FLORA.

68. Jahrgang.

No. 5. Regensburg, 11. Februar 1885.

Inhalt. Dr. O. Markfeldt: Ueber das Verhalten der Blattspurstränge immergrüner Pflanzen beim Dickenwachstum des Stammes oder Zweiges. (Fortsetzung.) — J. Freyn: Phytographische Notizen (Fortsetzung.) — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Beilage. Pag. 97 und 98.

Ueber das Verhalten der Blattspurstränge immergrüner Pflanzen beim Dickenwachstum des Stammes oder Zweiges.

Von Dr. Oskar Markfeldt.

(Fortsetzung.)

B. Spezieller Teil.

Gymnospermae.

Coniferae.

I. *Abietineae.*

Aus dieser Familie wählte ich *Abies excelsa*, da hier die Nadeln während einer ganzen Reihe von Jahren, etwa 8—10, am Stamme erhalten bleiben.

Das Objekt war für die Untersuchungen sehr geeignet, da hier der im allgemeinen Teil meiner Arbeit unter I angegebene Fall vorlag, insofern nämlich, wie ein Radialschnitt ergab, die Blattspur hier in senkrechter Richtung zur Axe das Holz des Stammes bis zum Mark durchzieht, nachdem sie von dem Aus-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0083-5

tritt aus dem sehr kurzen Blattstiel in der Rinde parallel zur Stammaxe hinabgestiegen ist. (Skizze I.)

Da die Blattspur, so weit sie im Holz verlief, auf beiden Seiten, also ober- und unterhalb, eng von demselben eingeschlossen war und wachstumsfähige Gefässe, Spiral- oder Ringgefässe, nicht vorhanden, dieselben vielmehr durchgängig netzartig verdickt waren, so konnte von vornherein der Fall einer Streckung durch intercalares Wachstum als ausgeschlossen betrachtet und ein Zerreissen der Blattspur, wahrscheinlich in der Nähe des Cambiums, angenommen werden.

Für die Untersuchung erschien es zweckmässig, gleich bei einem möglichst alten Zweig- oder Stamminternodium, an welchem noch die Blätter frisch waren, zu beginnen, da sich hier am ehesten zeigen musste, was mit der Spur bei dem Hinzutreten der neuen Jahresringe geschehen ist.

Ich operierte zunächst mit einem achtjährigen Zweige und fand Folgendes: Die Spur war zum Teil zerrissen und zwar auf der konkaven Oberseite in der Nähe des Cambiums bei ihrem Austritt aus dem Holz in die Rinde, während der untere, convexe Teil der Spur noch nicht zerrissen war, vielmehr das Holz quer bis zum Mark durchzog, wobei die Gefässe, welche die Spur bildeten, sich allmählich erweiternd, vereinzelt in den Stamm hinabstiegen. (Skizze VII.) Diese noch in das Holz eintretenden, also durch das Cambium gehenden Gefässe sind die von diesem zuletzt gebildeten, während die auf der konkaven Oberseite liegenden die ältesten sind. Hier sei gleichzeitig bemerkt, dass das Cambium die Spur in ihrem Verlaufe in der Rinde auf der Unterseite begleitet und sich dann abwärts an das Cambium des Holzcylinders anschliesst.

Bei dem hergestellten Radialschnitte waren zwei Abrissstellen deutlich sichtbar (Fig. VII c. d.), welche zwei Stufen bildeten, indem immer ein Bündel von Gefässen an der gleichen Stelle abgerissen war. Auch im Holz fanden sich Fortsätze der abgerissenen Stränge vor, doch waren die beiden Stufen als solche nicht erkennbar.

Es handelte sich jetzt darum, den Anfang des Zerreissens festzustellen, und untersuchte ich zu diesem Zwecke einen zweijährigen Zweig. Da indess an dem schwachen Zweige anfangs das Zerreissen des oberen Teiles des Blattspurstranges nicht mit Sicherheit beobachtet werden konnte, so begann ich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0084-1

jetzt die Untersuchung an Hauptstamminternodien und zeigte sich hier das Verhalten klarer und deutlicher.

