

# 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. 44.

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.)

Wie gross ist nun der Zuwachs, den die Länge der Tracheiden durch das gleitende Wachsthum erfährt? Die Länge der ausgebildeten Tracheiden ist durch Messungen an Macerationspräparaten leicht zu ermitteln; wenn es nun möglich wäre, auf ebenso einfache Art die ursprüngliche Länge der jungen Elemente oder die Länge der Cambium-Initiale zu bestimmen, so würde sich der Zuwachs sofort ergeben. Es ist aber nicht möglich, die Cambiumzellen zu maceriren. Auch ist es mir nie gelungen, weder auf radialen, noch auf tangentialen Schnitten, die Cambium-

zellen in ihrer ganzen Länge zu erhalten. Die Schnitte waren entweder nicht lang genug oder verliefen etwas schräg, so dass man bei der Verfolgung der betreffenden Cambiumzelle in ein fremdes Niveau gerathen musste. Und selbst wenn es manchmal schien, als ob wirklich eine Cambiumzelle mit beiden Enden vorläge, so dass man die Entfernung der oberen und der unteren Wand direct messen könnte, so liegt doch die Möglichkeit, sich durch schief angeschnittene Wände täuschen zu lassen, bei diesen subtilen Untersuchungen so nahe, dass man kaum darauf rechnen kann, auf diese Weise Irrthümer zu vermeiden.

Wir müssen also die Länge der Cambiumzellen auf indirectem Wege zu bestimmen suchen. Nehmen wir an, in der Construction Fig. 7 seien zwei übereinander liegende Cambiumzellen auf dem Tangentialschnitt zur Anschauung gebracht; sie werden getrennt durch eine mässig schiefe Wand A B, wie wir sie in Fig. 6 kennen gelernt haben. Die jungen von ihnen abgeschiedenen Holzzellen werden anfangs die gleiche Lage zu einander haben. Die Zellen verlängern sich nun durch gleitendes Wachstum, an welchem sich natürlich nicht nur die Wand A B, sondern auch Theile der Längswände betheiligen. Dadurch wird die beide Zellen trennende Wand allmählich eine immer schiefere Stellung annehmen, bis sie schliesslich beispielsweise in der Lage C D verharret. Denken wir uns nun von B und D aus die Lothe B E und F D auf die gegenüberliegende Wand gefällt, und ebenso von der anderen Seite die Lothe A G und C H, so stellt die Strecke A E oder B G den Betrag dar, um welchen die beiden Tracheiden im Ursprungsstadium übereinander griffen, und C F oder D H denselben nach beendigtem Längenwachstum. Der Zuwachs der beiden Tracheiden wird also durch die Differenz C F—A E ausgedrückt werden können.



Fig. 7.

Da nun dieser Zuwachs dadurch zu Stande kommt, dass die beiden Zellen in entgegengesetzter Richtung wachsen, so ist jeder einzelnen Zelle nur die Hälfte dieser Wirkung zuzuschreiben; das

Scheitelwachstum der einzelnen Tracheide wird daher  $\frac{CF - AE}{2}$

betragen. Dies ist indessen nur das Scheitelwachstum an dem einen Ende der Tracheide. Da wir nun hier angenommen haben, dass die beiden an einander stossenden Tracheiden-Endigungen gleichmässig an der Verschiebung betheiligt sind, so werden wir dieselben Verhältnisse auch an dem anderen Ende der Tracheide voraussetzen müssen. Sollte dies nicht der Fall sein, sollte ein Unterschied im Wachstum am oberen und unteren Ende stattfinden, so würde eine dem entsprechende Correctur schon bei der Berechnung der in der Figur 7 dargestellten Enden anzubringen sein. Auf jeden Fall bleibt die Summe, den das gleitende Wachstum am oberen mit dem des unteren derselben Tracheide ergibt, dieselbe; sie beträgt C F—A E, d. h. den Längenbetrag, um den die fertig ausgebildeten Tracheiden über einander greifen, vermindert um den,

der sich analog diesem Werthe schon bei den Cambiumzellen findet.

Dieser Werth ist nun zu bestimmen, indem man die betreffenden Strecken CF und AE auf Tangentialechnitten misst.

