

63. Paul Korschelt: Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen.

(Vorläufige Mittheilung.)

(Mit Tafel XV.)

Eingegangen am 18. November 1883.

Die letzte Publikation, welche sich mit dem Scheitelwachsthum phanerogamer Pflanzen befasst, ist die im vorigen Jahre erschienene Arbeit „Ueber das Scheitelwachsthum des Gymnospermenstammes“ von Hermann Dingler. Der Verfasser nimmt einen Standpunkt ein, von welchem aus er den Unterschied zwischen dem Scheitelwachsthum der Cryptogamen und dem der Phanerogamen, wie er beziehentlich in der Existenz und dem Fehlen einer Scheitelzelle gewöhnlich angenommen zu werden pflegt, nicht gelten lassen will. Um Belege für seine Anschauung zu erhalten, wählt er zur Untersuchung die den Gefässcryptogamen zunächst stehende Klasse der Gymnospermen. Er untersucht Vertreter aus allen drei Familien derselben und gelangt bei einer Anzahl zu einem ganz einheitlichen Resultate, nämlich zur Feststellung der Existenz einer tetraedrischen Scheitelzelle, welche durch Abschneiden von Tochterzellen den Aufbau des Vegetationskegels bewirkt. Diese Feststellung gelang ihm bei *Ceratozamia sp.*, *Abies balsamea*, *Picea excelsa*, *Pinus sylvestris*, *Pinus Laricio*, *Pinus inops.*, *Cupressus pyramidalis*, *Ephedra monostachya*. Er bildet eine grössere Anzahl von Scheiteln sowohl von Keimlingen wie von erwachsenen Exemplaren ab, die in ihrer grossen Uebereinstimmung bezüglich der Zellgruppierung keinen Zweifel über die Art des Scheitelwachsthum übrig lassen können, vielmehr das Vorhandensein einer grossen, die Mitte des Scheitels einnehmenden Zelle von ganz charakteristischer Gestalt und die Abstammung der umgebenden Zellen aus dieser Scheitelzelle deutlich erweisen.

Auf Grund dieses einen Resultates, das sich für so verschiedene Familien ergab, glaubt der Verfasser berechtigt zu sein, für die ganze Klasse der Gymnospermen Scheitelwachsthum mittelst einer einzigen tetraedrischen Scheitelzelle anzunehmen. Um die Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit dieser Annahme zu erhöhen, die Dingler'schen Ergebnisse noch mehr zu vervollständigen, und um ferner die Frage nach dem Scheitelzellwachsthum möglicherweise auch in der Klasse der

Angiospermen¹⁾ einer Lösung zuzuführen, begann ich im vorigen Winter eine Untersuchung der Vegetationsscheitel zahlreicher gymnospermer wie angiospermer Pflanzen. Im Folgenden sind die Ergebnisse derselben kurz aufgeführt.

A. Gymnospermen.

Während Dingler seine Beobachtungen zum grössten Theile an den Scheiteln junger Keimlinge machte, beziehen sich meine Untersuchungen auf die Knospenscheitel mehrjähriger Exemplare; die Resultate derselben stimmen mit den Dingler'schen im allgemeinen ganz überein.

I. Coniferen.

1. Abietineen.

Pinus Abies L. (*Picea excelsa* Lk.)

