

Zeitschrift: Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik
Herausgeber: M.J. Schleiden und Carl Nägeli
Band: 1 (1844-1846)
Heft: 3-4

Artikel: Ueber das Wachsthum und den Begriff des Blattes
Autor: Nägeli, Carl
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-357987>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ueber das Wachsthum und den Begriff des Blattes

von

C a r l N ä g e l.

(Tab. IV. Fig. 11—14.)

Das Blatt ist selten definiert worden. Man begnügte sich damit, einzelne Eigenschaften, welche Bezug auf Gestalt, Stellung und Verrichtungen haben, und welche ziemlich allgemeine Regel sind, hervorzuheben.

Diese Eigenschaften machten sich wohl als vorzugsweise Attribute des Begriffes geltend; sie machten aber nicht auf ein ausnahmsloses und nothwendiges Vorkommen und auf absolute Verschiedenheit gegenüber den andern Organen Anspruch.

Das Blatt hat zwar meist eine flache Ausbreitung; aber es giebt auch cylindrische Blätter. Der Stengel ist zwar meistens cylindrisch; aber es kommen auch zusammengedrückte und flache Stammformen vor. Ausserdem giebt es noch andere flächenförmige Organe, welche nicht Blattorgane sind, so z. B. die Schuppen des Farrenwedels, mehrere Vorkeimarten, den Thallus der Flechten, vieler Algen und Florideen u. s. w.

Das Blatt hat in der Regel zwei verschiedene Flächen, eine obere und eine untere Fläche, welche sich durch mehrere Eigenschaften von einander unterscheiden. Der Stamm und die Wurzel sind in der Regel ringsum gleichartig. Aber es ist zu

bemerken, dass es — namentlich unter den cylindrischen — Blätter giebt, wo die erkennbare Verschiedenheit zwischen oberer (innerer) und unterer (äusserer) Fläche bis auf ein Minimum schwindet, — obgleich sie allerdings immer noch vorhanden sein mag. Ferner giebt es auch Stammorgane, welche zwei verschiedene Seiten besitzen: sei es eine obere, dem Lichte und der Luft, und eine untere, der Erde zugekehrte Seite (an kriechenden Stämmen); sei es eine innere, der Mutterachse zugewendete, und eine äussere, der Mutterachse abgewendete Seite (an mehreren Seitenästen). Ausserdem haben auch die meisten der vorhin erwähnten flächenförmigen Organe, welche weder Blatt, noch Stamm sind, ferner die Farrenwedel und das Laub der Lebermose zwei verschiedene Seitenflächen.

Das Blatt ist seitlich am Stämme befestigt; allein diese seitliche Lage ist dem Blatte ebensowenig ausschliesslich eigen. Denn es giebt Stammachsen (die Spindeln vieler Blüthenstände, viele Blüthenstiele u. s. w.), welche ebenfalls bloss seitlich stehen. Die Wurzeln haben meist, die Haare immer eine seitliche Stellung.

Das Blatt hat häufig einen Ast oder eine Knospe in seiner Achsel. Es giebt aber viele Laubblätter, in deren Achsel die Knospe in der Regel mangelt und nur ausnahmsweise gebildet wird. Es giebt ferner bestimmte Blattarten wie Hüllblätter, Kelchblätter, Blumenblätter, Staubblätter, denen das Vermögen, eine Knospe zu erzeugen, überhaupt mangelt.

Das Blatt ist meist grün oder gefärbt; es übernimmt vorzüglich die Assimilation und Umbildung der Stoffe; es dient hauptsächlich dazu, gasförmige Stoffe aufzunehmen, und flüssige und gasförmige Stoffe auszuscheiden. Diese Verrichtungen mangeln aber vielen (schuppenförmigen) Blättern ganz; sie sind bei Wassergewächsen wenigstens sehr modifizirt. Diese Verrichtungen sind ferner auch dem Stämme nicht fremd, und werden selbst in einigen Fällen ganz von demselben übernommen.

Alle diese eben berührten Eigenschaften, welche *vorzugswise* dem Blatte angehören, geben zusammen ziemlich sichere Haltspuncte, wodurch dieses Organ von den übrigen Organen unter-

schieden wird. Sie lassen bei den meisten beblätterten Pflanzen die Blätter sogleich erkennen. Dagegen reichen sie nicht aus, um zu entscheiden, ob Rhizocarpen und Farren, ob die laubartigen Lebermoose, und ob viele Florideen und Algen Blätter besitzen oder nicht.

Alle jene Eigenschaften dienen also nicht, um das Blatt gerade da zu erkennen, wo es zuerst und in seiner einfachsten Form auftritt, und wo sich sein Begriff bildet. Es ist diess begreiflich, weil dieselben nicht dem Begriffe angehören, sondern bloss den Formenkreis theilweise begrenzen, in welchem sich der Begriff des Blattes realisiert.

Zwei andere Eigenschaften des Blattes, welche sein Entstehen und sein Wachsthum betreffen, sind dagegen bestimmt als charakteristische Merkmale des Begriffes gegenüber dem Begriffe des Stammorganes aufgestellt und auch in neuester Zeit festgehalten worden. Das Blatt soll 1) ein aus der Rinde des Stammes gebildetes Organ sein, und es soll 2) an seiner Basis wachsen. Am schärfsten sind diese zwei Eigenschaften von *Endlicher* und *Unger* und von *Schleiden* ausgesprochen worden:

„Ursprünglich ist das Blatt nichts anderes, als die vom Stämme theilweise losgetrennte Oberfläche desselben. Die Grundform des Blattes ist daher die einer cylindrischen Hülle oder Scheide, aus deren weiterem Gegensatze und Trennung erst die gemeiniglich flächenförmige Ausbreitung hervorgeht, die wir als Blatt zu betrachten gewohnt sind.“¹⁾

„Die Blätter nehmen nicht wie die Achse fortwährend an der Spitze, sondern umgekehrt am Grunde zu, und ihr Wachsthum ist eine Erweiterung der Fläche nach allen Dimensionen.“²⁾

„Unterhalb der Stammspitze werden ebenfalls (wie in der Stammspitze selbst) neue Zellen gebildet, aber so, dass die neugebildeten zum Theil nach aussen ge-

¹⁾ *Endlicher* und *Unger*, *Grundzüge der Botanik* pag. 105.

²⁾ A. gl. O. pag. 143.

drängt werden (zum Theil aber als fortbildende in der Nähe des Stengels verharren). So schiebt sich von dieser Region aus eine Zellgewebsmasse aus dem Stengel hervor, die entweder im ganzen Umfange am Grunde zusammenhängend als ein ungetrenntes Organ erscheint, oder gleich am Grunde sich in zwei oder mehrere Theile theilend, als zwei oder mehrere auf gleicher Höhe stehende Organe sich darstellen. Durch die Anordnung der Zellen an der sich verlängernden Spitze wird die genannte seitliche Region immer mehr von dem eigentlichen Heerde der lebendigen Zellenbildung entfernt.“¹⁾.

„Der allgemeine Charakter der Blätter liegt in der Entwicklungsgeschichte. Das Blatt schiebt sich gleichsam aus der Achse hervor; die Spitze ist sein ältester, die Basis sein jüngster Theil..... Die bildende Thätigkeit im Blatte ist eine beschränkte..... Es wird als bestimmtes Product der Formenbildung gänzlich von der Achse bestimmt; der eine Zeitlang darin fortdauernde Bildungsprocess kann wohl das Volumen etwas vergrössern und auf die innere Structur von Einfluss sein, niemals aber die angelegte Form umändern. So ist also das Blatt die aus der im Wachsthum und daher morphologisch unbeschränkten Achse hervorgehende, im Wachsthum und daher morphologisch beschränkte Form.“²⁾

Im Gegensatze zu diesen herrschenden Ansichten über das Entstehen und das Wachsthum des Blattes habe ich für die Laubmoose nachgewiesen³⁾:

- 1) dass das Blatt aus einer einfachen Zelle entsteht;
- 2) dass das Wachsthum durch Zellenbildung an der Spitze und am Umfange stattfindet, und dass es

¹⁾ Für die Bildung der Cotyledonen: *Schleiden*, Grundzüge d. w. B. II. pag. 111 (erste Auflage).

²⁾ *Schleiden*, Grundzüge d. w. B. II. pag. 167 (erste Auflage).

³⁾ 2. Heft pag. 175 ff.

also von der Basis nach oben und aussen hin fortschreitet;

3) dass das Wachsthum durch Zellenausdehnung dagegen an der Spitze und am Umfange beginnt und nach der Basis hin fortgeht.

Ich will nun hier, um einen Beitrag für die Erkenntniss des Begriffes zu liefern, für das Blatt im Allgemeinen die Beantwortung folgender vier Fragen versuchen:

- 1) Wie wächst das Blatt durch Zellenbildung?
- 2) Wie wächst das Blatt durch Zellenausdehnung?
- 3) Wie entsteht das Blatt?
- 4) Wo entsteht das Blatt?

1. Wachsthum des Blattes durch Zellenbildung.

Das Wachsthum des Blattes durch Zellenbildung ist am leichtesten bei *Algen* und *Florideen* zu beobachten, weil sein Bau da-selbst sehr einfach ist. Ist dasselbe dichotomisch oder doldenförmig (*Dasycladus*, *Griffithsia corallina* etc.), so entsteht immer zuerst die Zelle, welche die Strahlen trägt, und nachher die Strahlen. Jene Zelle wächst an ihrem obern Ende, seitlich und etwas unterhalb von ihrem Scheitel, in zwei oder mehrere kurze Aeste aus, und erzeugt zwei oder mehrere Astzellen. Jede der letztern bildet darauf auf gleiche Weise an ihrer Spitze zwei oder mehrere Tochterzellen. Die Zellenbildung findet also an der Spitze statt.