Es ergab sich als Mittel aus einer ziemlich grossen Anzahl von Messungen (sämmtlich an Präparaten von demselben Exemplar):

1. CF im Frühjahrsholz	573,5 $\mu$
A E (Cambium)	74 $\mu$
CF—A E oder Betrag des gleitenden Wachstums im Frühjahrsholz	rund 500 $\mu$
2. CF im Herbstholz	480 $\mu$
A E (Cambium)	74 $\mu$
CF—A E oder Betrag des gleitenden Wachstums im Herbstholz	rund 400 $\mu$

Es zeigt sich, dass das gleitende Wachsthum im Herbstholze ein geringeres ist als im Frühjahrsholz.

Ich möchte hier bemerken, dass sowohl die eben gegebenen Zahlen wie auch die im Folgenden noch anzuführenden selbstverständlich keinen Anspruch auf absolute Giltigkeit machen. Sie sind richtig für das Exemplar, an dem die Untersuchungen über diesen Punkt der Wachstumsvorgänge angestellt wurden; sie werden auch für eine grosse Zahl von anderen Exemplaren Geltung haben. Wollte man aber diese Messungen und Berechnungen auf eine grössere Anzahl von Exemplaren ausdehnen, so würden sich selbstverständlich eine Menge individueller Abweichungen zeigen. Indessen genügen die hier mitgetheilten Beobachtungen, um eine ungefähre Vorstellung von der Bedeutung des gleitenden Wachstums für die Entwicklung des *Pinus*- — und überhaupt des *Coniferen*-Stammes zu geben.

Wir haben also den durchschnittlichen Betrag des gleitenden Wachstums für das Frühjahrsholz auf 500  $\mu$ , für das Herbstholz auf 400  $\mu$  bestimmt. Zielt man diese Länge vom durchschnittlichen Betrage der Tracheiden ab, so erhält man die ursprüngliche Länge der Cambiumzellen. Die Durchschnittslänge der Tracheiden erhält man am besten aus Messungen an Macerationspräparaten.

Es ergab sich — wieder als Mittel aus einer grossen Zahl von Messungen:

1. Länge der Tracheiden des Frühjahrsholzes	2820 $\mu$
davon gleitendes Wachsthum	500 $\mu$
Länge der Cambiumzellen	2320 $\mu$
2. Länge der Tracheiden des Herbstholzes	2310 $\mu$
davon gleitendes Wachsthum	400 $\mu$
Länge der Cambiumzellen	1910 $\mu$

Bei der Betrachtung dieser Resultate mag auf den ersten Blick die Verschiedenheit in den Werthen für die Cambiumzellen überraschen; man hätte erwartet, dass der Unterschied in den Tracheidenlängen für Frühjahrs- und Herbstholz derselbe wäre wie der für das gleitende Wachsthum gefundene, und dass dann die Werthe

für das Cambium mit einander übereinstimmen sollten. Aber es dürfte kaum möglich sein, bei der Feststellung von Durchschnittswerthen immer das richtige Verhältniss in den grösseren und geringeren zu treffen; auch mögen in verschiedenen Regionen des Stammes, die dicht bei einander liegen können, wirklich Cambiumzellen vorhanden sein, die sich von der gewöhnlichen Länge der übrigen entfernen, welche Verschiedenheit dann auch Verschiedenheiten in den Tracheidenlängen zur Folge haben würde.

Wir werden gut thun, zwischen den beiden gefundenen Werthen 1910  $\mu$  und 2320  $\mu$  die Mitte, also 2115  $\mu$ , als ungefähres durchschnittliches Maass für die Länge der Cambiumzellen anzunehmen. Die Initiale und mit ihr die jungen Tracheiden waren also ungefähr 2 mm lang, und sie streckten sich bei ihrer weiteren Ausbildung noch um 500  $\mu$  oder  $\frac{1}{4}$  des ursprünglichen Betrages, im Frühlingsholz — und im Herbstholz um 400  $\mu$  oder  $\frac{1}{5}$  der Anfangslänge.

Das gleitende Wachstum hat, wie wir sehen, bei der Ausbildung des Holzkörpers von *Pinus* — und ohne Zweifel auch der übrigen Coniferen — einen nur geringen Einfluss. Noch kleiner ist der Betrag desselben im Phloem. Die Entfernung benachbarter Siebröhren-Enden, ebenso gemessen wie vorhin die der Tracheiden, ergibt 320  $\mu$  im Mittel; davon der schon im Cambium vorhandene Betrag von 74  $\mu$  abgezogen, ergibt für das gleitende Wachstum bei Ausbildung der Siebröhren rund 250  $\mu$  oder  $\frac{1}{8}$  der anfänglichen Länge.

