# FLORA.

## 60. Jahrgang.

**№ 34.** **Regensburg, 1. December** **1877.**



**Inhalt.** Dr. Carl Kraus: Ueber die Molekularconstitution der Protoplasmen sich theilender und wachsender Zellen. — F. Arnold: Die Laubmoose des fränkischen Jura. (Fortsetzung.) — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.


## Ueber die Molekularconstitution der Protoplasmen sich theilender und wachsender Zellen. [1])


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


Fasst man die Molekularconstitution organisirter Gebilde auf im Sinne Nägeli's als durch die gegenseitige Anziehung der Moleküle und durch die Anziehung ihrer Oberflächen zu Wasser beherrscht, so ergiebt sich als nothwendige Folgerung, dass bei Aenderungen der einen oder der anderen Anziehung Ortsveränderungen der Moleküle eintreten.

Werden die Moleküle kleiner, durch Zerspaltung oder durch Abspaltung einzelner einfacherer Atomgruppen, so sinkt zwar in Folge der verminderten Oberfläche ihre Anziehung zu Wasser, aber auch ihre gegenseitige Anziehung; da letztere stärker abnimmt als erstere, und man annehmen kann, dass bei solcher Verminderung des Annäherungsstrebens der Substanzmoleküle trotz der verminderten Oberflächen die Anziehung zu Wasser

1) Eine weitere Ausführung und nähere Begründung der hier niedergelegten Grundsätze wird demnächst anderwärts erfolgen.




Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0535-6

sich stärker geltend macht, so kann man schliessen, dass Verkleinerung der Moleküle Entfernung derselben von einander und Zunahme des Wassergehaltes eines organisirten Gebildes zur Folge hat. Vergrösserung der Moleküle wird umgekehrt zu einer Annäherung derselben führen, weil ihre Masse stärker zunimmt als ihre Oberfläche.

Je complizirter gebaut die Moleküle eines organisirten Körpers sind, um so ausgiebiger können solche Veränderungen eintreten. In dieser Beziehung steht obenan das Protoplasma, dessen Moleküle als äusserst complizirte Molekularverbindungen anzusehen sind. Man kann direkt sagen, dass das Wesen des Lebens in einer fortwährenden mehr oder weniger tief greifenden Veränderung dieser Protoplasmamoleküle begründet ist, eine Veränderung, welche in Gang gehalten wird durch äussere Einflüsse, die theils fort und fort das Gleichgewicht der Anziehungen stören, theis zur Herstellung neuer zur Regeneration verkleinerter Protoplasmamoleküle nothwendiger Stoffe unentbehrlich sind; denn würde, was letzteren Fall betrifft, die Spaltung der Protoplasmamoleküle zu weit gehen, so könnten Moleküle von Substanzen entstehen, welche überhaupt die Fähigkeit nicht mehr haben, den molekularen Bau eines Protoplasmas zu erhalten. Je nach der Qualität der den Zerfall hervorrufenden Einwirkungen gehen entweder Stoffe hervor, deren Moleküle zu einander weniger Anziehung haben als zum Wasser, oder solche, welche im Wasser unlöslich sind. Es darf aber z. B. der Gerinnungszustand nicht verwechselt werden mit einer durch Vergrösserung der Protolasmamoleküle hervorgerufenen Annäherung der Moleküle oder, was dasselbe bezeichnet, mit einer Zunahme der Contraktion eines Protoplasmas.

Der Contraktionszustand eines Protoplasmas ist von der grössten Wichtigkeit für Stoffbildung so wohl wie für das Wachsthum.

Da der Theilung eines Protoplasmas eine Ansammlung der Moleküle um sekundäre Anziehungszentren vorausgehen muss, so ist eben Theilung an einen gewissen Contraktionszustand gebunden. Wir finden auch, dass verschiedene Umstände, welche die Contraktion zur Zunahme bringen, eine Theilung zur Folge haben. Ausgiebige Nahrungszufuhr, namentlich von Stoffen, welche direkt zur Vergrösserung der Protoplasmamoleküle geeignet sind, sei es von Aussen, sei es durch Einschränkung der Verbrauchsorte, erhöht die Neigung zur Zelltheilung, zu Neubildungen, weil

