

## 44. K. Wilhelm: Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen.

Vorläufige Mittheilung.

Eingegangen am 19. Juli 1883.

Bei der Herstellung von Präparaten aus Coniferennadeln war mir schon vor längerer Zeit die stets vorhandene, vollständige Ausfüllung der „äusseren Athemhöhle“<sup>1)</sup> mit einer feinkörnigen, im durchfallenden Lichte dunkeln Masse aufgefallen. Im Sommer des vorigen Jahres begann ich den Sachverhalt, welchen ich in der mir zugänglichen Literatur nirgends erwähnt fand, einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. Dieselbe musste jedoch bald wegen anderweitiger dringender Geschäfte unterbrochen werden, welche mich auch gegenwärtig noch an der unausgesetzten Bearbeitung des Themas in dem geplanten Umfange verhindern. Immerhin bin ich aber jetzt schon zu einigen nicht uninteressanten Resultaten gelangt, die nachstehend in Kürze mitgetheilt sein mögen.

Ich nehme die Nadel der Weisstanne, *Abies pectinata* DC., zum Ausgangspunkte. Die Rückseite derselben zeigt die bekannten weissen Streifen, je einen zu beiden Seiten des nur wenig vortretenden grünen Nerven. Diese ungefähr 0,3 mm breiten Streifen erscheinen unter der Lupe auf gleichmässig weissgrauem Grunde rein weiss getüpfelt. Die Tüpfel entsprechen den einzelnen Spaltöffnungen, und sind gewöhnlich in 5–7 Längsreihen geordnet, in diesen jedoch nicht ganz gleichmässig vertheilt, indem die Entfernung zwischen je zwei benachbarten Spaltöffnungen der nämlichen Reihe wechselt.

Unter dem Mikroskope, an einem sorgfältig hergestellten, in Wasser liegenden Präparate, zeigt sich die Oberfläche der Nadel in der Ausdehnung der weissen Streifen von einem Haufwerk unregelmässig geformter Körnchen bedeckt, deren Masse wenig durchsichtig, grau oder schwärzlich erscheint<sup>2)</sup>. Die Spaltöffnungen sind durch gleichmässig

1) Bekanntlich sind bei den Coniferen die Schliesszellenpaare unter die Epidermisoberfläche versenkt, so dass über jeder Spaltöffnung ein von den benachbarten Oberhautzellen begrenzter Hohlraum entsteht, zu dessen kurzer Bezeichnung ich obigen, meines Wissens zuerst von Kraus (Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 320) gebrauchten Ausdruck wähle, dessen sich kürzlich auch Tschirch (Linnaea, Bd. XLIII, S. 140) bediente.

2) Vergl. de Bary, Bot. Zeit. 1871. Sp. 135. — Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der Coniferen-Laubblätter. Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 28.

dunkle, vollkommen undurchsichtige, fast schwarze Flecke von rechteckiger oder ovaler Gestalt bezeichnet (Fig. 1 des Holzschnittes am Ende dieser Mittheilung). Präparate von genügender Dünne, welche nur die Epidermis enthalten, lehren, dass diese Flecke durch besonders reichliche Anhäufungen kleiner Körnchen verursacht sind. Zusatz von absol. Alkohol hellt das Bild sofort auf. Das Körnchenaufwerk zwischen den dunklen Flecken wird nun so durchsichtig, dass die Struktur der von ihm bedeckten Epidermis deutlich hervortritt. Gleichzeitig bewirkt der Alkoholzusatz den Austritt von Luftblasen aus den dunkeln, den Spaltöffnungen entsprechenden Flecken, und lässt nun jene selbst sichtbar werden. Die zum Spalteneingang führende, rechteckig begrenzte Vertiefung, die äussere Athemhöhle, zeigt sich nun von einer farblosen oder schwach bräunlichen, feinkörnigen Masse vollständig ausgefüllt. Letztere greift in Form lockeren Körnchenaufwerks auch etwas über den Rand der Oeffnung hinüber (Fig. 2 u. 4).

