

tinirte Strecke nachher wieder entfernt wurde, in den ersten 24 Stunden ungefähr 14 *ccm* und ein in Luft abgeschnittener ungefähr 16 *ccm*.

Aus diesen Thatsachen geht also mit Bestimmtheit hervor, dass der Transpirationsstrom im Lumen der Holzelemente und nicht in deren Membran hinaufsteigt, und der Versuch ist so klar und einfach, dass er sich selbst für die Vorlesung eignen dürfte.

Zum Schluss will ich nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, wie wenig die auch von Sachs¹⁾ hervorgehobene Beobachtung, dass das dickwandige und „dichte Herbstholz eines jeden Jahresringes weniger leitungsfähig ist als das grosszellige Frühjahrsholz desselben Ringes“ — mit der Imbibitionstheorie zu vereinigen ist.

Brüssel, pflanzenanatomisches und -physiologisches
Laboratorium der Universität.

4. Hermann Dingler: Zum Scheitelwachsthum der Gymnospermen.

(Mit Tafel I.)

Eingegangen am 11. Februar 1886.

Vor Kurzem hat in diesen Berichten ein neuer Arbeiter auf dem Gebiete des Scheitelwachsthums sich vernehmen lassen, und zwar in der etwas mühseligen Frage des Scheitelwachsthums der Phanerogamen. Er brachte aber zu seiner Arbeit, wie es scheint, nicht allzuviel Geduld und Unbefangenheit mit und meinte mit Hülfe eines an sich werthvollen neuen Reagens, des Noll'schen Eau de Javelle, das unfehlbare Mittel zur endgültigen Lösung der Frage gefunden zu haben. Percy Groom hat, nach seiner Publikation „Ueber den Vegetationspunkt der Phanerogamen“²⁾, eine grössere Zahl von Stammscheiteln von Gymnospermen und Angiospermen untersucht und dabei nirgends eine Scheitelzelle im Sinne derjenigen der Gefässkryptogamen nachweisen können. Er wendet sich mit seinen Ausführungen sowohl gegen mich, da ich aus meinen Untersuchungen an Gymnospermen³⁾ auf Scheitel-

1) Vorlesungen, p. 275.

2) Diese Berichte, Heft 8, p. 303.

3) Ueber das Scheitelwachsthum des Gymnospermenstammes. München 1882, bei Th. Ackermann.

wachsthum mittelst einer tetraedrischen Scheitelzelle geschlossen hatte, als auch gegen Korschelt, welcher meine Beobachtungen bestätigte und ähnliches für eine Reihe von Angiospermen fand.¹⁾ Mich selbst berührt zunächst die Frage des Verhaltens der Gymnospermen. Ich kann mir aber nicht versagen bei dieser Gelegenheit auch auf die technische Seite der Sache nochmals etwas eingehender zurückzukommen, da mir scheint, dass vielfach unrichtige Anschauungen über die grössere Leichtigkeit oder Schwierigkeit der Untersuchung kleinzelliger Phanerogamen-Vegetationskegel verbreitet sind. Ausserdem kann ich die Angaben Groom's nicht ignoriren, da dieselben geeignet sind, das sich allmählich etwas aufhellende Dunkel über das Stamm-Scheitelwachsthum höherer Pflanzen neuerdings zu verdichten. Sodann erfordert eine ganz neue Abhandlung von Schwendener „Ueber Scheitelwachsthum und Blattstellungen“²⁾ Erwiderung von meiner Seite, um so mehr, da ich nicht allen von dem ausgezeichneten Forscher darin vertretenen Anschauungen beipflichten kann. Schliesslich möchte ich bei der Gelegenheit einige Beobachtungen über das Scheitelwachsthum des Blattes der Gymnospermen mittheilen.

Zunächst gehe ich auf die bereits erwähnte Publikation von Percy Groom, soweit sie mich berührt, ein. Sachlich wäre die Frage, ob bei den Gymnospermen eine tetraedrische Scheitelzelle vorkommt oder nicht, wie mir dünkt, bereits entschieden — oder sollten sich ausser mir und Korschelt auch Graf Solms-Laubach³⁾ und Schwendener⁴⁾ getäuscht haben, welche beide wenigstens in einzelnen Fällen ähnliche Zellen am Scheitel nachweisen konnten? Die heute noch nicht endgültig erledigten Fragen sind ganz andere. Wie verhält sich das Scheitelwachsthum der Gymnospermen in den Fällen wo eine Scheitelzelle nicht aufzufinden ist? Ist die von Schwendener aus einer Anzahl von Oberflächenzellnetzen gefolgerte Existenz von 4 Scheitelzellen wenigstens in manchen Fällen begründet? Kommen vielleicht schärfere Sonderungen der Histogene im Sinne Hansteins zu gewissen Zeiten vor? etc. Im Einzelnen wäre nun zu Grooms Arbeit folgendes zu bemerken:

Derselbe sagt S. 1: „Zu keinem sichern Resultat gelangt er (Dingler) bei der Untersuchung der Laubknospen von *Abies balsamea*, *Pinus Laricio* und *Juniperus communis* von denen er annähernd mediane Längsschnitte ohne Scheitelzelle abbildet, trotzdem aber behauptet, dass

1) „Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen“. Diese Berichte, Bd. I, p. 472 und Pringsheim's Jahrb. Bd. XV, Heft 4.

2) Sitzber. d. Berliner Akad. vom 22. Oktober 1885, mit 1 Tafel.

3) „Der Anbau des Stockes von *Psilotum triquetrum*.“ S. A. aus den Annal. d. Jard. Bot. de Buitenzorg.

4) „Ueber Scheitelwachsthum und Blattstellungen“ in Sitzber. der Berl. Akad. vom 22. Oktober 1885.

diese Bilder nicht gegen, vielmehr für die Existenz einer Scheitelzelle sprächen, eine Behauptung, welche mir nicht einleuchten will.“ Dem gegenüber möchte ich aber doch auf den Wortlaut dessen, was ich über die Zellanordnung der Laubknospen-Scheitel von *Abies balsamea* sagte, verweisen. Ich betonte dort, dass ich mehrfach Zellanordnungen, die auf eine tetraedrische Scheitelzelle schliessen liessen, gesehen habe und dass in einem Falle die Wahrscheinlichkeit sogar sehr gross gewesen sei. Leider gab ich damals in etwas übergrosser Vorsicht kein Scheitelzellnetz dieser Pflanze bei, will dies aber jetzt nachholen, um so mehr da Groom mich offenbar gegen Korschelt ausspielen möchte, weil ich, ausser von *Ephedra*, keine Scheitel erwachsener Pflanzen mit Scheitelzelle abbildete.

Fig. 5 giebt das Netz eines solchen Scheitels, an dem ich freilich viele Stunden suchte, bis ich diese Zellanordnung auffand. Dann aber sah ich sie mit denkbar grösster Schärfe, bei Tageslicht und Gaslicht, bei durchfallendem und auffallendem Licht. Bei Gelegenheit meiner ersten Abhandlung hatte ich keinen so grossen Werth auf alle Einzelheiten der Untersuchungsmethode gelegt. Nachdem aber unter der geschickten Hand Herrn Percy Groom's sich bei etwas längerer Anwendung von Eau de Javelle „Die vorher ohne Schwierigkeit erkannte grosse Korschelt'sche Scheitelzelle in Wohlgefallen aufzulösen“ anfängt,¹⁾ so dürfte es nicht schaden, dies zwar nachträglich aber auch nachdrücklich zu betonen. Ganz ebenso wurde nicht nur bei durchfallendem sondern auch bei auffallendem Lichte die Scheitelzelle von *Ceratozamia* beobachtet. In letzterem Falle wurde sie sogar auf diese Art gefunden.

In anderen Fällen freilich, wo man mit sehr kleinen Scheiteln und Zellen zu thun hat, ist die Methode der Untersuchung bei auffallendem Lichte nicht gut anwendbar. Ich denke aber, dass ein derartiger Fall genügen dürfte, um die Berechtigung der Groom'schen Vermuthung, dass Wände tiefer gelegener Zellen zu einer oberflächlichen Scheitelzelle kombinirt wurden, auszuschliessen.

Betrachtet man Fig. 5, so wird man unschwer die in Fig. 6 nochmals mit meiner Deutung wiedergegebene Zellanordnung herausfinden, welche in Segment III. und II. bei unbefangenen Lesern wohl wenig Widerspruch erfahren dürfte. Auch das älteste Segment I. hat in meiner Umgrenzung nicht geringe Wahrscheinlichkeit für sich, abgesehen von der einzelnen aussen angrenzenden Zelle, welche in Betreff ihrer Zugehörigkeit zweifelhaft ist.

Einen, die Stammscheitelzelle zeigenden, beweisenden Längsschnitt besitze ich freilich nicht, dass aber die von mir als Scheitelzelle gedeutete Zelle *v* von tetraedrischer Gestalt war, das ist ganz absolut

1) l. c. p. 308.

sicher, denn die von den 3 Ecken der Zelle ausgehenden Kanten liefen in fast geraden Linien in die Tiefe und trafen sich in einem Punkte. Ich möchte nun doch fragen ob ein solches Bild nicht für eine tetraedrische Scheitelzelle spricht? Und wenn dies ein Bild nicht genügt, so dürfte doch die Reihe der übrigen Scheitel mit durchaus ähnlichen Anordnungen hinreichen das zum mindesten öftere Vorkommen darthun! Auf die Schwierigkeit des Nachweises auf dem Längsschnitte werde ich ohnehin noch besonders zu reden kommen und möchte dabei an Herrn Groom die Frage richten, ob er sich durch den Scheitel von Fig. 5 nicht α Längsschnitte gelegt denken kann, welche ähnliche Bilder wie die Fig. 19 meiner Abhandlung zeigen? Ich gab jenen Längsschnitt überhaupt nicht wegen der Stammscheitelzelle, sondern wegen der sonderbaren Zellgruppierungen seitlich vom Scheitel, welche ich als Blattanlagen zu deuten geneigt bin und deren Herleitung von sich theilenden Blattscheitelzellen ich damals muthmasste. Ich dachte nun weiter, dass wenn ein Blattscheitel mittelst Scheitelzelle wächst, so ist es doch noch viel wahrscheinlicher, dass der Stammscheitel sich ähnlich verhält. Nach den Verhältnissen bei den Kryptogamen hielt und halte ich mich zu solchem Schluss berechtigt. Dass aber die Blattanlagen von *Abies balsamea* wirklich mittelst Scheitelzelle wachsen, schloss ich aus dem aus meiner früheren Abhandlung reproduzirten medianen Längsschnittsbilde Fig. 19 und noch aus manchen anderen Beobachtungen.

