2. *Erysimum repandum.* Nat. Gr.
   a. junge Keimpflanze.
   b. Keimpflanze, etwa 4 Wochen alt.
   c. Keimpflanze, etwa 2 Monate alt.
   d. Grundblätter im Herbste.
3. *Crepis foetida* und *rhoeadifolia.*
   a. *foetida*
   b. *rhoeadifolia* } Nat. Gr., etwa 14 Tage alt.
   c. *foetida*
   d. *rhoeadifolia* } Erstes Laubblatt, etwas vergrössert.
   e. *foetida*
   f. *rhoeadifolia* } Keimblatt, etwas vergrössert.

Ueber innere Wachsthumsursachen.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

(Fortsetzung.)

Die Umstände, unter welchen die angeführten Beobachtungen gemacht wurden, lassen darüber keinen Zweifel, dass die Aenderungen der Stengel von der Basis zur Spitze, dann die Verschiedenheiten der in verschiedenen Höhen entspringenden Auszweigungen auf primären inneren Ursachen beruhen und auf spontane Aenderungen im Verlaufe der Entwickelung zurückzuführen sind, in Folge deren einerseits die Wachsthumsfähigkeit der die Spitze constituirenden Zellen mehr und mehr abnimmt, andererseits auch die Anlagen der Auszweigungen verschieden e spezifische Energieen besitzen, je nach der spezifischen Energie jener Stengelpartie, an der sie entstehen. Die Abnahme der Wachsthumsfähigkeit der Spitze führt zum Absterben derselben oder zu reichlicher Zellbildung, ohne dass die älteren dieser Zellen durch sofortiges und ausgiebiges Wachsthum das vegetative Wachsthum der Axe fortsetzen, hiedurch zur Blüthenbildung. Weil diese Abnahme der Wachsthumsfähigkeit auf primären Ursachen beruht, tritt sie auch dann ein, wenn sonst alle Wachsthumsbedingungen gegeben sind; die zur Abnahme des Wachsthums führenden molekularen Aenderungen der Plasmen der Zellen des Vegetationspunkts liegen jenseits der Grenzen der Untersuchung. Wenn sich an einer relativen Hauptaxe in beliebiger Höhe ein kräftiger Laubspross entwickelt,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0055-4

so beobachtet man öfter an diesem genau die gleichen Veränderungen von der Basis zur Spitze, wie sie an der Mutteraxe vor sich gegangen sind, sowohl was die Abnahme der Wachsthumsfähigkeit als auch was die Verschiedenwerthigkeit der Auszweigungen betrifft. Es sieht sehr eigenthümlich aus, hoch oben an einem Kartoffelstengel sein vollständiges Ebenbild en miniature zu finden, an dessen Basis die nämlichen wurzelartigen Sprosse horizontal oder schwach abwärts gekrümmt hervorwachsen, wie am Hauptstengel selbst, weiterhin selbst zu Knollen anschwellend, deren Wachsthum freilich durch die Beleuchtung beeinträchtigt wird.

Die Ausbildung kräftiger Seitensprosse unterhalb der Region des verminderten Längenwachsthums und ihre Stellung in Richtung der Mutteraxe beruht dagegen nicht auf primären, sondern auf sekundären inneren Wachsthumsursachen.

Wenn man Stengel in verschiedenen Höhen abschneidet, so tritt regelmässig die nämliche Förderung der der Schnittfläche nächsten Seitenaxen ein, welche sich normalen Falls unterhalb der Spitze bemerklich macht, selbst dann, wenn der Schnitt nahe der Stengelbasis geführt wird und die Anlagen wurzelartiger Sprosse es sind, welche in dieser Weise beeinflusst werden. Hiernach können Anlagen sehr verschiedenen Werths kräftige Laubsprosse als Ersatz liefern. Ich beobachtete öfter, dass aus solchen basalen Sprossanlagen, von denen man gewöhnlich glaubt, sie könnten nach dem Abschneiden der Stengel nur schwächliche beblätterte Triebe liefern, Sprosse von einer Stärke hervorgingen, wie sie auch die kräftigste Terminalknospe der Knollen nicht stärker liefern kann. Ganz wie nach dem spontanen Absterben des Gipfels treffen die Folgen der Pincirung zunächst und am stärksten die der Schnittfläche nächsten Anlagen, sie beschränken sich entweder auf diese oder greifen von ihnen aus an Zeit und Stärke der Wirkung abnehmend am Stengel abwärts.

Die nämliche Förderung wie die Seitenaxenanlagen erleiden auch die Blätter in der Nähe der Schnittfläche, indem sie sich ungewöhnlich vergrössern. Dies ungewöhnliche Wachsthum hat mit der Assimilation nichts zu thun, da es ganz ebenso an den Blättern etiolirter Stengel sich bemerklich macht. Die grünen Blätter (der Lichtstengel) wachsen erst nach der Entfernung des Stengels oberhalb, ohwohl sie doch gewiss vorher

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0056-0

schon Wachsthumsstoffe durch eigene assimilatorische Thätigkeit beschaffen.