Die eben beschriebenen Erscheinungen waren bei allen unter das Mikroskop gebrachten Spaltöffnungen sämtlicher untersuchten Weiss-tannennadeln zu jeder Jahreszeit zu beobachten, mochten die letzteren erst aus der Knospe getreten, oder mehrjährig sein, aus Stadtgärten oder aus dem Walde stammen. Die lückenlose Erfüllung ihrer äusseren Athemhöhlen mit einer feinkörnigen, in kaltem Alkohol momentan unlöslichen Substanz muss daher als ein allgemein verbreitetes und konstantes Vorkommen betrachtet werden. Die Zwischenräume zwischen den sehr kleinen Substanzkörnchen sind mit Luft erfüllt, welche bei Alkoholzusatz oder vorsichtigem Erwärmen in Blasenform entweicht. Dass diese Luft wirklich aus der Ausfüllungsmasse hervortritt, und nicht etwa aus der Spalte selbst oder aus der inneren Athemhöhle, machten dünne Präparate, bei welchen die Schliesszellen durch den Schnitt entfernt waren, und nur die Oberhaut vorlag, ganz zweifellos.

Was die stoffliche Natur der Ausfüllungsmasse anbetrifft, so muss die letztere als ein „wachsartiger“ Körper betrachtet werden. Kalter Alkohol lässt sie zunächst ungelöst — erst nach längerer Einwirkung scheint eine theilweise oder vielleicht auch vollständige Lösung einzutreten, worüber ich jedoch zur Zeit noch keine erschöpfenden Angaben machen kann<sup>1)</sup>. Heisser Alkohol dagegen löst rasch und vollständig, was Aether in der Regel, Chloroform immer schon bei gewöhnlicher Temperatur thut. Fig. 3 zeigt ein mit Aether behandeltes Präparat. Die Substanz lässt sich auch durch Ausschmelzen unter Wasser entfernen. Wird hierbei vorsichtig verfahren, so tritt aus jeder Spaltöffnung zunächst eine Luftblase, an deren Oberfläche sich beim Erkalten oft zierliche stabförmige Krystalle niederschlagen. Diese

1) In ganz jungen Nadeln scheint die Ausfüllungsmasse gegen kalten Alkohol weniger widerstandsfähig zu sein, als in ein- oder mehrjährigen.

Erscheinungen und Reaktionen sprechen deutlich für die Wachsnatur des fraglichen Körpers<sup>1)</sup>, welcher höchst wahrscheinlich mit dem körnigen Wachsüberzug der Oberhaut selbst identisch ist, der durch de Bary als solcher erkannt und beschrieben wurde<sup>2)</sup>, und nach Wiesner ein Gemenge wachstartiger Körper mit Glyceriden darstellt<sup>3)</sup>.

