

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel.

in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der botanischen Section des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Student-sällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

No. 43.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M.
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1890.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Beobachtungen über das Dickenwachsthum der
Coniferen.

Von

Karl Mischke.

(Fortsetzung.)

Wir hatten schon bei der Betrachtung der Theilungen, welche in dem xylem- und phloembildenden Cambium vor sich gehen, auf die Aufstellung einer festen Regel verzichten müssen; wir sehen jetzt, dass es noch viel weniger angehen würde, eine solche für die Theilungsvorgänge im Markstrahlencambium geben zu wollen. Wollten wir einen Fall als Regel aufstellen, so hätten wir eine fast endlose Zahl von Ausnahmen zu constatiren. Fassen wir da-

gegen das Gesetz allgemein, so schliesst es alle Specialfälle in sich. Es hängt von der Gunst der Verhältnisse und der daraus resultirenden allgemeinen Wachsthumintensität ab, ob sich die Initiale öfter oder seltener theilt, und ob die von ihr abgeschiedenen Zellen sich noch einmal, zweimal oder auch gar nicht mehr theilen. Unter denselben Gesichtspunkt fallen auch — nach Maassgabe der nothwendigen Modificationen — die Markstrahlen.

Es erübrigt noch, einen kurzen Blick auf einen Zusammenhang zwischen dem Markstrahlcambium und dem Fibrovasalcambium zu werfen. Wenn ein neuer secundärer Markstrahl angelegt wird, so wird zunächst eine Initiale für denselben gebildet. Von einer Zelle des Fibrovasalcambiums wird am oberen oder unteren Ende durch eine horizontale Wand eine kleine Zelle abgetheilt, welche auf dem Radialsehnitt ein ziemlich quadratisches Aussehen hat. Diese functionirt fortan als die Initiale eines neuen Markstrahles, indem zuerst in ihr tangentiale Theilungen auftreten. Infolgedessen ist der Anfang eines jeden secundären Markstrahls einreihig, und zwar sind es bei *Pinus* die Markstrahltracheiden mit ihren Membranverdickungen und behöften Poren, welche zunächst gebildet werden. Erst später theilt sich die Markstrahl-Initiale auch vertikal, so dass dann allmählich zwei, drei und mehr Initialen übereinander entstehen, welche dann die Entwicklung ebenso vieler Markstrahlreihen bewirken; die äusseren werden Tracheiden, die inneren bleiben plasmaführend, und so kommt allmählich das gewöhnliche Bild des Markstrahls zu Stande. Phloemwärts wird die Entwicklung naturgemäss in ähnlicher Weise stattfinden, nur dass die Bildung der Tracheiden unterbleibt. Diese Verhältnisse, betreffend die Bildung der secundären Markstrahlen, sind von Erich Schmidt beobachtet und beschrieben worden.*).

III.

Nachdem wir nun die Theilungsvorgänge im Cambium, soweit sie sich auf Bildung von Fibrovasalbestandtheilen und Markstrahlelementen beziehen, verfolgt haben, wendet sich unser Interesse den Veränderungen zu, welche die vom Cambium abgeliederten Zellen erfahren, nachdem die Theilungen in ihnen beendigt sind.

Die zum Holze abgegebenen Fibrovasalelemente entwickeln sich zu Tracheiden. Es ist dazu vorerst eine radiale Streckung nöthig. Durch diese wird das Cambium allmählich weiter nach aussen geschoben, und mit demselben auch die Rinde. Die radiale Streckung der jungen Tracheiden dauert im Frühjahrsholze gewöhnlich so lange fort, bis der Querschnitt ein annähernd quadratischer wird. Die radiale Ausdehnung wächst bis zur Länge der tangentialen heran, öfters übertrifft sie dieselbe schliesslich sogar bis auf das $1\frac{1}{2}$ fache; sehr selten aber wird sie doppelt so gross.

*) Erich Schmidt, Ein Beitrag zur Kenntniss der secundären Markstrahlen. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. 7. Jahrgang. Berlin 1889. S. 143 ff. Mit Tafel.

Im Herbstholz ist diese radiale Streckung bekanntermassen eine bedeutend geringere. Sie fällt allmählich so weit, dass in den letzten Herbstzellen die radiale Ausdehnung zur tangentialen sich verhält wie 1:3 oder 1:4, mitunter sogar wie 1:6.