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0536-1

Stoffzufuhr in dieser Art geeignet ist, eine Vergrösserung und Neubildung der Protoplasmamoleküle zu bewirken. Wir finden ferner, dass Annäherung der Protoplasmamoleküle durch Wasserabgabe Zelltheilungen hervorruft; eine Kartoffelschnittfläche bildet nur Wundkork, wenn sie Wasser abdünsten kann, die Lenticellen bilden sich unter den Spaltöffnungen u. s. w. In wieder anderen Fällen bewirkt schon Druck und Berührung Wasseraustritt und Contraktion der Protoplasmen, im weiteren Gefolge Zelltheilung, so bei der Entstehung der Saugorgane der Cuscuta, bei der Entwickelung der Haftscheiben mancher Ranken, wenn diese mit harten Körpern in Berührung sind u. s. w.; Berührung mit Wasser kann natürlich keinen Erfolg haben [1]), weil hiebei keine Contraktion eintreten kann.

Die letzt erwähnte Empfindlichkeit der Protoplasmen verlangt eine schwache gegenseitige Anziehung der Protoplasmamoleküle, einen ausreichenden Wassergehalt der Protoplasmen, so dass sich bei eintretenden Erschütterungen des ganzen Systems die Moleküle aus der gegenseitigen Anziehungssphäre fortbewegen und leichter bewegliche Moleküle selbst ganz aus dem System austreten können. Ist ein Protoplasma im Innern einer für Wassermoleküle durchgängigen Wand eingeschlossen, so wird unter dem Einflusse von Erschütterung durch Berührung u. s. w. Wasser durch die Wand austreten, was eine Annäherung der Protoplasmamoleküle d. h. eine Contraktion des Protoplasmas, eine Abnahme des Turgors der betreffenden Zellen und eine Verkleinerung derselben zur Folge hat, falls eben die Wand noch einer elastischen Verkürzung fähig ist. Es braucht aber die Contraktion nicht immer von Zelltheilung gefolgt zu sein, der Erfolg der Erschütterung kann sich auch blos auf Verkürzung z. B. der berührten Seite krümmungsfähiger Ranken beschränken.

Dieser labile Gleichgewichtszustand der Protoplasmen, in welchen sie, wie sich aus den weiter unten auseinander gesetzten Veränderungen wachsender Protoplasmen ergiebt, beim Wachsthum mehr oder weniger gerathen können, bleibt in manchen Fällen aus zur Zeit unbekanten Gründen, die sich wohl durch ein genaueres Studium der Druckverhältnisse bei der Entstehung der betreffenden Gewebetheile aufklären werden, auch nach Beendigung des Längenwachsthums bestehen. In diesen Fällen ist

1) Vergl. W. Pfeffer, Studien über Symmetrie und spezifische Wachsthumsursachen in „Sachs, Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg" Heft I.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0537-7

die Labilität des Gleichgewichtes bisweilen so gross, dass schon leise Veränderungen im eigenen Protoplasma oder auch in anderen Theilen derselben Pflanze eine Störung desselben zur Folge haben, was bei einer gewissen Anordnung der „empfindlichen" Protoplasmen zu spontanen Bewegungen führt. Nach einiger Zeit tritt dann die Anziehung der Protoplasmamoleküle zu Wasser wieder in ihr Recht, und es stellt sich der frühere Zustand wieder her.

Dass Aenderungen im Turgor von der grössten Bedeutung für derartige Bewegungen sind, ist selbstverständlich.

Nicht alle Moleküle eines Protoplasmas zeigen in gleicher Weise Spaltung oder Regeneration, so dass sich in demselben Protoplasma Stellen verschiedener Contraktionsgrade vorfinden. Diese lokalen Verschiedenheiten rufen eine Bewegung von Wasser und anderen damit fortgezogenen Molekülen gegen die Stellen abnehmender Anziehung der Protoplasmamoleküle zu einander hervor, während Zunahme der Contraktion an einer anderen Stelle gleichfalls im Stande ist, in den molekularen Zwischenräumen befindliche anderweitige Stoffe nach anderen Stellen desselben Protoplasmas in Bewegung zu setzen. Diese Bewegungen der Moleküle werden so ausgiebig, dass selbst für das Auge wahrnehmbare Körperchen mitfortgerissen werden. Diese Bewegungen beginnen, sobald ein Protoplasma ausreichenden Wassergehalt erreicht, weil das die Bedingung einer ausreichenden Freibeweglichkeit der Moleküle ist; sie dauern an, solange die spaltenden Einflüsse andauern und solange durch das Vorhandensein von Baumaterial für die Protoplasmamoleküle der durch Kohlensäureausscheidung oder Entstehung anderer Zersetzungsprodukte herbeigeführte Verlust gedeckt wird.

