Dagegen verschafft man sich leicht die Ueberzeugung, dass bei den *Vincetoxicum*-Arten keine Anwachsung stattfindet, dass die Inflorescenzaxe frei ist und wirklich dort entspringt, wo sie von der Scheinaxe abgeht. Denn sie entspringt dort nicht nur neben dem die kleine Knospe bergenden — Blatte, sondern etwas über demselben, so zwar, dass ihre Basis von der des Blattes von unten her etwas gedeckt wird. Das ist auch aus der Fig. 15 (Warmings) ersichtlich. Dort gehört Inflorescenz J′ zu den Blättern aa′, und J″ zu bb′, denn es haben diese Inflorescenzen genau die Lage zu ihren Blättern wie im fertigen Zustand. Da steht nun J″ deutlich über Blatt b, von diesem seitlich etwas umfasst, daher es nicht möglich ist, dass bb′, wie es Eichler's Theorie verlangt, Vorblätter von J′ wären und J″ seine Vorblätter bei cc′ besässe.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber einige Beziehungen des Turgors zu den Wachsthumserscheinungen.

Von Dr. Carl Kraus in Triesdorf.

Drei wesentliche Punkte dürfen nicht ausser Acht gelassen werden, wenn es sich um die Beurtheilung der Einwirkung des Turgors auf die Wachsthumserscheinungen handelt: dass die an einer isolirten Zelle eruirten Druckgesetze in einer Vereinigung von Zellen mannigfache Modifikationen erleiden; dass die Wachsthumsverhältnisse eines mit einem zweiten in Verbindung stehenden Organes nicht ohne gleichzeitige Berücksichtigung dieses letzteren erklärt werden können; dass endlich der Turgor je nach seiner Intensität an dem gleichen Organe und bei gleichen äusseren Einwirkungen ganz verschiedene, selbst direkt entgegengesetzte Wachsthumserscheinungen hervorrufen kann. Gerade dieses letztere Moment ist bei dem abweichenden Verhalten von Pflanzentheilen gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit, Schwerkraft, in manchen Fällen wohl auch von Licht massgebend. [1])

1) Vergleiche meine ersten Mittheilungen über diesen Gegenstand in Flora 1876 Nr. 28: Mechanik der Wachsthumsrichtungen von Keimlingswurzeln. — In dieser vorläufigen, hier in einzelnen Punkten klarer gestellten Mittheilung sind der Vollständigkeit wegen auch bereits von Anderen vorher

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0015-7

Schon mit der Vereinigung von Zellen ist eine Verschiedenheit derselben im Turgor und dessen Wirksamkeit gegeben, da z. B. die peripherischen Wandungen einer solchen Vereinigung auf den unmittelbaren Einfluss äusserer Bedingungen auch durch Verschiedenheiten in ihrer Ausbildung mit allen ihren Folgen reagiren werden. Dann aber üben die Zellen eines Gewebes aufeinander einen Druck aus, so dass in den Zellen eines Parenchymkörpers von der Genesis der meisten Pflanzengewebe der Turgor ein weit grösserer, die Steifheit des ganzen Körpers eine bedeutendere ist, als wenn diese Steifheit aus dünnwandigen Zellen zusammengesetzter Pflanzentheile einfach durch Zusammenlagerung turgescenter Zellen bewirkt wäre. Die im Jugendzustande polygonalen Zellen eines ächten Gewebes nehmen, wenn sie zu turgesciren beginnen und sich unter Bildung von Intercellularräumen abzurunden streben, einen kleineren Raum ein, als sie im freien Zustande vermöge ihres Turgors erfüllen würden. Mit der Zunahme der Zahl aufeinanderdrückender Zellen steigt die Spannung in jeder Zelle und damit der die Steifheit des ganzen Körpers erhöhende Gesammtdruck. Welche enorme Höhe er z. B. in Wurzeln erreichen kann, ist bereits mehrmals durch Versuche demonstrirt worden.[1]) In Wurzeln und normalwüchsigen Stengeln liegt der geringste Druckwiderstand in der Längsrichtung, gegen die wachsthumsfähigen aus noch jüngeren und weniger gespannten Zellen gebildeten Enden zu. In diesen Zellen erhöht der Druck von hinten her durch Vermehrung der Spannung das Wachsthum und zwar gleichmässig in der vorausgegangenen Wachsrichtung fort, wenn eben der Gegendruck in der ganzen Angriffsebene auch der gleiche ist. Auf die Energie des Turgors, welche äusseren Einwirkungen gegenüber, sei es Druck, Zug oder solche,