Aus den Folgen, welche der Eingriff in den Zusammenhang der Glieder durch den Schnitt hervorruft, schliesse ich, dass die Entwickelung kräftiger Seitensprosse in der Nähe der im Wachsthum nachlassenden Spitze nicht etwa darauf beruht, dass in der Nähe dieser Spitze Seitenanlagen mit besonders hoher spezifischer Wachsthumsfähigkeit auftreten, sondern dass diese kräftige Entwickelung eine Folge des Verlusts der Wachsthumsfähigkeit der Abstammungsaxe oberhalb dieser seitlichen Anlage ist. Ich schreibe dem Aufhören des Wachsthums oberhalb der seitlichen Anlagen die nämlichen Folgen zu, mögen auch die Ursachen des Aufhörens verschieden sein, also mögen sie in primären spontanen Aenderungen oder in gewaltsamen Eingriffen beruhen.

In Folge des Absterbens resp. ihres Uebergangs in Inflorescenzbildung muss an der Spitze eines Kartoffelstengels ein cymöses Verzweigungssystem entstehen, welches primär auf der spontanen Aenderung der Wachsthumsfähigkeit der Spitzen successiver Ordnungen, sekundär auf den Beeinflussungen beruht, welche in Folge dieser Aenderung an den Seitensprossanlagen sich äussern. Begreiflich müsste der Wuchs eines Kartoffelstengels und die Ausbildung seiner Auszweigungen ganz anders sich gestalten, wenn, wie bei anderen Pflanzen vorkommt, jede relative Hauptaxe sehr frühzeitig schon, nach kurzem Längenwachsthum, die Wachthumsfähigkeit verlieren würde, wenn sich an der Hauptaxe die betreffenden spontanen Aenderungen sehr rasch vollzögen. Der Erfolg wäre der nämliche wie bei Abschneiden des Stengels nahe der Basis; es wäre nicht möglich, dass knollenbildende wurzelartige Sprosse an ihm aufträten, diese müssten vielmehr sämmtlich zu oberirdischen Laubsprossen werden. Im Principe träten bei so beschränkter Wachsthumsfähigkeit die nämlichen Entwicklungsverhältnisse hervor, wie sie an im Lichte und in trockner Luft auskeimenden Knollen zu beobachten sind, mit dem Unterschiede freilich, dass es sich bei der angezogenen Parallele nicht um geminderte Fähigkeit, sondern nur um beschränkte Möglichkeit zum Wachsen handelt. Ob bei beschränkter Möglichkeit auch weiterhin die Fähigkeit Einbusse erleidet, ist eine weitere Frage.

Die Kartoffel liefert noch einen weiteren Beleg dafür, dass

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0057-5

es bei der Entwickelung eines Organs nicht allein auf die spezifische Kraft der Anlage ankommt, sondern auch auf die Beeinflussungen, welchen dieselbe ausgesetzt ist.

Bekanntlich zeigen die Knollen der meisten Kartoffelsorten bezüglich der terminaleu und lateralen Sprossanlagen ähnliche Unterschiede, wie wir sie bei vielen Bäumen finden: Die terminalen Anlagen sind an Kraft der Entwickelung wie an Erregungsfähigkeit den seitlichen voraus, sie treiben deshalb früher und liefern die stärksten Triebe.

Ich wollte nun in Erfahrung bringen, ob diese Entwickelungsdifferenz, welche nur auf primären inneren Ursachen beruhen kann, nicht etwa durch verschiedene Versorgung der Anlagen mit Wasser auszugleichen oder umzukehren wäre.

Zu diesem Zwecke wurde eine grössere Anzahl Knollen aufrecht in thönerne Blumentopfuntersätze gebracht und in dieser Stellung festgeklemmt. In die Gefässe kam soviel Wasser, dass die Knollen ungefähr bis zur Hälfte eintauchten.

Die monatelang fortgesetzten Versuche ergaben, dass unter Umständen die Gipfelaugen nur anfangs ihre Prävalenz in soferne zur Geltung brachten als sie zuerst auszutreiben begannen. Bald aber kamen ihnen die Seitenaugen nicht nur nach, sondern übertrafen sie von Tag zu Tag mehr, so zwar, dass nach mehreren Monaten die Seitenaugen meterlange Triebe mit wiederholten Innovationen geliefert hatten, während überraschender Weise die Gipfelaugen nur Triebe lieferten, welche nicht viel länger waren als solche an Knollen, die in trockner Luft (im Lichte) auswuchsen, wobei sie ebenso wie diese, wenigstens anfänglich, knollig anschwollen.