Gleichzeitig mit dieser Zunahme der radialen Ausdehnung finden Verschiebungen der einzelnen Zellen in tangentialer und vertikaler Richtung statt, die vom Standpunkte des gleitenden Wachstums zu betrachten sind, wie es Krabbe*) zuerst zusammenfassend dargestellt hat. Da die Krabbe'sche Arbeit auf die Entwicklung der Coniferentracheiden nur wenig eingeht, schien es mir der Mühe werth, diese Verhältnisse von demselben Standpunkte aus möglichst eingehend zu verfolgen.

Das gleitende Wachstum erreicht bei den Coniferen eine geringere Bedeutung als bei den dikotylen Holzgewächsen. Der Grund dafür ist darin zu suchen, dass keine Gefässe gebildet werden. Jede Cambium- und junge Xylemzelle zeigt sich auf dem Querschnitte für gewöhnlich von sechs Zellen begrenzt, seitlich von je zwei der angrenzenden Radialreihen, und ausserdem xylem- und phloemwärts von je einer Zelle derselben Radialreihe. Entwickelt sich nun eine solche Zelle zum Gefäss, so vergrössert sich ihr Lumen in bedeutendem Maasse, während die angrenzenden Zellen im Wachstum zurückbleiben. Das junge Gefäss drängt die umgebenden Zellen allmählich auseinander und tritt dadurch mit einer immer grösseren Zahl von Zellen in Berührung. Diese nunmehr an die Grenze des neuen Gefässes herangerückten Zellen sind dadurch in eine veränderte Lage den Zellen gegenüber gekommen, die früher zwischen ihnen und dem Gefäss lagen, und ebenso auch untereinander; sie ziehen dadurch auch die hinter ihnen liegenden in Mitleidenschaft, und so können sich die Folgen der Gefässentwicklung auf ziemlich weite Entfernungen bemerkbar machen. Dies geht so weit, dass es oft sehr schwer wird, die ursprünglichen Radialreihen nach den Verschiebungen wieder herauszufinden.

Diese weitgehenden Veränderungen fallen bei den Coniferen naturgemäss fort. Es wächst hier nicht eine einzelne Zelle aus, während die übrigen zurückbleiben, sondern das Wachstum aller Zellen ist ein gleichmässiges. Die jungen in der Entwicklung begriffenen Tracheiden suchen sich in Folge ihres Turgors abzurunden, und da sie sich gegenseitig daran hindern, kommt nur eine geringe Verschiebung zu Stande. Die ursprünglich durchaus viereckigen Zellquerschnitte nehmen dadurch eine mehr oder minder sechseckige Form an. Jede Zelle, welche seitlich von zwei Zellen der Nachbarreihe begrenzt wird, wölbt sich seitlich etwas vor und zwischen die beiden Zellen hinein; diese zeigen wieder dieselbe Erscheinung am Ende der Zelle, vor der sie am anderen Punkte zurückgewichen sind. Auf diese Weise gewinnt keine Zelle an Lumen; was an der einen Stelle gewonnen wird, geht an der anderen verloren. Es tritt nur eine etwas veränderte

*) G. Krabbe, Das gleitende Wachstum. Berlin 1886. Mit 7 Tafeln.

Lagerung ein. Die Mittellamelle, welche zuerst einen streng geraden Verlauf in der Radialrichtung zeigte, wird dadurch ein wenig zickzackförmig hin und her gebogen. Am deutlichsten tritt diese Verbiegung im Frühjahrsholz in die Erscheinung, während im Herbstholz die Mittellamelle mehr den ursprünglichen Charakter bewahrt, den sie im Cambium hatte. Es stimmt dieses Verhalten des Herbstholzes mit dem geringen Zuwachs in radialer Richtung überein, mit welchem es hinter dem Frühlingsholze zurückbleibt.