Besteht das Blatt aus einer (unverästelten oder verästelten) *Zellenreihe*, so theilt sich, so lange dasselbe wächst, die Scheitzelle (die primäre Zelle) in eine neue Scheitzelle (primäre Zelle) und in eine Gliederzelle (secundäre Zelle). Verästelt sich das Blatt, so wachsen die Gliederzellen aus, erzeugen Astzellen, und in den Aesten wiederholt sich das Wachsthum der Hauptachse. Die Zellenbildung geschieht auch hier bloss an der Spitze der Achsen (so bei mehrern *Callithamniaceen*, *Polysiphonia*¹⁾ etc.).

¹⁾ Vgl. den Aufsatz über diese Gattung in diesem Hefte.

Ist das Blatt ein Zellkörper, so muss zwischen Wachsthum in die Länge und Wachsthum in die Dicke unterschieden werden. An der Spalte des wachsenden Blattes ist immer eine einzige Zelle, die Scheitelzelle oder primäre Zelle. Diese Zelle theilt sich, so lange das Blatt durch Zellenbildung in die Länge wächst, durch eine horizontale Wand in eine obere, neue Scheitelzelle (primäre Zelle) und in eine untere, Gliederzelle (secundäre Zelle). — Das Wachsthum in die Länge geschieht durch Zellenbildung an der Spalte (so bei *Herposiphonia*¹), *Digenea* etc.).

Die Gliederzellen theilen sich durch verticale Wände in nebeneinander liegende Zellen. Diese Zellenbildung findet, wenn das Blatt aus mehrern Zellschichten besteht, je in den äussersten Zellen statt. Gewöhnlich fangen die untersten Gliederzellen eines Blattes zuerst sich zu theilen an, und dieser Process dehnt sich rasch auf die obern Gliederzellen aus. Das Wachsthum in die Dicke kann auch fast gleichzeitig in allen Gliederzellen auftreten. Selten beginnt es in den obern Gliederzellen, und schreitet nach der Basis hin fort (so in *Spyridia filamentosa*).

Das Wachsthum durch Zellenbildung zeigt somit bei denjenigen Blättern der Florideen, welche Zellkörper sind, die gleichen Erscheinungen wie beim Stamm und bei der Frons der Florideen. Das Wachsthum in die Länge geht von unten nach oben, das Wachsthum in die Dicke von innen nach aussen²).

Die Blätter der *Characeen* wachsen durch Theilung der Scheitelzelle, indem diese eine neue Scheitelzelle (primäre Zelle) und eine Gliederzelle (secundäre Zelle) erzeugt. Die Theilung der Gliederzellen findet entweder fast gleichzeitig statt, oder sie beginnt oben, dehnt sich aber bald auch auf den untern Theil des Blattes aus.

Die Blätter der (Leber- und Laub-) *Moose* sind selten verästelte Zellenreihen, gewöhnlicher eine Zellschicht mit oder ohne Mittelnerv, zuweilen ein (aus mehrern Schichten bestehender)

¹) Vgl. über diese Gattung in diesem Hefte.

²) Vgl. die Wachstumsgeschichte von *Delesseria Hypoglossum* im 2. Heft pag. 121 ff.

flacher Zellkörper. Wenn das Blatt eine verästelte Zellenreihe ist (wie bei *Jungermannia trichophylla* und *J. setacea*), so wächst es auf gleiche Art, wie die ähnlich gebauten Blätter der Florideen.

Ist das Blatt eine Zellschicht, so steht an der Spitze desselben (wenigstens bei den Laubmoosen) eine einzige Zelle (Scheitelzelle oder primäre Zelle). Durch die fortwährende Theilung dieser Zelle in eine untere und in eine obere Zelle wächst das Blatt in die Länge. Diejenigen Zellen, welche je mit einer Scheitelzelle aus den successiven Scheitelzellen entstanden sind, und die ich secundäre Zellen genannt habe, theilen sich in eine innere und in eine äussere Zelle. Die Theilung wiederholt sich in den jeweiligen Randzellen. Das Wachsthum der Blätter, welche Zellschichten sind, findet also durch Zellenbildung an der Spitze (in die Länge) und durch Zellenbildung am Rande (in die Breite) statt¹⁾. — Die Blätter der Lebermoose machen keine Ausnahme von dem allgemeinen Gesetze; es scheint bloss, dass sie nicht mit Einer, sondern mit mehrern Scheitelzellen (primären Zellen) in die Länge wachsen.

Ausser dieser gesetzmässigen Zellenbildung ist noch eine, als zufällige zu bezeichnende Zellenbildung vorhanden, welche sich durch die Theilung einzelner (innerhalb des Randes liegender) Flächenzellen äussert. Sie ist zufällig, weil sie bald mangelt, bald in geringer oder grösserer Masse auftritt, und weil sie beliebige Flächenzellen trifft²⁾.

Besitzt das Blatt der Laubmose einen Mittelnerv oder ist es in seiner ganzen Ausdehnung aus mehrern Schichten gebildet, so röhrt es daher, dass sich die Flächenzellen durch senkrechte, mit der Organfläche parallele Wände theilten. Auch diese Zellenbildung wiederholt sich in den äussern Zellen, schreitet also von innen nach aussen hin fort. — Auch hier können sich nachträglich die innern Zellen noch theilen; diese Zellenbildung ist aber weder

¹⁾ Vgl. über das Wachsthum des Laubmoosblattes im 2. Heft pag. 175.

²⁾ A. gl. O. pag. 181.

nothwendig, noch an bestimmte Gesetze gebunden. Sie kann je nach Umständen mangeln oder vorhanden sein; sie kann im letztern Falle die Zahl der Zellen mehr oder weniger vermehren.

Die Blätter der *Lycopodiaceen* und *Equisetaceen* wachsen ebenfalls durch Zellenbildung an der Spitze, und zwar durch Theilung der einzigen Scheitelzelle. Die weitern Processe sind mir noch nicht ganz klar geworden, aber es scheint mir, als ob das Wachsthum in die Breite und das Wachsthum in die Dicke auf ähnliche Weise erfolgten, wie bei den aus mehrern Schichten bestehenden Laubmoosblättern.

In Bezug auf die Blätter der *Phanerogamen* gilt als allgemeines Gesetz, dass dieselben durch Zellenbildung an der Spitze in die Länge, durch Zellenbildung am Rande in die Breite wachsen. Man überzeugt sich davon fast immer, wenn man das erste beste *Phanerogamen*-Blatt, ehe es vollständig angelegt ist, genau untersucht. Man sieht nämlich, dass die Zellen an der Spitze und am Umfange einen homogenen Schleim enthalten, während sich derselbe in dem übrigen Gewebe schon in einen gelblichen oder grünlichen, körnigen Inhalt verwandelt hat. Zuweilen, namentlich bei dünnern Blättern, kann man auch die entstehenden Scheidewände in den Randzellen sehen. Nicht selten, besonders bei sehr schmalen Blättern, erkennt man deutlich während des Wachsthums die Scheitelzelle, welche dadurch, dass sie sich theilt, das Längenwachsthum vermittelt.

Dass das Blatt der *Phanerogamen* an der Spitze und nicht an der Basis durch Zellenbildung wachse, sieht man aber am leichtesten an zertheilten oder zusammengesetzten Blättern. In der Regel entstehen hier an der Hauptachse die ersten Seitenachsen von unten nach oben; auf gleiche Weise bilden sich an den ersten Seitenachsen die zweiten Seitenachsen u. s. w.

Ich habe in Tab. IV. Fig. 11—14 junge Blätter von einer *Astragalus*-art gezeichnet. Das ausgebildete Blatt besitzt jederseits 13—16 Fiederblättchen. Fig. 11 zeigt ein Blatt in sehr jungem Zustande von der Fläche; es hat sich erst jederseits ein Nebenblatt zu bilden angefangen. In Fig. 12 ist ein wenig älteres Blatt

von der Seite zu sehen. Fig. 13 stellt ein junges Blatt ohne die Stipeln, von der inneren Fläche angesehen, dar. Jederseits sind erst die Anfänge von vier Blättchen sichtbar; davon sind die obersten die kleinsten und die jüngsten. Fig. 14 zeigt ein Blatt von der Seite; an demselben stehen bereits acht ältere und jüngere Blättchenpaare. Diese beiden Darstellungen zeigen deutlich, dass die Bildung der Fiederblättchen unten beginnt und nach oben hin fortschreitet, dass die untersten Blättchen die ältesten, die obersten die jüngsten sind, sowie dass die Blattspindel an der Spitze wächst.

An den Blättern von *Utricularia* ist nicht bloss die an der Basis beginnende und nach der Peripherie hin fortschreitende Vertheilung zu beobachten, sondern man erkennt auch an jedem einzelnen Lappen deutlich, dass er durch Zellenbildung an der Spitze wächst. Die Enden der Lappen sind farblos, mit kleinern Zellen, mit sehr zarten Zellmembranen, und mit homogen-schleimigem Zelleninhale: hier vermehren sich die Zellen durch Theilung. An dem ganzen übrigen Blatte (mit Ausnahme der Lappenenden) findet man grössere Zellen, mit starken Membranen, mit grünem Inhalte, und mit ausgeschiedener Lust zwischen den Zellen: hier hat die Zellenbildung schon vor einiger Zeit aufgehört.

Nicht bei allen getheilten Blättern schreitet die Vertheilung von unten nach oben fort. Bei einigen schlägt sie den umgekehrten Weg ein. Das geschieht z. B. bei *Myriophyllum*. Zuerst entsteht die Hauptachse; dann bilden sich an derselben die Fiedern von oben nach unten. Hauptachse und Fiedern wachsen aber auch hier durch Zellenbildung an der Spitze.

