahe liegt die Vermuthung, dass manche der sog. heliotropischen Krümmungen in die Kategorie solcher als hygrotropischer zu bezeichnender Krümmungen fallen, soweit das Licht durch die gleichgültig aus welchen Gründen erhöhte Transspiration

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0030-9

der beleuchteten Seite einwirkt [1]), namentlich wird es interessant sein, festzustellen, wie weit die sog. negativ heliotropischen Krümmungen hieher gehören. Im Uebrigen gelten dann für solche durch das Licht veranlasste hygrotropische Krümmungen dieselben Gesetze wie für hygrotropische im Allgemeinen: Organe gleicher Art werden gleicher Beleuchtung gegenüber verschieden reagiren je nach dem Turgor; Stengeltheile in verschiedenen Wachsthumsphasen werden Unterschiede entgegengesetzer Art oder bei Ausgleichung zwischen Turgor und Stoffzufuhr gar keine Reaktion zeigen; die Lichtintensität wird die Krümmungsrichtungen mitbestimmen u. s. w. In die gleiche Rubrik fallen wohl auch die durch Licht- und Temperaturschwankungen hervorgerufenen Bewegungen mancher wachsender Organe.

Die durch die Schwerkraft ausgelösten Bewegungen — abgesehen von den leicht verständlichen Wachsthumserscheinungen, welche sie durch die Einwirkung auf die gesammte nicht unterstützte Masse eines Organes hervorruft — zeigen völlige Analogie mit den durch Transspirationsdifferenzen ausgelösten Krümmungen, soweit solche überhaupt die Folgen der beiden Arten der Einwirkung zulassen. Das Verhalten Traube'scher Zellen zur Schwerkraft ist aus leicht ersichtlichen Gründen hieher nicht übertragbar.

Die reichlichere Stoffzufuhr zum unteren Theile eines wachsenden Zellenschlauches und damit die reichlichere Ernährung der unteren Wandseite durch die Einwirkung der Schwere wird erst dann eintreten können, wenn die Wachsthumsenergie durch die Raschheit im Verbrauche diese Stoffvertheilung überhaupt nicht mehr verhindert; deshalb wachsen häufig Pflanzentheile, welche später ihre Wachsthumsrichtung nach der Schwerkraft modifiziren, in der ersten Zeit unter beliebiger Neigung zum Horizonte fort. Abnahme der Wachsthumsenergie begünstigt die Unterseite im Wachsthume, der Zellenschlauch krümmt sich aufwärts. Ist der Turgor aus inneren oder äusseren Gründen zu gering, um die Stoffzufuhr zur Unterseite der Wand durch vermehrtes Flächenwachsthum auszunützen, so wird die Dichte und Elastizität dieser Seite zunehmen und eine gegentheilige Krümmung, d. h. abwärts, bewirken; im Mittelfalle wird der Schlauch horizontal fortwachsen,

1) Vergl. die Experimente N. J. C. Müller's über die Einwirkung dunkler Wärme etc. in dessen botan. Untersuchungen III über die Krümmungen der Pflanzen gegen das Sonnenlicht.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0031-5

äusserlich betrachtet indifferent gegen die Schwerkraft sein. In einem solchen aufwärts gekrümmten Schlauche werden Gegenkrümmungen eintreten, wenn der Gegendruck durch die comprimirte Concavseite mit der bei zunehmender Krümmung abnehmenden Wachsthumsdifferenz das Uebergewicht in der Richtung des geringsten Widerstandes, gegen die Enden zu, erhält.

In einem horizontalen Systeme aus peripherischen gedehnten und centralen dehnenden Zellen wird die Stoffzufuhr zur Unterseite unter dem Einflusse der Schwerkraft viel eher deren Wachsthum befördern als die Dehnbarkeit der Wände herabzusetzen vermögen. Denn falls der Turgor nicht etwa durch seine Höhe die Gravitationswirkung überhaupt nicht zur Geltung kommen lässt, wird auch das Wachsthum der unteren dehnenden Zellen durch die horizontale Lage befördert und in diesen ist in der Regel der Turgor hoch genug, um den gedehnten Wänden der peripherischen Zellen keine Gelegenheit zur Zunahme ihrer Dichte zu lassen. Dazu kommt aber noch, dass die Compression der Zellen der Concavseite in der Längsrichtung den Druck auf die Zellen der Convexseite von der Seite her erhöht, also diese im Wachsthume befördert.