In Betreff der Bemerkung über *Juniperus communis* passt genau dasselbe, was ich eben von *Abies balsamea* sagte, mit dem einzigen Unterschiede, dass ich bei demselben wirklich bis heute keine sichere Stammscheitelzelle nachweisen konnte. Es ist dies aber durchaus nicht so befremdend wie es scheinen könnte, denn ich habe thatsächlich nicht lange danach gesucht. Auch seitdem kam ich nicht mehr dazu den *Juniperusscheitel* eingehend zu studiren. Der „annähernd mediane“ Längsschnitt von *Junip. communis*, welchen ich Fig. 17 gegeben hatte, schliesst offenbar die Medianebene des jungen Blatthöckers ein, verläuft aber wahrscheinlich etwas seitlich von der Längsaxe des Stammscheitels. Ich hoffe, dass Herr Groom im Stande ist, sich eine Vorstellung von der Möglichkeit eines solchen Schnittes zu machen.

Von *Pinus Laricio* habe ich leider keine Zellnetzbilder, obschon ich manches bei Laubknospen gesehen habe, was auf die Existenz einer tetraedrischen Scheitelzelle deutet, dagegen kann ich von der ja nahe verwandten *Pinus sylvestris* die centrale Stammscheitelgruppe wenigstens eines Keimlings zur Vervollständigung meiner Scheitelzellnetze in Fig. 7 vorführen. Zwei Segmente sind ganz deutlich, das dritte oder vielmehr älteste, welches durch die Wand 1 abgeschnitten wurde, war an seinem linken Ende nicht ganz sicher zu begrenzen, weil ausser geringer Neigung etwas Schmutz auf die betreffende Stelle gekommen

war. Ich betone dabei, dass ich heute noch wie früher der Anschauung huldige, dass der Scheitel der Keimpflanzen wie derjenige der älteren Pflanzen wächst, und dass ich mich wundere, dass manche Autoren dies bezweifeln.

Auf die Beobachtungen Grooms bei den Angiospermen will ich mich hier nicht einlassen. Wahr ist, dass ich selbst an manchen derselben, z. B. an den Cucurbitaceen, und zwar bei Keimlingen, absolut nichts bestimmtes finden konnte. Trotz alledem könnte aber auch bei ihnen eine einzige Stammscheitelzelle vorhanden sein, aber freilich der Nachweis zu liefern wäre, auch wenn sie vorhanden ist, sehr schwierig, wenn nicht überhaupt unmöglich. Andererseits sieht man aber bei Angiospermen öfter Anordnungen, welche die Wahrscheinlichkeit des Scheitelwachstums mittelst einer einzigen Scheitelzelle nahelegen. Ich sah solche Anordnungen bei Vertretern ganz verschiedener Familien, und die Korschelt'schen Beobachtungen sprechen ebenfalls dafür, wenn Korschelt, woran ich zu zweifeln keinen Grund habe, richtig gesehen hat, wenn auch freilich manche seiner Zellnetze nicht hinreichend beweiskräftig sind. Ich möchte aber doch betonen, dass die Art, wie Herr Groom die Sache behandelt, Korschelt gegenüber zum Abschluss der Frage wohl nicht genügen dürfte, um so weniger, da er ja auch bei den Gymnospermen nachgewiesenermassen durchaus unzulängliche Untersuchungen angestellt hat.

Bei den Angiospermen dürfte die Sache ausserdem nach meiner Erfahrung noch bedeutend schwieriger sein, als bei den Gymnospermen. Was die Methode Groom's anlangt, so ist die Behandlung der Scheitel mit Eau de Javelle in vielen Fällen für kurze Zeit ganz gut, in anderen Fällen aber lässt dieses Reagens, gerade so wie KOH ganz im Stiche. In vielen Fällen ist ein Scheitel nach relativ kurzer Einwirkung von Eau de Javelle nicht mehr zu gebrauchen. So viel ich bis jetzt beurtheilen kann, greift gerade dieses Reagens zugleich die oberflächlichen zarten Zellwände in ganz besonders hohem Grade an und es ist so wahrlich kein Wunder, dass die wahrscheinlich gesehene tetraedrische Scheitelzelle von *Ephedra* unter den Augen des Beschauers sich buchstäblich auflöste. Ein ganz ähnlicher Fall, wie er einem auch mit Kalihydrat begegnen kann und mir thatsächlich mehrfach begegnet ist. Was die Erlangung optischer Längsschnittsbilder anlangt, so ist Groom einigermaßen naiv, wenn er glaubt, mittelst Durchsichtigmachens ganzer Scheitel die Frage entscheiden zu können. Bei einer Dicke von nur wenigen Zellen ist es gerade beim Gymnospermenscheitel ausserordentlich schwierig, die Zellenanordnung im Innern genau festzustellen, dieselbe müsste denn sehr regelmässig sein, wie beispielsweise bei manchen Embryonen, sowie Kryptogamen, was sie aber nicht ist. Dazu kommen bei abgeschnittenen Sprossscheiteln noch mannigfache andere Schwierig-

keiten, und zwar sowohl bei dem Studium der Scheiteloberfläche, wie dem der optischen Mediane,

Um dies zu erläutern, möge es mir gestattet sein, auf die Fig. 21 der beigegebenen Tafel zu verweisen.

Dieselbe stellt die Profile zweier gleichgestalteter Scheitel dar. Der eine $A''B'v$ ruhe mit seiner Schnittfläche $A''B'$ auf der horizontalen Ebene des Objekträgers. In solchem Falle ist natürlich die Einstellung auf den Scheitelmittelpunkt sehr einfach, und der Beobachter, welcher in der Richtung des Pfeiles sieht, wird den wirklichen höchsten Punkt und dessen nächste Umgebung wohl untersuchen können. In den sehr häufigen Fällen jedoch, wo die Schnittfläche die Längsaxe des Scheitels nicht rechtwinkelig trifft, wird ein seitlich gelegener Punkt der höchste sein und der eigentliche Scheitelpunkt mit der grösseren Schiefe des Schnittes mehr seitlich rücken. Wird beispielsweise der Querschnitt in der Richtung $A'B'$ oder $a'b'$ verlaufen, so wird der Punkt v' für den in der Richtung des Pfeiles p' beschauenden der höchste sein. Umgekehrt fällt für die Schnittrichtung $A''B''$ oder $a''b''$ der höchste Punkt nach v'' . Ist nun der Scheitel ziemlich lang abgeschnitten, wie z. B. bei $A'B'$, so lässt sich dies unter dem Mikroskope ziemlich leicht konstatiren, da $B'C$ viel länger als $A'C$, und $B'v'$ viel stärker geneigt ist als $A'v'$, wie ich hier nicht weiter auseinandersetzen brauche. Anders verhält es sich aber, wenn der Scheitel relativ kurz abgeschnitten ist, z. B. in der Richtung $a'b'$. Bei einem Scheitelprofil, wie das vorliegende, welches sehr häufig vorkommt, und, bei welchem die oberste Partie annähernd einem Kugelabschnitt gleicht, ist $a'c'$ nahezu gleich $b'c'$ und die Neigung der beiderseitigen äusseren Grenzkontouren $a'v'$ und $b'v'$ ist ebenfalls verschieden. In Folge dessen aber geht ein jeglicher Anhaltspunkt für den Ort des wirklichen Scheitelpunktes verloren und auch hier rückt somit v stark seitwärts in eine bereits ziemlich geneigte Lage. Jeder Mikroskopiker weiss nun aber, wie schwierig es ist, bei nur geringer Neigung der Fläche eines Zellkörpers die Richtung der Zellwände sicher festzustellen. Die kleinste Veränderung der Neigung verursacht ganz erhebliche und unerwartete Aenderungen im Zellnetzbilde.

Dazu rechne man noch die sonstigen weiteren Schwierigkeiten, die häufig ungenügende oder zu kurz dauernde Aufhellung, die nicht selten zu grosse Durchsichtigkeit der Scheitelzelle, die Kontraktion des Zellinhaltes, die Verdeckung einzelner Stellen durch sich anhängende Schmutzpartikelchen, die Schwierigkeit des Drehens der meisten Gymnospermen-Scheitel und der Erhaltung in einer bestimmten Lage ausser der Ruhelage. Ferner die so gut wie sicher gestellte Thatsache, dass nicht selten nur 1—2 Segmente der wahrscheinlichen Scheitelzelle noch zu erkennen sind, so dass ein strikter Beweis überhaupt nicht geführt werden kann. Bedenkt man ausserdem die Möglichkeit, dass

die Scheitelzelle in ihrer Gestalt schwankt, sowie es Treub für *Selaginella Martensii* gezeigt hat,¹⁾ so kommt, wie mich dünkt, eine bei weitem ausreichende Zahl von Gründen zusammen, um ein häufiges Nichtauffinden der Scheitelzelle auf dem Oberflächenbild vollständig begreiflich zu machen.