Für die Blätter der Phanerogamen gilt also das gleiche Gesetz, wie für die Blätter der übrigen Pflanzen. Sie wachsen durch Zellenbildung an der Spitze und am Umfange, wie diess alle übrigen Organe auch thun.

Mit diesem Wachsthum an der Spitze und am Umfange ist aber meistens nicht alle Zellenbildung im Blatte beendigt. Sonst können sich auch die unterhalb der Spitze und innerhalb des Randes zwischen den beiden Blattflächen liegenden Parenchymzellen noch theilen. Es ist diess eine nachträgliche Zellenbildung,

welche, wie bei den Moosblättern, weder constant und gesetzmässig, noch nothwendig ist. Ich will dieses nachträgliche, zufällige Wachsthum durch Zellenbildung im Gegensatz zu dem normalen *peripherischen* Wachsthum das *allseitige* Wachsthum nennen, weil es alle oder beliebige Zellen treffen kann. Dasselbe tritt im Allgemeinen unter drei Formen auf:

1) Das allseitige Wachsthum durch Zellenbildung mangelt entweder ganz, oder es ist bloss in einer bestimmten Entfernung hinter der durch peripherische Zellenbildung sich verlängernden Spitze thätig, und hört in jedem Puncte bald auf. Es schreitet also, wie das peripherische Wachsthum, von unten nach oben fort. In den untern Theilen des Blattes hat jede Zellenbildung (wenigstens mit Ausnahme der Gefässbündel) aufgehört, während sie an dem Umsange noch fortdauert. Ein Beispiel hiefür giebt das Blatt von *Utricularia*.

2) Das allseitige Wachsthum durch Zellenbildung findet in allen Theilen des Blattes, welches seine peripherische Zellenbildung rasch vollendet, gleichzeitig statt, und hört auch im ganzen Blatte ziemlich gleichzeitig auf.

3) Das allseitige Wachsthum durch Zellenbildung beginnt, nachdem die peripherische Zellenbildung rasch vollendet ist, entweder bloss oder doch vorzüglich im obern Theile des Blattes, und schreitet nach unten hin fort. Es hört an der Basis des Blattes zuletzt auf.

Es stimmen also die Blätter aller Pflanzen, ohne Ausnahme, darin miteinander überein, dass das normale peripherische Wachsthum durch Zellenbildung von der Basis nach der Peripherie hin fortschreitet, dass es somit am Scheitel (bei Zellenreihen), oder am Scheitel und am Rande (bei Zellschichten), oder am Scheitel, am Rande und an der Oberfläche (bei Zellkörpern) thätig ist.

Dieses Gesetz bildet das einzige Moment im Wachsthum, welches allen mehrzelligen Blättern gemeinsam ist. Es ist aber zugleich ein Moment, welches auch alle übrigen Organe (wenige Ausnahmen abgerechnet) besitzen.

Ausser dem normalen peripherischen Wachsthum findet sich, wie wir gesehen haben, zuweilen bei den Blättern (namentlich bei den complicirteren) noch ein abnormales allseitiges Wachsthum durch Zellenbildung; zuweilen mangelt es (namentlich bei den einfacher gebauten). Dasselbe folgt keinem Gesetze. Wenn es vorhanden ist, so tritt es häufig bloss in einzelnen zerstreuten Zellen auf, oder es trifft ein ganzes Gewebe. Im letztern Falle ist es im ganzen Blatte gleichzeitig, oder es bewegt sich von unten nach oben, oder es schreitet von oben nach unten hin fort.

Das abnormale allseitige Wachsthum durch Zellenbildung finden wir genau mit den gleichen Modificationen und in der gleichen Unbestimmtheit bei andern Organen, namentlich bei verschiedenen Stammorganen.

Nach den jetzigen Ansichten der Pflanzenphysiologen sollte das Blatt an seinem Grunde durch Zellenbildung wachsen, so dass die Spitze sein ältester, die Basis sein jüngster Theil wäre. Diese irrthümliche Theorie röhrt ohne Zweifel daher, dass man die ersten Entwicklungszustände nicht genau genug beobachtete, dass man ferner das Wachsthum durch Zellenbildung und das Wachsthum durch Zellenausdehnung miteinander vermengte. Berücksichtigt man bloss oder doch vorzüglich diejenigen Stadien, welche das Blatt durchläuft, nachdem sein peripherisches Wachsthum beendigt ist (und diese sind die augenfälligsten und am leichtesten zu beobachtenden), — so kann man leicht auf die Idee kommen, dass das Blatt bloss an seinem Grunde Zellen bilde. Denn in den meisten Fällen sind dannzumal die obren Theile des Blattes entwickelt, ihre Zellen grösser mit umgebildetem Inhalte; die untern Theile des Blattes dagegen sind unentwickelt, ihre Zellen noch klein mit farblosem Schleiminhalt. Aus diesem Verhalten wurde der Schluss gezogen, dass einzig im untern Theile des Blattes sich Zellen bilden, — obgleich diese Zellenbildung selbst nicht gesehen wurde. Dieses Verhalten berechtigt aber nicht einmal zu dem Schluss, dass die Zellen der untern Theile des Blattes jünger seien, als die Zellen der obren Theile. Denn die Zellen entwickeln sich sehr ungleich schnell. Noch viel

weniger aber folgt aus jenem Verhalten, dass die untern Theile des Blattes selbst die jüngern seien. Denn, auch wenn die Zellenbildung unten zuletzt aufhört (wie es in einzelnen Fällen wirklich stattfindet), so ist zu berücksichtigen, dass die Zellenbildung in verschiedenen Theilen eines Organs häufig ungleich lang dauert, und ferner, dass, wie ich oben auseinander gesetzt habe, zwischen zwei Arten der Zellenbildung unterschieden werden muss, nämlich zwischen der normalen peripherischen Zellenbildung, welche dem Organ seine wesentliche Gestalt giebt, und zwischen der abnormalen, allseitigen Zellenbildung, welche an der Gestalt des Organs unwesentliche Modificationen erzeugt.

2. *Wachsthum des Blattes durch Zellenausdehnung.*

Bei *Algen* und *Florideen*, wo die Blätter sehr einfach gebaut sind (unverästelte oder verästelte Zellenreihen, oder einfache gebaute, gegliederte, cylindrische oder flache Zellkörper), wird gewöhnlich das Blatt zuerst durch Zellenbildung fertig gebildet, ehe es sich zu entfalten anfängt; alle Zellen sind noch klein, und enthalten einen halbflüssigen, farblosen oder wenig gefärbten Schleim. Die Ausdehnung trifft nun zuerst die obren Zellen. Dieselben werden grösser; der Inhalt scheidet sich in eine wässrige Flüssigkeit, welche das Lumen ausfüllt, und in feste Stoffe, welche sich an die innere Oberfläche der Wandung lagern. Diese Ausdehnung schreitet von oben nach unten hin fort, sowohl an jeder einzelnen Achse des zusammengesetzten Blattes, als am Blatte überhaupt.

Halb-entwickelte Blätter zeigen daher an der Spitze Zellen, welche ihre vollständige Grösse erreicht haben, und in denen die Umbildung der Stoffe vollständig erfolgt ist; so dass man fortan keine wesentlichen Veränderungen mehr an ihnen bemerkt, und daher schliessen muss, dass ihr Lebensprocess ganz oder wenigstens zum wichtigsten Theile vollendet sei. In den untern Partieen dagegen besteht das halb-entwickelte Blatt aus Zellen, die noch nicht verändert haben, die noch klein und homogen-schleimig sind. — Erst wenn die Zellenausdehnung ganz bis zur Basis fortgeschritten ist, enthält das Blatt überall wieder gleiche Zellen.

Nicht selten geschieht es, namentlich wenn die Blätter unverästelte oder verästelte Zellenreihen sind, dass die Zellen in gleicher Folge, wie sie sich ausdehnten, abfallen; dass also das Abbrechen der Zellen an der Spitze beginnt, nach unten fortschreitet, und dass zuletzt das ganze Blatt verschwunden ist (mehrere *Calithamniaceen*, *Polysiphonia*¹⁾ etc.). — Andere Blätter fallen zumal (als ganze) ab.

Dass das Wachsthum durch Zellenausdehnung an Blättern von Algen und Florideen von oben nach unten sich bewegt, ist wohl Regel, aber wie mir scheint, nicht ohne Ausnahme, indem in einzelnen Fällen dieses Wachsthum gleichzeitig in den verschiedenen Theilen des Blattes erfolgt, oder unten eher noch etwas früher beginnt. Solche Blätter sind meist bleibend.

Ausserdem giebt es bei Algen und Florideen Blätter, welche einfache Zellen, bei Algen überdem solche, welche bloss Zellenäste (bloss Theile von Zellen) sind. Hier kann in der Regel nicht entschieden werden, welche Richtung das Wachsthum durch Ausdehnung (Ausdehnung der Membran und Umbildung des Inhaltes) einschlage. Bei *Caulerpa* und bei *Bryopsis*, wo die Entscheidung möglich, wächst das Blatt (welches ein Zellast ist) durch Ausdehnung der Membran und Entwicklung des Inhaltes von unten nach oben²⁾.

Bei den Blättern der (Laub- und Leber-) Moose beginnt das Wachsthum durch Ausdehnung, wenigstens in den meisten Fällen, an der Spitze, und geht von da nach dem Grunde. Dasselbe fängt also erst an, nachdem die Zellenbildung ganz vollendet ist³⁾. — Dieses Wachsthum durch Zellenausdehnung ist an Laubmoosblättern leicht zu beobachten, vorzüglich schön aber an *Sphagnum*-blättern, weil hier eine ungleiche Entwicklung der Zellen (zu Spiralfaserzellen und grünen Zellen) statt hat, und diese ungleiche Entwicklung genau einer mathematischen Regel folgt,

¹⁾ Vgl. den Aufsatz über *Polysiphonia* in diesem Heft.