Zu- und Abnahme des Contraktionszustandes verschiedener Stellen eines Protoplasmas hat aber auch eine Massenbewegung desselben zur Folge, da z. B. die Contraktion an der einen Stelle einen Zug ausübt auf die damit in Verbindung stehenden anderen Protoplasmatheile. Reisst dieser Zusammenhang an dieser oder jener Stelle, so werden sich Höhlungen im Protoplasma bilden, in welche wässrige Flüssigkeit austreten kann. Ist ein Protoplasma von keiner Wand eingeschlossen, so haben lokale Aenderungen des Contraktionszustandes unter Umständen auch eine Ortsveränderung des gesammten Protoplasma zur Folge. Contrahirt sich z. B. eine Stelle der Peripherie, etwa weil sich dort in Folge von Nahrungsaufnahme von Aussen die Moleküle vergrössert haben, so kann unter sonst entsprechenden Druckverhältnissen

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0538-3

diese kürzer und dicker werdende Stelle sich nach Aussen vorwölben. Diese Stelle übt aber einen Zug aus auf das übrige Protoplasma und solange der Zusammenhang nicht reisst, wird sich dasselbe gegen diese Stelle in Bewegung setzen. Die in dieser Richtung in Bewegung gesetzten Moleküle „fliessen" in dieser Richtung auch fort, wenn die auslösende Ursache nicht mehr wirkt. Wenn sich allerdings ein ausgedehnter von der Peripherie nach einwärts greifender Theil eines solchen freibeweglichen Protoplasmas contrahirt, so wird sich das gesammte Protoplasma von der vorher eingenommenen Grenze zurückziehen. So kann man sich die Aufwärtsbewegung eines solchen Protoplasmas unter dem Einflusse der Schwerkraft vorstellen, wobei man annimmt, dass die Schwerkraft in dem nach abwärts gerichteten Theile des Protoplasmas Vergrösserung der Moleküle in Folge der Stoffzufuhr hervorruft. Indessen kommt es hiebei auch auf den Grad der durch die Stoffzufuhr hervorgerufenen Contraktion an und es liesse sich selbst der Fall ableiten, dass sich ein Protoplasma nach abwärts bewegt u. s. w.

Nach den entwickelten Gesichtspunkten hängt die Fähigkeit der Protoplasmen, mehr Wasser aufzunehmen, also die Zunahme der Turgescenz einer Zelle mit ringsum geschlossener Wand in erster Linie ab von der Spaltung der Moleküle selbst. Mit zunehmendem Wachsthume muss auch der Wassergehalt der Protoplasmen zunehmen, so dass sich die Substanzarmuth des Zellinhalts wachsender Markzellen von selbst versteht. Wenn auch die begünstigende Mitwirkung gewisser Stoffe von hoher Wasseranziehungsfähigkeit im Innern der Zellen bei der Steigerung der Turgescenz nicht ausgeschlossen ist, so ist doch die Veränderung der Protoplasmamoleküle selbst zuerst entscheidend; es ist der Uebergang einer Zelle in den wachsenden Zustand an äussere Einflüsse bestimmter Art gebunden. Solche Agentien sind der Sauerstoff, welcher leicht Herstellung und Abspaltung einfacherer Moleküle hervorrufen kann, dann ein richtiger Grad der Temperatur, indem die Entfernung der in Schwingung gerathenden Moleküle hiebei zunimmt, und sich auch der Zusammenhang ihrer Moleküle mehr und mehr lockert; und zwar werden verschiedene Protoplasmen verschieden leicht und verschieden rasch in den Wasser zunehmend anziehenden d. h. wachsenden Zustand gerathen, je nach der Complizirtheit des Baues ihrer Moleküle.