Die vollständige Erfüllung der äusseren Athemhöhle mit einer wachartigen Substanz wurde weiterhin gefunden bei allen hierauf untersuchten Abietineen, und zwar bei *Abies Nordmanniana*, *A. Pichta*, *A. cephalonica*, ferner bei *A. Pinsapo*, *A. Fraseri*, *A. nobilis*, *A. lasiocarpa*, — welch' letztgenannte vier Tannenarten auch auf der Oberseite der Nadeln mehr oder minder zahlreiche Spaltöffnungen besitzen<sup>4)</sup> —, *Tsuga Douglasii*, *Picea excelsa*, *Larix europaea*, *Cedrus atlantica*, *C. Deodara*, *Pinus silvestris*, *P. Cembra*, *P. Strobus*; dann bei manchen Cupressineen, so bei *Juniperus communis*, *nana*, *Sabina*, *virginiana*, *Chamaecyparis Lawsoniana*; nicht bei *Taxus baccata*. Bei einigen der genannten Cupressineen finden sich solche „verstopfte“ Spaltöffnungen auffallenderweise auch an sehr geschützten Stellen. So liegen z. B. bei den schuppenförmigen Nadeln von *Juniperus Sabina* und *virginiana* die Spaltöffnungen sowohl auf der Innenfläche der freien, d. h. mit dem Zweig nicht verwachsenen, ihm aber mehr minder dicht angedrückten Spitze, als auch an der Aussenseite (Rückenfläche) des am Zweig herablaufenden Theiles, längs des mit der gegenüberstehenden Nadel verwachsenen Randes, wo sie schon mit der Lupe als weisse Pünktchen kenntlich sind. Wo nun die Nadeln dichter stehen, ist ein grosser Theil dieser letzteren Spaltöffnungen, resp. der sie tragenden Nadelfläche, von den nächstunteren Nadeln bedeckt, — nichtsdestoweniger sind aber auch in diesem Falle, ebenso wie auf der Innenseite der Nadelspitze, die äusseren Athemhöhlen in der beschriebenen Weise ausgefüllt, und die Epidermis selbst mit einem Körnchenüberzug versehen. Bei *Chamaecyparis Lawsoniana* mit gleicher Vertheilung der Stomata fand ich das Nämliche. —

So unvollständig die mitgetheilten Beobachtungen auch sein mögen, so lassen sie doch die beschriebene eigenthümliche Verstopfung der äusseren Athemhöhlen als eine bei den Coniferen verbreitete Erscheinung erkennen. Die Vermuthung liegt nahe, dass man es hier mit

1) Vergl. de Bary, Vergl. Anat. S. 86. Botan. Zeit. 1871. Sp. 132.

2) Bot. Zeit. 1871. Sp. 135. — Früher glaubte man es hier mit einem harzähnlichen Körper zu thun zu haben, eine Auffassung, welche von Link ausging und noch 1865 von Thomas (Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 28) gegen Zuccarini vertheidigt wurde.

3) Wiesner, Ueber die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Oberhäute. Bot. Zeit. 1876. Nr. 15, Sp. 228. —

4) Hildebrand (Bot. Zeit. 1860. Nr. 17, S. 151) führt als Beispiel hierfür nur *Abies cephalonica* an, wo die Spaltöffnungen auf der Oberseite der Nadeln aber auch fehlen können.

einer Einrichtung zu thun habe, deren Bestimmung darin liege, die Transpiration auf ein gewisses Maass herabzusetzen. Dass die bis jetzt darauf untersuchten immergrünen Nadelhölzer thatsächlich weniger transpiriren, als unsere Laubhölzer, ist durch von Höhnel's sorgfältige Arbeit „Ueber die Transpirationsgrössen der forstlichen Holzgewächse“<sup>1)</sup> festgestellt, und zwar wurde das Verhältniss der Transpirationsintensität von Tanne, Fichte, Weissföhre und Schwarzföhre zu derjenigen der Laubhölzer für die Zeit vom 1. April bis 31. Oktober im Mittel wie 1 : 6 gefunden<sup>2)</sup>. Ist nun auch die Transpirationsgrösse sicherlich von mehreren verschiedenartigen Faktoren beeinflusst, so wird man dennoch annehmen dürfen, dass für dieselbe eine so auffallende Erschwerung des Verkehres der inneren Athemhöhlen mit der Aussenwelt nicht gleichgiltig sein könne. Die Verdunstung aus den Blättern wird schon durch gewöhnliche Wachsüberzüge, welche die Spaltöffnungen frei lassen, erheblich verlangsamt, was Tschirch bei *Eucalyptus* experimentell nachgewiesen hat<sup>3)</sup>. Wenn nun zu solchen Wachsüberzügen noch die in Rede stehende Verstopfung der äusseren Athemhöhlen tritt, welche den Gasaustausch zwischen den inneren Athemhöhlen und der Aussenwelt nur durch die dünnen Luftäderchen gestattet, die zwischen den feinen Körnchen der Ausfüllungsmasse vorhanden sind, so muss die Hemmung der Transpiration nothwendigerweise einen noch höheren Grad erreichen. Man ist daher wohl berechtigt, die besprochene Eigenthümlichkeit vieler Coniferen-Spaltöffnungen als eine Schutzeinrichtung gegen übermässigen Wasserverlust zu betrachten. Als eine solche ist, nach Tschirch<sup>4)</sup>, schon das Vorhandensein äusserer Athemhöhlen an sich anzusehen, durch welch' letztere die vornehmlich in den nördlichen Waldgebieten heimischen immergrünen Coniferen vor den für diese Zone charakteristischen sommergrünen Laubhölzern, denen Schutzmittel zu solchem Zwecke fehlen, auffallend ausgezeichnet sind. Ob dies mit dem bei den Coniferen minder vollkommenen Bau der Spaltöffnungen selbst zusammenhängt, will Tschirch einstweilen noch dahingestellt sein lassen<sup>5)</sup>. Die relative Unvollkommenheit der Coniferenspaltöffnung erblickt der genannte Autor in dem Mangel des für die Angiospermen typischen Vor- und Hinterhofes, und in der hierdurch bedingten direkten Mündung der Centralpalte in das umgebende Medium (resp. die äussere Athem-

1) Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs, herausgegeben von A. von Seckendorff. II. Band, 1. und 3. Heft.

2) Ebenda, 3. Heft, S. 292.

3) Tschirch, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. Linnaea, Bd. XLIII (IX der neuen Folge), S. 149.

4) l. c. S. 224 u. ff.

5) l. c. S. 220 und 221.

höhle) — ein Strukturverhältniss, welches auch die Spaltöffnungen der Cycadeen und Gefässkryptogamen charakterisirt<sup>1)</sup>. —

Schliesslich möchte ich noch bemerken, dass ich lange nicht glauben wollte, dass die konstante Verstopfung der Spaltöffnungen vieler Coniferen in der allgemein verbreiteten botanischen Literatur nicht schon beschrieben sei. Indessen scheint die Sache wirklich seit Link keine weitere Beachtung gefunden zu haben<sup>2)</sup>. wie auch aus einer Bemerkung von Tschirch, der sich übrigens von der Richtigkeit der Angabe Link's nicht zu überzeugen vermochte<sup>3)</sup>, hervorgeht.

Das Interesse, welches meiner Meinung nach der berührte Gegenstand darbietet, dürfte wohl diese vorläufige Mittheilung rechtfertigen und eine weitere Verfolgung des Themas erwünscht machen. Die vollständige Ueberdeckung des Spalteneinganges durch so reichliche Anhäufungen von Wachsörnchen ist meines Wissens seit der vergessenen oder bezweifelten Angabe von Link nicht wieder beobachtet worden. de Bary sagt ausdrücklich, dass die untersuchten Schichtenüberzüge, sofern sie dem entfalteten Theile zukommen, die Spaltöffnungen frei lassen, oder wenigstens auf den Schliesszellen bis zur Unkenntlichkeit dünn seien<sup>4)</sup>. In manchen Fällen, so bei *Pinus* und *Agave*, fand er den Ueberzug in der Umgebung der Stomata stärker, als auf den anderen Epidermiszellen<sup>5)</sup>. Nach Tschirch<sup>6)</sup> würde ein Vorkommen von Wachs in dem Vorhof, resp. der äusseren Athemhöhle, von vornherein im Widerspruch stehen mit der Funktion der Stomata: als Ausführungskanäle zu dienen. Vielleicht war es diese, zunächst ja sehr naheliegende Erwägung, welche der Erkennung und Beachtung des eigenthümlichen Sachverhaltes bisher im Wege stand.