²⁾ 1. Heft pag. 134 ff.

³⁾ 2. Heft pag. 175 ff.

welche mit den Zellenbildungsgesetzen im innigsten Zusammenhang steht.

Die Blätter der *Characeen* entwickeln zuerst ihre Endzellen, und zuletzt die Zellen der Basis.

An den Blättern der *Lycopodiaceen* schreitet die Ausdehnung der Zellen ebenfalls von der Spitze nach dem Grunde hin fort.

Bei den *Phanerogamen* ist es für die einfachen Blätter und für die Blättchen der zusammengesetzten Blätter gleichfalls Regel, dass sich die Zellen an der Spitze zuerst ausdehnen, an der Basis zuletzt. Aber diese Regel ist nicht ohne Ausnahmen. Es giebt auch Blätter, wo die Ausdehnung im ganzen Blatte ziemlich gleichzeitig ist; — und sogar solche, wo das Wachsthum durch Ausdehnung, wie das Wachsthum durch Zellenbildung, von unten nach oben fortschreitet (z. B. bei *Utricularia*). — Für den Blattstiell der zusammengesetzten Blätter aber giebt es, soviel ich bis jetzt weiß, keine Regel, indem das Wachsthum durch Ausdehnung bald in dieser, bald in jener Richtung, bald gleichzeitig erfolgt.

Es sind in früheren und wieder in den neuesten Zeiten viele Untersuchungen über das Wachsthum der Organe, namentlich auch der Blätter, angestellt worden. So genau nun auch dieselben innerhalb ihrer Methode sind, so ungenau ist dagegen die Methode selbst. Es ist bis jetzt immer nur das Mass der quantitativen Zunahme berücksichtigt worden. Die qualitative Zunahme, ob durch Zellenbildung, peripherische oder allseitige, ob durch Zellenausdehnung, wurde vernachlässigt. Ein wissenschaftliches Resultat wird erst dann erzielt werden, wenn die Messungen mit genauen mikroskopischen Untersuchungen wiederholt werden.

3. Entstehen des Blattes in Rücksicht auf sein erstes Stadium.

Bei *Algen* und *Florideen* ist das Blatt zuweilen ein Zellast; es entsteht, wie überhaupt die Aeste an Zellen entstehen¹⁾. Es ist zuweilen eine einfache Zelle; und entsteht wie jede Astzelle

¹⁾ 1. Heft pag. 134 ff. (*Caulerpa*.)

und wie jedes einzellige Organ, es mag nun Laub, Stamm, Blatt, Wurzel oder Haar sein.

Besteht das Blatt bei den genannten Pflanzen aus mehreren Zellen, ist es eine Zellenreihe oder ein Zellkörper, so tritt es zuerst immer als eine einzige Zelle, eine Astzelle auf, und bildet sich aus dieser Astzelle nach constanten Gesetzen¹⁾.

Die Blätter der (Laub- und Leber-) Moose sind in ihrem Anfang immer zuerst eine einfache Zelle, welche an dem Stämmchen sich wie eine Astzelle bildete. Aus dieser Zelle entsteht das Blatt nach bestimmten Zellenbildungsgesetzen²⁾.

Bei den *Characeen* treten die Blätter ebenfalls ursprünglich als eine einfache Zelle auf, mit welcher ein gesetzmässiger Zellenbildungsprocess beginnt.

Auch in der Terminalknospe von *Equisetum* gelang es mir mehrmals, die jüngsten Blätter bestimmt als einfache Zelle zu erkennen. Ihre Theilung ist der Anfang einer gesetzmässigen Zellenbildung, welche das Blatt, sofern es durch das peripherische Wachsthum bedingt ist, erzeugt. Diese Zellen befinden sich ganz nahe unterhalb des Punctum vegetationis, welches eine einfache Zelle ist. Sie ragen bloss sehr wenig über die Oberfläche hervor. Bald darauf erscheint das Blatt als ein hervortretendes Wärzchen von Zellgewebe, welches in seinem Punctum vegetationis ebenfalls in eine einzige Zelle endigt.— Häufig wird das junge Blatt erst in dem Zustande deutlich, wo es schon ein hervorragendes Wärzchen von Zellgewebe ist, indem die ersten Stadien leicht zu übersehen und nur in günstigen Fällen zu unterscheiden sind.

Die jungen Blätter von *Lycopodium* und diejenigen aller *Phanerogamen* sind mir, sobald sie sichtbar wurden, immer als hervorragende Höckerchen von Zellgewebe erschienen. Es frägt sich nun, ob diess der ursprüngliche Zustand gewesen, oder ob ein von demselben verschiedener Zustand vorausgegangen sei; mit andern Worten, ob mehrere Zellen aus dem Zellgewebe des Stammes sich

¹⁾ Vgl. in diesem Hefte den Aufsatz über *Herposiphonia*.

²⁾ 2. Heft pag. 175 ff.

über die Oberfläche erheben und das Blatt bilden, oder ob auch hier das Blatt zuerst als eine einzige Zelle auftrete?

Zuerst ist zu bemerken, dass nach den wahrnehmbaren That-sachen beide Annahmen möglich sind. Denn die eine Annahme hält die unmittelbare Erscheinung fest; die andere schliesst nach der Analogie von *Equisetum* und der *Moose*, dass das Wärzchen von Zellgewebe aus einer einfachen Zelle entstanden sei.

Für die erstere Annahme, dass mehrere Zellen aus der Oberfläche der Stamm spitze sich seitlich erheben und den Anfang eines Blattes bilden, ist mir kein Grund bekannt. Analogien für eine solche Entstehungsweise einer seitlichen Achse kenne ich zwar unter den Algen, Flechten und Pilzen wohl einige wenige; aber sie können, wegen einer totalen Differenz der Organe, hier nicht in Anspruch genommen werden.

Für die zweite Annahme, dass das Blatt der Lycopodiaceen und Phanerogamen aus einer einfachen Zelle entstehe, sprechen dagegen mehrere Gründe.

Der erste Grund liegt in der Analogie der Blätter von *Florideen* und *Characeen*, von *Moosen* und von *Equisetaceen*. Es wäre kaum denkbar, dass das gleiche Organ auf so verschiedene Weise entstände; und es muss gewiss als etwas sehr Verschiedenes erklärt werden, ob ein Organ in seinem ersten individuellen Zustande ein einziges ungetheiltes Element sei, oder ob es schon dann-zumal durch mehrere getrennte Elemente zusammengesetzt werde.

Besonders ist die Analogie von *Equisetum* zu berücksichtigen, weil hier ebenfalls in den meisten Fällen die jungen Blätter erst als Zellgewebshöckerchen, also bloss in dem Zustande sichtbar werden, wie es bei den Lycopodiaceen und den Phanerogamen immer der Fall ist; während in einzelnen Fällen die Entwicklungsgeschichte bis auf die Eine ungetheilte Zelle zurückgeführt werden kann.

Die Analogie der *Florideen*, *Moose* und *Equisetaceen* drängt sich um so überzeugender auf, wenn wir die Reihenfolge der Erscheinungen bei diesen verschiedenen Classen ins Auge fassen. Die Stämme der Florideen besitzen den einfachsten

Bau; sie bestehen aus einer geringen, oft der Zahl nach bestimmten Menge von Zellschichten, selbst aus blosen Zellenreihen. Nach der Natur der Zellenbildungsgesetze, durch die sie wachsen, endigen sie oben in eine längere und dünnere Spitze. An derselben entstehen die jungen Blätter als Astzellen, welche ganz aussenständig sind, und blos mit der Basis an der Stammspitze festsitzen. — Die Stämme der Moose sind etwas complicirter als diejenigen der Florideen; sie bestehen aus mehr Zellschichten. Sie entwickeln sich nach andern Zellenbildungsgesetzen, und endigen in Folge dessen in eine kürzere, rascher auslaufende Spitze. Die Zelle, aus welcher ein Moosblatt entsteht, ragt zwar seitlich an der Stammspitze vor, aber nicht so viel und nicht so deutlich, wie bei den Florideen. Es giebt Laub- und Lebermooe, wo die Blätter kaum in ihrem ersten Stadium erkannt werden, und wo man sie gewöhnlich erst als Zellgewebewärzchen deutlich sieht. — Der Stamm von Equisetum ist noch complicirter als derjenige der Moose; er wächst nach ähnlichen Zellenbildungsgesetzen, und endigt in eine kürzere und stumpfe Spitze. Das junge Blatt ist seltener als einfache, kaum hervorragende Zelle zu erkennen; gewöhnlicher erblickt man dasselbe erst, wenn es sich zu einem Wärzchen von Zellgewebe entwickelt hat. — Der Stamm der Lycopodiaceen und Phanerogamen ist entweder complicirter und aus mehr Zellschichten bestehend oder, wenn diess nicht immer der Fall ist, so ist wenigstens sein Zellgewebe kleinmaschiger als bei Equisetum. Die Stammspitze ist kurz und abgerundet. Das junge Blatt wird erst als Zellgewebewärzchen deutlich.

Aus dieser Stufenreihe von Erscheinungen, welche das erste Auftreten des Blattes bei Florideen, bei Moosen, bei Equisetaceen und bei Lycopodiaceen und Phanerogamen begleiten, ergiebt es sich als etwas Begreifliches und Naturgemäßes, dass das Blatt der Lycopodiaceen und Phanerogamen, auch wenn es, was die Analogie fordert, aus einer einzigen Zelle entsteht, in diesem einzelligen Zustande mit unsren jetzigen Hülfsmitteln doch nie oder nur höchst selten sichtbar gemacht werden kann.