Aus der angeführten Einwirkung der Temperatur folgt zugleich, dass es bezüglich des Wachsthums ein Minimum, Optimum

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0539-1

und Maximum der Temperatur geben muss, weil ja mit der Zunahme der Schwingungen der Moleküle auch ihr Zerfall und ihre Entfernung von einander, also die Wasseranziehung zunimmt und zwar nicht im einfachen Verhältnisse. Steigt die Temperatur zu hoch, so wird das Wachsthum sein Ende erreichen, weil die Entfernung der Protoplasmamoleküle von einander zu gross, folglich ihre Anziehung zu einander zu gering wird, um Wasser in den Hohlräumen des Protoplasmas unter ausreichendem Drucke zurückzuhalten. Daher nimmt bei zu hoher Temperatur der Turgor ab, auch ohne Wasserverlust durch Verdunstung oder sonstige Beschädigung [1]).

Es ist ganz unmöglich, dass die äusseren Einwirkungen auch eine proportional der Zeit ihrer Einwirkung gleichmässig fortschreitende Veränderung der Protoplasmamoleküle, d. h. ein gleichmässig fortschreitendes Wachsthum zur Folge haben. Die anfänglich complizirtere Beschaffenheit der Moleküle bedingt auch eine anfangs langsame Vergrösserung, dann aber, wenn die Erschütterung des Zusammenhangs einmal in Gang gebracht ist, eine immer rascher vor sich gehende Spaltung. Im nämlichen Masse aber, in welchem die Constitution der Protoplasmamoleküle eine einfachere wird, verlangsamt sich auch ihre Spaltung mehr und mehr, womit auch das Wachsthum nachlässt. Wird die Entfernung der Protoplasmamoleküle in Folge ihrer Verkleinerung so gross, ihre Anziehung so gering, dass der geeignete Druck auf die Wand nicht mehr ausgeübt werden kann, so wird das Wachsthum sein Ende erreichen. Indessen braucht das nicht der einzige Grund des Erlöschens des Wachsthums zu sein, da die Moleküle auch einen solchen Grad von Spaltung erreichen können, dass die Möglichkeit einer weiteren Verkleinerung nur mehr ganz unbedeutend ist. Jedenfalls muss jede Zelle eine grosse Periode des Wachsthums durchmachen, welche mit der allmähligen Zerklüftung der Protoplasmamoleküle langsam anhebt, dann immer rascher wird, abnimmt und zuletzt ein Ende erreicht.

Andersartig sind schon die Ursachen der Periode, wie sie sich in den Längenverhältnissen successiver Internodien ausdrückt und zwar sind sie verschieden je nach dem morphologischen Werthe eines Organs. Bei einer Keimpflanze, welche ihre ersten Internodien und Wurzeln wesentlich aus den Reservestoffen her-

1) Wiesner hat dies erst kürzlich (Entstehung des Chlorophylls) constatirt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0540-2

stellt, können diese Organe vorrerst nur schwach ausfallen; selbst wenn die Verhältnisse für das Längenwachsthum noch so günstig sind, können die Internodien nicht solche Länge und kräftige Ausbildung erreichen, als dann, wenn die Assimilation im besten Gange ist. Je mehr eine Pflanze assimilirt, je mehr sie ihre Wurzeln ausbreitet, je grösser ihre Blätter werden, je höher die Assimilationsbedingungen steigen, um so günstiger sind auch die Bedingungen für das Wachsthum, um so höher steigen die Druckkräfte — bis zu einem gewissen Grad, denn dann nimmt in den Sommer hinein die Feuchtigkeit ab, ebenso die Verlängerung der Wurzeln u. s. w., die Internodien werden wieder kürzer. In vielen Fällen scheint das durch die unterdessen im Vegetationspunkte eingetretenen Veränderungen (wovon weiter unten) hervorgerufene plötzlich energische Wachsthum der Stengeltheile dem Wachsthume der Wurzeln ein Ziel zu setzen. Bei der Entwickelung von Knospen aus perennirenden Organen kommt neben der allmähligen Zunahme der gesammten Wachsthumsbedingungen auch noch in Betracht, dass erst nach Ausbildung der ersten Internodien der Druck von den älteren Theilen her sich energischer geltend machen kann u. s. w.

Wie verschieden sich Ausbildung und Wachsthum ursprünglich gleichartigen Zellen unter den angeführten Gesichtspunkten gestalten kann, möge die Betrachtung einer aus Zellen mit wasserarmem Protoplasma bestehenden isolirten Gewebskugel zeigen, auf welche die Wachsthumsbedingungen einzuwirken beginnen.