Die jungen Elemente haben ausser ihrem Längenwachstum auch das Bestreben, in ihrem Umfange zuzunehmen. Wir haben schon oben beobachtet, dass die dadurch zu Stande kommenden Verschiebungen nur gering sind. Dass aber die Tendenz zu einer Ausdehnung in tangentialer Richtung vorhanden ist, zeigt das Verhalten der Markstrahlen. Je stärker das Wachstum der jungen Fibrovasalelemente ist, desto mehr werden die Markstrahlen zusammengedrückt. Sie sind in Folge dessen im Frühjahrsholz in der Regel mehr verschmälert als im Herbstholz, und auch im Herbstholz schmaler als im Cambium. Ein Markstrahl, dessen Breite im Cambium 20  $\mu$  betrug, mass im Herbstholz nur 9—14  $\mu$ , im Frühlingsholz 4—8  $\mu$ , im Phloem 15—17  $\mu$ . Nicht immer sind die Unterschiede so bedeutend. Ein anderer Markstrahl ergab folgende Werthe: im Cambium 16  $\mu$ , im Herbstholz 6—9  $\mu$ , im Frühjahrsholz 6—7  $\mu$ , im Herbstholz des nächsten Jahres 9—13  $\mu$ , im dazu gehörigen Frühjahrsholz 9—11  $\mu$ , und im Phloem 13—16  $\mu$ . Vgl. auch Fig. 2.

Aehnliche Verhältnisse bieten sich uns dar bei der Betrachtung der Markstrahlen in Bezug auf ihre vertikale Ausdehnung. Zwar besitzen die mittleren Zellreihen der Markstrahlen dieselbe vertikale Erstreckung im Frühjahrsholz wie im Herbstholz, im Xylem wie im Phloem, wie auch im Cambium; aber die obere und untere Randreihe weisen bedeutende Verschiedenheiten auf. Die Randreihen sind im Cambium 2 bis 3 mal so hoch als die übrigen Zellreihen; diese Höhe behalten sie im Phloem ungeschmälert bei (vgl. oben Fig. 3

und Tabelle 1, mitunter tritt sogar eine geringe Zunahme ein; im Xylem dagegen werden sie auf das ungefähre Maass der übrigen herabgedrückt (vgl. oben Fig. 4 und Tabelle 2). Bei einem zehnstreihigen Markstrahl hatten die inneren acht Reihen zusammen in der Vertikalen eine Ausdehnung von  $180 \mu$ , sowohl im Xylem wie im Cambium und Phloem; auf jede einzelne Reihe kamen  $22-23 \mu$ . Der ganze zehnstreihige Markstrahl (mit Einschluss der Randreihen) mass im Cambium  $254 \mu$ , im Phloem ebenfalls  $254 \mu$ , im Xylem (Frühjahrsholz) dagegen nur  $227 \mu$ . Auf jede der Randreihen kamen im Cambium und Phloem  $37 \mu$ , im Xylem waren sie auf  $23 \mu$  zusammengedrückt. Das Frühjahrsholz und Herbstholz unterscheiden sich auch hierin; im Herbstholz sind die Markstrahlen in der Regel etwas weniger benachtheiligt. Natürlich sind es auch hier nur die Randzellen, auf denen der Unterschied beruht. Ein Markstrahl, der ohne Randzellen in der Vertikalen  $126 \mu$  mass, hatte mit denselben im Frühjahrsholz  $198 \mu$ , im Herbstholz  $216 \mu$ . Es kamen auf die beiden Randreihen zusammen im ersten Falle  $72$ , im zweiten  $90 \mu$ : das Verhältniss stellt sich wie  $1:1,25$ . Die Randzellen des Markstrahls besaßen im Frühjahrsholz  $64\%$  der ursprünglichen Länge im Cambium, im Herbstholz  $80\%$ , im Phloem  $100-105\%$ .