---

gesehene Thatsachen angeführt und in den theoretischen Zusammenhang der hieher bezüglichen Wachsthumserscheinungen eingereiht. Ich habe die Versuche in ähnlicher Weise arrangirt, wie sie J. Sachs in Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg, Heft III beschreibt. Diese Beobachtungen durch den hervorragendsten Forscher machen es nur in einigen Punkten nothwendig, auf die älteren Untersuchungen zurück zu greifen. Aus meinen eigenen Beobachtungen ziehe ich hier nur aus, was zur Stütze der oben dargelegten Theorie dient und so weit es nicht bereits in der oben erwähnten Sachs'schen Abhandlung enthalten ist.

1) Th. Hartig, über das Eindringen der Wurzeln in den Boden, botan. Zeit. 1866; N. J. C. Müller, die Wachsthumserscheinungen der Wurzeln botan. Zeit. 1871; J. Sachs l. c. pag. 430 ff.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0016-2

welche wie die Schwerkraft Verschiedenheit in der Zufuhr von Wachsthumsstoffen hervorrufen, die Wachsrichtung in unveränderter Neigung zum Horizonte erhält, lässt sich das Streben eines Pflanzentheils, die einmal begonnene oder vermöge der Anlage erhaltene Wachsrichtung beizubehalten, zurückführen. [1]) Die Höhe des Turgors combinirt sich aus der Wasseranziehungsfähigkeit der einzelnen Zellen und ihrem gegenseitigen Drucke innerhalb des Filtrationswiderstandes.

Ist der Gegendruck von Seite der noch weniger gespannten jüngeren Zellen aus inneren oder äusseren Gründen nicht in der ganzen Angriffsebene der gleiche, so wenn etwa die Wände der Zellen der einen Seite weniger dehnbar sind, so werden die Spannungen gegen die andere Seite zu erfolgreicher und hier um so energischer wirken, was diese Seite zu einem durch die grössere Dehnbarkeit der Wände ohnehin begünstigten Wachsthum bringt und convex macht. So können vorher ganz gerade Organe eine Beugung erfahren z. B. eine gerade aufwärts gewachsene Wurzel, ohne dass, wenn die Differenz im Druckwiderstande überhaupt auf inneren Gründen beruhte, eine äussere Einwirkung diese Biegung auszulösen oder in ihrer Richtung zu beeinflussen brauchte. Ist der Pflanzentheil von vornherein nicht ganz gerade, so tritt die Krümmung um so leichter ein.

In den Zellen der Concavseite nimmt mit zunehmender Krümmung auch der Turgor mehr und mehr zu, [2]) er mag wohl auch so kräftig werden, dass er durch Hervorrufung vermehrten Wachsthums das Organ wieder gerade streckt. Tritt dies nicht oder, wie häufig der Fall ist, später erst ein, so können die comprimirten Zellen der Concavseite ihrerseits durch den Druck auf die nächst jüngeren Zellen diese zu überwiegendem Wachsthume veranlassen und so die Krümmung in die entgegengesetzte überführen (Theorie der Gegenkrümmung). Vermindert sich aber der Turgor in den comprimirten Zellen z. B. durch Filtration von Wasser oder Wasserabgabe an die Convexseite, so wird Gegen-

1) W. Hofmeister (über die Abwärtskrümmung der Spitze wachsender Wurzeln, botan. Zeit. 1868) bezeichnet dies Streben, die begonnene Wachsrichtung beizubehalten, mit den Worten: „Die Erscheinung ist allgemein verbreitet, dass die letzte Streckung von Zellmembranen solcher Gewebe, die aus dem Zustande des Vegetationspunktes in den des Dauergewebes übergehen, in derselben Richtung erfolgt, welche diese Zellmembranen im Meristem zuletzt innehielten."

2) Vergl. Sachs' Experimente im Lehrbuche IV. Aufl. pag. 751.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0017-8

krümmung unterbleiben. Der Eintritt der Gegenkrümmung hängt aber auch davon ab, dass der Widerstand, welchen die in der Längsrichtung comprimirten, daher in die Quere drückenden und hiedurch das Längenwachsthum der Zellen der Convexseite beeinflussenden Zellen der Concavseite von der Seite her erfahren, grösser ist, als der Gegendruck von Seite der noch weniger gespannten jüngeren Zellen.

In diese Kategorie des Krümmungsmechanismus gehören die Nutationen wachsender Stengel und Wurzeln.