Was endlich die wirklich grosse Schwierigkeit des Nachweises auf dem Längsschnittsbilde angeht, so liegen dafür ebenfalls viele Gründe vor. Es verlohnt sich aber wahrlich kaum, nochmals sie zu betonen, nachdem bereits früher mehrfach davon gesprochen wurde. Einen Punkt nur, der gerade bei der Methode des Studiums ganzer durchsichtig gemachter Scheitel wichtig ist, will ich kurz berühren. Es ist dies die Schwierigkeit, einen abgeschnittenen Scheitel dauernd in der Lage zu erhalten, dass die Längsaxe horizontal, d. h. parallel zur Unterlage und senkrecht zum Beschauer gerichtet ist. Diese Lage, in welcher sich in Fig. 22 der Scheitel A''B'v zu seiner Unterlage der Ebene FA'', und zur Richtung des Pfeiles P, also der Beobachtungsrichtung, befindet, ist die einzige, welche, falls der Scheitel hinreichend durchsichtig genug gemacht werden kann, ohne dass die Zellwände in ihrer Sichtbarkeit leiden, ein richtiges Bild liefern würde. Der Scheitel A''Dv wird aber, falls er nicht kurz abgeschnitten ist, stets die Reihenlage A''Dv anzunehmen suchen, und es ist unter dem Mikroskope gar nicht leicht, ihn in der ersteren zu erhalten. Zugleich ist ein sicheres Kriterium für genau horizontale Lage der Axe meist nicht vorhanden.

Kurz, Alles in Allem ist selbst die thatsächlich häufige Unmöglichkeit des Nachweises kein Beweis für Nichtvorhandensein im konkreten Fall. Ich kenne bis jetzt nur ein einziges Beispiel, in welchem man mit ziemlich hoher Wahrscheinlichkeit das öftere Nichtvorhandensein einer Scheitelzelle bei Gymnospermen annehmen kann. Es ist dies *Ephedra*. Ich habe in Fig 8. das Oberflächzellnetz eines solchen Scheitels wiedergegeben. In diesem Falle war bei kaum veränderter Einstellung gleichzeitig das Zellnetz des Stammscheitels, wie der beiden opponirten Blattscheitel und der hier minimalen Einsenkung zwischen ihnen erkennbar, der Scheitel bot mit den Blatthöckern eine einzige fast gerade Oberfläche dar. Mitten über den Scheitel zieht sich hier eine durchgehende Trennungswand fast von einem Blatthöcker zum andern und die in der nämlichen Richtung gestreckten Zellen ordnen sich regelmässig paarweise zu beiden Seiten an.

Man könnte hier, wenn nicht die vier Zellen w, x, y und z etwas weit seitlich lägen, an die Schwendener'schen 4 Scheitelzellen denken. Jedoch auch hierfür stimmt die Anordnung nicht.

Die Zellen sehen in diesem und ähnlichen Fällen leer und durch-

1) Recherches sur les organes de la végétation du Seleg. Mart. Spring. Leide 1877.

sichtig aus und der Scheitel machte überhaupt den Eindruck, als ob das Wachsthum in ihm erloschen sei. „Damit ist ja aber der Beweis geliefert, dass eine Scheitelzelle wirklich häufig nicht vorhanden ist“, werden mir nun manche entgegen halten. Mit nichten — muss ich immer wieder betonen. Ein nicht mehr wachsender Scheitel braucht ja gar keine Scheitelzelle mehr und dass es bei den *Ephedra*-Arten thatsächlich massenhaft nicht mehr wachsende Scheitel geben muss, lehrt ein Blick auf jede lebende Pflanze, im wilden, wie im kultivirten Zustande. Die meisten jungen Triebe sterben nach kurzer Lebensdauer ab und man weiss nie, ob und wie lange ein Scheitel sich im fortbildungsfähigen Zustande befindet.

Der abgebildete Scheitel war ausserdem etwas in der Richtung der Blätthöcker verbreitert, ganz entsprechend der Verbreiterungsrichtung der obersten Zellen.

Das Verbreitungswachsthum, welches vielleicht durch die beiden Blattscheitel bedingt wurde, hat die Zellanordnung des ganzen Scheitels beeinflusst, und, wie man nicht anders annehmen kann, durch von beiden Seiten ausgeübten Zug, welchem der Stammscheitel durch eigenes aktives Wachsthum nicht das Gleichgewicht halten konnte, die ganze Oberfläche und damit die Zellen in die Breite gezogen. Ein zweiter *Ephedrascheitel*, den ich in Fig. 9 darstelle, zeigt im höchsten Punkte ebenfalls keine deutliche Scheitelzelle. Auch dieser Scheitel war auf dem Querschnitte etwas elliptisch. Aus der Zellanordnung hier aber einen bestimmten Schluss zu ziehen, dass keine Scheitelzelle vorhanden sei, halte ich für durchaus ungerechtfertigt. Es ist sehr wohl möglich, dass die eine oder andere Zelle des Netzes eine durch Wandbrechung polygonal gewordene Scheitelzelle ist, umsomehr, da die Lage des Scheitelpunktes, wie überaus häufig, gar nicht absolut sicher festzustellen war. Falls die Gestalt der Scheitelzelle überhaupt wechseln kann, indem die Wandrichtungen nicht ganz regelmässig sich wiederholen, was ich im Gegensatz zu meiner früheren Meinung heute für möglich halten muss, so lässt sich aus Oberflächenbildern ja überhaupt nicht immer sicher ein Nichtvorhandensein konstatiren.

Bilder, ähnlich der Fig. 9, welche zwar keine höhere Scheitelzelle zeigen, aber auch nicht die Möglichkeit der Existenz ausschliessen, sieht man nun auch bei anderen Gymnospermen, aber Zellanordnung ähnlich wie Fig. 8 konnte ich ausser bei *Ephedra* nirgends auffinden.

Ich neigte früher der Auffassung zu, dass nur eine morphologisch bestimmte Zelle die Rolle der Scheitelzelle spielen und dass deren Gestalt und Grösse sich nicht wesentlich ändern könne. Zum mindesten dass solche Aenderungen in morphologisch engen Grenzen sich bewegen müssten. Diese Anschauungsweise kann ich nun heute nicht mehr in

aller Strenge vertreten und muss bei den sich häufenden Beobachtungen¹⁾, welche das Gegentheil beweisen, meine damals, namentlich auch gegen Treub, ausgesprochenen Ansichten zurücknehmen.

Andererseits zeigen Beobachtungen, wie diejenigen von Treub an *Selaginella Martensii* und Klein an dorsiventralen Farn, dass man bei wenig hervorragender Grösse der Scheitelzelle über die Segmente und Segmentabschnitte und gleichzeitig etwas wechselnder Gestalt der Scheitelzelle sowie wechselnder Theilungsrichtung in den Segmenten durchaus nicht so leicht in der Lage ist, das Fehlen einer Scheitelzelle mit Sicherheit behaupten zu können.

In jedem Falle steht die Sache so, dass ein negatives Resultat, wie dasjenige Groom's, offenbar erhalten bei Untersuchung einiger weniger Präparate, welche man aber erst durch Präparation einer ganzen Anzahl von Scheiteln in brauchbarem Zustande zu erlangen pflegt, durchaus nicht beweisend ist gegenüber der von schon verschiedenen Beobachtern dargethanen mindestens zeitweiligen Existenz einer einzigen tetraedrischen Scheitelzelle.

Nachdem die Diskussion über die Existenz einer Scheitelzelle bei den Phanerogamen etwas mehr in Fluss gekommen zu sein scheint und man vielleicht jetzt etwas grösseres Interesse an der Sache hat, wenn auch theilweise, wie es scheint, ein etwas negatives, so möchte ich mir nicht versagen, für meine Ausführungen zu Fig. 22 folgendes Beispiel anzuführen: Während meiner Studien an *Cupressus pyramidalis* erhielt ich einmal einen Keimlingsscheitel, an welchem ich anfangs durchaus keine befriedigende Zellenordnung auffinden konnte. Der Scheitel war etwas schief abgeschnitten und ich sah zwar einige Reihen von parallel angeordneten länglich viereckigen Zellen, welche sehr wohl die eine Seite einer tetraedrischen Scheitelzelle begrenzen konnten, aber die gesuchte selbst blieb unsichtbar. Ich hatte das Präparat aufgegeben, nachdem ich vielleicht 6—8 Stunden vergeblich nach allen Richtungen gedreht und gewendet hatte, als mir plötzlich nach einem unbeabsichtigten ganz gelinden Druck das Bild Fig. 3, und stärker vergrössert in Fig. 2 scharf und deutlich vor Augen trat. Irrthum war ausgeschlossen. Eine grosse dreiseitige Scheitelzelle zeigte sich, umgeben auf 2 Seiten mit breiten, niedrigen Segmentzellen, während auf der dritten abgewendeten Seite wegen zu starker Neigung die Anordnung nicht mehr hinreichend scharf zu erkennen war. Die Lage der Zelle entsprach, soweit es überhaupt zu beurtheilen möglich war, dem Scheitelpunkte. Dieser Scheitel zeigte noch zwei andere in stärkerer Zellvermehrung begriffene Punkte (Fig. 3, a und b), von welchen b gleichzeitig mit a durch jenen Druck sichtbar wurde.

1) Vergl. die sehr sorgfältige Arbeit von Klein, „Vergl. Unters. über Organbildung und Wachsthum am Veget.-Punkt dorsiventraler Farne“ in Bot. Zeit. 1884, p. 577.