Ein einmal ins Wachsen gerathener Pflanzentheil ist ein Verbrauchsort, der selbst dann noch anziehend auf Wachsthumsstoffe wirkt, wenn bereits die Ursache, welche diese Stoffzufuhr ausgelöst hat, zu wirken aufhörte. Mit der Beseitigung der Schwerkraft wird das stärkere Wachsthum der von Anfang an begünstigten Seite nicht sofort zu Ende sein, sondern es wird eine sogenannte Nachwirkung eintreten. Der stärker wachsende Theil wirkt wieder rückwärts auf den im Wachsthume gehemmten oder comprimirten, indem er ihm Wachsthumsstoffe und Wasser als der energischere Verbrauchsort entzieht und so überhaupt das Wachsthum in ihm herabsetzt. Diese gegenseitige Beeinflussung der Zellen ist eben ein Umstand, welcher bewirkt, dass ein selbst leiser Eingriff von Aussen eine ganze Reihe von Bewegungen auslöst, welche zu dem Eingriff selbst direkt nicht in Beziehung stehen; die schliessliche Kraftäusserung braucht nicht im Verhältniss zur veranlassenden Ursache zu stehen.

Sind umgekehrt die peripherischen Zellen des horizontalen Systems die dehnenden, die centralen die gedehnten, wie bei wachsenden Wurzeln, so tritt in den meisten Fällen Herabsetzung der Dehnbarkeit der Unterseite, also Abwärtskrümmung ein, seltener ist der Fall eines horizontalen Wachsthumes, noch selte-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0032-1

ner erreicht der Turgor die nöthige Höhe, vielleicht weil hier die Stoffzufuhr reichlicher ist, dass eine Aufwärtskrümmung eintreten kann. Steigert man den Turgor z. B. durch Abschneiden der Wurzelspitze, so nehmen die Fälle aktiver Aufwärtskrümmung zu. Die Beeinflussung der Convexseite durch die concave und umgekehrt bleibt dieselbe wie bei den Stengeln, ist aber jedenfalls hier um so ausgiebiger, weil sie direkt die dehnenden Zellen trifft. Ist eine aktive Aufwärtskrümmung erfolgt, so kann die Spitze durch Gegenkrümmung wieder nach abwärts zu stehen kommen.

Dass der Turgor allein im Stande ist, das stärkere Wachsthum der Unterseite hervorzurufen, zeigen die Grasknoten, es wirkt ja auch der Gegensatz zwischen gedehnten und dehnenden Geweben dadurch auf das Zellhautwachsthum, dass die letzteren die Wände der gedehnten so ausdehen, wie dies der Fall wäre, wenn in ihnen Turgor in ausreichendem Masse wirksam wäre. Je geringer die Spannung in oberirdischen Organen, um so eher sind sie geneigt, entweder horizontal zu wachsen oder sich abwärts zu krümmen wie z. B. die abwärtswachsenden Ausläufer der *Yucca*- und *Dracaena*-Arten [1]). Der Grad des Turgors ist es, welcher die Wachsthumsrichtung von Stengel wie von Wurzeln unter dem Einflusse der Schwerkraft bestimmt und es verständlich macht, wie an einem und demselben Organe durch dieselbe Veranlassung ganz entgegengesetzte Wachsthumserscheinungen zum Vorschein kommen und im Laufe des Alters und s. w. wechseln können. [2])

Abschneiden der Wurzelspitze erhöht den Turgor, weil der in den gesammten Zellen vorhandene Wasservorrath einer geringeren Zellenzahl zu Gute kommt und gerade die davon am meisten anziehenden Zellen entfernt sind. Diese Zunahme des Turgors bewirkt Erscheinungen an den Wurzeln, welche zu der Annahme führten [3]), dass Wurzeln mit weggenommener Spitze gar nicht

1) J. Sachs Lehrb. pag. 770. — Gelegentliche Beobachtungen, die ich weiter verfolgen werde, scheinen mir zu zeigen, dass an verschiedenen Stolonen derselben Kartoffelpflanze (besonders wenn aus Samen gezogen) die verschiedenen Uebergänge im Verhalten zur Schwerkraft nebeneinander vorkommen können.

2) Man betrachte in diesem Lichte den Begriff Epinastie und s. w. bei H. de Vries über einige Ursachen der Richtung bilateralsymmetrischer Pflanzentheile in Sachs, Arbeiten etc. Heft II; davon später.