Jede Zelle ist die Feindin ihrer Nachbarn, jene mit der grösseren Anziehungsfähigkeit für Wasser wird als der ausgiebigere Verbrauchsort ihren Nachbarn Wachsthumsmaterial und Wasser entziehen, aus beiden Gründen aber das Wachsthum in ihnen herabsetzen. So wird eine Oberhautzelle, welche turgescent genug wäre, sich durch Ausdehnung nach der Seite des geringsten Widerstandes zu einem Haare auszubilden, durch eine saugfähigere Nachbarinnenzelle ganz daran verhindert werden können. Je geringer die Differenz zwischen Oberhaut- und Nachbarinnenzellen in der Fähigkeit zu turgesciren, bei noch zarten Aussenwänden, um so günstiger für die Behaarung.

Sind Zellen von ungleicher Wasseranziehungsfähigkeit mit einander verbunden, etwa in einem centralen Theile die saugfähigeren, in einem peripherischen die dadurch gedehnten, so werden die centralen bei reichlicher Wasserzufuhr weitaus das Uebergewicht erhalten, die peripherischen Zellen werden durch den energischen Zug verhindert sein, Wachsthumsmaterial in anderer als der Längsrichtung einzulagern. Aber auch dann wird das Uebergewicht der dehnenden centralen Zellen noch bestehen, wenn die Wasserzufuhr abnimmt, solange sie noch im Stande sind, den peripherischen Zellen Wasser (und Wachsthumsmaterial) in ausreichendem Masse zu entziehen; vermögen sie dies nicht mehr, so wird das selbständige Wachsthum der peripherischen Zellen in der Querrichtung in Folge der in dieser Richtung gegen früher zunehmenden Wirksamkeit des Turgors überwiegen. [1])

Ganz das Gleiche gilt auch für die gegenseitigen Beziehungen in der Entwickelung mit einander in Verbindung stehender Organe, eine Antithese, auf welche ich bereits mehrmals aufmerk-

1) Vergl. meine Beobachtungen über Haarbildung an Kartoffelkeimen in Flora 1876 Nr. 10.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0018-4

sam zu machen Gelegenheit hatte. [1]) Man kann das Verhalten der Blätter der Dikotylen zum Unterschiede von jenen der Monokotylen bei Lichtabschluss nicht erklären, ohne gleichzeitig die Differenz im Wachsthume des Stengels bei Lichtabschluss mit zu berücksichtigen; vielleicht zeigen die Blüthen gerade deshalb keine Etiolirungserscheinungen, weil der Wachsthumsgegensatz zwischen Stamm und Blatt zurücktritt. Als allgemeines Gesetz gilt, dass jede seitliche Bildung den Turgor in der Abstammungsaxe vermindert und dieser Wachsthumsmaterial entzieht, was so weit gehen kann, dass sogar die Abstammungsaxe oberhalb einer seitlichen Bildung ganz verkümmert. Umgekehrt bringt alles, was den Turgor oder seine Wirksamkeit (beide brauchen ja nicht zusammenzufallen) in der Hauptaxe erhöht, die seitlichen Bildungen zur Verkrümmung. Zwischen diesen beiden Extremen sind die mannigfaltigsten Uebergänge möglich. Ein schönes Beispiel liefert *Peziza ciborioides* Fr., deren aus den Sklerotien austreibende Becherstiele um so länger werden, je tiefer die Sklerotien in der Erde liegen; je länger aber der Stiel, um so kleiner der Becher. [2])

Zu solchen Einwirkungen, welche die Wirksamkeit des Turgos in der Hauptaxe erhöhen, gehört das Licht, zu solchen, welche den Turgor erhöhen, die Feuchtigkeit. Aber erst ein grosser Grad dieser Einwirkungen vermag diesen Effekt hervorzurufen. Denn ein gewisser Grad von Feuchtigkeit befördert das Wachsthum der Pflanzen nach allen Richtungen hin, erst Uebermass erzeugt ähnliche Bildungen, wie sie Lichtmangel hervorruft. Lichtmangel macht aus den sonst zu normalen beblätterten Trieben auswachsenden Kartoffelzweiganlagen die Stolonen und ebenso begünstigt übergrosse Feuchtigkeit auch am Lichte deren Ausbildung zu ähnlichen Formen.

Der Einfluss des Pincirens, des Baumschnitts auf die Förderung der seitlichen Bildungen, das Emportreiben des Hopfens durch Entlaubung von untenher, die Folge des Köpfens vieler Bäume und vieles andere, wozu ich auch das von H. Hoffmann [3])

1) In Abhandlg. VI (über Wachsthum und Chlorophyllbildung) meiner pflanzenphysiologischen Untersuchungen in Flora 1875, dann in der eben cit. Abhandlung.