Die Zellgruppe *a* blieb dabei noch durchaus unklar, doch war ich im Stande, sie später durch wiederholten Druck und Verschiebung ebenfalls in richtige Lage zum Auge zu bringen. Auf diese seitlichen besonderen Vegetationspunkte werde ich übrigens noch besonders zurückkommen. Der Umriss des ganzen Scheitels in Fig. 3, sowie er sich dem Auge zuerst darstellte, zeigt scheinbar 4 vorspringende Höcker, welche man in der Figur ohne weiteres für Blatthöcker zu halten geneigt wäre, in Wirklichkeit aber sind nur 3 Blatthöcker f , f^2 und f^3 vorhanden, während f^2 gegenüber die Scheitel-Contour selbst abschliesst. Von der Seite gesehen bot der Scheitel das Profil Fig. 4 und ruhte mit seiner etwas konvex vorgebauchten Schnittfläche auf dem horizontalen Objektträger wie in der Figur, so dass der in der Richtung des Pfeiles sehende Beschauer nicht den eigentlichen Scheitelpunkt v , sondern den Punkt v als höchsten sah. Auf der linken Seite hatte der Schnitt gar keine Blattanlage mehr getroffen. Ein horizontaler Schnitt hätte in der Richtung der Linie *AB* geführt werden müssen, dann wären sämtliche 4 gleichaltrigen und gleichhoch stehenden Blattanlagen getroffen worden und der Umriss des Scheitels, von oben gesehen, wäre ziemlich regelmässig 4lappig geworden.

Ausser diesem Scheitel von *Cupressus* will ich noch einen weiteren geben, bei welchem der glücklich geführte sehr feine oberste Schnitt die Zellgruppe, welche Fig. 1 darstellt, zeigte, und zwar mit einer ganz überraschenden Schärfe aller wiedergegebenen Wände. Es war gerade der Scheitel mit Scheitelzelle und 2 sicheren Segmenten. Das älteste Segment kann möglicherweise grösser gewesen sein, als es hier erscheint, die peripherischen Zellwände waren jedoch nicht mehr scharf zu erkennen. Die Altersfolge der die Scheitelzelle v theilenden Wände entspricht den sie bezeichnenden Zahlen 1, 2 und 3.

Zur Frage der Möglichkeit eines Gestaltwechsels der Scheitelzelle gebe ich ausserdem noch ein neuerlich erhaltenes Bild von *Abies balsamea* in Fig. 10. Man findet öfter, und zwar bei sehr verschiedenen Coniferen, oberflächliche Anordnungen von ziemlich regelmässig vier-eckigen Zellen, wie sie Schwendener bereits in seiner früheren Abhandlung und neuerdings wieder abbildet und aus dem er Argumente für das Vorhandensein von 4 Scheitelzellen schöpft. Ich war früher der Ueberzeugung, dass das wohl immer mehrfach getheilte Segmente der tetraedrischen Scheitelzelle seien. In vielen Fällen ist das auch ganz sicher der Fall, in manchen anderen bin ich aber doch zweifelhaft geworden, und dies um so mehr, nachdem ich bei *Abies balsamea*, welche Art in ihren Laubknospen mehrfach eine wohlcharakterisirte tetraedrische Scheitelzelle zeigte, einmal den oben bereits erwähnten medianen Längsschnitt Fig. 10 erhielt. Die mittelste Lamelle des in eine vollständige Serie von Schnitten zerlegten Scheitels, welche zweifellos die Mediane einschloss, liess im Scheitelpunkt sehr deutlich eine

Zellgruppe erkennen, die in hohem Grade an manche Treub'sche Bilder von *Selaginella Martensii* erinnert.

Die Zellen, welche sich um die Zelle *v* gruppieren, sind offenbar aus einer einzigen Zelle hervorgegangen, welche früher die Stelle von *v* einnahm und ähnlich gestaltet war. Die Reihenfolge der Wände bei der Theilung ist in dem Schema Fig. 10a wiedergegeben und das ganze Bild deutet mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine prismatische Scheitelzelle. Leider hatte ich in diesem Falle die Oberfläche des Scheitels nicht vorher gesehen, so dass eine Controle, wie ich sie bei *Ceratozamia* ausüben konnte, nicht möglich war. Es liegt bei der flachen Gestalt des Scheitels ziemlich nahe, zu denken, dass ihr entsprechend die Scheitelzelle hier ihre Gestalt geändert habe. Es würde das mit der Sachs'schen Betrachtungsweise stimmen. —

Groom hat, wie schon früher kurz erwähnt, niemals etwas einer Scheitelzelle Aehnliches bei sämmtlichen untersuchten Scheiteln auffinden können, andererseits kann nach ihm aber auch die Hanstein'sche Lehre nicht auf alle Vegetationskegel, z. B. nicht auf die Gymnospermen ausgedehnt werden. Bei den Angiospermen dagegen scheint das Dermatogen immer in Plerom und Periblem differenzirt zu sein. Die letztere Gestaltung hat sich nach dem Verfasser phylogenetisch von dem Cryptogamentypus mit Scheitelzelle abgeleitet und so müssen sich nothwendigerweise intermediäre Bildungen antreffen lassen. Auf diese Auffassung soll Sachs in seinen Arbeiten wesentlich hingewirkt haben.

Sachs wird erstaunt sein, dass ihm solches imputirt wird. Dem genialen Forscher ist es aber gar nicht eingefallen, Phylogenie in seiner Wachsthumstheorie zu treiben. Er hat das ganze Wachsthum, sowohl bei Gefässcryptogamen wie bei Phanerogamen unter dem Gesichtspunkte der Fächerung der in allen Theilen gleichwerthigen lebenden Materie betrachtet und verurtheilt die Hanstein'sche Theorie sogar direkt als offenbar entstanden unter dem Einfluss der thierischen Keimblättertheorie.

Uebrigens hat Sachs in seiner geistvollen Theorie der Kenntniss der Thatsachen vorgegriffen, er hat sich vom bisher üblichen Analogieschluss in der Frage ganz emanzipirt und eine neue einheitliche Lösung der ungezählten Einzelräthsel des Wachsthums gesucht. Sachs selbst hat aber, wie er ausdrücklich konstatirt, auch bei Phanerogamen und zwar bei Angiospermen gelegentlich Scheitelzellen bemerkt. Seine Deutung solcher Scheitelzellen ist aber eine andere als die Nägeli's. Er betrachtet es als eine reine Wachsthumzufälligkeit, wenn sich einmal eine Zelle von der üblichen Scheitelzellform an die Spitze des Scheitels stellt. Ich glaube nun aber nicht, dass die Groom'sche Methode geeignet ist, die Frage einer Lösung näher zu bringen. Groom zieht zwar aus seinen „Resultaten“ sehr

naheliegende Folgerungen, aber ein Recht dazu besitzt er offenbar nicht.

Ich möchte ganz im Gegentheile behaupten, dass die Auffindung der tetraedrischen Scheitelzelle bei den Gymnospermen viel eher ein Recht giebt, von phylogenetischen Beziehungen zu den Gefässcryptogamen zu reden, selbst wenn sie ihre Gestalt ändert, was mir heute wahrscheinlich geworden ist, und wenn sie selber zeitweise verschwinden sollte, was ja möglich, aber sehr schwierig nachzuweisen ist. Wenn Sachs wirklich für die Angiospermen Recht behalten sollte, dass nur gelegentlich eine Scheitelzelle sich ausbildet, so wäre die phylogenetische Verbindung im Scheitelwachsthum zwischen Cryptogamen und Angiospermen offenbar viel eher durch meine Beobachtungen an den Gymnospermen erwiesen, als durch diejenigen Groom's, welcher uns in die wenigstens für viele Angiospermen bestimmt unrichtige Hanstein'sche Theorie zurückwerfen möchte. Diese lässt aber bis jetzt kaum einen Uebergang zum Scheitelzellwachsthum der Cryptogamen erkennen.

Ich komme nun zu einer weiteren Aufgabe, der Besprechung von Schwendener's bereits erwähneter, neuester Abhandlung „Ueber Scheitelwachsthum und Blattstellungen“. Schwendener hat die Frage des Scheitelwachsthums bei den Gymnospermen einer erneuten Prüfung unterzogen und bleibt bei seiner Anschauung stehen, dass die Existenz von 4 Scheitelzellen in manchen Fällen „mehr als wahrscheinlich“ sei. Daneben hat er aber nunmehr ebenfalls, wenn auch nur selten, eine einzige tetraedrische Scheitelzelle gefunden. Ich konstatiere dies Resultat mit wenigstens relativer Genugthuung. Was aber die Seltenheit der Auffindung der tetraedrischen Scheitelzelle anlangt, so kann ich sie nicht in dem Masse zugeben, wie Schwendener annimmt. Dass sie viel häufiger vorhanden sein muss, als sie gefunden wird, beweist mir gerade der Umstand, dass man sie nicht selten erst nach langem Suchen aufzufinden im Stande ist. Auch Groom's Arbeit ist wieder ein indirekter Beweis hierfür. Einer der Hauptgründe ist aber ganz zweifellos die Unsicherheit über die Lage des Scheitelpunktes. Ich habe diesen Umstand, soweit er durch die nur schwierig kontrollirbare Schnittrichtung bedingt ist, bereits besprochen und will hier nur noch hervorheben, dass auch nicht einmal dann Garantie geboten ist, das Mass der Schiefe des Schnittes am Präparate sicher schätzen zu können. Wenn der Scheitel keine Blattanlage mehr besitzt, tritt dieser Umstand ein. Schwendener giebt auf seinen Zellnetzen den Scheitelpunkt mit grosser Bestimmtheit an. Ich war meist nicht in dieser Lage und mir scheint, dass man im Allgemeinen nur von einem scheinbaren Scheitelpunkt reden kann. Somit ist aber von vornherein die Möglichkeit ausgeschlossen, den Vegetationspunkt mit solcher Bestimmtheit, wie Schwendener es

tuht, auf die Grenze zweier beliebiger Zellen zu verlegen. Es liegt sogar viel näher, denselben in einem, wenn auch scheinbar etwas seitlich gelegenen, deutlich konzentrisch wachsenden Zellkomplex zu suchen, wenn anders nicht der Scheitel beispielsweise so spitz ist, wie der von Schwendener in Fig. 6 seiner Abhandlung abgebildete.