Ein zweiter Grund dafür, dass das Blatt der Lycopodiaceen

und Phanerogamen aus einer einfachen Zelle entstehe, liegt in der Beobachtung, die ich sowohl an Blättern von *Lycopodium* und *Selaginella*, als an verschiedenen Blattorganen der Phanerogamen machte, dass sie nämlich späterhin mit einer einzigen Zelle an der Spitze (mit einer Scheitelzelle oder primären Zelle) wachsen. Nun giebt es aber kein Beispiel, wo irgend ein Organ aus mehreren Zellen entstände, und nachher mit einer einzigen Scheitelzelle in die Länge wachsen würde. Sondern es gelten die zwei Regeln: 1) dass, wenn an einer Mutterachse mehrere Zellen auswachsen, um ein Organ zu erzeugen, dieses Organ immer auch mit mehrern Zellen in die Länge wächst, und dass die Zahl dieser Zellen sich wohl vermehrt, aber nicht vermindert; — 2) dass, wenn ein Organ mit einer einzigen Scheitelzelle in die Länge wächst, dasselbe immer auch aus einer einzigen Zelle entstanden ist. Diese zwei Regeln stehen in unmittelbarem Zusammenhang mit den Zellenbildungsgesetzen¹⁾.

Diese beiden Gründe beweisen wohl hinreichend, dass auch die Blätter der *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen*, wie die Blätter der niedrigern Pflanzen, in ihrem ersten Entwicklungsmomente eine einfache, seitlich an der Stammspitze liegende Zelle sind.

Die herrschenden Ansichten in der Pflanzenphysiologie erkennen in dem Blatte »nichts anders als die vom Stämme theilweise losgetrennte Oberfläche desselben«, oder eine Ausbreitung, eine Entwicklung der Rinde, indem »eine Zellgewebsmasse aus dem Stengel hervorgeschohen wird«. Die erstere Theorie erlangt offenbar einer genauen Kenntniss der früheren Zustände. Die zweite Theorie stützt sich auf die an Phanerogamen zu beobachtenden Thatsachen, und ersetzt den Mangel anderer massgebender Thatsachen durch Speculation. Es ist überflüssig, näher auf die beiden

¹⁾ Ich bin genöthigt, in diesem Aufsatze zur Beweisführung mehrmals Resultate anzuführen, welche erst später in einer zusammenhängenden Darstellung über die im Pflanzenreiche herrschenden Zellenbildungsgesetze bewiesen werden sollen.

Theorieen einzutreten, da sie durch die angeführten Beobachtungen selbst widerlegt werden.

4. Ursprung des Blattes in Rücksicht auf das erzeugende Organ.

Es wird allgemein angenommen, dass das Blatt bloss an dem Stammorgan entsteht, indem weder die Wurzeln, noch die Haare und die ihnen verwandten Organe Blätter erzeugen können, und indem es conventionell ist, das Centralorgan einer Pflanze, wenn es Blätter trägt, *Stamm*, wenn es blattlos ist, *Laub* oder *Lager* zu nennen.

Ich habe in dem vorhergehenden Abschnitte nachgewiesen, dass das Blatt aus einer einfachen Zelle entstehe, welche seitlich an der Stammspitze liegt. Es frägt sich nun, auf welche Weise diese Zelle an dem Stammorgan sich bildet?

Der Stamm der *Florideen* wächst auf ähnliche Weise, wie ich es für das Laub von *Delesseria Hypoglossum*¹⁾ auseinandergesetzt habe, mit specifischen Modificationen, welche hier gleichgültig sind. Die Stammspitze endigt in eine einfache Zelle (in eine Scheitelzelle oder primäre Zelle). Diese Zelle theilt sich in eine neue Scheitelzelle (primäre Zelle) und in eine Gliederzelle (secundäre Zelle); — welcher Process sich so lange wiederholt, als der Stamm in die Länge wächst. Es gilt diess für alle *Florideen*-stämme.

Die Stämme der *Florideen* sind zuweilen Zellenreihen (*Calithamniaceen*). Die Gliederzellen (secundäre Zellen) wachsen (alle oder einzelne) seitlich in einen kurzen Fortsatz (Zellenast) aus, und erzeugen eine Astzelle. Es ist ganz der gleiche Vorgang, welcher für die Astbildung an *Conferva* bekannt ist. Diese Astzelle ist die erste Zelle (primäre Zelle des ersten Grades) für ein entstehendes Blatt. Wenn eine Gliederzelle des Stammes bloss Eine solche Astzelle erzeugt, so sind die Blätter hernach alternierend. Wenn eine Gliederzelle mehrere Astzellen bildet, so werden die Blätter opponirt oder verticillirt.

Häufiger sind die Stämme der *Florideen* fadenförmige

¹⁾ 1. Heft pag. 121 ff.

Zellkörper (*Polysiphonia*, *Digenea*, *Laurencia* etc.). Ist das letztere der Fall, so wächst die (ungetheilte) Gliederzelle (secundäre Zelle des ersten Grades) aus, und bildet an ihrer Aussenfläche eine Astzelle, aus welcher sich ein Blatt entwickelt. Erst hernach theilt sich die Gliederzelle des Stammes in mehrere neben einander liegende Zellen, und erzeugt die mehreren Zellschichten (tertiären, quartären etc. Zellen), aus denen der entwickelte Stamm besteht¹⁾.

Es ist diess ganz charakteristisch für die Blattbildung der Florideen, deren Stamm ein Zellkörper ist. Die Zelle, aus welcher ein Blatt hervorgeht, ist eine Astzelle, welche aus einer ursprünglichen (ungetheilten) Gliederzelle (secundären Zelle des ersten Grades) des Stammes entsteht. Die Zelle, aus welcher ein (dem Stämme gleicher) Ast hervorgeht, ist eine Astzelle, welche aus einer centralen Zelle (secundären Zelle des letzten Grades) entsteht. Die Zelle, aus welcher ein Haar (ein Wurzelhaar oder ein anderes Haar) hervorgeht, ist eine Astzelle, welche aus einer Epidermiszelle (äussersten Rindenzelle) entsteht.

Die Unterschiede, welche *Blatt*, *Stamm* und *appendiculäres Organ* (Haar, Wurzelhaar) bei den *Florideen* in Bezug auf ihren Ursprung zeigen, lassen sich demnach in folgender Weise ausdrücken:

Das *Blatt* entsteht dicht unterhalb des Punctum vegetationis des Stammes, ehe die Gewebezellbildung in die Breite und Dicke begonnen hat, nämlich an der Oberfläche einer ungetheilten Gliederzelle.

Der *Stamm* (Ast) entsteht erst, nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke an der Mutterachse wenigstens begonnen hat, gewöhnlich, nachdem sie auch schon beendet ist, im Innern des Zellgewebes derselben; nämlich aus einer Centralzelle.

Das *appendiculäre Organ* entsteht erst, nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, an der Oberfläche die Rinde.

¹⁾ Vgl. den Aufsatz über *Polysiphonia* u. *Herposiphonia* in diesem Heft.

Der Stamm der *Characeen* wächst auf die gleiche Weise in die Länge, wie der Stamm der Florideen. — Die Scheitelzelle (primäre Zelle) theilt sich in eine neue Scheitelzelle (primäre Zelle des folgenden Grades) und in eine Gliederzelle (secundäre Zelle des ersten Grades). Diese letztere theilt sich, wenn ich nicht irre, in eine mittlere und in mehrere peripherische Zellen. Die mittlere Zelle gehört zum Stämme. Aus den peripherischen Zellen entstehen die Blätter. Die Zellen des Stammes bleiben unbedeckt bei *Nitella*; bei *Chara* dagegen bildet sich, erst nachdem die Blätter angelegt sind, eine Schicht von Rindenzellen auf den Stammzellen.

Der Stamm der *Moose* wächst mit einer einfachen Scheitelzelle (primären Zelle) an der Spurze. Dieselbe theilt sich durch eine schiefe Wand in eine obere neue Scheitelzelle (primäre Zelle des folgenden Grades) und in eine untere Zelle (secundäre Zelle des ersten Grades)¹⁾. Diese letztere wächst in einen kurzen Fortsatz aus, und erzeugt eine Astzelle. Die Astzelle ist frei; sie sitzt bloss mit ihrer Grundfläche an der Mutterzelle fest; aus ihr entsteht ein Blatt. Erst nachdem diese Astzelle, die primäre Zelle des ersten Grades für das entstehende Blatt, gebildet ist, beginnt die Gewebezellbildung in der secundären Zelle des ersten Grades (des Stammes), um die verschiedenen Zellschichten zu erzeugen, aus denen der Stamm späterhin besteht.

Die Astzelle, aus welcher das Blatt bei den Moosen sich bildet, ist aussenständig. Sie ist aber kürzer, und ragt nicht so weit über die Oberfläche der Stammspitze heraus, als diess bei den Florideen der Fall ist. Da ferner die Zellenbildung in der secundären Stammzelle des ersten Grades und in der primären Blattzelle des ersten Grades rasch beginnt, so wird jener erste Zustand leicht übersehen; und man kann daher leicht auf die unrichtige Ansicht kommen, als ob das Blatt etwas tiefer am Stämme aus den secundären Zellen eines folgenden Grades entstanden sei.

Die Unterschiede von *Blatt*, *Stamm* und *appendiculärem Organ*

¹⁾ 2. Heft pag. 172 ff.

(Haar, Wurzelhaar) sind in Rücksicht auf ihren Ursprung bei den *Moosen*, nach meinen Untersuchungen, ähnlich wie bei den Florideen, nämlich:

Das Blatt entsteht dicht unterhalb des Punctum vegetationis des Stammes, ehe die Gewebezellbildung in die Breite und Dicke begonnen hat, nämlich an der Aussenfläche einer secundären Zelle des ersten Grades.

Der Stamm (Ast) entsteht erst, nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke an der Mutterachse wenigstens begonnen hat, gewöhnlich nachdem sie auch schon beendet ist, im Innern des Zellgewebes derselben.