Dingler constatirt bei jungen Keimpflanzen das Vorhandensein einer tetraedrischen Scheitelzelle und deren vollkommen gesetzmässige Segmentirung, er giebt Bilder sowohl des Längsschnittes wie des Zellnetzes der Oberfläche. — Ich fand an den Endknospen mehrgipfliger Stämmchen, sowie an Zweigknospen ebenfalls in der Mitte des flach gewölbten Vegetationskegels eine wenn auch nicht durch besondere Grösse, so doch durch ihre charakteristische Gestalt auffallende Zelle. Dieser letztere Umstand und die Lage an einem ganz bestimmten Ort, sowie hauptsächlich die leicht zu deutende Gruppierung ihrer Nachbarzellen liessen gar nicht bezweifeln, dass dieser Zelle eine hervorragende Bedeutung, eine wichtige Funktion beizumessen sei. Von oben her betrachtet (Fig. 1.) gewährte sie das Bild eines Dreiecks, dessen Seiten nicht von ganz gleicher Länge sind; die beiden von ihr zuletzt abgeschnittenen Segmente (Fig. 1. s_1 und s_{11} , s_{11} , s_{11}) sind unverkennbar; das jüngste ist noch ganz ungetheilt, das vorletzte dagegen bereits in drei Zellen zerlegt. — Das Vorhandensein der Scheitelzelle konnte ich ferner auch durch den Längsschnitt bestätigen; dieser zeigte eine in der Mitte des Scheitels gelegene grosse Zelle, die mit steilen, gegen einander gerichteten Wänden in's Innere des Gewebes vorsprang und auch das zuletzt gebildete, noch ungetheilte Segment erkennen liess, ganz analog dem erhaltenen Oberflächenbilde.

Pinus orientalis L.

Die Vegetationskegel zeigen, von oben her betrachtet, ganz ähnliche Zellenanordnung wie die von *Pinus Abies*. Die Scheitelzelle fand ich

1) Vereinzelt Angaben mehrerer Botaniker über das Vorhandensein einer Scheitelzelle an Wurzeln und Stammscheiteln einiger Angiospermen sind in der Dingler'schen Abhandlung aufgeführt.

immer von ganz besonderer Grösse und ziemlich genau gleichseitig-dreieckiger Gestalt, die Mitte des wenig erhobenen Kegels einnehmend; ihre Umgebung bilden kleine Zellen, über deren Ursprung ein genaueres Studium fast immer Aufschluss giebt: die beiden zuletzt gebildeten Segmente ergeben sich in den meisten Fällen ohne Mühe; das drittletzte hingegen lässt sich schon weniger leicht in seinen Umgrenzungslinien auffinden.

Auch hier gelang es mir, das Oberflächenbild durch den Längsschnitt zu ergänzen; zwei Scheitelhälften, die ich durch einen genau median geführten Längsschnitt erhalten, liessen sofort, nachdem sie in Kalilauge gebracht waren, die grosse, zwar nicht genau in der Mitte des Scheitels gelegene, aber durch Form und Grösse vorzüglich ausgezeichnete Scheitelzelle erkennen. Dieselbe ragte tief in das Gewebe des Vegetationskegels hinein, und so erschien mir gerade dieser Fall als ein recht drastisches Beispiel gegen das Vorhandensein einer den Vegetationskegel in continuirlichem Zuge überkleidenden Dermatogenschicht im Hanstein'schen Sinne.

Pinus canadensis.

An mehreren Scheiteln, die sich indessen wegen ihrer Kleinheit weniger gut zur Untersuchung eignen, wurden Scheitelzellen von sehr regelmässiger Ausbildung beobachtet.

2. Cupressineen.

Taxodium distichum.

Untersucht wurde eine grosse Anzahl von Scheiteln der überwinternden Seitensprosse; sie ergaben dasselbe Resultat, das Dingler bei den Keimlingen einer Cypresse (*Cupressus pyramidalis* Targ. Tozz.) erhielt, von denen er ein Oberflächenzellnetz abbildet (Taf. II. Fig. 5 und 7), das in unzweifelhafter Weise das Scheitelzellwachstum erweist. *Taxodium* wächst ebenfalls mit einer Scheitelzelle, welche die übrigen Zellen des Scheitels an Grösse übertrifft und deren Gestalt der bei den Coniferen beschriebenen gleicht; sowohl in der Oberflächenansicht wie im Längsschnitt ist sie aufzufinden und aus der Anordnung der in ihrer nächsten Umgebung befindlichen Zellen als Mutterzelle des Scheitelgewebes zu erkennen.