In den intermolekularen Zwischenräumen dieser Protoplasmen wird sich vorerst ein dem Wasseranziehungsvermögen der Moleküle und ihrer gegenseitigen Anziehung entsprechendes Quantum Wasser anhäufen, ein Umstand, der schon geeignet ist, die Moleküle zu erschüttern. Der Einfluss von Wärme und Sauerstoff setzt die Moleküle nach und nach wenigstens soweit in Bewegung, dass sie sich um verschiedene Anziehungszentren zu sammeln im Stande sind, Die Zellen beginnen sich zu theilen und zwar der Einwirkungen von Aussen entsprechend von Aussen nach Innen. Die äusseren Zellen sind den inneren in der Spaltung der Moleküle voraus, sie kommen mehr und mehr in einen immer beträchtlicheren Grad des Turgors, was die zur Theilung nöthige Annäherung der Protoplasmamoleküle nicht mehr zulässt, während sich in den innersten Protoplasmen die Wachsthumsbedingungen vielleicht eben erst durch Einleitung von Theilung geltend zu machen vermögen. Mehr und mehr stellt sich so ein Unterschied

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0541-8

heraus zwischen einer rasch wachsenden Peripherie, nach einwärts zu mehr und mehr in das Stadium der überwiegenden Zelltheilung übergehend, während die innersten Zellen, die überdies durch den Druck von Aussen her in der Vergrösserung gehemmt sind, vielleicht kaum so viel Beweglichkeit der Protoplasmamoleküle besitzen, dass eben Zelltheilungen sich langsam vollziehen können.

Die Zellen im Centrum sind die kleinsten — obwohl das auch weiter nach Aussen liegende Zellen sein könnten, wenn eben jene im Centrum in Folge des noch weniger überwundenen Widerstands ihrer Protoplasmamoleküle noch nicht die zur Theilung nöthige Entfernung und Beweglichkeit der Moleküle erlangt haben und bis zur Ueberwindung des Widerstands eine bedeutendere Grösse erreichen. Aber angenommen, schon bei geringer Entfernung der Moleküle von einander sei ihre Beweglichkeit gross genug, so werden die Zellen gegen die Peripherie zu immer grösser und zwar werden den Druckverhältnissen entsprechend die tangentialen Aussenwände grösser sein als die tangentialen Innenwände, die radialen Wände länger als die tangentialen. Vom Centrum ausgehend drückt sich die grosse Periode des Wachsthums deutlich aus. Jene Zellen, welche zu äusserst liegen und die ältesten d. h. schon am längsten den Wachsthumsbedingungen ausgesetzt sind, verlieren zuerst das selbstständige, durch Wasseranziehung durch den eigenen Inhalt hervorgerufene Wachsthum und werden jetzt durch die noch wachsenden inneren Zellen tangential gedehnt. Diese Dehnung kann wohl auch den Contraktionszustand der Protoplasmen der gedehnten Zellen so überwinden, dass ab und zu Zelltheilung eintreten kann.

So entsteht aus der ursprünglich gleichartigen Gewebskugel eine äusserste gedehnte, hierauf eine dehnende in verschiedenen Lagen verschieden stark wachsende, zu innerst eine aus sich überwiegend, nach einwärts zu aber abnehmend häufig theilenden Zellen bestehende Lage. So lange sich die Zellen im Centrum theilen, bleibt das Verhältniss dasselbe, da dann immer im Centrum die jüngsten d. h. den die Moleküle spaltenden äusseren Einflüssen noch am kürzesten ausgesetzten Protoplasmen sich befinden. Das Ganze ist gleichsam ein isolirter kugeliger Wurzelvegetationspunkt nebst seiner Haube.

Als einen concreten Fall der Verschiedenartigkeit der Entwickelung ursprünglich gleichartiger Zellen je nach den Druckverhältnissen, die auf die einzelnen Zellen einwirken, führe ich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0542-4

die Entwickelung der Adventivwurzeln in den Knoten von *Hordeum distichum* an [1]).