#### IV.

Wenn wir nun untersuchen wollen, wie die Entwicklung eines neuen Jahrringes vor sich geht, so haben wir mit der Betrachtung des Winterstadiums zu beginnen. Es wurden zu diesem Zwecke zusammenhängende Stammstücke, Rinde und Holz enthaltend, untersucht, welche im Februar 1888 dem Stamm entnommen worden waren. Bei Betrachtung der daraus angefertigten Querschnitte wurde es wahrscheinlich, dass nicht die der letzten Herbsttracheide zunächst liegende dünnwandige Zelle die Initiale bildete, sondern dass dieselbe drei oder vier Zellen weiterhin zu suchen sein musste. Grund zu dieser Annahme gab die Betrachtung, dass die dem ausgebildeten Xylem zunächst liegenden dünnwandigen Zellen sehr oft schon radial gestreckt waren; auch die Art und Weise, wie die tangentialen Wände an die radialen ansetzten, deutete darauf hin, dass die jüngsten Theilungen weiter rindwärts stattgefunden hatten. Die letzten Zelltheilungen aber dürften am Ende der Wachstumsperiode, also im Erlöschen der Wachstumsintensität, entweder in der Initiale selbst oder doch in ihrer allernächsten Nähe stattgefunden haben, ganz besonders aber dürfte dies zu vermuthen sein, wenn die Jahrringe der vergangenen Wachstumsperioden schwach ausgebildet sind (wie hier nur 14 bis 20 Tracheiden in der Radialreihe) und daher schon an und für sich eine schwache Intensität des Wachstums vorauszusetzen ist. Zur Gewissheit erhoben aber wurde diese Vermuthung durch das Auffinden des Querschnittes, der in Figur 8 abgebildet ist. Die beiden radialen Theilungen, die sich, einmal in der dritten, einmal in der vierten Zelle von der letzten fertigen Tracheide

finden, erheben es über jeden Zweifel, dass diese Zellen die Cambium-Initiale sind. Es ergab sich also die merkwürdige Thatsache, dass im Herbst ausser den fertig ausgebildeten Herbsttracheiden schon neue Zellen gebildet werden, welche für das Xylem bestimmt sind, aber erst im nächsten Frühjahr ihre vollständige Ausbildung erfahren. Im Phloem mag Ähnliches der Fall sein, allein in Folge der geringen Differenzirung der Elemente auf dieser Seite war darüber nichts zu constatiren. Die Initiale umgibt sich für die Zeit der Ruhe mit Zellen, die ihr ähnlich bleiben; es mag dies wohl behufs etwaigen Austausches von Plasmasubstanzen für sie vortheilhafter sein, als wenn sie auf der einen Seite unmittelbar an verholzte Tracheiden, auf der anderen an fertige Siebröhren stossen würde.

Um nun die Entwicklung des Jahrringes zu verfolgen, wurden während der Wachstumsperiode des Jahres 1888 von einem ziemlich dicken Stamme in bestimmten Intervallen, die zwischen acht und vierzehn Tagen schwankten, Stücke entnommen, die Phloem, Cambium und Xylem enthielten. Es versteht sich von selbst, dass zwischen den einzelnen Stellen, an denen die Stücke entfernt wurden, Zwischenraum genug blieb, um einen etwaigen schädlichen Einfluss der Wunde durch Callusbildung zu eliminiren. Voraussetzung war natürlich, dass das Wachstum rings um den Stamm vollständig concentrisch vor sich ging. Diese Annahme wird wohl in den meisten Fällen, wo man dem Baume die Excentricität nicht schon von aussen ansieht, zutreffen.

Die so gewonnenen Stammstücke wurden nun untersucht, indem auf Querschnitten mit möglichster Genauigkeit die Initiale constatirt und von dieser aus die Anzahl der zum Xylem abgegebenen Zellen festgestellt wurde. Da dieses Verfahren stets bei mehreren Radialreihen angewendet wurde, so ergaben sich zwischen den geringen Abweichungen der einzelnen Reihen unter sich die Mittelwerthe, die nachher für die Beurtheilung der Wachstumsintensität in Betracht kamen.

Ich lasse hier die Beobachtungen über die Zunahme eines Stammes von *Pinus silvestris* mit schwacher Jahrringbildung folgen.

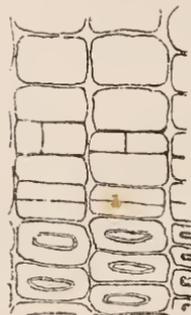


Fig. 8. *Pinus silvestris*.  
Winterstadium.  
Querschnitt durch die  
Cambiumgegend. Radiale  
Teilungen der Initiale.  
Vergröss. 250.

(Schluss folgt.)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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.  
\(Fortsetzung.\) 137-142](#)