An dem zweijährigen Stamminternodium war wiederum ein Teil der Gefässe der Spur und zwar auf der Oberseite derselben zerrissen, woraus sich ergab, dass in jeder Vegetationsperiode ein neuer Teil von Gefässen zerreissen muss und zwar ist es, wie bereits im ersten Abschnitt dieser Arbeit auseinandergesetzt wurde, der jedesmalige im Vorjahr gebildete Strang von Blattspurelementen.

Auch an den zweijährigen Zweigen konnte nun das Zerreissen der Spur mit Sicherheit konstatiert werden.

Was nun die durch das alljährliche Zerreissen eines Teiles des Blattspurstranges entstehende Treppe anbelangt, so war es mir unmöglich, die einzelnen Stufen derselben im Holz aufzufinden, und musste ich mich darauf beschränken, sie in der weicheren Rinde zu suchen. Da ich anfangs die entsprechende Anzahl der Stufen, die bei einem mehrjährigen Internodium hätten vorhanden sein müssen, nicht zu beobachten vermochte, vielmehr stets eine geringere Anzahl von Absätzen fand, so glaubte ich, dass vielleicht der Abstand der einzelnen Stufen von einander ein zu geringer sei, und dass, während sich nur einzelne schärfer markierten, die anderen mehr oder weniger durch allmähliches Absteigen in einander übergingen. Deshalb berechnete ich den Abstand zweier Stufen von einander dadurch, dass ich die Durchschnittszunahme der Rinde für je ein Jahr feststellte und daraus auf die Länge der Stufen schloss. Es kam hierbei nur das Stück der Rinde in Betracht, welches zwischen dem senkrechten Verlauf der Spur in der Rinde und dem Holzkörper lag (Skizze VII a, b); es musste also die Senkrechte von dem rindenläufigen Stück der Blattspur auf den Holzcylinder bestimmt werden.

Bei der angestellten Berechnung ergab sich, dass diese Entfernung bei einem siebenjährigen Stamminternodium 1358—1400 Mik., bei einem dreijährigen 420—462 Mik. betrug. Es hatte also innerhalb vier Jahren eine Zunahme des betreffenden Rindenteils von etwa 896—938 Mik. stattgefunden, d. h. pro Jahr etwa 224 Mik. Nehmen wir nun an, dass vom ersten Jahre an die Rinde um das Gleiche alljährlich zunehme, so müssten auch die einzelnen Stufen immer um annähernd 224 Mik. von einander entfernt sein; es wären dies etwa 0,2 mm., ein für mikroskopische Untersuchungen doch sehr bedeutendes

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0085-6

Stück. Da nun das Dickenwachstum des Stammes wie der Rinde in jedem Jahre ein verschiedenes ist, so war es klar, dass auch die Stufen nicht alle denselben Abstand von einander zeigen würden. Ich versuchte nun von neuem und erlangte nach mehrfachen Versuchen ein Präparat, an dem die entsprechende Zahl der Abrissstellen annähernd deutlich zu konstatieren war. Es war ein siebenjähriges Hauptstamminternodium, an welchem, wie die Zeichnung VIII nachweist, fünf Stufen deutlich zu erkennen waren. Die Abstände der Stufen betrugen vom Cambium in der Rinde aufwärts 84, 154, 154, 238 Mik. (Vergl. die Zeichng.)

Im Holz war es bei keinem der Präparate möglich, auch nur annähernd etwas wie eine Treppe nachzuweisen.

Was die Ausfüllung der durch das Zerreissen entstandenen Lücke anbelangt, so lag es nahe, anzunehmen, dass das schnell sich teilende Cambium das Ausfüllgewebe liefere. An dieser Stelle nimmt man im Radialschnitt sehr zartwandige, rechteckige Zellen wahr, die an die Cambialzellen lebhaft erinnern (Skizze VII bei c); indess zeigten sich im Tangentialschnitt diese Zellen als schwach collenchymatisch verdickt (vergl. Fig. IX), und möchte ich es vorerst unterlassen sie als Cambialbildungen zu bezeichnen.