2) Sorauer, Handbuch der Pflanzenkrankheiten p. 387.

3) Hoffmann in den Abhandlungen der k. k. zool.-bot.-Ges. Wien 1875 durch Naturforscher IX, 15. — Die Beseitigung seitlicher Organe erhöht den Gesammtdruck in den Zweigen und bewirkt so das Austreiben der Knospen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0019-2

beobachtete zweimalige Blühen in Folge einer Feuersbrunst rechne, liefern den Beweis von der Wichtigkeit des angeführten Satzes, sowie dafür, wie sehr man in der Praxis die Antithese in der Entwickelung der Organe aus der Erfahrung schätzen lernte, Verhältnisse, aus deren Studium man überhaupt sehr viel lernen kann für eine Theorie des Saftdruckes in den Pflanzen.

Der Einfluss der Trockenheit resp. Feuchtigkeit und der Schwerkraft auf isolirte Zellen, dann auf Zellenvereinigungen soll einer besonderen Analyse unterzogen werden und zwar soweit der Turgor die Form der Zellen, nicht aber gleichzeitig deren Inhalt beeinflusst, insoferne nämlich z. B. rasches Wachsthum der Ablagerung von Baustoffen entgegenwirkt. [1])

Eine turgescente Zelle wird an trockener Luft in Folge des Aneinanderrückens der Wandmoleküle bei sinkendem Turgor ihr Volum vermindern, zuletzt welken, wenn nicht die Zunahme der Wanddichte und Wanddicke als Folge der Verdunstung dies verhindert. Denn die Transspiration ruft eine Wasserbewegung zur Wand hervor, welcher auch darin gelöste Stoffe, worunter wohl auch zur Wandbildung geeignete, folgen werden, soweit dies anderweitige Momente zulassen. Denn auch sonst ist jedenfalls die reichliche Holzbildung in reichlich transspirirenden Pflanzen Folge der Transspiration. [2]) Vermag nur die eine Seite eines Zellenschlauches Wasser abzudunsten, während die andere auf feuchter Fläche, aus welcher sie Wasser anzuziehen vermag, liegt, so wird entweder bei ausreichender Dehnung der Wand durch den Inhalt die reichlicher ernährte abdunstende Wandseite länger als die andere d. h. der Schlauch krümmt sich concav zur feuchten Fläche; oder die Fähigkeit des Inhalts Wasser anzuziehen reicht nicht aus hiezu, die der abdunstenden Wandseite zuströmenden Baustoffe werden nicht zu deren Vergrösserung in der Fläche verwendet, sondern machen diese dichter, vielleicht auch dicker, und weil so die Dehnbarkeit der abdunstenden Wandseite abnimmt, krümmt sich der Schlauch convex zur feuchten Fläche. Uebergänge im Turgor zwischen den beiden Extremen werden alle zwischen den beiden Krümmungsrichtungen möglichen

---

Dies kommt sehr häufig vor bei ähnlichen, wenn auch durch andere Ursachen hervorgerufenen Beschädigungen, worauf ich hier nicht näher eingehen will. Gerade diese Verhältnisse sind von Wichtigkeit für die Theorie des Baumschnitts.

1) Siehe meine weiter oben cit. Abhandlg. VI der pflanzenphys. Unt.

2) Vergl. die Bemerkung in Sachs' Lehrbuch pag. 647.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0020-3

Wachsrichtungen hervorrufen können, bei mittlerem Turgor wird der Zellenschlauch unverändert in seiner ursprünglichen Richtung bleiben. Das Gleiche wird bei sehr hohem Turgor eintreten, indem der dann allseitig energische Stoffverbrauch die Bevorzugung der einen Seite überhaupt nicht zum Vorschein kommen lässt.

Vermag aber die Zelle aus der feuchten Fläche kein Wasser anzusaugen, sondern wirkt deren Nähe nur durch Hemmung oder Minderung der Transspiration auf der ihr zugewendeten Seite, so wird bei stetig sinkendem Turgor höchstens im Anfange allenfalls eine zur feuchten Fläche convexe Krümmung auftreten.