Das appendiculäre Organ entsteht erst, nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, an der Oberfläche der Rinde.

Das Längenwachsthum geschieht bei dem Stamme von *Equisetum* in der gleichen Weise, wie bei dem Moosstamme. Ich sah daselbst mehrmals im Punctum vegetationis recht deutlich Eine Scheitelzelle (primäre Zelle), welche sich durch eine schiefe Wand theilte, in eine obere, neue Scheitelzelle (primäre Zelle des folgenden Grades) und in eine untere Zelle (secundäre Zelle des ersten Grades). Das Blatt entsteht aus einer einfachen Zelle, wie wir oben gesehen haben. Obgleich es mir nun nicht möglich war, wirklich zu beobachten, aus welcher Stammzelle diese erste Zelle des Blattes hervorwachse, indem mir der allererste Zustand immer unzugänglich blieb, so ist es mir doch im höchsten Grade wahrscheinlich, dass es auf die gleiche Weise geschehe, wie bei den Moosen.

So viel ist sicher, dass das junge Blatt schon aus mehreren Zellen besteht, wenn der Stamm erst wenige nebeneinander liegende Zellen enthält, also lange ehe sein Wachsthum in die Dicke durch peripherische Zellenbildung vollendet ist. Aus diesem Verhältnisse des sich entwickelnden Blattes zu dem sich entwickelnden Stamme geht schon mit Wahrscheinlichkeit hervor, dass beide Organe ungefähr zu gleicher Zeit anfangen, sich zu entwickeln,

dass somit die erste Blattzelle aus einer secundären Stammzelle des ersten Grades entstehe. Diese Wahrscheinlichkeit wird unterstützt durch die Analogie mit den Moosen, indem die ersten deutlichen Entwickelungsstadien bei den *Equisetaceen* ähnlich sind den zweiten deutlichen Entwickelungsstadien bei den Moosen, so dass zwischen den beiden Classen in Bezug auf die mit der Blattbildung verbundenen Erscheinungen bloss der Unterschied vorhanden ist, dass bei den Moosen dieselben bis auf eine frühere Stufe verfolgt werden können, als bei den *Equisetaceen*.

Die Organe der *Equisetaceen* (mit Ausschluss der Wurzel), nämlich *Blatt*, *Stamm* und *appendiculäres Organ* (Haar, Wurzelhaar) verhalten sich rücksichtlich ihres Ursprungs auf ähnliche Weise zu einander, wie die gleichen Organe der Florideen und Moose, nämlich:

Das *Blatt* entsteht dicht unterhalb des *Punctum vegetationis* des Stammes an seiner Aussenfläche, ehe die peripherische Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, wahrscheinlich aus einer secundären Stammzelle des ersten Grades.

Der *Stamm* (Ast) entsteht erst, nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke an der Mutterachse wenigstens begonnen hat, im Innern des Zellgewebes derselben.

Das *appendiculäre Organ* entsteht erst, nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, an der Oberfläche der Rinde.

Das Längenwachsthum des Stammes der *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen* ist noch unerforscht. Nach dem Aussehen, welches die Stammspitze darbietet, wäre es ebenso gut möglich, dass sie mit mehreren, als dass sie mit einer einzigen Zelle in die Länge wachsen könnte. Es ist aber wohl keinem Zweifel unterworfen, dass das letztere der Fall ist. Denn es giebt wohl Organe, namentlich unter den Pilzen, Algen und Flechten, deren Längenwachsthum durch mehrere Zellen geschieht; aber dieselben können in keiner Weise als Analogie für den Stamm der Phanerogamen geltend gemacht werden.

Dagegen wachsen alle übrigen Stammorgane (der Florideen, Characeen, Moose und Equisetaceen) durch eine einzige Scheitelzelle in die Länge. Ferner besteht von den Florideen und Characeen durch die Moose zu den Equisetaceen eine Stufenfolge, in welcher die Deutlichkeit der Erscheinungen in gleichem Masse abnimmt, wie die Ausbildung des Stammes zunimmt, so dass es ganz natürlich erscheint, warum bei den *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen* (als noch höher entwickelten Stammorganen) die Scheitelzelle neben den übrigen Zellen nicht gesehen wird. — Die Sichtbarkeit der Scheitelzelle hängt überhaupt von dem Verhältnisse des Längenwachstums zum Wachsthum in die Dicke und Breite ab. Je rascher das letztere erfolgt, desto weniger leicht wird die Scheitelzelle gesehen. Nun kann es aber so ziemlich als Regel gelten, dass es um so rascher eintritt, je umfangreicher der Stamm ist. Selbst unter den Florideen giebt es Fälle, wo die Scheitelzelle an einer abgerundeten Stammspitze von den andern Zellen kaum oder gar nicht unterschieden werden kann, oder wo sie sogar, weil die Stammspitze vertieft ist, ganz verborgen liegt, obgleich die Anwesenheit einer einzigen Scheitelzelle dort leicht bewiesen werden kann. Es ist daher um so begreiflicher, dass auch bei den Phanerogamen und Lycopodiaceen die Scheitelzelle an der abgerundeten Stammspitze neben den vielen andern Zellen nicht erkannt wird.

Wenn es nun im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass der Stamm der Lycopodiaceen und Phanerogamen auf ähnliche Weise wächst, wie der Stamm der Moose und der Equisetaceen, so frägt es sich nun zweitens, ob auch die Blätter aus analogen Zellen der wachsenden Stammspitze erzeugt werden, wie bei diesen beiden Classen. Die Beobachtung giebt für die Beantwortung dieser Frage nun zwar keine Thatsachen an die Hand. Sie zeigt weder die primären Zellen des Stammes, noch seine secundären Zellen des ersten Grades, noch die primären Zellen des ersten Grades für die entstehenden Blätter. Sie zeigt die Blätter erst als Wärzchen von Zellgewebe etwas seitlich und unterhalb des Scheitelpunctes der Stammspitze; aber lange bevor das peripherische Wachsthum durch Zellenbildung in die Dicke vollendet ist.

Die Beobachtung lehrt also bloss, dass die Blätter der Lycopodiaceen und Phanerogamen nicht aus der Rinde, nicht aus den secundären Zellen des letzten Grades entstehen. Die nähere Bestimmung der sie erzeugenden Zellen muss einstweilen noch einem Schlusse nach Analogie überlassen werden. Für denselben liegen folgende Prämissen vor:

1) Der Stamm der Florideen, Characeen, Moose, Equisetaceen, und ohne Zweifel der Lycopodiaceen und Phanerogamen wächst mit einer einfachen Scheitelzelle (primären Zelle) in die Länge, welche sich immer in eine neue Scheitelzelle (primäre Zelle des folgenden Grades) und in eine secundäre Zelle des ersten Grades theilt.

2) Das Blatt der Florideen, Moose und ohne Zweifel der Equisetaceen entsteht aus einer secundären Stammzelle des ersten Grades, welche auswächst und eine Astzelle erzeugt. Erst nachher beginnt die Gewebezellbildung in der secundären Stammzelle für das Wachsthum des Stammes in die Dicke.

3) Das Blatt der Lycopodiaceen und der Phanerogamen ist anfänglich ohne Zweifel ebenfalls eine einfache Zelle; es ist ferner offenbar seinem Begriffe nach das gleiche Organ, wie das Blatt der Moose und Equisetaceen.

Aus diesen Prämissen glaube ich mit ziemlicher Sicherheit schließen zu dürfen, dass auch die Blätter der *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen* an den secundären Stammzellen des ersten Grades entstehen, ehe das Wachsthum durch Gewebezellbildung in die Dicke begonnen hat.

Für die Organe der *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen* (mit Ausschluss der Wurzel), nämlich *Blatt*, *Stamm* und *appendiculäres Organ* (Haar etc.) ergeben sich ähnliche Unterschiede in Rücksicht auf ihren Ursprung, wie für die gleichen Organe der Florideen, Moose und Equisetaceen, nämlich:

Das *Blatt* entsteht dicht unterhalb des *Punctum vegetationis* des Stammes, ehe die peripherische Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, an dessen Aussenfläche.

Der *Stamm* (Ast) entsteht im Innern des Zellgewebes der Mutterachse.

Das *appendiculäre Organ* entsteht erst, nachdem die peripherische Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, an der Oberfläche der Rinde.

Gewöhnlich wird das Blatt als ein aus der Rinde gebildetes Organ bezeichnet. Es ist diess aber entschieden unrichtig. Denn bei den *Florideen* und *Moosen* entsteht das Blatt deutlich, ehe das Wachsthum des Stammes in die Dicke auch nur begonnen hat. Und bei den *Equisetaceen*, *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen* entsteht das Blatt wenigstens deutlich, ehe das Wachsthum in die Dicke durch peripherische Zellenbildung vollendet, somit bevor die Rinde da ist.

5. *Begriff des Blattes.*

Nachdem ich die wichtigsten Erscheinungen, betreffend das Entstehen und das Wachsthum des Blattes, betrachtet habe, so will ich noch versuchen, den *Begriff* des Blattes gegenüber den andern Organen etwas fester zu begründen, als er es bis jetzt war.

Ich habe schon in der Einleitung zu diesem Aufsatz gezeigt, dass die Eigenschaften, wie sie früher gewöhnlich und jetzt noch häufig als einzige Merkmale für die Blätter angeführt werden, nicht die nothwendigen Attribute des Begriffes sein können, weil sie selbst entweder an den Blättern nicht constant, oder weil sie auch noch andern Organen eigenthümlich sind. Alle die erwähnten Eigenschaften also hinsichtlich der Gestalt, des Baues, der Stellung, der Function sind bloss mehr oder weniger allgemeine *Regel*, aber nicht absolutes, zum Begriffe gehöriges *Gesetz*.