II. Gnetaceen.

Von Gnetaceen untersuchte Dingler *Ephedra monostachya* C. A. Meyer mit für die Scheitelzelltheorie günstigem Erfolg; er constatirt für sie ein Scheitelwachstum, das wie bei den Coniferen mittelst einer tetraedrischen Scheitelzelle vor sich geht und bildet eine dementsprechende Oberflächenansicht ab. — Ich fand in den frischen Laubknospen von *Ephedra vulgaris* ein vorzügliches Untersuchungsmaterial; die

Vegetationskegel sind sehr zart und deshalb die Zellanordnung ihrer Scheitel oft schon ohne Behandlung mit Kalilauge leicht zu erkennen. Auch hier stimmen meine Resultate mit denen Dingler's überein. Die Scheitelzelle, die im Quer- wie Längsschnitt mit gleicher Sicherheit zu beobachten war, ist, wie in allen vorher beschriebenen Fällen, von tetraedrischer Gestalt und ganz auffallender Grösse; ihre nach aussen gelegene Wand (die Basis des Tetraeders) bildet zumeist ein ungefähr gleichseitiges Dreieck. Die Gruppierung der übrigen Zellen, die das Oberflächenzellnetz erkennen lässt, bekundet eine in der üblichen Weise stattfindende gesetzmässige Segmentbildung (Fig. 2).

B. Angiospermen.

Dingler hat in seiner Abhandlung die vereinzelt Angaben verschiedener Autoren über Scheitelzellwachsthum bei angiospermen Pflanzen, die bis dahin bekannt geworden, zusammengestellt; dieselben beziehen sich sowohl auf embryonale Zustände wie auf Spross- und Wurzelscheitel; sie sind nur in spärlicher Anzahl vorhanden und liefern ganz sichere Resultate nur zum Theil.

Um für meine Arbeit geeignetes Material zu gewinnen, wurden im Frühjahr sehr zahlreiche Pflanzen aus den verschiedensten Familien der Mono- und Dicotyledonen bezüglich der Grössen- und Formenverhältnisse ihrer Sprossscheitel untersucht, und, von dem naheliegenden Gedanken ausgehend, dass die etwa vorhandene Scheitelzelle am ehesten an solchen Vegetationsspitzen aufzufinden sein müsste, deren Scheitel einen möglichst kleinen Raum darbieten, wurden zunächst diejenigen Formen zur Untersuchung gewählt, die einen recht schlanken Vegetationskegel aufzuweisen hatten. Diesen Vorzug besitzt, wie bekannt, eine Anzahl von Wasserpflanzen, wie *Elodea*, *Hippuris*, *Ceratophyllum* u. s. w. Es ist aber trotzdem keineswegs leicht, bei diesen Pflanzen Aufschluss über die Zelltheilungsvorgänge am Scheitel zu erhalten; die Anfertigung brauchbarer, median geführter Längsschnitte scheidert zumeist an der geringen Grösse des Durchmessers und der Zartheit der Vegetationsspitzen; feine Querschnitte sind bei der Kleinheit der Objekte ebenfalls schwer zu beschaffen; man muss sich vielmehr darauf beschränken, die Scheitel in mässiger Dicke horizontal abzuschneiden und in reichlicher Menge aufhellender Flüssigkeit unter dem Deckglas zu betrachten — ein Mittel, zu dem auch Dingler bei seinen Untersuchungen greifen musste.

Elodea canadensis Rich. (*Anacharis Alsinastrum* Bap.), deren Vegetationskegel besonders schlank und spitz ist, ergab eine Anzahl von Schnitten, die mit grösster Sicherheit für Wachsthum mittelst Scheitelzelle sprachen. Sowohl Oberflächenzellnetz wie Längsansicht boten zu wiederholten Malen den deutlichen Beweis für die Existenz einer ganz ähn-

lich wie bei den Gymnospermen gestalteten Scheitelzelle, welche entsprechend den drei Seitenflächen des Tetraeders Segmente abschneidet.