3) Siehe die Angaben Ciesielski's hierüber in Sachs, Arbeiten etc. eft III pag. 432 und Sachs' eigene Mittheilungen ebenda.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0033-6

mehr von der Schwere beeinflusst würden und sich nicht mehr abwärts krümmten.

Abwärtskrümmungen kommen vor, häufiger aber andere Wachsthumsrichtungen, als Folgen des gesteigerten Turgors horizontales Wachsthum oder energische Aufwärtskrümmung. Alle Krümmungen, auch die Nutationen sind äusserst energisch und Rindenfaltungen auf der Concavseite häufig zu sehen. Auch in Fällen einer Rindenfaltung, welche Folge des energischen Wachsthums der gegenseitigen Zellen ist, deren Eintritt den Einfluss einer Gegenkrümmung ausschliesst, habe ich aktive Aufwärtskrümmungen, auf die Nutationskrümmung folgend, nicht selten beobachtet.

Verletzung des Knöspchens hat ähnlichen aber wie es scheint schwächeren Erfolg wie Verletzung des Würzelchens; ich habe bei solcher Behandlung und in feuchter Luft mehrmals an Erbsen, bei horizontaler Medianebene des Keimlings Aufwärtskrümmung der Wurzel, auf die in horizontaler Ebene eintretende Nutation folgend, beobachtet.

Aber auch bei ganz unverletzten Wurzeln treten bisweilen aktive Aufwärtskrümmungen ähnlich wie bei *Hippuris*-Stengeln auf. Allerdings dürften sich die meisten einschlägigen Angaben Hofmeister's auf Feuchtigkeitsdifferenzen beziehen, ebenso wie auch die Nichtberücksichtigung der Nutation Anlass zu Irrthümern gegeben haben mag. Aber ich habe gesehen, dass Erbsen, welche mit gerade aufwärts gerichtetem Würzelchen frei in einem Gefässe mit feuchter Atmosphäre wuchsen, erst die gewöhnliche Nutationskrümmung machten, wodurch die Spitze etwas schief zum Horizonte geneigt zu stehen kam, worauf Hebung, dann Senkung in der Wachsrichtung eintrat. Sollte dieser Versuch durch den Einfluss der Gegenkrümmung unbrauchbar sein, so habe ich Erbsen gefunden, welche mit horizontal unten liegendem Würzelchen unter gleichen Bedingungen wuchsen, bei denen auf die Nutation zweimalige Hebung folgte. Ferner habe ich beobachtet, dass das Würzelchen von mit der Breitseite horizontalen Erbsen unter den erwähnten Versuchsbedingungen einen nach oben gekrümmten Nutationsbogen beschrieb. Im Nobbe'schen Keimapparate sah ich öfter trotz ausreichender Entfernung von der feuchten Fläche Aufwärtskrümmungen, die nicht Nutationen waren. Das öfter auftretende horizontale Wachsthum von Wurzeln das man für Indifferenz gegen die Gravitationswirkung halten könnte, bildet den Uebergang von der Abwärtskrümmung zur Aufwärtskrümmung.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0034-2

Warum aber diese Aufwärtskrümmungen von unverletzten Wurzeln bei ringsum gleichartiger Einwirkung von Feuchtigkeit so relativ selten sind, das lässt sich an der Hand der früheren Auseinandersetzungen sehr einfach erklären.

Ebenso gut wie Feuchtigkeitsdifferenzen je nach ihrer Grösse durch Hervorrufung hygrotropischer Krümmungen die Gravitationswirkung mehr oder weniger beeinflussen können, ist auch der Grad einer ringsum gleichen Wasserzufuhr oder Wasserabgabe massgebend für das Verhalten der Wurzeln zur Schwerkraft, weil von der Feuchtigkeitszufuhr der Turgor abhängt und dieser die Reaktion gegen die Schwerkraft bestimmt.