Es wurden dann in neuester Zeit Eigenthümlichkeiten, welche den Ursprung und das Wachsthum des Blattes betreffen, hervorgehoben, und als Begriff für dasselbe formulirt. Dieselben müssen aber als unrichtig zurückgewiesen werden.

Denn das Blatt ist nicht »die vom Stamme theilweise losgetrennte Oberfläche desselben«; noch »eine aus dem Stengel hervorgeschoßene Zellgewebsmasse«; — sondern es entsteht aus einer

einfachen Zelle, welche sich dicht unterhalb der Stammspitze als Astzelle bildet.

Das Blatt ist nicht »Rindenorgan«; — sondern es entsteht vor der Rinde.

Das Blatt wächst nicht »an der Basis, so dass die Spitze sein ältester, die Basis sein jüngster Theil ist«; — sondern von den drei Momenten, in welche das ganze Wachsthum unterschieden werden muss, ist bloss die *peripherische Zellenbildung* constant, und diese findet an der Spitze und am Umfange statt, so dass also die Basis der älteste, die Spitze der jüngste Theil des Blattes ist. Die beiden übrigen Momente dagegen, die *allseitige Zellenbildung* und das *Wachsthum durch Zellenausdehnung* sind nicht constant, indem sie zwar meist von oben und aussen nach der Basis hin fortschreiten, doch zuweilen auch in umgekehrter Richtung verlaufen.

Das Blatt unterscheidet sich auch nicht in der Weise vom Stämme, dass es »die aus der im Wachsthum und daher morphologisch unbeschränkten Achse hervorgehende, im Wachsthum und daher morphologisch beschränkte Form« ist; denn, wenn es auch keine unbeschränkten Blätter giebt, so sind dafür eine Menge von Stammachsen durch eine Blüthe oder einen Blüthenstand beschränkt; — und ich wüsste nicht, welchen Unterschied man zwischen einem Blüthenstiel oder der Spindel vieler Blüthenstände und der Spindel eines zusammengesetzten Blattes in Rücksicht auf die morphologische Beschränkung finden wollte.

Das Blatt wird endlich nicht »als bestimmtes Product der Formenbildung gänzlich von der Achse bestimmt«; — sondern der Stamm übt seinen unmittelbaren Einfluss bloss auf die Bildung der ersten Zelle, welche das Blatt im jüngsten Zustande darstellt, somit bloss auf die Stellung der Blätter aus. Die Formbildung des Blattes ist ihm eigenthümlich; sie hängt nur von der eigenen Zellenbildung ab, auf welche der Stamm bloss mittelbaren Einfluss durch Zuführung von Säften ausübt. Daher finden wir auch oft an morphologisch-gleichen Stämmen häufig morphologisch-ungleiche Blätter, an ungleichen Stämmen häufig gleiche Blätter.

Nicht bloss sind aber die Definitionen, wie sie in letzter Zeit für das Blatt versucht wurden, materiell unrichtig, sondern sie sind auch formell ungenügend, da sie immer bloss das Verhältniss zum Stämme berücksichtigen, und alle übrigen Organe vernachlässigen. Nicht einmal auf die an der gleichen Pflanze vorkommenden Organe (Haare, Borsten, Stacheln u. s. w.) wird Rücksicht genommen, — und es möchte allerdings schwer sein, wenn man nicht zum Voraus wüsste, was Blätter sind, zu erkennen, dass die appendiculären Organe nicht ebenfalls Blätter sein sollen.

Aus dem Bisherigen folgt mit Sicherheit, dass der Begriff des Blattes unabhängig von dem Bau, den Verrichtungen und dem Wachsthum der Blätter ist; und dass er somit einzig und allein von ihrem Entstehen an dem Stämme abhängig sein kann.

Ohne es zu versuchen, den Begriff des Blattes vollständig auszusprechen, will ich doch auf zwei Gesetze aufmerksam machen, welche mir für den Begriff von Wichtigkeit scheinen:

1) Das Blatt steht seitlich an jeder Stammachse, aber nur an Stammachsen.

2) Das Blatt entsteht unter der Scheitelzelle des Stammes an den secundären Zellen des ersten Grades (wenigstens lange bevor die peripherische Zellenbildung in die Dicke vollendet, und somit bevor die Rinde des Stammes gebildet ist).

In Bezug auf die Stellung im Allgemeinen ist es wesentlich, dass die Blätter bloss von Stammachsen, dass sie aber von allen Stammachsen einer Pflanze erzeugt werden. — Dass die Blätter seitlich an den Stammorganen stehen und Seitenorgane sind, ist zwar ein gewöhnlicher Ausspruch. Er lässt aber in seiner Allgemeinheit und Unbestimmtheit das Charakteristische unbezeichnet, denn die Seitenwurzeln, die Aeste und die appendiculären Organe stehen ebenfalls an den Stammorganen seitlich.

Obgleich nun die Stammorgane (mit Ausnahme des Hauptstammes), die Blätter und die appendiculären Organe darin mit einander übereinstimmen, dass sie alle seitlich stehen, so giebt es doch constante Unterschiede in Bezug auf den Umfang, in dem

sich diese seitliche Stellung realisiert. Diese Verschiedenheiten lassen sich für die drei genannten Organe folgendermassen aussprechen:

Die *appendiculären Organe* (Haare etc.) können seitlich an allen Stammachsen und an den Blättern stehen.

Die *Blätter* stehen seitlich an allen Stammachsen.

Die *Stammachsen* stehen seitlich an den Stammachsen der gleichen oder der nächst vorhergehenden Ordnung.

Der Umfang, in welchem sich die seitliche Stellung realisiert, ist somit für die appendiculären Organe am weitesten, für die Stammachsen am beschränktesten. — Ich führe zur Erläuterung bloss die Leguminosen an. Eine *Vicia* z. B. hat drei Arten von Stammachsen: 1) *Achsen erster Ordnung*, unbegrenzt sich verlängernde, mit Laubblättern besetzte Stämme und Aeste; 2) *Achsen zweiter Ordnung*, begrenzte, steril endigende, mit Deckblättern besetzte Blüthenstiele; 3) *Achsen dritter Ordnung*, begrenzte, in eine Blüthe endigende Blüthenstielchen. Hier erzeugt ein Ast bloss Aeste oder Blüthenstiele, nie Blüthenstielchen; ein Blüthenstiel erzeugt bloss Blüthenstielchen, nie Aeste; ein Blüthenstielchen erzeugt weder Aeste noch Blüthenstiele, — indess alle drei (Ast, Blüthenstiel und Blüthenstielchen) Blattorgane tragen.

Wenn also Stammachsen erster, zweiter und dritter Ordnung vorhanden sind, so stehen die Achsen dritter Ordnung seitlich bloss an Achsen zweiter Ordnung (bei den Leguminosen), in andern natürlichen Familien auch an Achsen dritter Ordnung, aber nie an Achsen erster Ordnung. Die Achsen zweiter Ordnung stehen seitlich bloss an Achsen erster Ordnung (bei den Leguminosen), in andern natürlichen Familien auch an Achsen zweiter Ordnung, aber nie an Achsen dritter Ordnung. Die Achsen erster Ordnung stehen seitlich bloss an Achsen erster Ordnung, aber nie an Achsen zweiter und dritter Ordnung.

Es versteht sich von selbst, dass der eben angeführte Unterschied zwischen Stammachsen und Blättern in Bezug auf ihre Stellung geringer wird bei den Pflanzen, welche bloss aus Achsen

zweier Ordnungen zusammengesetzt sind (z. B. bei den *Cruciferen*), und bei denjenigen Pflanzen verschwindet, welche nur Achsen einer Ordnung besitzen (z. B. bei den *Ranunculaceen*). Aber auch selbst im letztern Falle ist an jeder Stammachse ein Theil, nämlich der Endtheil, welcher bloss Blätter trägt und keine Stammachsen erzeugen kann. Es bleibt also unter allen Umständen eine Verschiedenheit zwischen Stammachsen und Blättern in Bezug auf den Umfang ihres Vorkommens an Mutterachsen.

Ich habe vorhin das Gesetz für das mögliche Vorkommen der Stammachsen bloss im Allgemeinen ausgesprochen, um den Unterschied gegenüber dem Blatt einfacher und anschaulicher zu machen. Obgleich es in dieser Allgemeinheit richtig ist, so erlaubt es doch noch einige nähere Bestimmungen, weil eine Achse sich nicht in ihrer ganzen Länge in Bezug auf die Erzeugung seitlicher Achsen gleich verhält, wie wir eben für die Pflanzen mit einerlei Achsen gesehen haben. Diese näheren Bestimmungen beschränken das Vorkommen einer jeden Art von Stammachsen noch mehr, als es schon durch das allgemeine Gesetz geschieht. Sie würden aber eine weitere Auseinandersetzung erfordern, und da durch dieselben der Unterschied zwischen Stammachse und Blatt nur vergrössert würde, und er in dem allgemeinen Gesetz schon deutlich genug ausgesprochen ist, so ist es überflüssig, hier auf dieselben einzugehen.

Stammachsen, Blätter und appendiculäre Organe zeigen, wie wir eben gesehen haben, constante Unterschiede in Rücksicht auf ihr Vorkommen an Mutterachsen. Dennoch glaube ich nicht, dass diese Unterschiede selbst einmal in die Begriffe dieser Organe aufgenommen werden müssen. Eher werden sie einst ihre Erklärung aus den Begriffen finden, indem sie den Umfang begrenzen, in welchem jeder Begriff sich realisiert. Dagegen will ich auf zwei Consequenzen aufmerksam machen, welche aus den angeführten Verschiedenheiten hervorgehen.