Ich brauche wohl kaum erst ausdrücklich zu versichern, dass die beobachteten Wachsanhäufungen in den äusseren Athemhöhlen nicht etwa beim Präpariren hergestellte Kunstprodukte sind, — und hoffe, über die Ergebnisse meiner weiteren Untersuchungen dieses eigenthümlichen Strukturverhältnisses und seiner Verbreitung bald ausführlicher berichten zu können. —

1) Tschirch, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Spaltöffnungsapparates. Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 1880. S. 116.

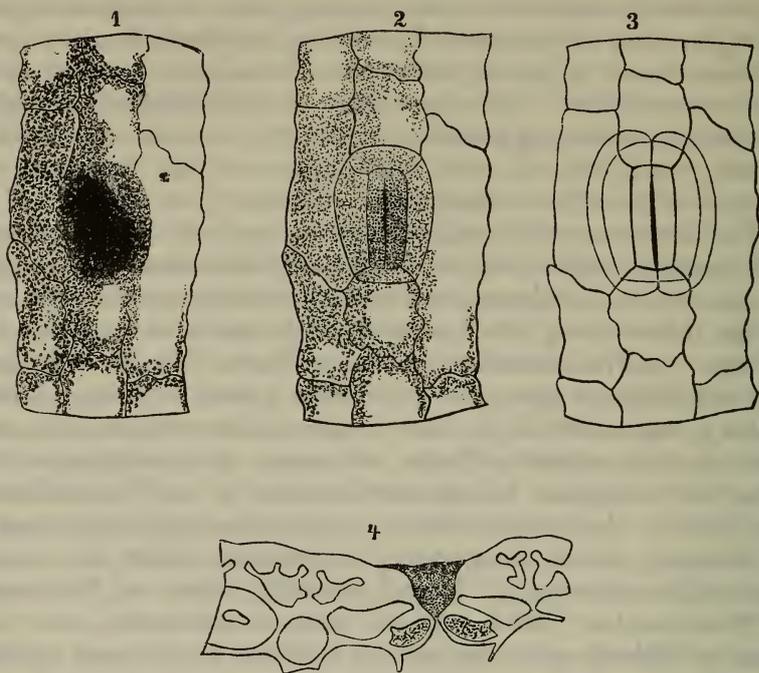
2) Link, Ueber die Familie *Pinus* und die europäischen Arten derselben (Abhandl. d. kgl. Akad. d. W. zu Berlin. 1828. S. 158): „Eine andere Merkwürdigkeit der Blätter ist das sonderbare Verhalten der Spaltöffnungen. Sie sind nämlich mit einem Häutchen von einer harzähnlichen Masse ganz bedeckt, und man muss, um sie als Spaltöffnungen zu erkennen, erst durch heisses Wasser die Masse schmelzen und auf diese Art entfernen.“ Vergl. auch Thomas, Zur vergl. Anat. d. Coniferen-Laubblätter. Jahrb. f. wiss. Bot. IV. S. 28.

3) Linnaea, XLIII. Bd. S. 151.

4) Vergleich. Anat. S. 90.

5) Bot. Zeit. 1871. Sp. 138.

6) Linnaea, Bd. XLIII, S. 151.



#### Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Oberhautstück aus der Unterseite einer jungen Weisstannennadel, eine Spaltöffnung mit verstopfter äusserer Athemhöhle zeigend. Vergr. 750:1.  
Fig. 2. Das nämliche Präparat nach momentaner Einwirkung von absolutem Alkohol.  
Fig. 3. Dasselbe Präparat nach momentaner Einwirkung von Aether.  
Fig. 4. Stück eines Querschnittpräparates aus einer einjährigen Weisstannennadel nach momentaner Einwirkung von absolutem Alkohol, eine Spaltöffnung mit verstopfter äusserer Athemhöhle zeigend. Vergr. 750:1.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Wilhelm Karl [Carl]

Artikel/Article: [Ueber eine Eigentümlichkeit der Spaltöffnungen bei Coniferen. 325-330](#)