Durch reichliche Theilungen entsteht im Knotengewebe ein wenig abgegrenzter Gewebshügel, in welchem sich allmählig die Neigung einer concentrischen Anordnung um sich reichlichst theilende centrale Zellen erkennen lässt, eine Folge davon, dass nach den obwaltenden Druckverhältnissen mit der Entfernueg vom Mittelpunkte die Möglichkeit der Volumzunahme der Zellen zunimmt. [2]). Mehr und mehr macht sich ein Unterschied, „eine Differenzirung der fast gleichartigen Zellenmasse", in der Weise geltend, dass in den Zellen, welche in den nach einwärts gerichteten Radien liegen, in Folge des Druckes, den sie erleiden, die tangentialen Wände breiter werden als die radialen, während umgekehrt die in den seitwärts gerichteten Radien liegenden Zellen durch den Druck von Innen radial längere, tangential kürzere Wände bekommen. Diese Zellen in den seitlichen Radien sind in Folge des Druckes von Aussen und Innen, am meisten veranlasst und haben auch am meisten Gelegenheit, zuerst ausgiebig in die Länge zu wachsen und zwar geht die Richtung dem Drucke von den inneren Radien und der dort stattfindenden Zellvermehrung entsprechend mehr und mehr senkrecht zur Oberfläche des Knotens. Die Zellen in den inneren Radien theilen sich reichlicher, weil einerseits der Druck von allen Seiten her eine ausgiebige Vergrösserung derselben verhindert, weil sie anderseits bezüglich der Nahrungszufuhr am meisten begünstigt scheinen. Die in den nach Aussen gekehrten Radien gelegenen Zellen erleiden die meiste Dehnung, verlieren daher zuerst ihre selbstständige Wachsthumsfähigkeit und werden mehr und mehr gedehnt.

So entstehen auf Grund der Druckverhältnisse aus der ursprünglich gleichartigen Zellgruppe drei Gewebspartien von verschiedenem Wachsthume: die in den nach einwärts gerichteten Radien gelegene Partie wird zum Plerom, die stärkst wachsende und daher die übrigen Zellen mit sich fortziehende Partie nennt man Periblem, die über dem Centrum sich theilender Zellen lie-

1) Ich entnehme nachfolgende Darstellung entwickelungsgeschichtlichen Studien, welche ich mit Dr. Lermer-Triest an der erwähnten Pflanze angestellt habe.

2) Vergl. die Construktionen von J. Sachs „über die Anordnung der Zellen in jüngsten Pflanzentheilen", Verhandlungen der phys.-med. Ges. zu Würzburg, N. F. Bd. XI.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0543-0

gende gedehnte Partie wird zur Wurzelhaube. Annahme einer von vorneherein in den Zellen liegenden Fähigkeit, in dieser oder jener Weise zu wachsen, ist nicht nothwendig.

In einem Internodium, auf welches die Wachsthumsbedingungen einwirken, kann sich keine äusserste der Wurzelhaube entsprechende Hülle bilden, höchstens entsteht eine einzige Lage gedehnter Zellen, weil in der Peripherie ganz junge Zellen sich befinden, jüngere als weiter nach einwärts zu, während es bei den Wurzeln gerade umgekehrt ist. Daraus folgt aber, dass die zuerst in die Länge wachsenden nicht jene der Peripherie sein können, sondern die inneren, auf welche bereits die Wachsthumsbedingungen länger einwirkten oder welche sich überhaupt schon in einem vorgeschrittenerem Zustande der Spaltung der Moleküle befinden. Hiebei hat der grössere Widerstand, den dies dehnende, weil zuerst wachsende Gewebe jenem gegenüber zu überwinden hat, welchen das dehnende Gewebe der Wurzel findet, zur Folge, dass hier der gesammte Druck einen viel höheren Grad erreichen muss, ehe das Wachsthum beginnt. Hiemit hängt aber auch das verschiedene Verhalten von Stamm und Wurzel gegenüber der Gravitation zusammen. Der höhere Turgor hat zur Folge, dass die durch die Schwerkraft hervorgerufene Stoffzufuhr das Längenwachsthum der Wände begünstigt, während gleichzeitig die aus der Vergrösserung der Protoplasmamoleküle abzuleitende Verzögerung des Wachsthums sich nicht geltend zu machen vermag.

Die turgescenten Zellen üben einen Druck auf die Protoplasmen des Vegetationskegels, indem Wasser gegen dieselben hin und zwischen ihre Moleküle hineingepresst wird. Je grösser die Anziehung der Protoplasmamoleküle, je grösseren Wiederstand sie spaltenden Einflüssen entgegensetzen, um so höher wird der Druck in den nachgiebigeren älteren Zellen weiter nach abwärts steigen. Auch aus diesem Grunde werden die Markzellen höheren Turgor erreichen als die Wurzelrindenzellen. Die Einsenkung des Vegetationspunktes ist häufig und es kann auch der Widerstand der Protoplasmen des Vegetationspunktes eine Verdickung des Stammes unterhalb zur Folge haben, wenn überhaupt die Bedingungen zum überwiegenden Dickenwachsthum gegeben sind.