Eine weitere Frage ist nun die, was geschieht mit der Spur, wenn die Nadeln abgestorben oder abgefallen sind. Ich untersuchte zuerst ein Hauptstamminternodium, an welchem die Nadeln zum teil noch grün, zum teil halb abgestorben waren, und fand hier dasselbe wie bei denjenigen Internodien, an welchen die Nadeln noch frisch grün waren: Die Spur war nicht am Cambium vollständig abgerissen, sondern nur auf der Oberseite fand sich wieder eine Rissstelle. Hingegen zeigte sich bei dem nächstälteren Internodium, an welchem die Nadeln sämmtlich abgestorben oder schon abgefallen waren, dass der Blattspurstrang an der bereits bekannten Rissstelle am Cambium nunmehr völlig durchgerissen war, und zwar so, dass der Teil der Blattspur vom Riss bis zum Blatte selbst, also der in der Rinde verlaufende Teil derselben, bei der Neubildung von Rindenparenchym mit der alten Rinde hinausgeschoben worden war, während der im Holz befindliche Teil der Spur überwallt und durch den neu gebildeten Jahresring von der Rinde getrennt erschien. Das gänzliche Zerreissen oder besser Durchreissen der Spur tritt also schon in der dem Absterben der Nadeln folgenden Vegetationsperiode ein.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0086-2

Riss die Spur nach dem Abfallen der Nadeln gänzlich durch, so musste man auf successiven Tangentialschnitten vom Holz nach der Rinde vorrückend an eine Stelle gelangen, an welcher Gefässe gar nicht vorhanden waren; und dies erwies sich in der That als richtig. Es waren an dieser Stelle nur die bereits erwähnten collenchymatisch verdickten Zellen vorhanden.

Als eigentümlich ist es zu bezeichnen, dass nach dem Abfallen der Nadeln das Cambium der Spur seine Thätigkeit einstellt und der Strang jetzt vollständig durchreisst, und könnte man sagen, dass das Blatt gewissermassen das Agens sei, welches die Thätigkeit des Spurcambiums anregt.

Interessant wäre es zu untersuchen, was geschieht, wenn man bei einer im Erdboden vegetierenden Tanne vor der Vegetationsperiode an einem Stamminternodium die Nadeln künstlich entfernt. Es fragt sich, ob dann gleich ein gänzliches Zerreissen dss Blattspurstranges eintritt.

Anders wird das Verhalten wahrscheinlich sein, wenn man die Nadeln ihrer Spitzen beraubt und die Wundstellen mit Wachs verklebt. Ich behalte mir vor, diese Experimente anzustellen und später einmal darüber zu berichten.

In Bezug auf den Bau der Blattspur von *Abies excelsa* ist etwa Folgendes zu sagen. Die Gefässe sind, wie schon früher erwähnt, netzartig verdickt; es findet sich in dem das Holz quer durchsetzenden Teil gar kein Spiral- oder Ringgefäss vor. In ihrem Querverlauf durch das Holz ist die Spur stets auf der Ober- und Unterseite von Markstrahlen eingeschlossen, an welche sich mehr nach innen den Markstrahlzellen ähnliche Zellen anschliessen, die ich „Begleitzellen" nennen will. Diese Zellen haben einfache Poren, ziemlich starke Zellwände und sind von nicht bedeutender Länge (Skizze X).

An die „Begleitzellen" schliessen sich nach innen endlich die Gefässe an. Im Tangentialschnitt zeigt sich die Anordnung der Elemente am klarsten (Fig. IX). In der Nachbarschaft der Spur, die in ihrem Rindenverlauf auf der Unter- resp. Aussenseite von Cambium umfasst wird, lassen sich im Holz verschiedene Unregelmässigkeiten wahrnehmen. So haben die Stammtracheiden in der Nähe der Spur sehr kurze, gleichsam wie umgebogen aussehende Zellen und zeigen Streifungen (besonders gut im Tangentialschnitt sichtbar), die den von der Blattspur entfernten Holzzellen fehlen. Beiläufig sei erwähnt,

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0087-8

dass die Tracheiden des Stammes im Tangentialschnitt auch häufig Querwände mit behöften Poren aufweisen.