Abgesehen davon ist es übrigens durchaus nicht undenkbar, dass der genetische Mittelpunkt eines schwach gewölbten Scheitels sich zeitweilig etwas excentrisch befindet und gewissermassen in revolutiver Nutation um die geometrische Längsaxe sich bewegt. Es könnte dies durch besonders intensives Wachsthum der Segmente in einer gewissen Periode, z. B. während der ersten Blattanlage, bedingt sein. Ich führe das nur als Möglichkeit an, aber, so gut in späteren Stadien des wachsenden Stammes derartige in einer Spirale sich verschiebende Wachsthumsmaxima eintreten können, so gut sind sie auch am Scheitel möglich.

In desselben Autors Oberflächenzellnetz (Fig. 4) möchte ich die Möglichkeit, dass die Zelle *d* doch die tetraedrische Stammscheitelzelle vorstellt, sehr betonen. Auch in Fig. 5 erscheint es mir durchaus nicht unmöglich dass die Zelle links von der mit dem Scheitelpunkt bezeichneten eine etwas verschobene tetraedrische Scheitelzelle ist. Zum Mindesten sind, wie ich wiederholt betonen muss, solche Bilder nicht gegen die Existenz einer einzigen Scheitelzelle beweisend. In der schon erwähnten Fig. 6 bildet Schwendener einen Scheitel von *Retinospora ericoides*, sowohl im Oberflächenzellnetz, wie in zwei Seitenansichten ab, mit einer kaum zu bezweifelnden einzigen Scheitelzelle an der Spitze. Einen ähnlich spitzen Scheitel gestehe ich kaum jemals, selbst nicht bei Keimlingen gesehen zu haben. Hier ist freilich ein Zweifel über die Lage des Scheitelpunktes undenkbar. Jedenfalls spricht aber ein solcher Scheitel am ehesten für eine einzige Scheitelzelle, und Schwendener sagt wörtlich: „Andere Laubtriebe derselben Pflanze, ebenso solche von *Cupressus glauca*, lieferten ähnliche, wenn auch in den Einzelheiten abweichende Bilder“. Wenn nun auch diese so allgemein vorhandene Scheitelzelle nicht gerade genau dreieckig ist, so ist in ihrer fünfeckigen Gestalt gleichwohl eine ganz deutliche Annäherung an die Dreiecksgestalt offenbar und man brauchte sich bei dem daneben abgebildeten Scheitel von *Equisetum scirpoides* bloß vorzustellen, dass die Segmente erstens nicht so niedrig seien und dass zweitens deren rasch wachsende Theilstücke annähernd fast dieselbe Grösse erreichen, wie die Scheitelzelle selbst, so bekommen wir Bilder, welche dem von *Retinospora ericoides* täuschend ähnlich sehen müssen.

In Fig. 2 kann ich keinen Beweis für die hier angenommenen vier Scheitelzellen sehen. Von den angeblichen Scheitelzellen stossen zwei einander gegenüber liegende ganz offenbar mit breiter Wandfläche zusammen, was freilich dadurch, dass der Zellinhalt etwas von

der Wand zurückgezogen ist, nicht so deutlich hervortritt. Ich hatte früher bereits mit Nägeli Einwand erhoben gegen diese Schwendener'sche Betrachtungsweise, solche Zellgruppen als Scheitelzellen aufzufassen. Schwendener lässt jedoch diesen Einwand, dass die Kante der sich berührenden opponirten Zellen nicht wachsen dürfe, ohne die beiden anderen Zellen der Tetrade durch Auseinanderschieben zu degradiren, nicht gelten, indem, wie er sagt, eine solche Kante zufällig entstehe, sich eine Zeit lang verlängere oder abwechselnd ab- und zunehme, schliesslich ganz verschwinde und durch eine andere ersetzt würde, welche ähnliche Wandlungen durchlaufe. Hin und wieder möge die Kante auch wirklich zu lang werden, dann ändere sich aber die Art des Scheitelwachsthums. Nach meiner Ueberzeugung müsste das nun aber nach den Schwendener'schen Zellnetzbildern wohl meist geschehen, denn z. B. in der bereits angeführten Fig. 2, sowie in den beiden Netzen von Marattiaceenscheiteln (Fig. 3 und 4 auf Tafel VI. der Abh. „Ueber das Scheitelwachsthum der Phanerogamenwurzeln“¹⁾) ist die Berührungswand viel zu breit, als dass an ein Verschwinden derselben bei dem am Scheitel doch allseits ziemlich gleichmässig gerichteten Wachsthum überhaupt noch gedacht werden könnte. Wenn nun aber wirklich ein solcher beständiger Wechsel am Scheitel vor sich gehen sollte, dann kann man überhaupt nicht mehr von Scheitelzellen reden.

Ich kann in solchen Bildern bis jetzt keine Berechtigung finden, 4 Scheitelzellen anzunehmen. Falls nicht doch seitlich sich die tetraedrische Scheitelzelle findet, so möchte ich zunächst viel eher an Gestaltswechsel der Scheitelzelle denken. In dem Scheitelzellnetz (Fig. 2) könnten ganz verschiedene Zellen eine Scheitelzelle vorstellen. Nachweisen lässt sich aber nach meiner Ansicht hier gar nichts Sicheres, 4 Scheitelzellen ebensowenig wie eine tetraedrische. Ein derartiges Zellnetz scheint mir nach keiner Richtung verwerthbar. Zum Mindesten lässt sich hier mit demselben Rechte sagen, es sei gar keine bestimmte Scheitelzelle der Scheitelzellgruppe vorhanden.

Ein Umstand, welcher sehr erschwerend wirkt in der Aufsuchung der tetraedrischen Scheitelzelle, ist die bei Anwendung konzentrirter Reagentien erfolgende Zusammenziehung des Plasmaschlauches oder starke Wandquellungen.

Ich sehe nun bei manchen Schwendener'schen Bildern, dass dieselben nach derartigen Präparaten angefertigt sind. Nach meiner Erfahrung verwischt diese Methode sehr bedeutend die ursprünglichen Zellwandrichtungen und beispielsweise in der Fig. 2 würde die von rechts oben nach links unten ziehende, scheinbar ganz grade durchgehende Wandlinie an zwei Stellen ziemliche Brechungen erleiden, wenn die Wände in ihrer natürlichen Dicke sichtbar wären.

1) Sitzber. d. Berl. Akad. vom 23. Februar 1882.

Aus Fig. 5 endlich lässt sich ebenfalls durchaus nichts beweisen. Die Zelle links von der mit dem Scheitelpunktzeichen versehenen Zelle könnte vielleicht auch eine Scheitelzelle sein. Es lässt sich dies nicht sagen. Sicherlich lässt sich aber ebensowenig beweisen, dass sie nicht die Scheitelzelle ist.

Fassen wir alles zusammen, so liegt die Sache nach meiner Meinung folgendermassen:

In einer Anzahl von Fällen kann man ganz deutlich und über jeden Zweifel erhaben eine wohlcharakterisirte tetraedrische Scheitelzelle mit 2—3 Segmenten erkennen. Im übrigen finden sich verschiedene Zellanordnungen auf dem Oberflächenschnitt, deren Deutung nicht so sicher oder überhaupt unmöglich ist. Unter solchen gibt es zunächst Scheitel, wie den von Schwendener in seiner Fig. 6 wiedergegebenen und ähnliche, in welchen wohl eine grössere Zelle auf der Spitze des Scheitels erscheint, wo aber die beweisende Anordnung fehlt oder ungenügend ist. An einem sehr spitzen Scheitel, wie ihn jene Fig. 6 zeigt, kann man an der Deutung als einer einzigen ursprünglich wohl tetraedrischen Scheitelzelle kaum zweifeln, an flacheren Scheiteln jedoch, wo die Stelle des Scheitelpunktes unsicher ist, ist eine bestimmtere Deutung so gut wie unmöglich.

Bei einer weiteren Gruppe von Scheiteln sodann sieht man ein ziemlich unregelmässiges Netz auf der Oberfläche, in welchem sich lauter mehr oder weniger viereckig aussehende, scheinbar ganz ohne Rücksicht auf ihre Nachbarn, sich theilende kleinere Gruppen von 2—4 Zellen bemerklich machen, welche ziemlich gleichmässig die ganze Oberfläche einnehmen. Etwas bestimmtes über solche Anordnung zu sagen ist einfach unmöglich.

Ziemlich regelmässig viereckige Zellen, ziemlich regelmässig angeordnet, finden sich sodann hie und da. Es sind dies die Fälle, wo Schwendener 4 Scheitelzellen annimmt. Hier sind die verschiedenen Möglichkeiten gegeben, welche ich schon früher besprach und auf welche ich nicht nochmals zurückkommen will. Ich kann mich aber mit Schwendener's Deutung nicht befreunden und vermuthe viel eher, dass in den Fällen, wo etwas seitlich nicht doch eine tetraedrische Scheitelzelle sich befinden sollte, eine veränderte Gestalt der einen Scheitelzelle vorliegen möchte. Ich bin geneigt, meine Fig. 10 mit der vermuthlichen prismatischen Scheitelzelle mit derartigen Oberflächenbildern in Beziehung zu bringen. Ich betone aber ausdrücklich, dass ich hiefür einstweilen keinen wirklichen Beweis habe.

In jedem Falle ist die Wahrscheinlichkeit der einen Scheitelzelle, wenn diese auch ihre Gestalt ändert und vielleicht sogar zeitweise überhaupt nicht existiren sollte, durchaus nicht geringer geworden durch die neueren Beobachtungen. Die Beweise für die zeitweilige Existenz von 4 Scheitelzellen dagegen genügen mir wenigstens bis jetzt nicht.