Gewiss musste dies Ergebniss überraschen. Die Gipfelaugen konnten sich aus dem prallen Knollengewebe reichlichst mit Wasser versorgen; bekannter Massen besitzen sie auch sehr grosse Fähigkeit, Wasser anzuziehen; sie hatten gewiss Wachsthumsstoffe aus den Mutterknollen genug zur Verfügung; endlich hätten sie zufolge ihrer grösseren Erregungsfähigkeit und Kraft ihrer Anlage die stärksten Sprosse liefern können: trotzdem blieben sie so ungeheuer im Wachsthum zurück.

Die seitlichen Sprosse hatten reichlich Wurzeln in das Wasser getrieben, von den Gipfeltrieben keiner. Dieser Umstand hatte bewirkt, dass die spezifisch schwächlichen seitlichen Anlagen Triebe lieferten, welche um das Vielfache länger und stärker waren als die kräftigeren Gipfelknospen. Es ist un-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0058-1

möglich, diesen Erfolg der Bewurzelung etwa einer vermehrten Aufnahme von Mineralstoffen aus dem Wasser zuzuschreiben. Aus Gipfelaugen von Knollen, welche bei sonst gleichen Bedingungen, aber im Dunklen austrieben, entstanden kräftige, lange Sprosse, ohne irgendwelche Mitwirkung von Wurzeln.

Bis jetzt ist noch nicht näher erörtert, welcher Art die sekundären Einflüsse sind, die erstens bewirken, dass sich die Seitensprosse nach Entfernung des Gipfels in dessen Richtung zu stellen streben, zweitens dass eine so enorme Förderung des Wachsthums dieser Seitensprosse eintritt.

Die Veränderung der Richtung beobachten wir nicht allein bei Kartoffelstengeln, sondern unter analogen Bedingungen in vielen anderen Fällen, ohne dass sie aber in allen Fällen auf den hier angeführten Ursachen beruht. Es war mir diese Richtungsänderung bereits früher namentlich an den Richtungen aufgefallen, welche die nach Verjüngung von Bäumen an den Schnittflächen der Aeste hervorbrechenden jungen Triebe annehmen. Wie sich an zum Horizont geneigten Aesten ersehen lässt, streben die jungen Sprosse sich in die Längsrichtung der Aeste zu stellen. Ich dachte anfangs daran, ob nicht hiebei in derselben Weise eine Verschiedenheit der Vorder- und Hinterseite der Sprossanlagen, eine wahre Hyponastie derselben, vorhanden sei, wie bei den Blättern; ich weiss auch jetzt noch nicht sicher, ob und in wieweit dieser Umstand mitwirkt.

Auf keinen Fall ist bei der Stellungsänderung die Gravitation betheiligt, wenn sich dieselbe an zum Horizont geneigten Sprossen vollzieht, wenn nicht etwa zufällig der geförderte Spross unterseits an der Mutteraxe steht. Es beschränkt sich auch die Erscheinung nicht auf Sprosse, sondern sie ist ebenso gut an Blättern nachzuweisen. Wie aus verschiedenen Versuchen hervorgeht, handelt es sich in erster Linie um den Einfluss, welcher von dem turgescenten Gewebe unterhalb der seitlichen Anlagen resp. durch den von diesem Gewebe ausgehenden Säftedruck auf die Seitenanlagen geübt wird.

Die Turgescenz dieser Gewebe bringt es mit sich, dass sie nach allen Seiten hin einen Druck ausüben, also auch in Richtung der Spitze der Axe. Der Druck in dieser Richtung trachtet, die Seitenanlagen nach vorne zu verschieben oder vielmehr dieselben durch Förderung des Wachsthums der zunächst beeinflussten hinterseitigen Zellen in Richtung der Abstammungsaxe zu stellen. Solange nun oberhalb dieser seitlichen Anlagen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0059-0

wachsende Theile sich befinden, wird eine Ableitung des Druckes durch diese gegeben, dann auch oberhalb der Anlagen turgescentes Gewebe vorhanden sein, welches dem Drucke von hinten her entgegenwirkt. Diese Umstände fallen aber weg, wenn die Mutteraxe zu wachsen aufhört oder beseitigt wird.

Die beträchtliche Förderung der Entwickelung von Sprossen in der Nähe erlahmender oder beseitigter Spitzen ist gleichfalls häufig genug zu beobachten. Man kann z. B. durch Beschneiden von Baumzweigen in derselben Weise bewirken, dass aus schwachen Augen starke Triebe hervorgehen. Als Folgen dieser Erstarkung können Aenderungen der Produktionen des Vegetationspunktes stattfinden, welche sich auf Blattstellung und andere Momente beziehen und welche den vorherigen Charakter der Axe ganz verändern.