Die eben betrachteten Veränderungen in radialer und tangentialer Richtung sind von einer vertikalen Streckung begleitet, welche eine Zunahme in der Längsrichtung der Tracheiden veranlasst. Man sieht auf Querschnitten, dass zwischen die einzelnen Radialreihen an den Ecken der Zellen sich andere Zellen mit kleineren Lumina hindurchschieben. Nicht selten findet man Ansichten, in denen diese kleineren Zellen ganze Reihen bilden, die sich durch mehrere Jahrringe hindurch verfolgen lassen. Verfolgt man nun eine solche Reihe bis an das Cambium und zeigt es sich dann, dass dort diese kleinen Lumina noch nicht vorhanden sind, vielmehr die beiden Radialreihen unvermittelt an einander stossen, so ist der Schluss berechtigt, dass die in Rede stehenden kleinen Lumina Zellen angehören, die ursprünglich höher oder tiefer lagen, die aber mit ihren Enden in die Region des Schnittes hineingewachsen sind. Wir haben diese Erscheinung schon oben bei Betrachtung der Figur 1 zur Feststellung der Cambium-Initiale benutzt.

Es wird für unseren Zweck von Interesse sein, dieses vertikale Wachsthum etwas eingehender zu betrachten. Hier tritt nun an uns zuerst die Frage nach der Gestalt der Cambiumzelle, besonders ihrer oberen und unteren Enden, heran, deren genauere Kenntniss wir bisher noch entbehren konnten, die wir aber nun nicht mehr umgehen können. Wenn wir die Veränderungen der jungen Zellen betrachten wollen, müssen wir vorerst ihre ursprüngliche Gestalt festgestellt haben; wir werden daher hier einen Exkurs über die Gestalt der Cambiumzellen einschalten, ehe wir in dem Thema des gleitenden Wachsthums fortfahren können.

Eine Betrachtung der Cambiumzellen, sowie der Tracheiden auf Querschnitten ergibt, dass die Hauptmasse bei beiden eine prismatische Form haben muss, deren grösste Ausdehnung die vertikale ist. Es handelt sich nun um die Kenntniss der Endigungen. Die Tracheiden endigen, wie wir aus Längsschnitten und aus Macerationspräparaten sehen, prosenchymatisch. Während es dergestalt also leicht ist, sich von dem Bau des Holzkörpers eine Vorstellung zu machen, sind beim Cambium die Schwierigkeiten erheblich grössere. Querschnittsansichten allein führen nicht zum Ziele. Da sie überall rechteckige Formen darbieten, so würden sie leicht einen Schluss auf eine parenchymatische Form der einzelnen Zellen zulassen; bedenkt man jedoch, dass aus ihnen ausgesprochen prosenchymatische Elemente hervorgehen, so wird man mit einer solchen Vermuthung vorsichtig umgehen müssen.

Wenn wir nun zur Betrachtung von Radialschnitten übergehen, so zeigt sich in der That am oberen und unteren Ende der Cambiumzellen eine horizontale Querwand, also ein parenchymatischer Habitus. Allerdings ist diese horizontale Querwand nicht gerade leicht zu finden. Die Zartheit der Wände verlangt ganz dünne Schnitte, und die vielen Markstrahlen, welche in radialer Richtung über das Gesichtsfeld laufen, verwirren das Bild sehr. Man ist daher darauf angewiesen, alle Stellen, in deren Nähe im Phloem oder Xylem ein Markstrahl auftaucht, als unsichere auszuschliessen und nach solchen Ansichten zu suchen, bei denen jede Möglichkeit einer Täuschung fortfällt.

Fig. 5 zeigt einen solchen Radialschnitt. An den Zellen a und b sehen wir die rechtwinkelig ansetzende Querwand; rechts davon lag Phloem und links zeigen sich prosenchymatisch zugespitzte junge Holzzellen. Der Schnitt ging nicht genau radial; die beiden ganz links gelegenen Zellen x und y, von denen eine schon die Primordialtüpfel zeigt, gehören einem anderen Niveau an und verdanken einer anderen Initiale ihre Entstehung. Wir sehen an derselben Figur, dass die über a und b liegende Zelle c nebst ihren Nachbarinnen gleichfalls parenchymatisch erscheint, dass aber ihr unterer Rand sich unter a und b verbirgt. Es wird also von dem oberen Rand von a und b nach dem unteren von c eine Wand etwas schräg nach unten verlaufen, und wir können schon hieraus entnehmen, dass die Cambiumzellen auf der Tangentialansicht oben und unten durch schiefe Wände begrenzt werden.