Ueber den Anschluss der vom Cambium neugebildeten Blattspurgefässe, welche also nach dem Zereissen des im Vorjahre erzeugten Gefässstranges die jedesmalige Verbindung des Blattes mit dem Stamme herstellen, ist zu erwähnen, dass dieselben bis an den Holzcylinder heranreichen, dort umbiegen und nun als gewöhnliche Holzzellen im Stamm herabsteigen. Man beobachtet, dass ein und dieselbe Einzelfaser, so lange sie in der Blattspur liegt, den Gefässcharakter besitzt, bei ihrem Uebertritt in den Stamm aber tracheidalen Charakter annimmt und zugleich ihr Lumen vergrössert. Von Interesse wäre es, nachzuweisen, dass ein und dasselbe Element ohne eine Querwand allmählich die Verdickungen aufgiebt, und aus dem Gefäss- in den Tracheidencharakter übergeht. Bei meinen Untersuchungen ist hierauf näher nicht eingegangen worden, vielleicht kann ich aber auch hierüber später noch einmal berichten.

---

2. *Taxineae.*

Diese Familie schliesst sich am nächsten an die vorhergehende an. Ich untersuchte *Taxus baccata* und begann mit einem fünfjährigen Zweige, an welchem die Nadeln bereits abgefallen waren. Auch hier war die Spur, wiederum in der Nähe des Cambiums, gänzlich durchgerissen, während bei einem vierjährigen Zweige, an welchem die Nadeln noch erhalten waren, ein Teil der Blattspur, und zwar gleichfalls auf der Unterseite, in das Holz eintrat. Es findet also auch hier das gänzliche Durchreissen der Spur bereits in der dem Abfallen der Nadeln folgenden Vegetationsperiode statt. An einem zweijährigen Zweige konnte bereits eine Rissstelle konstatiert werden; das Verhalten ist also ganz das nämliche wie bei *Abies excelsa.* Auch das Ausfüllgewebe hat hier gleiches Aussehen wie dort und erweist sich im Tangentialschnitt ebenfalls als schwach collenchymatisch.

Der parallel zur Zweigaxe in der Rinde verlaufende Teil des Blattspurstranges, welch' letzterer wiederum auf seiner

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0088-4

Unterseite von Cambium umfasst wird, ist bedeutend kürzer als bei *Abies* und biegt bald in das Blatt um.

---

3. *Araucarieae.*

Hier diente *Araucaria brasiliensis* als Untersuchungsobjekt. Da bei den *Araucarien* die Anzahl der Jahresringe nicht erkennbar ist, so musste das Alter der untersuchten Zweig- oder Stamminternodien durch Zählen der einzelnen Internodien von der Spitze aus annähernd bestimmt werden.[1])

Während die Blattspur in den Zweigen einen ziemlich schrägen Verlauf durch das Holz hatte, zeigte sich bei den Stamminternodien, dass nur der dem Mark nächste Teil des Blattspurstranges das Holz in schräger Richtung durchzieht, während der mehr nach der Rinde zu liegende Teil desselben, ähnlich wie bei *Abies*, in annähernd horizontaler Richtung, also in einer Linie senkrecht auf der Stammaxe verläuft. Die Zeichnung (Fig. XIII) stellt den Verlauf der Spur bei einem einjährigen und bei einem vierjährigen Zweige dar.

Geometrisch konstruiert (Fig. XI) würde sich Folgendes ergeben. Es sei a b c d der Verlauf der Spur im ersten Jahre, so ist klar, dass das im Holz steckende Stück a b bei weiterem Dickenwachstum des Stammes keine Veränderung erleiden kann. Ebenso wird, wenn wir etwa c und d als die Endpunkte des senkrechten, also parallel der Stammaxe gehenden Verlaufs der Spur in der Rinde annehmen, das Stück c d nicht verändert werden, es wird vielmehr bei hinzutretenden neuen Jahresringen ebenfalls horizontal nach aussen gedrängt werden