Ob im übrigen die Scheitelzelle sich als solche dauernd erhält oder nach einer gewissen Periode überhaupt schwindet, um sich bei Gelegenheit neu zu bilden, ist, wie ich schon in meiner früheren Abhandlung betonte, eine sehr schwierige Frage. Eine Reihe von neueren Beobachtungen legen freilich die letztere Möglichkeit ziemlich nahe. Es könnte sogar scheinen, als ob wirklich die Grösse der Scheitelzelle im Verhältnisse zu der Zellengrösse der Pflanze einen gewissen Einfluss auf die Persistenz oder wenigstens Formerhaltung der ersteren hätte. Je kleiner die Scheitelzelle würde, um so leichter ginge sie in der allgemeinen Wachsthumskonkurrenz der umgebenden Zellen als solche immer wieder unter.

Wenn Schwendener pag. 6 seiner Abhandlung sagt „nach alledem erscheint mir das Bestreben, die Gleichheit des Scheitelwachstums für die sämtlichen höheren Gewächse zur Anerkennung zu bringen, zwar begreiflich, aber ganz aussichtslos,“ so muss ich dem, soweit es die Gymnospermen betrifft, auf das bestimmteste widersprechen. Die Verbindung zwischen Phanerogamen und Cryptogamen ist thatsächlich durch die Auffindung einer Scheitelzelle bei den Gymnospermen hergestellt. Ob diese Scheitelzelle sich nun immer findet oder nicht, ist eine andere Frage. Thatsächlich findet sie sich eben unter einer gewissen Zahl von Scheiteln regelmässig wieder. Wenn sie im übrigen ausser der Gestaltsänderung wirklich öfter ganz verschwinden sollte, so würde mir das viel eher für die Sachs'sche Anschauung zu sprechen scheinen, welche die Scheitelzelle auch bei den Cryptogamen überhaupt nur als Wachsthumerscheinung auffasst, die Bedingungen für das Zustandekommen dieser Erscheinung wären aber nur bei den Gymnospermen ungünstiger als bei den Cryptogamen und träten seltener ein.

Die Cryptogamen selbst liefern aber bereits den Uebergang dazu in *Psilotum*, welches nach Graf Solms-Laubach zeitweilig wirklich keine Scheitelzelle zu besitzen scheint. —

Zunächst bleibt aber in der Frage nichts übrig, als die Verhältnisse bei einzelnen Arten genauer zu studiren, die verschiedenartige Zellordnung in grösserer Zahl und zu verschiedenen Zeiten zu vergleichen und mit dem Entwicklungszustand des ganzen Scheitels, welcher sich vielleicht am besten im Profilbild ausspricht, wie ich schon früher betont habe, in Beziehung zu bringen.

Zum Schlusse dieses Aufsatzes sollen der Frage des Scheitelwachstums der Gymnospermen-Blattanlagen noch einige Worte gewidmet sein, indem ich gleichzeitig auf die Zellnetze Fig. 11—21 sowie 3 und 8 der beigegebenen Tafel verweise. Es sind in diesen Bildern eine Anzahl Scheitelzellnetze wiedergegeben, welche alle mit mehr oder minder grosser Wahrscheinlichkeit auf die Existenz einer, freilich in ihrer Gestalt schwankenden, Blattscheitelzelle hindeuten. Bei weiter vorgerückten

Blättern ist nichts mehr zu sehen, jüngere Blattanlagen, solche wie sie die Fig. 11 und 12 (a und b in Fig. 3) darstellen, ist man selten im Stande, sicher erkennen zu können, da sie sich in zu geneigter Lage zum Beschauer befinden.

Die Mehrzahl der Bilder, welche ich hier gebe, Fig. 8 (bei f.), 12, 14, 16, 18, 19, 21, deuten auf eine zweischneidige Blattscheitelzelle, Fig. 11 und 15 auf eine ziemlich unregelmässig gestaltete und Fig. 13 auf eine wohl tetraedrische. Das Scheitelwachsthum des Blattes mittelst Scheitelzelle hört nach meinen Beobachtungen ziemlich unregelmässig auf, und zwar sowohl der Zeit, als der Art der letzten Theilungen nach. In Fig. 16 z. B. sehen wir eine vorher ganz zweifellos zweischneidige Scheitelzelle durch eine senkrechte Querwand halbirt und in zwei oberflächlich dreieckige Zellen verwandelt. In Fig. 17 sehen wir ein Längsschnitts-Bild, welches wohl mit dem Bilde in Fig. 16 übereinstimmen dürfte. Die wahrscheinlich (ich sah sie nicht von oben) 2schneidige Scheitelzelle erscheint hier ebenfalls durch eine quermedianen Längswand getheilt.

Obschon nun die einzelnen Bilder meist nicht streng beweisend sind, wie mir sehr wohl bewusst ist, so legen sie doch die Wahrscheinlichkeit des Scheitelwachsthums der Blattanlagen mittelst einer Scheitelzelle sehr nahe. Ein Theil der Bilder ist sogar ganz direkt beweisend und schliesst jede andere Deutung aus.

Was die in Fig. 11 und 12 vergrösserten Zellgruppen a und b des Scheitels Fig. 3 angeht, so könnte mir der Umstand entgegengehalten werden, dass sie auf keiner äusserlich sichtbaren Erhebung sich befinden, dass somit kein Anhaltspunkt für ihre Natur als Blattscheitel gegeben sei. Dem entgegen entspricht aber ihre Lage Stellen, wo die Erhebung von Blatthöckern zu erwarten ist. Und zwar entspricht b (Fig. 12) einer vorgerückten Anlage, welche alternirend mit den Höckern f^2 und f^3 sich (entsprechend der alternirend viergliedrigen Wirtelstellung der Keimpflanze von *Cupressus*) erheben würde. Die Zellgruppe a (Fig. 11) dagegen korrespondirt genau mit dem Blatthöcker f^2 und alternirt mit b, liegt zugleich dem Scheitel näher und ist offenbar eine jüngere Blattanlage, welche dem übernächsten Blattwirtel — jedenfalls dem jüngsten in der Bildung begriffenen — angehört.

Es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass aus den ziemlich unregelmässigen Theilungen, welche offenbar erst zur Bildung einer Scheitelzelle führten, später eine zweischneidige Zelle hervorgegangen wäre, wie ja auch die Mehrzahl der übrigen Bilder auf eine später meist zweischneidige Gestalt deutet.

Das Präparat lag in Wasser und zeigte in den beiden Zellgruppen auffallend deutlich die grossen Zellkerne. Ganz offenbar war hier eine sehr lebhaft Zellvermehrung im Gange gewesen.

Ich glaube nun kaum, dass jemand hier den Einwand erheben

kann, es brauchten diese Zellgruppen keine Vegetationspunkte zu sein. Ich wüsste nicht, was sie sonst sein könnten. Aehnliches, von einem Punkt ausgehendes, concentrisches Wachsthum als rein zufällige Erscheinung hinzustellen, wäre geradezu absurd.

Die Auffindung dieser beiden offenbaren Vegetationspunkte auf solch zufälligem Wege, wie im vorliegenden Fall, beweist mir und vielleicht auch manchem anderen unbefangenen Leser dieser Zeilen wiederum die Thatsache, dass über die Frage der Zelltheilung am Phanerogamenscheitel nicht so leichtthin zu urtheilen ist, wie es vielfach geschieht.