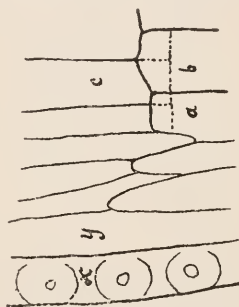


Fig. 5. *Pinus silvestris*. Radialschnitt durch die Cambiumregion. a u. b eigentliche Cambiumgegend, links davon schon gestreckte jung. Xylemzellen. x u. y aus einer fremden Radialreihe. Vergrößerung 250.

Es ist nicht leicht, diese Tangentialansicht direkt zu erhalten; die Schwierigkeit liegt darin, einen Schnitt durch die richtige Region zu führen. Indessen kommt man zum Ziele, wenn man ein Stück des Baumstammes nach den üblichen Methoden in Paraffin einbettet und vermittelt eines Mikrotoms Serienschritte anfertigt. Wenn man mit dem echten Phloem anfängt und die Serie bis ins ausgesprochene Xylem verfolgt, so muss das Cambium getroffen werden.

Das Cambium bildet einen Cylindermantel, der innen von einem Xylemcylinder ausgefüllt und aussen von Phloem umgeben ist. Auf tangentialen Schnitten wird daher das Cambium entweder zwischen Phloempartien beiderseits oder zwischen Phloem und Xylem erscheinen. Die letzteren Ansichten sind die günstigsten. Wenn man das Untersuchungsobjekt von einem Exemplar mit nicht zu starker Wachstumsintensität wählt, so kann man sicher sein, dass sowohl Phloem wie Xylem sich ziemlich dicht an das noch nicht differenzierte Theilungsgewebe erstrecken werden. Auf

diese Weise wird man das echte Cambium zur Anschauung bringen. In der That finden wir hier (Fig. 6) die Querwände schief ansetzend. Es prägt sich demnach in den Cambiumzellen schon die Anlage zu der späteren prosenchymatischen Differenzirung aus, ohne dass man in dessen sich leicht entscheiden könnte, ob das Cambium schon als Prosenchym zu betrachten sei oder nicht.

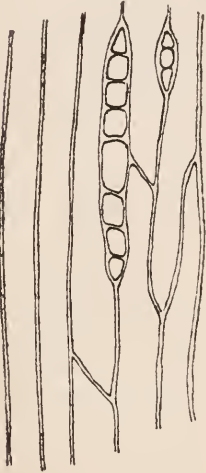


Fig. 6. *Pinus silvestris*. Tangentialschnitt durch das Cambium. Vergröss. 200.

Die Cambiumzellen sind also aufrechte Prismen, die an ihrem oberen und unteren Ende einseitig dachförmig zugeschärft sind, und deren schiefe Endflächen sich gegen die Radialebene neigen. Velten*) ist zu einem ähnlichen Resultate gekommen: „Der Radialschnitt zeigt die radial gestellten Querkanten, der Tangentialschnitt die Zuspitzung der Zellen.“ Da Velten keine Figur gibt und den Gegenstand überhaupt nur kurz berührt, so ist nicht recht klar, ob unter seiner „Zuspitzung“ unsere einseitige Zuschärfung zu verstehen ist. Sollten auch zweiseitige Zuschärfungen vorkommen, was an und für sich denkbar ist, so würde dies übrigens für die weitere Entwicklung der jungen Xylem- und Phloemelemente belanglos sein. Kr a b b e dagegen gibt dieselbe, noch durch eine perspectivische Ansicht veranschaulichte Darstellung von der Form der Cambiumzelle, wie sie im Vorhergehenden zur Anschauung gebracht ist.

Die jungen Holzzellen, welche die Initiale abgibt, werden daher gleichfalls zuerst eine nur geringe Zuschärfung an den Enden zeigen. Da die radial gestellte Kante noch sehr kurz ist, so wird dieselbe bei eintretendem Spitzenwachsthum sich bald abrunden, und die einzelnen Elemente werden sich leicht zwischen einander drängen können. Hierbei geht selbstverständlich die Einseitigkeit der Zuschärfung verloren; ja manchmal wandelt sich die Zuschärfung geradezu in eine Spitze um.

(Fortsetzung folgt.)

*) W. Velten, Ueber die Entwicklung des Cambium u. s. w. Botan. Ztg. 1875. S. 811 ff.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [44](#)

Autor(en)/Author(s): Mischke Karl

Artikel/Article: [Beobachtungen über das Dickenwachsthum der Coniferen.
\(Fortsetzung.\) 97-102](#)