Die Ursache der Erstarkung ist in der gesteigerten Druckwirkung zu suchen, welche nach Aufhören des Wachsthums der oberhalb gelegenen Stengeltheile mit um so grösserer Intensität die Seitenaxen trifft.

Ich habe früherhin nachgewieseu, dass der von den Wurzeln ausgeübte Säftedruck von grossem Einfluss auf das Wachsthum der Stengel von Keimlingen ist. Der Erfolg seiner Einwirkung ist im Lichte viel merklicher als bei Dunkelpflanzen, da letzteren Falles die Stengel an sich schon rascher wachsen. Vermuthlich wird sich der Wurzeldruck auch dann weniger bemerklich machen, wenn das Wachsthum an sich schon, aus primären Gründen, rascher verläuft.

Nun gibt es aber nicht allein einen Wurzeldruck, sondern auch einen Stammdruck, einen Blattdruck. Jedes Glied ist in einem gewissen Wachsthumszustande seiner Zellen fähig, in der nämlichen Weise einen Säftedruck hervorzubringen wie die Wurzel, also auch in derselben Weise in seiner Nähe befindliche im geeigneten Zustande des Wachsthums stehende Zellcomplexe zu beeinflussen. Es wäre wenigstens nicht einzusehen, warum nicht ein von einem beliebigen Gliede produzirter Druck ganz ebenso wirksam sein sollte wie Wurzeldruck.

In dieser Weise kommt ein Säftedruck zu Stande, der sich in verschiedener Weise in der Pflanze vertheilt, bald von einem Gliede allein ausreichend geliefert wird, bald die Mitwirkung noch anderer Organe erforderlich macht, so dass z. B. bald von den wachsenden Stengeln selbst die erforderliche Druckkraft hergestellt wird, bald noch Wurzeldruck dazu kommen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0060-1

muss. In dieser Weise stehen Wurzel und Stengel, Stengel und Auszweigungen, Blatt und Blatt u. s. w. in direkter Beziehung. Ich gehe hier nicht weiter auf die in dieser Richtung angestellten Untersuchungen ein.

Es ist nun doch wohl nicht in Abrede zu stellen, ja sogar nachgewiesen, dass Säftedruck das Wachsthum fördert. Nun liegen aber Thatsachen vor, welche gestatten, einen Schritt weiter zu gehen und zu behaupten, dass in einer Reihe von Fällen die Einwirkung entsprechenden Säftedrucks unbedingt nothwendig ist, wenn entsprechendes Wachsthum solcher Pflanzentheile eintreten soll. In diesen Fällen reicht es weder aus, dass die Pflanzentheile an sich wachsthumsfähig sind, noch dass sie ausreichend mit Wasser und Wachsthumsstoffen versorgt werden, sondern wenn sie wachsen sollen, müssen sie entsprechender Druckkraft ausgesetzt sein. Die maximale Grenze ihres Wachsthums ist durch primäre Ursachen bestimmt, aber diese Grenze wird nur unter Mitwirkung eines bestimmten Säftedrucks erreicht.

Bereits oben wurde erwähnt, dass die an sich im höchsten Masse wachsthumsfähigen Gipfelknospen der Kartoffelknollen nur kümmerliche Triebe liefern, wenn sie nicht dem entsprechenden Wurzeldrucke ausgesetzt sind, wenn auch alle erforderlichen Wachsthumsbedingungen gegeben sind. Der Wurzeldruck ist hier eine zu kräftigem Wachsthum nothwendige sekundäre Ursache, soweit nicht das Knollengewebe selbst und die älteren Theile der Sprosse zur Produktion des erforderlichen Säftedrucks beitragen. Im Dunklen ist der Wurzeldruck überflüssig; die in den Zellen bei ihrem Wachsthum vor sich gehenden inneren Veränderungen sind ausreichend, um dieselben bei Lichtmangel ausreichend wasseranziehungsfähig zu machen, einen Zustand herbeizuführen, wie er bei andern Pflanzen aus primären Ursachen auch im Lichte eintreten mag.

Dass in Fällen, in welchen der eben bezeichnete Zustand aus primären Gründen nicht eintritt, zum ausgiebigen Wachsthum mehr gehört, als Wachsthumsfähigkeit und Vorhandensein von Wachsthumsmaterial ergiebt sich auch entschieden aus den kürzlich angestellten Untersuchungen, durch welche ermittelt werden sollte, ob die Verkümmerung der Cotylen im Dunklen wachsender dicotyler Keimlinge bleibend oder vorübergehend ist und sich bei weiterem Wachsthum im Lichte wieder ausgleicht.

(Schluss folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03644-0061-6

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: Ueber innere Wachsthumsursachen 53-59