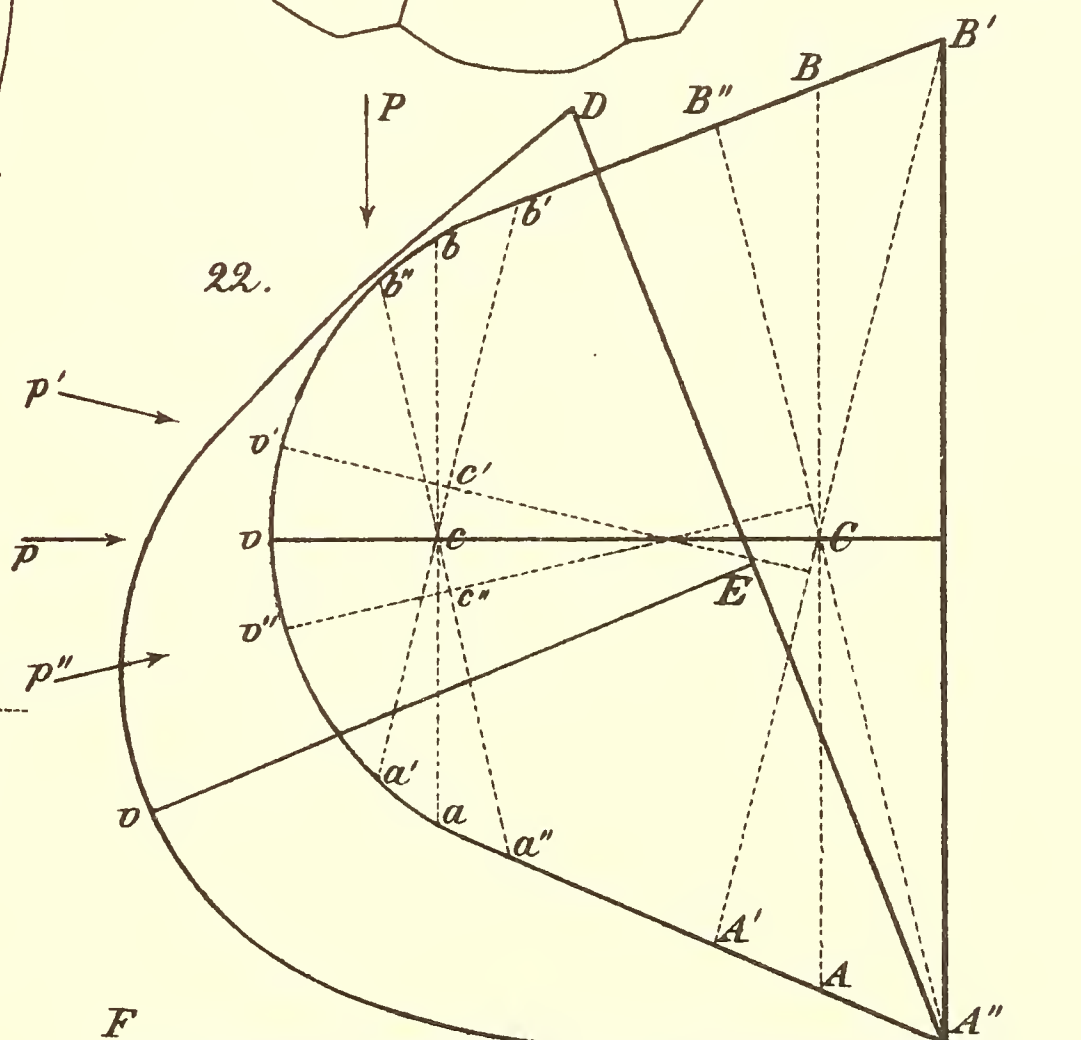
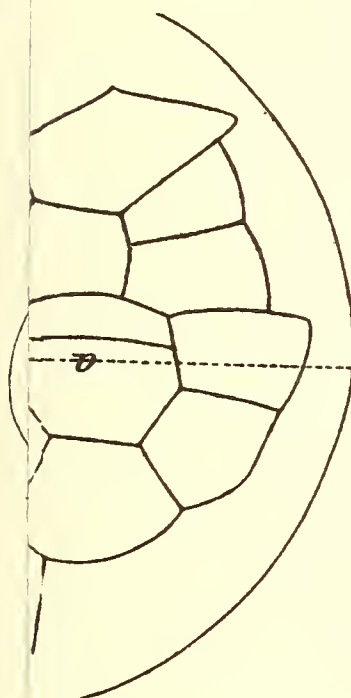
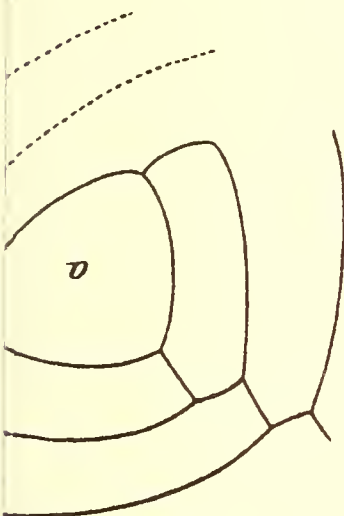
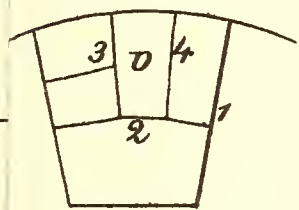
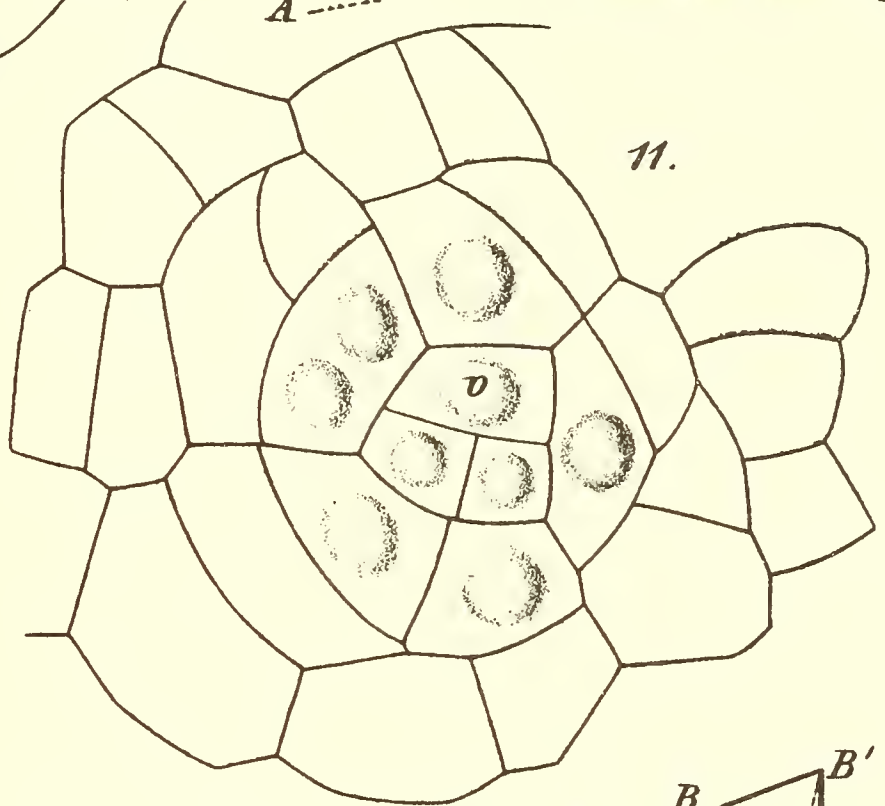
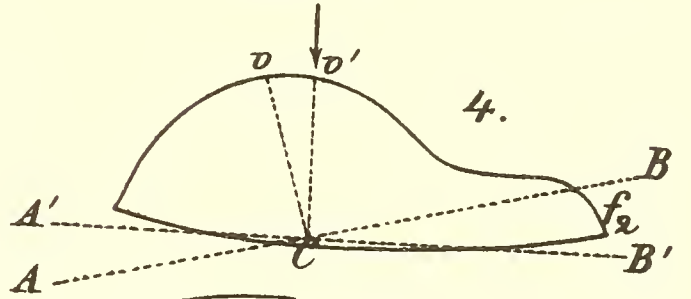
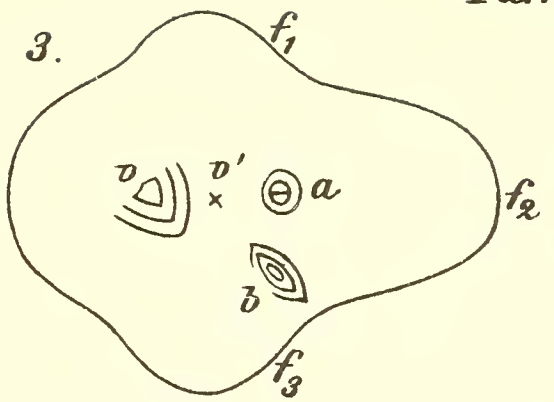
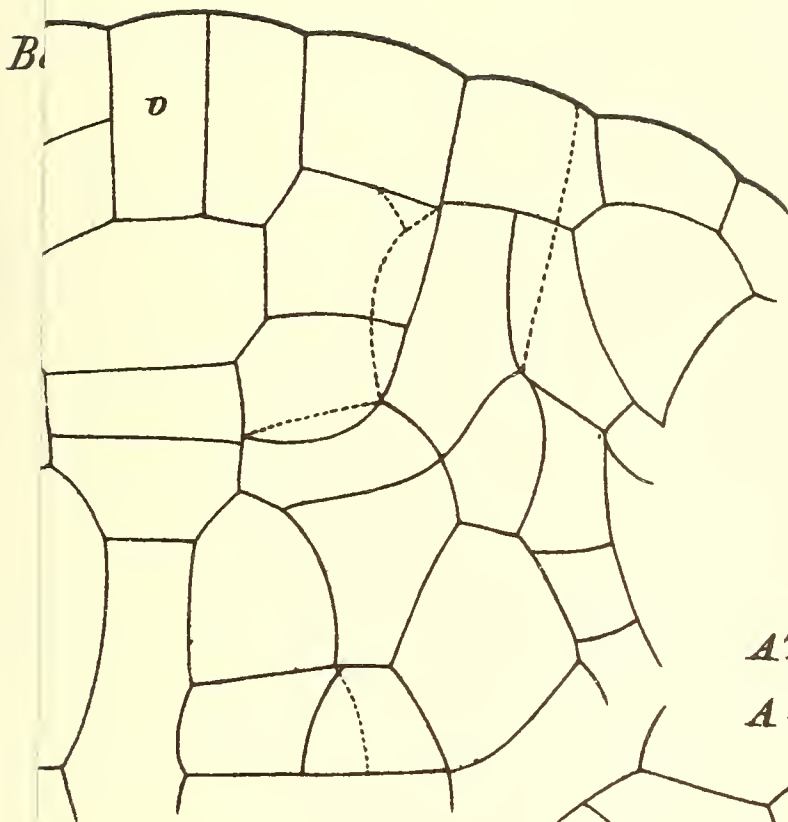
Ich nehme also diese Zellgruppen ohne Bedenken als ganz junge Blattanlagen in Anspruch. Damit ist aber gleichzeitig zugegeben, dass abwechselnd ganz verschiedene Theile der Stammscheitelzellsegmente das Material für die Blattanlagen liefern. Im vorliegenden Fall muss b in die nächste Nähe der Grenzlinie zweier Segmente fallen, während a der Mitte eines Segmentes entspricht. Die Blattanlagen richten sich hier also in ihrer Stellung nicht nach den Scheitelzelltheilungen, sondern scheinbar nach der Stellung der älteren Blätter. Es entspricht dies, wie ich ausdrücklich bekenne, durchaus der Schwendener'schen Blattstellungstheorie.