Die erste Consequenz ist die, dass appendiculäre Organe, Blätter und Stammachsen wirklich drei verschiedene Organe sind. Es ist diess zwar bekanntlich eine allgemeine Annahme, die

aber bis jetzt noch immer eines strengen Beweises entbehrte. Ihre gesetzmässigen Stellungsverhältnisse machen es aber ganz unmöglich, dass zwei dieser Organe oder alle drei als Modificationen Eines Organes erklärt werden. So können z. B. die Blätter nicht als *Stammachsen der letzten Ordnung* betrachtet werden, weil sie dann bei Pflanzen mit dreierlei Stammachsen bloss an den Blüthenstielen stehen dürften, nach dem Gesetze über die Stellung der verschiedenen Stammachsen.

Die zweite Consequenz ist die, dass in zweifelhaften Fällen schon aus den Stellungsverhältnissen die Natur eines Organs zuweilen nachgewiesen werden kann. Es gilt diess namentlich für niedere Pflanzen, besonders für Algen und für Callithamniaceen, wo (wie z. B. bei einigen *Griffithsiaarten*) bei der Anwesenheit von drei Arten von Achsen aus dem Umstande, dass die dritte Art von Achsen nicht bloss an den Achsen zweiter Ordnung, sondern auch an den Achsen erster Ordnung steht, mit Sicherheit geschlossen wird, dass die dritte Art von Achsen bei aller Gleichheit der anatomischen Bildung doch ein von den Achsen erster und zweiter Ordnung verschiedenes Organ darstelle.

In Bezug auf das zweite der beiden oben ausgesprochenen Gesetze ist es für das Wesen des Blattes bezeichnend, dass die erste Zelle desselben an der Oberfläche einer Stammachse dicht unter der Scheitelzelle sich bildet, und zwar wahrscheinlich immer an einer secundären Stammzelle des ersten Grades, also ehe das Wachsthum des Stammes in die Dicke beginnt, jedenfalls lange ehe das Wachsthum des Stammes in die Dicke vollendet ist.

Durch dieses Merkmal ist es möglich, den Stamm, das Blatt und das Haar streng von einander zu unterscheiden:

Die Zelle, aus welcher eine Stammachse entsteht (die primäre Zelle des ersten Grades), bildet sich im Innern des Gewebes einer Stammachse.

Die Zelle, aus welcher ein Blatt entsteht (die primäre Zelle des ersten Grades) bildet sich aussen an einer secundären Stammzelle des ersten Grades (oder wenigstens dicht unterhalb der Scheitelzelle des Stammes

und lange bevor das Wachsthum des Stammes in die Dicke durch peripherische Gewebezellbildung vollendet ist).

Die Zelle, aus welcher ein *appendiculäres Organ* (Haar etc.) entsteht, bildet sich aussen an den Epidermiszellen des Stammes und anderer Organe (also nachdem das Wachsthum in die Dicke durch peripherische Gewebezellbildung vollendet ist).

Diese Begriffsverschiedenheiten von Stamm, Blatt und Haar sind natürlich bloss da anwendbar, wo der Stamm ein *Zellkörper* ist, also doch immer in der grössten Zahl von Fällen, nämlich: bei einigen Florideen (*Polysiphonia*, *Laurencia* etc.), bei den Leber- und Laubmoosen, bei den Equisetaceen, Lycopodiaceen und Phanerogamen. Sie reichen aber nicht aus, wenn die Stammachsen *Zellenreihen* sind, wie bei *Nitella*, bei einigen Florideen (*Callithamnion*, *Griffithsia*) und bei einigen Algen (*Batrachospermum* etc.); — und noch weniger, wenn die Achsen *einfache Zellen* (*Dasycladus*), oder bloss *Zelläste* sind (*Caulerpa*, *Bryopsis*). Es müssen hier zur Deutung der Organe andere Gründe herbeigezogen werden, wie die *Stellungsverhältnisse*, *gleichseitige* oder *ungleichseitige* Entwicklung, Bau, Wachsthum, Verrichtungen u. s. w., welche in Ermangelung von constanten Merkmalen immerhin zur provisorischen Aushülfe dienen können.

Wenn nun auch die für Stamm, Blatt und Haar formulirten Charaktere nicht für alle Fälle gültig sind, — nicht weil sie Ausnahmen erlitten, sondern weil einige Fälle durch dieselben überhaupt nicht berührt werden, — so glaube ich dennoch, dass sie jedenfalls zum Begriffe der genannten Organe gehören. Aber sie drücken die Begriffe des Stammes, des Blattes, des Haars nur für alle diejenigen Pflanzen aus, deren Stamm ein *Zellkörper* ist. Diese Begriffe werden aber in zwei Richtungen noch weiter vervollständigt werden müssen, 1) damit dieselben auch für diejenigen Pflanzen gültig seien, deren Stammachsen einen einfacheren Bau (Zellenreihe, Zelle, Zellast) besitzen, und 2) damit die Begriffe von Stamm,

Blatt und Haar hinreichend von den übrigen Organen (Wurzel, Laub, Thallus, Vorkeim u. s. w.) geschieden seien.

Zum Schlusse will ich noch die vier Organe der Gefäßpflanzen mit beblättertem Stamm (*Equisetaceen*, *Lycopodiaceen* und *Phanerogamen*) ihren wesentlichen Merkmalen nach charakterisiren:

1) Das *Stammorgan* wächst durch Zellenbildung in einer endständigen Scheitelzelle in die Länge; die erste Zelle, aus welcher es entsteht (die primäre Zelle des ersten Grades), bildet sich im Innern des Gewebes.

Die erste Zelle, aus welcher die erste Stammachse hervorgeht, die Pollenzelle entsteht im Innern eines Blattes (des Staubgefäßes); die erste Zelle jeder andern Stammachse entsteht im Innern eines Stammorganes (selten eines Blattorgans oder eines Wurzelorgans). Die Stammachsen werden an einer Mutterachse zwar in der Regel von unten nach oben erzeugt, doch können sie auch nachträglich noch zwischen den schon gebildeten Achsen entstehen (Adventiväste). Das Wachsthum durch allseitige Zellenbildung und durch Zellenausdehnung schreitet zwar in der Regel von unten nach oben hin fort; aber von dieser Regel giebt es auch Ausnahmen.

2) Das *Blattorgan* wächst durch Zellenbildung in einer endständigen Scheitelzelle in die Länge; die erste Zelle, aus welcher es entsteht (die primäre Zelle des ersten Grades), bildet sich aussen an der Stamm spitze dicht unter der Scheitelzelle, ehe das Wachsthum in die Dicke durch peripherische Zellenbildung vollen-det ist, wahrscheinlich an einer secundären Stamm-zelle des ersten Grades (durch Auswachsen derselben).

Da die Blätter immer lange vor der Beendigung der peripherischen Zellenbildung in die Dicke entstehen, so können sie sich auch bloss an der Stamm spitze dicht unter der Scheitelzelle bilden. Unterhalb dieses Punctes und an ausgebildeten Stammtheilen treten desshalb nie neue Blätter auf. Dieses Organ unterscheidet sich dadurch bestimmt von den drei übrigen Organen; denn wenn auch die Bildung von Stammachsen, von Wurzeln und von appendicu-

lären Organen in der Regel in einer bestimmten Richtung fortschreitet, so können doch immer neue zwischen den schon gebildeten entstehen, während nie zwischen einem untern und einem obern Blatte ein neues Blatt auftritt. — Das Wachsthum durch allseitige Zellenbildung und durch Zellenausdehnung schreitet zwar in der Regel von oben nach unten hin fort; aber es giebt verschiedene Ausnahmen von dieser Regel.

3) Das *appendiculäre Organ* (Haar etc.) wächst durch Zellenbildung in einer (oder auch in mehreren?) endständigen Scheitelzelle in die Länge; die erste Zelle, aus welcher es entsteht (die primäre Zelle des ersten Grades), bildet sich aussen an einer Epidermiszelle (durch Auswachsen derselben).

Die appendiculären Organe sind die wahren Rindenorgane; sie finden sich an Wurzeln, Stämmen und Blättern. Da sie erst entstehen, nachdem die peripherische Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist, so ist ihr Ursprung nicht wie beim Blatte bestimmt an Zeit und Raum gebunden. Ihr Wachsthum durch allseitige Zellenbildung und durch Zellenausdehnung folgt der gleichen Regel, wie beim Blatte.

4) Die *Wurzel* wächst durch Zellenbildung in einem (von dem Wurzelschwämmchen oder Wurzelmützchen) bedeckten Punctum vegetationis in die Länge; sie entsteht im Innern des Gewebes, wenn sie nicht die unmittelbare Verlängerung des Stammes nach unten ist.

Die Wurzeln bilden sich entweder an Stammorganen oder an Wurzeln; im erstern Falle entstehen sie an der Mutterachse in der Regel von unten nach oben, im letztern Falle von oben nach unten (d. h. von der Basis einer Wurzel nach der Spitze hin). — Das Wachsthum durch allseitige Zellenbildung und durch Zellenausdehnung schreitet von oben nach unten (d. h. von der Basis nach der Spitze hin) fort.

Erklärung von Tab. IV. Fig. 11 — 14.

Junge Blätter von *Astragalus sp.*

11. Junges Blatt, von der innern Fläche. *a* Blattspitze. *s*, *s* Nebenblätter. Höhe des Blattes = 0,070''. Breite = 0,090''.

12. Wenig älteres Blatt, von der Seite. *a* Blattspitze. *s* Nebenblatt. Höhe des Blattes = 0,170''.

13. Etwas älteres Blatt, von der innern Fläche. Die Nebenblätter sind nicht gezeichnet. Jederseits haben fünf Blättchen sich zu bilden angefangen, wovon das oberste noch kaum bemerkbar ist.

14. Noch etwas älteres Blatt, von der Seite. Das Nebenblatt ist nicht gezeichnet. Jederseits erscheinen acht Blättchen, von denen je die untersten und älteren die entwickelteren sind.

Tab.IV.