[1]) De Bary sagt in seiner „vergleichenden Anatomie" pag. 518: „Bei den mannigfaltigen Abstufungen in der Markierung der Jahresringe liegt von vornherein die Vermutung sehr nahe, dass auch Fälle ihres gänzlichen Ausbleibens vorkommen. Als individuelle Eigentümlichkeit findet dieses unbestritten statt. Manche Pflanzen, z. B. die *Araucarien*, scheinen dazu besondere Neigung zu haben. Pflanzen, welchen die Markierung der Jahresringe als spezifische Eigentümlichkeit constant abgeht, sind jedenfalls selten und die Angaben über solche vielfach bestritten." Bei dem von mir untersuchten Exemplar waren einige Jahresringe deutlich zu erkennen, und zwar waren es die der Rinde zunächst liegenden, also die jüngsten, während mehr nach innen die Grenzen allmählich verloren gingen.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0089-2

und etwa nach γ δ rücken. Das Stück, um welches es sich handelt, ist b c. Dieses muss bei fortschreitendem Dickenwachstum in die Lage von b γ übergehen. Ehe ich nun dieses Uebergehen weiter erörtere, wird es nötig sein, erst die Resultate der Untersuchung anzugeben.

Die Spur besteht bei *Araucaria brasiliensis* aus Spiralgefässen und Tracheiden, und zwar liegen die Spiralgefässe auf der Oberseite des Blattspurstranges, sind also die ältesten Elemente, während sich nach unten und aussen nur Tracheiden anschliessen. Die Untersuchung eines einjährigen Stamminternodiums ergab, dass nur im ersten Jahre Spiralgefässe gebildet werden, während im zweiten nur noch Tracheiden zur Ausbildung gelangen.

An einem sieben bis achtjährigen Stamminternodium, dessen Holzcylinder einen Radius von 8 mm. hatte, und an welchem die Blätter zum teil abgestorben, zum teil abgefallen waren, fand ich eine Rissstelle abermals in der Nähe des Cambiums, also an der Stelle, die in der geometrischen Konstruktion als die kritische angegeben wurde. Ein Teil des Blattspurstranges auf der Unterseite ging wieder in das Holz. Ebenso war an einem vierjährigen Internodium, an welchem die Blätter noch grün waren und dessen Holzcylinder im Radius 6 mm. mass, auf der Oberseite der Spur eine Rissstelle zu konstatieren, dagegen konnte an einem zweijährigen Stamminternodium ein Zerreissen nicht wahrgenommen werden, man empfing vielmehr das Bild einer Streckung, da die innersten, ältesten Spiralgefässe weit ausgezogene Spiralen zeigten. An einigen Präparaten konnte man im Holz einzelne zerissene Spiralgefässe bemerken, so dass ich annehmen möchte, dass die im ersten Jahre gebildeten Spiralgefässe noch während der ersten und im Anfang der zweiten Vegetationsperiode eine Streckung erfahren, während die am meisten gedehnten Spiralgefässe vereinzelt gegen Ende der zweiten Vegetationsperiode zu reissen beginnen, und dass erst in der dritten Vegetationsperiode ein stärkeres Zerreissen stattfindet, da bei einem dreijährigen Hauptstamminternodium der Anfang des Zerreissens deutlich wahrzunehmen war.

Da an Zweigen, selbst an vierjährigen eine Rissstelle nicht gefunden werden konnte, hingegen die innersten Spiralgefässe weit ausgezogene Spiralen erkennen liessen, so möchte

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0090-6

ich annehmen, dass bei dem viel geringeren Dickenwachstum hier die Streckung noch länger andauert.

Kehren wir nun zu der geometrischen Konstruktion zurück, so erhalten wir jezt folgendes Resultat. Das Stück b c wird also im zweiten Jahr durch Wachstum verlängert und bei gleichzeitiger Bildung von Tracheiden ergiebt sich der Spurverlauf a b c' d'. Jetzt beginnt das Zerreissen, es werden wiederum neue Tracheiden gebildet, und wir erhalten im dritten Jahr den Spurverlauf a b c'' d'' u. s. w. Von dem Augenblicke des Zerreissens an kann der Verlauf der neu entstehenden Tracheiden, dem radial fortschreitenden Dickenwachstum des Stammes resp. Zweiges folgend, nur ein auf der Längsaxe des Internodiums senkrechter sein, und erscheint daher der weitere Querverlauf der Spur im Holz von jetzt an vollkommen horizontal.