Scheitel, die in ziemlicher Dicke horizontal abgeschnitten wurden, liessen sich mit einiger Mühe in vertikaler Stellung fixiren; dann zeigte sich, dass ganz wie bei den Gymnospermen die Scheitelmitte von einer dreieckig gestalteten Zelle eingenommen wird, welche, je nachdem die letzte Theilung vor längerer oder kürzerer Zeit stattgefunden, ihre Nachbarzellen mehr oder weniger an Grösse übertrifft. Die drei in die Tiefe des Gewebes verlaufenden Tetraederkanten sind, wenn das Präparat genügend aufgehellt ist, bis zu ihrem Vereinigungspunkte, der Spitze des Tetraeders, zu verfolgen. Segmente konnten bei der Betrachtung von oben her mit Sicherheit drei festgestellt werden (Fig. 3). Ein dick abgeschnittener Scheitel, der beim Verschieben des Deckglases aus der vertikalen Stellung sich umlegte, liess die Scheitelzelle, die vorher in der Oberflächenansicht bereits gezeichnet war, auch in der Seitenansicht als solche erkennen und auch die zwei zuletzt abgegliederten Segmente in ihrer Umgrenzung und Theilung verfolgen (Fig. 4).

Lemna minor, deren junge, noch nicht zu dem später flächenförmigen Organ ausgewachsene Tochttersprosse ebenfalls rücksichtlich ihrer Wachstumsvorgänge untersucht wurden, zeigt in der Oberflächenansicht eine Form der Scheitelzelle, welche von den bisher beobachteten einigermassen abweicht; die Scheitelzelle ist zwar ebenfalls deutlich dreiseitig, aber der Unterschied in der Wandlänge tritt auffälliger als sonst hervor, die Zelle erscheint mehr in die Länge gezogen; indessen ist diesem Umstand eine wesentliche Bedeutung wohl kaum beizulegen. Die Segmentbildung erfolgt nach dem, was der Zellwandverlauf in der nächsten Umgebung der Scheitelzelle und die ganze Anordnung des Oberflächenzellnetzes ergibt, in einer den früheren Fällen entsprechenden Weise. (Fig. 5.)

Ceratophyllum submersum folgt wieder dem gewöhnlichen Typus der Scheitelzellform. Der Vegetationskegel ragt ähnlich wie bei *Elodea* weit über die jüngsten Blattanlagen hinaus. Die Betrachtung desselben im optischen Längsschnitt lässt deutlich und oft genug in der Scheitelmitte eine spitz nach innen zulaufende, zumeist auch durch Grösse etwas ausgezeichnete Zelle erkennen, über deren Umgebung ich mir indessen keinen sicheren Aufschluss zu verschaffen vermochte — ausgenommen über das letzte Segment, das als schmale Zelle durch eine antikline Wand abgegrenzt erschien; der Eindruck des Ganzen ist ungefähr der, den man bei *Elodea* erhält. Das Studium der Scheitel von oben her liefert beweiskräftigere Resultate, die Existenz der Scheitelzelle wird zweifellos; sie nimmt hier immer die Mitte des Scheitels ein; bei höchster Einstellung lässt sich ihre nach aussen grenzende Fläche oft als ganz regelmässig gleichseitiges Dreieck erkennen, und ihre tetraedrische Natur, die ja schon ihr Bild in der Längsansicht mit

documentirt, wird durch das allmähliche Verschwinden dieser Dreieckscontur bei immer niedrigerer Einstellung erwiesen. Das Zellnetz der Oberfläche veranschaulicht ferner noch die Theilungen dieser Scheitelzelle. Eine jüngst abgeschnittene Tochterzelle, ein letztes Segment, oft durch spätere Wachstumsvorgänge schon einigermaßen verzerrt, ist immer aufzufinden; und in der Regel auch ein zweites, in dem schon mehrfache Theilungen stattgefunden haben; auch die Umgrenzung eines der dritten Tetraederfläche entsprechenden Segmentes kann man zuweilen verfolgen, indessen hat man nicht immer die Gewähr für deren Richtigkeit.