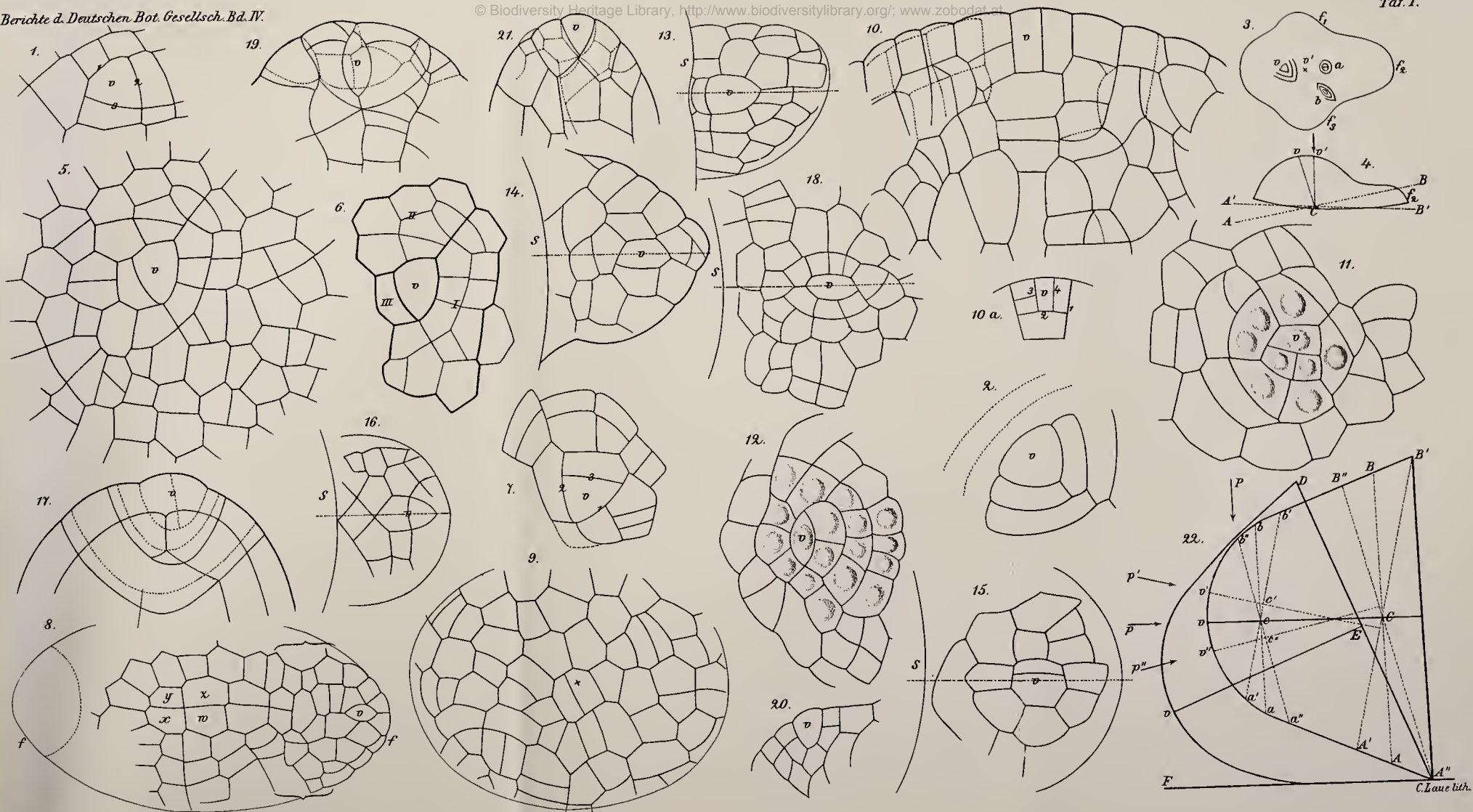
Figuren-Erklärung.

- Fig. 1. Scheitelzellnetz eines Keimlings von *Cupressus fastigiata*. Sehr dünner Schnitt, nur die oberste Zellgruppe enthaltend. v wie überall die Scheitelzelle, 1—3 die aufeinanderfolgenden Wände bezeichnend. (c. 900/1)
- „ 2—4. *Cupressus fastigiata*, älterer Keimlingsscheitel. Fig. 2. Scheitelzelle von oben gesehen, mit Segmenten, welche nur auf 2 Seiten sicher erkennbar waren. Fig. 3. Umriss des ganzen Scheitels in seiner ursprünglichen Lage unter dem Mikroskop von oben gesehen mit 3 Blatthöckern. Bei $\times$ scheinbarer Scheitelmittelpunkt. Von der Scheitelzelle v wie von den beiden Zellgruppen a und b in dieser Lage nichts zu sehen. Letztere erst sichtbar nach einem schwachen unbeabsichtigten Druck auf das Deckglas, und zwar b gleichzeitig mit v. Fig. 4. Profil des schief abgeschnittenen Scheitels. Schnittfläche (durch stärkere Quellung der benachbarten Zellen) etwas konvex. v der wirkliche, v' der scheinbare Scheitel, Cv die wirkliche, Cv' die scheinbare Axe. (Fig. 2 c. 900/1, Fig. 3 und 4 c. 80/1.)
- „ 5 und 6. Scheitelzellnetz der Endknospe eines seitlichen Hauptastes eines erwachsenen Exemplars von *Abies balsamea*, abgeschnitten im November. Fig. 6 giebt meine Deutung dieses Netzes, die vermuthlichen Segmente I, II und III sind stärker umgrenzt. Möglich ist, dass die ausserhalb der stärkeren Grenzlinie des Segmentes I noch mitgezeichnete Zelle dazu gehört. In Wasser liegend. (c. 700/1.)
- „ 7. Scheitelzellnetz eines Keimlings von *Pinus sylvestris*, zuerst in H_2O liegend, dann mit KOH behandelt. Dadurch für kurze Zeit ausserordentlich scharfes Bild, welches sich dann aber bald bis zur Unkenntlichkeit trübte. Wichtig ist, dass das Bild schon vorher in H_2O liegend gleich nach dem

Abschnitte des Scheitels gezeichnet wurde, was nicht ganz leicht war. Nach der Aufhellung durch KOH entsprach das nochmals gezeichnete Netz dem früher aufgenommenen vollständig. (c. 800/1.)

- Fig. 8. Scheitelzellnetz einer Laubknospe von *Ephedra monostachya*. ff zwei einander opponirte Blatthöcker. v die vermuthliche, jetzt wohl nicht mehr funktionirende Scheitelzelle des einen Blatthöckers. Zwischen den beiden Klammern die minimale Einsenkung zwischen Stamm- und Blattscheitel. In H₂O liegend. (c. 600/1.)
- „ 9. Scheitelzellnetz einer Laubknospe von *Ephedra monostachya*. Der scheinbare Scheitelmittelpunkt befand sich in der mit × bezeichneten Zelle. (800/1.)
- „ 10. *Abies balsamea*. Die punktirten Wände bei tieferer Einstellung sichtbar. Der mittelste einer vollständigen Serie von Scheitel-Längsschnitten. Derselbe schloss, wie ich mich durch Controle der vorausgehenden und folgenden Schnitte überzeugte, die Längsaxe des Scheitels ein. Die Deutung des Präparates in Fig. 10a. 1—4. Reihenfolge der Wände. (c. 700/1.)
- „ 11. Vergrösserte Zellgruppe a der Fig. 3. Wahrscheinlich beginnende Blattanlage. Allseitig gerichtetes, von einem Punkt ausgehendes Wachsthum, wie die Richtung der Zellwände zeigt. In v bildet sich eine bis jetzt sich unregelmässig theilende Scheitelzelle heraus. Die Zellgruppe mit grossen auffallend hervortretenden Zellkernen. In H₂O liegend. (c. 900/1.)
- „ 12. Vergrösserte Zellgruppe b der Fig. 3. Wahrscheinlich etwas weiter als bei a vorgeschrittene Blattanlage. In v eine deutliche zweischneidige Scheitelzelle vorhanden. Auch hier Zellkerne sehr auffallend hervortretend. In H₂O liegend. (c. 900/1.)
- „ 13—16. *Cupressus fastigiata*. Oberflächliche Scheitelzellnetze ganz junger Blattanlagen. v die vermuthlichen oder möglichen, funktionirenden oder nicht mehr funktionirenden Scheitelzellen. Die Abgrenzungslinie links von jeder Figur bedeutet die Contour der erzeugenden Axe (S). Die punktirte Querlinie, die Mediane von Stamm und Blatt. (c. 700/1.)
- „ 17. *Cupressus fastigiata*. Parallel der Meridiane geführter und diese einschliessender Längsschnitt durch eine ganz junge Blattanlage. v die vermuthliche frühere Scheitelzelle die aber bereits der Länge nach durch eine Wand getheilt. (c. 700/1.)
- „ 18. *Pinus inops*. Oberflächliches Scheitelzellnetz einer ganz jungen Blattanlage mit Scheitelzelle v. Beim nächstälteren Blatt waren keine Anhaltspunkte mehr für Existenz einer Scheitelzelle. In H₂O liegend. (c. 700/1.)
- „ 19. *Abies balsamea*. Ganz junge Blattanlage von oben gesehen. Die punktirten Linien entsprechen Zellwänden der Rückenoberfläche des Blattes. In H₂O liegend. (c. 700/1.)
- „ 20. *Abies balsamea*. Optischer Medianschnitt durch einen ganz jungen Blatthöcker. Des Vergleiches wegen reproduziert aus meiner älteren Abhandlung über das Scheitelwachsthum des Gymnospermenstammes. (500/1.)
- „ 21. *Picea excelsa*. Junge Blattanlage von der inneren Seite aus gesehen. Die ausgezogenen Linien bedeuten das oberflächlich sichtbare Zellnetz, die punktirten entsprechen der optischen Quermediane. v die sich wohl nicht mehr theilende Scheitelzelle. In H₂O liegend. (c. 700/1.)
- „ 22. Schematische Darstellung eines Scheitels im Profil in verschiedenen Lagen und deren Verhältniss zum Beschauer. Vergl. Text.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Dingler Hermann

Artikel/Article: [Zum Scheitelwachsthum der Gymnospermen. 18-36](#)