Was nun das Verhalten der Blattspur nach dem Abfall der Blätter angeht, so ergab sich hier das merkwürdige Resultat, dass selbst an den ältesten Stamminternodien, bei denen die Blätter schon eine Reihe von Jahren abgefallen waren, immer noch der untere Teil des Blattspurstranges in das Holz *eintrat*, dass also das Cambium hier nicht seine Thätigkeit *eingestellt*, sondern *fortdauernd* neue Tracheiden entwickelt *hatte*. *Dies* wurde an einem kurz über der Wurzel abgeschnittenen sechzehn- bis siebzehnjährigen Stamminternodium festgestellt, an welchem die Blätter schon seit 8—9 Jahren abgefallen waren. Eine grosse Anzahl von Abrissstellen war hier gut sichtbar.

Die an der Rissstelle sichtbaren Zellen zeigten denselben Charakter wie bei *Abies;* sie erschienen im Tangentialschnitt ebenfalls collenchymatisch verdickt. Später wandeln sich diese Zellen in die „Begleitzellen" um, die hier ganz besonders dickwandig, hell glänzend, mit einfachen Poren versehen und von ovaler bis rundlicher Gestalt sind. Wie besonders gut an Tangentialschnitten sichtbar war, ist die Blattspur auch hier auf ihrer Ober- und Unterseite von Markstrahlen eingeschlossen, die bei den *Araucarien* meist einreihig, selten vier- bis siebenreihig sind.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0091-2

Für die untersuchten *Gymnospermen* ergiebt sich aus dem ersten Abschnitt des speziellen Teiles dieser Arbeit folgendes Gemeinsame:

1. Alle haben einen mehr oder weniger langen rindenläufigen Blattspurteil, welcher parallel der Zweig- oder Stammaxe verläuft.
2. Dieser rindenläufige Teil wird auf seiner Unterseite vom Cambium umfasst.
3. Der Teil der Blattspur, welcher im Holz verläuft, steht senkrecht auf der Zweig- resp. Stammaxe oder nähert sich sehr dieser Senkrechten.
4. Der das Holz quer durchziehende Teil der Blattspur ist von demselben auf der Ober- und Unterseite eng eingeschlossen.
5. Infolge des Dickenwachstums tritt alljährlich ein Zerreissen der Blattspur ein, während gleichzeitig vom Spurcambium neue gefässartige Elemente gebildet werden, so dass das Zerreissen scheinbar nur auf der Oberseite der Spur eintritt. Diese Neubildung von gefässartigen Elementen findet jedoch nur statt, so lange die Nadeln erhalten werden, mit Ausnahme der *Araucarien*, bei welchen selbst an den ältesten Stamminternodien die Thätigkeit des Spurcambiums nicht aufhört, wenngleich die Blätter schon eine Reihe von Jahren abgefallen sind. Die Lücke wird ausgefüllt, wahrscheinlich durch das Stammcambium vielleicht unter Mitwirkung der umgebenden Holzparenchymzellen, und bilden diese Ausfüllzellen später, nachdem sie sich stärker verdickt haben, die tiefer im Holze auftretenden, von mir als „Begleitzellen" angeführten Elemente.
6. Die Spur wird nach dem Abfall der Blätter am Cambium vollständig durchgerissen. Ausgenommen sind die *Araucarien*, bei welchen selbst in den ältesten Internodien noch der untere Teil der Blattspur in das Holz eintrat.

(Schluss folgt.)

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03548-0092-8

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 68

Autor(en)/Author(s): Markfeldt Oskar

Artikel/Article: Ueber das Verhalten der Blattspurstränge immergrüner Pflanzen beim Dickenwachstum des Stammes oder Zweiges 81-90