Myriophyllum verticillatum. Der Vegetationskegel ist viel kürzer und bedeutend breiter, als bei *Ceratophyllum*. Längsschnitte ergaben keine günstigen Resultate. Diese wurden aber an Scheiteln, die mehrere Tage der Einwirkung von Kalilauge ausgesetzt gewesen und dann von oben her studirt wurden, erhalten. Die zumeist polygonal gestalteten Zellen des Oberflächenzellnetzes gruppiren sich um eine in der Mitte des ziemlich stark gewölbten Kegels gelegenen Zelle von deutlich dreiseitiger Gestalt, und bekunden durch ihre Anordnung die Abstammung aus einer Mutterzelle. Die beiden letzten Segmente treten sehr scharf hervor; ein drittletztes konnte einmal mit ziemlicher Sicherheit verfolgt werden (Fig. 6).

Ganz vorzügliches Untersuchungsmaterial fand ich ferner in einer Anzahl von Gramineen; bei *Saccharum officinarum*, *Eulalia japonica*, *Festuca rubra* und *capillifolia*, *Panicum plicatum* tritt das Wachsthum mittelst Scheitelzelle in fast noch prägnanterer Weise hervor als in den vorstehenden Fällen; Raummangel verbietet mir hier näher auf diese Formen einzugehen.

Eine umfassendere Arbeit über den hier in Kürze behandelten Gegenstand soll in einiger Zeit an anderer Stelle veröffentlicht werden.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. *Pinus Abies*. Oberflächenansicht eines Vegetationsscheitels. Vergr. 300.
 Fig. 2. *Ephedra vulgaris*. Dasselbe Vergr. 560.
 Fig. 3. *Elodea canadensis*. Dasselbe. Die Scheitelzelle und ihre drei letzten Segmente sind der grösseren Deutlichkeit wegen stark conturirt. Vergr. 560.
 Fig. 4. *Elodea canadensis*. Längsansicht der Scheitelzelle und ihrer Segmente. Vergr. 560.
 Fig. 5. *Lemna minor*. Junger Tochtterspross von oben gesehen. Vergr. 960
 Fig. 6. *Myriophyllum verticillatum*. Vegetationskegel in der Ansicht von oben. Die Scheitelzelle und die Segmente sind durch stärkere Umgrenzungslinien hervorgehoben. Vergr. 880.

Fig. 1.

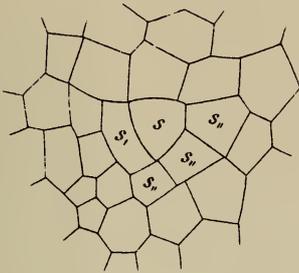


Fig. 2.

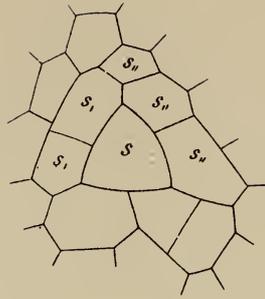


Fig. 3.

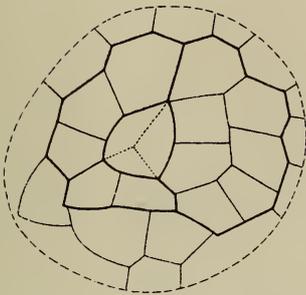


Fig. 5.

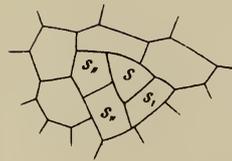


Fig. 4.

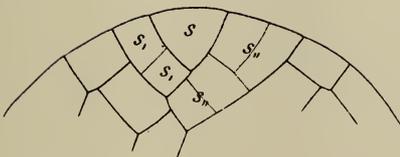
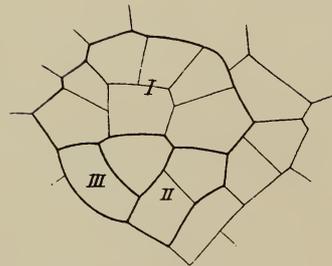


Fig. 6.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Korschelt Paul

Artikel/Article: [Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen. 472-477](#)