Vermag nun schon ein einfacher Vegetationspunkt den Turgor der wachsenden Zellen zu erhöhen, so bewirkt dies jedenfalls die Anlage einer Inflorescenz oder einfachen Blüthe um so mehr. In dieser Weise erkläre ich mir die Eigenthümlichkeit, dass viele

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0544-6

Pflanzen, die vorher nur eine Blattrosette gebildet haben, plötzlich nach Anlage der Blüthen oder Inflorescenzen lange Internodien emportreiben. Auch das Emporschossen der Grashalme, das Aufrichten blüthentragender Stengeltheile kriechender Pflanzen gehört hieher; der erhöhte Turgor hat unterseits stärkeres Wachsthum zur Folge.

Wenn es sich um die Beurtheilung der Wachsthumserscheinungen handelt, welche sich an gewissen Organen bei ihrer Entwickelung zeigen, so muss man vor Allem den Zustand der Protoplasmen in dem Augenblicke berücksichtigen, in welchem die Wachsthumsbedingungen darauf einwirken, da hiernach auch der frühere oder spätere Beginn des Wachsthums dieser oder jener Zelllage sich ändert. So habe ich nachgewiesen [1]), dass vorgequellte und hierauf getrocknete Samen bei Wiederbefeuchtung mit Wasser rascher keimen als solche, welche dieser Behandlung nicht ausgesetzt waren. Den Grund hiefür möchte ich nicht allein in Aenderungen in der Wasserdurchlässigkeit der Samenschalen suchen, sondern auch in den Veränderungen der Protoplasmamoleküle durch die Quellung.

Mit den Druckverhältnissen im Vegetationskegel hängt es zusammen, dass die an ihm auftretenden Blätter unter dem Einflusse des Druckes von hintenher auf ihrer Unterseite anfangs stärker wachsen. Dadurch kommt jedes Blatt einer ruhenden Knospe, sei es Laub- oder Blüthenknospe mit einer verschiedenen Beschaffenheit der Protoplasmen der ober- und unterseitigen Zellen in den verhältnissmässigen Ruhestand. Da, wie oben auseinandergesetzt, das Wachsthum nicht sofort beginnt, sondern eine allmählige Erschütterung des Zusammenhangs der Moleküle und ihres Baues vorausgehen muss, so werden jene Protoplasmen, deren Moleküle bereits in diesem Zustande weiter vorgeschritten sind, bei Einwirkung der Wachsthumsbedingungen auch eher in der Wasseranziehung zu nehmen. Das ist der Fall bei der Entwickelung der Knospen im Frühjahre; wenn auch das ganze Blatt in die Länge wächst, so kann doch die Unterseite soweit das Uebergewicht behalten, dass sich ein solches Blatt nach aufwärts vollständig einrollt. Ohne Zweifel ist dies unterseits anfangs stärkere Wachsthum von Wichtigkeit für die Ausbildung der Unterschiede in der anatomischen Beschaffenheit von Ober- und Unterseite

1) Ueber das Vorquellen des Saatguts, Zeitschrift des landw. Vereins in Bayern. Februar 1877.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0545-1

und zwar um so mehr, je länger das unterseitige Wachsthum andauert. Die Unterseite spielt vorerst die Rolle des dehnenden Gewebes. Gerade aber wie bei Stamm und Wurzel und ganz der grossen Wachsthumsperiode entsprechend nimmt auf der Unterseite das Wachsthum mehr und mehr ab, jenes der Oberseite mehr und mehr zu. Dies kann soweit gehen, dass sich die Oberseite nach abwärts vollständig einrollt.