In einer aus gedehnten peripherischen und dehnenden centralen Zellen zusammengesetzten Zellenvereinigung werden Transspirationsdifferenzen eine zur trockneren Seite concave Krümmung hervorrufen, aber nur dann, wenn die Energie des Turgors in den centralen Zellen nicht so beträchtlich ist, um entweder der transspirirenden Seite das Uebergewicht im Längenwachsthume zu verschaffen oder wenigstens die Abnahme der Dehnbarkeit ihrer Wände zu verhindern. Auch Gegenkrümmungen können unter den früher auseinander gesetzten Bedingungen um so eher eintreten, als die Wachsthumsdifferenzen zu beiden Seiten der wachsthumsfähigen Regionen umso mehr abnehmen, je mehr die Wegkrümmung von der feuchten Fläche zunimmt. In den bis jetzt untersuchten Fällen wird der Wegkrümmung von der feuchten Fläche durch den Turgor gerade das Gleichgewicht gehalten, wenigstens trat bei den beobachteten Stengeln kein Einfluss des feuchten Körpers auf die Wachsrichtung zu Tage. [1]) Da sich die verschiedenen Spannungsverhältnisse, welche an derselben krümmungsfähigen Stelle Verschiedenheiten hervorrufen würden, in verschiedenen Höhen des Stengels folgen, so können auch die erwähnten Verschiedenheiten in den Wachsthumsrichtungen an derselben Axe nach einander auftreten resp. Krümmungen bei weiterer Entwicklung sich ausgleichen oder bis ins Gegentheil umschlagen.

Sind wie bei wachsenden Wurzeln die peripherischen Zellen die turgescenteren, dehnenden, so muss die Beeinflussung durch Transspirationsdifferenzen, selbst wenn die resultirende Wachsthumsrichtung die gleiche wird, eine andere sein als bei den Stengeln, weil bei den Wurzeln direkt die dehnenden Zellen be-

1) J. Sachs, über Ablenkung der Wurzel von ihrer normalen Wachsthumsrichtung durch feuchte Körper in Arbeiten des botan. Instit. zu Würzburg Heft II. — Vergl. übrigens hieher die weiter unten gemachten Bemerkungen über die durch Licht veranlassten Krümmungen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0021-9

rührt werden, während die Wachsrichtung der Stengel unter gleichen äusseren Einwirkungen nicht von den peripherischen Zellen allein, sondern vielmehr von dem Verhältnisse des Turgors in den centralen Zellen zu den peripherischen Zellen abhängt. In den abdunstenden Zellen einer Wurzel wird zufolge ihrer grossen Wasseranziehungsfähigkeit nicht sofort auch der Turgor sinken, sondern als ausgiebigere Verbrauchsorte werden sie den anderen Zellen bis zur feuchteren Seite hin Wasser entziehen und in diesen den Turgor herabsetzen. Folge davon ist elastische Verkürzung der Zellwände dieser Seite, diese Zellen können sogar, wenn der Turgor in den Zellen der convexwerdenden transspirirenden Seite die Stoffzufuhr zur Längenzunahme zu verwerthen vermag, mehr und mehr zusammengepresst werden. Auch innerhalb des Bodens krümmen sich die Wurzeln gegen die Feuchtigkeit hin: Der Gärtner weiss, dass ungenügendes Giessen nachtheilig ist, weil sich die Wurzeln der Feuchtigkeit nach gegen die Oberfläche hinziehen, wo sie der Gefahr des Austrocknens ausgesetzt sind.

(Schluss folgt.)

Literatur.

Bohnensieg et Burck, Repertorium annuum literaturae botanicae periodicae. Tomus II. 1873. Harlemi 1876.

Die Fortsetzung des von dem verstorbenen Bibliothekar van Bemmelen begonnenen Repertoriums erscheint hier im Ganzen in derselben zweckmässigen Form, wie der erste Jahrgang. Die Anzahl der benutzten Schriften werden von 93 auf 149 erhöht, sowie ein Verzeichniss der Pflanzengattungen und Familien beigegeben. Mag auch durch den seit dem ersten Bande ins Leben getretenen ausführlichen „Botanischen Jahresbericht" das Bedürfniss eines derartigen Repertoriums der periodischen Literatur nicht mehr so dringend erscheinen, wie damals, so wird doch Jedermann den Verfassern dankbar sein, die sich der Mühe unterziehen, die in periodischen Schriften enthaltenen Aufsätze in geordneter Uebersicht zusammenzustellen; es ist insbesondere Manchem erwünscht auch die bezüglichen Referate, Auszüge hier gesammelt zu finden. Das Versehen, dass auch ältere, zufällig in Buchhändleranzeigen angekündigte Werke (z. B. Bischoff's Kryptogamenkunde) hier figuriren, dürfte besser in Zukunft vermieden werden.

K. P.

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

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0022-5

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 9-16