In einer dampfgesättigten Atmosphäre wachsen die Wurzeln ganz horizontal [1]), weil der Turgor so beträchtlich ist, dass das energische Längenwachsthum keine Verschiedenheiten zwischen Ober- und Unterseite zu Stande kommen lässt, es kann weder Aufwärts- noch Abwärtskrümmung eintreten, ebenso wenig wie sich ein durch Einlegen in Wasser turgescent gemachtes Markprisma aufwärts zu krümmen vermag. [2]). Im Wasser wachsende Wurzeln vermögen nicht die höchst mögliche Wachsthumsenergie zu erreichen, weil der beschränkte Luftzutritt entgegensteht; diese Energie scheint in der Regel nicht auszureichen, um eine Aufwärtskrümmung hervorzurufen, wohl aber dazu, um die Abwärtsbiegung zu einer flacheren zu machen oder sie ganz zu verhindern.

Die Aehnlichkeit in den Wachsthumsrichtungen von in feuchter Luft wachsenden Wurzeln mit jenen, welche die Wurzeln im Wasser einnehmen, resultirt aus ganz verschiedenen inneren Vorgängen. Je mehr die Turgescenz der wachsenden Zellen abnimmt, um so weniger kann die Schwerkraft ihre Wirkungen äussern, weil nur solange durch den Einfluss der Schwere hervorgerufene Dehnbarkeitsdifferenzen die Wachsthumsrichtung beeinflussen können, als die Wände durch den Inhalt überhaupt noch einigermassen gedehnt werden. Individualitäten und allenfalls unter sehr günstigen Versuchsbedingungen wachsende Wurzeln ausgenommen wird beim Wachsthum in feuchter Luft keine Aufwärtskrümmung eintreten, sondern entweder nur eine noch dazu schwache Abwärtskrümmung — so lange der Turgor eben noch

1) J. Sachs, Ablenkung der Wurzeln etc. in Arbeiten d. bot. Inst. Heft II.

2) J. Sachs, Ueber Wachsthum und Geotropismus aufrechter Stengel in Flora 1873.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0035-8

ausreicht — oder die zunehmende Elastizität der Wände wird überhaupt jede Gravitationswirkung unmöglich machen.

Völlige Unabhängigkeit der Organe von der Einwirkung der Schwere wird durch ausreichend hohen Turgor einerseits, durch ausreichende Elastizität der Zellwände andererseits erreicht; zwischen den beiden Extremen können aus inneren und äusseren Gründen die mannigfaltigsten Uebergänge eintreten.

Aus Allem ergiebt sich, dass unter dem Einflusse der Schwerkraft, von Feuchtigkeits- (daher auch Beleuchtungs-) Differenzen eine grosse Mannigfaltigkeit in den Wachsthumsrichtungen von Wurzeln wie von Stengeln eintreten muss, besonders da eine Krümmung die Wachsthumsrichtung eines sich neu bildenden Organtheils beeinflussen kann. Die Mannigfaltigkeit ist um so grösser, da eine und dieselbe äussere Einwirkung je nach den inneren Spannungszuständen eines Organs selbst entgegengesetzte Wachsthumsrichtungen hervorrufen kann; da verschiedener Grad äusserer Einwirkungen bei gleichen inneren Spannungszuständen den gleichen Erfolg haben kann; da auch die verschiedenen äusseren Einflüsse, in verschiedenem Grade combinirt, gleichzeitig wirken können.

---

## Ueber einen merkwürdigen Campanula-Bastard aus Tirol.

Der „Flora" zur Publication mitgetheilt

von Professor Reichenbach.

Herr Baron von Hausmann in Botzen verehrte mir im Mai 1874 ein wunderbares Unicum, welches man kurz als eine *Campanula* mit *Michauxia*-Blüthe bezeichnen kann, indem die Blume tief fünfspaltig mit schmalen Zipfeln sich erweist. Die etwa 3 Zoll hohe Pflanze hatte eine Rosette von fünf oder sechs linealen mit wenig steifen Haaren besetzten Blättern, die kaum zolllang und etwa eine und ein Viertel Linie breit waren. Der sehr arme Blüthenstand ist eine basipetale Traube. Axen und Kelche zeigen einzelne, auf den Kelchen fast verschwindende Haare. Der Kelch hat fünf dreieckige Zipfel und gar keine Anhängsel dazwischen. Die fünf Zipfel der Blume sind schmal lineal, über doppelt so lang, offenbar vorgestreckt. Wäre die Blume radförmig gespreizt, actinomorph in des Wortes schärfster Bedeutung, so hätten wir die Blume einer *Michauxia*. Der Griffel ist

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0036-4

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 60

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

Artikel/Article: Ueber einige Beziehungen des Turgors zu den Wachsthumserscheinungen 24-30