Der Eintritt des Uebergangs des stärkeren Wachsthums von der Unterseite auf die Oberseite können verschiedene Umstände beeinflussen. So z. B. schon die Spannung zwischen Mesophyll und Nerven. Aber auch äussere Einflüsse z. B. Verdunstung bei stärkerer Trockenheit oder höheren Temperatur oder Beleuchtung können eine solche Umkehr hervorrufen. Nehmen wir an, Druck und Gegendruck seien der Art, dass zwar die Unterseite noch das Uebergewicht habe, aber um ein Geringes, so werden die erwähnten Einflüsse leicht bewirken können, dass die Turgescenz der Unterseite abnimmt, folglich ein Blatt sich mit der Unterseite concav biegt, während Beseitigung dieser Einflüsse wieder den früheren Zustand, ein Ueberwiegen der Unterseite zur Folge hat. Das Gleiche, nur in umgekehrter Richtung, kann bei einem Wachsthumszustande eintreten, in welchem bereits die Oberseite überwiegt, aber nur schwach. In diesem Falle werden Aenderungen in den erwähnten äusseren Einflüssen der Unterseite das Uebergewicht verschaffen. Von diesen Gesichtspunkten aus gedenke ich die Bewegungen, welche manche wachsende Organe unter dem Einflusse von Beleuchtungs- und Temperaturwechsel zeigen, zu verfolgen.

In den beschriebenen Formen der Knospenöffnung lassen sich nur solche Fälle unterbringen, bei denen die Blätter bei ihrer Anlage genau auf ihrer Unterseite stärker gewachsen sind. In vielen Fällen aber, so oft bei zweireihiger Blattstellung, ist das Blatt in der Knospe so gelagert, dass die eine Hälfte der Spreite, die auf der anderen liegt, mit ihrer Unterseite (Aussenseite) stärker wächst und zwar nicht gleichmässig, sondern stärker gegen die Mittelrippe zu, während die Mittelrippe selbst auf der äusseren Seitenkante stärker wächst. Bei der Entwickelung kommt nun das Blatt ganz anders zu stehen, als man nach der Insertion erwarten sollte, weil eben auch hier erst jene Theile des Blattes stärker wachsen, welche schon in der Anlage der Knospe hierin begonnen haben, dann aber gerade die oberseitigen Zellen dieser nämlichen Theile. Es kommt dadurch die Fläche

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0546-7

der entwickelten Spreite in eine ganz andere Ebene zu stehen als sie einnehmen würde, wenn das Wachsthum auf der morphologischen Unterseite anfangs gleichmässig überwiegend gewesen wäre. Natürlich ist hier auch die Spannung zwischen Nerven und Mesophyll in dem sich entwickelnden Blatte eine andere als in den erst erwähnten Fällen. Die Entwickelungsweise der Blätter hat auch zur nothwendigen Folge, dass die junge Axe sie solange dreht, bis die Symmetrieebene des Triebes vertical steht u. s. w.

Allgemein gesagt, ist die Mechanik des Oeffnens der Knospen und der damit sonst noch verbundenen Wachsthumserscheinungen eine verschiedene und von Fall zu Fall, von den Druckverhältnissen der Knospen ausgehend, zu studiren. Mit der Prüfung dieser Verhältnisse bin ich beschäftigt.

---

## Die Laubmoose des fränkischen Jura.

Von F. Arnold.

(Fortsetzung.)

**211.** *Leskea polycarpa* Ehr.

IV. 1. Am Grunde eines Carpinus-Stammes an einer Waldlache im Hirschparke bei Eichstätt; an alten Weiden längs der Flussufer. Am Grunde alter Pappeln am Donauufer bei Donauwörth.

var. *paludosa* Hedw.; Mol. Bay. L. p. 204.

IV. 1. Am Grunde alter Weiden zu Prennbrunn bei Regensburg (Fürnrohr p. 204).

2. Auf hölzernen Ufer- und Brückenpfosten um Eichstätt, Wassertrüdingen, Pretzfeld.

**212.** *Leskea nervosa* Schwgr.

I. 4. Sehr selten: steril auf einem Quarzblocke bei Biberbach unweit Gössweinstein (von Juratzka und Milde eingesehen).

**213.** *Anomodon longifolius* (Schl.).

Im Frankenjura bloss steril angetroffen.

I. 2. An Sandsteinfelsen des Steinbruchranken bei Wassertrüdingen.

---

1) Die seit Abfassung dieser Abhandlung fortgesetzten, noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen über das Oeffnen und Schliessen von Blüthen, Laubblättern u. s. w. werden mir voraussichtlich gestatten, selbe nach allgemeinen Gesichtspunkten zu behandeln; die weitere Ausführung der auseinandergesetzten Grundsätze in anderen Richtungen behalte ich mir vor.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0547-3

# 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 die Molekularconstitution der Protoplasmen sich theilender und wachsender Zellen 529-541