

Studien über verstopfte Spaltöffnungen.

Von Thorild Wulff, cand. rer. nat. (Lund).

Mit Tafel VIII.

Fortsetzung.¹⁾

Gegen Lösungsmittel verhalten sich die Wachspfropfen bei den von mir untersuchten Arten nicht immer gleich, sondern zeigen gegen die benützten Flüssigkeiten alle Abstufungen in der Geschwindigkeit, mit welcher sie sich lösen. Als Beispiel führe ich *Papaver nudicaule* an, auf deren Blütenschaft die Stomata schön körnig verstopft sind. Beim Zusatz unter dem Deckglase tritt bei gewöhnlicher Temperatur Lösung sofort ein, wenn absoluter Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Xylol, Terpentinöl oder Eisessig zugesetzt wird. — Eau de Javelle lässt auch bei längerer Einwirkung die Wachstropfen unbehelligt. — Osmiumsäure wirkt bräunend, färbt aber lange nicht so intensiv, als wenn es sich um Fetttropfen handelt. — Bei *Betula* und *Ulyrica* tritt abs. Alkohol erst beim Erwärmen ein; die Körnchen sind auch hier grösser als die der anderen Arten. — Die betreffende Substanz (z. B. bei den *Dianthus*-Arten), im heissen Alkohol gelöst, tritt beim Abkühlen in Form winziger Krystallnadeln auf.

Alkanna-Tinctur und Cyanin-Lösung färben die Körnchen resp. roth und blau, haben aber den Nachtheil, dass sie nur in alkoholischer Lösung gebraucht werden können. Um Färbung zu erzielen, müssen die Pflanzentheile wenigstens 10—15 Minuten in der Farbstofflösung verweilen, wobei man eine lösende Einwirkung des Alkohols auf die zu tingirenden Pfropfen verspürt. Es empfiehlt sich darum, möglichst verdünnten Alkohol beim Herstellen der Lösungen zu verwenden. Wenn Färbung erzielt worden, sieht man die intensiver tingirten Körner in einer homogenen, schwächer gefärbten Grundmasse liegen, was aber nur die den vorher luft-erfüllten Zwischenraum ausfüllende Farbstofflösung ist und beim Auswaschen verschwindet.

Auf den Vorschlag des Herrn Dr. Lidforss habe ich auch Neutralroth, einen Anilinfarbstoff, zur Färbung gebraucht. Es bietet den Vortheil, in Wasser löslich zu sein, wobei die lösende Einwirkung des Alkohols ausbleibt.

Nachdem die zu untersuchenden Pflanzentheile in den Farbstofflösungen genügend lange verweilt haben, werden sie mit Wasser schnell abgespült und dann Schnitte gemacht. Zumeilen werden die Farbstofflösungen in den äusseren Athemhöhlen und zwischen den Schliesszellen capillar festgehalten und können so dem Beobachter den Anschein tingirter Verstopfungen erwecken. — Da auch Cuticula Alkannin, Cyanin und Neutralroth sehr leicht aufnimmt, so liegt es nahe, auf einem Oberflächenbild die über die Centralspalte

¹⁾ Vergl. Nr. 6, S. 201.

hervorragenden tingirten Cuticularränder für eine verstopfende Materie zu halten, obgleich in der Wirklichkeit keine solche da ist. In einer von Wachs überlagerten Spaltöffnung sieht man aber stets eine deutlich körnige Structur.

Zuletzt habe ich auch die sogenannte Unverdorben-Franchimont'sche Harzreaction ¹⁾ mit einer concentrirten Wasserlösung von Kupferacetat bei vielen Arten versucht, doch ohne Grünfärbung zu bekommen; es sollten also harzartige Körper in den von mir untersuchten Fällen nicht vorkommen (z. B. *Silene maritima*, *Papaver nudicaule*, *Arundo Donax*, *Phragmites communis* etc.). Auch wird darum hier überall von Wachs gesprochen.

Es ist mir eigenthümlich erschienen, dass es bis jetzt keine Angaben über das Vorkommen von Wachsverstopfungen bei einigen allgemein verbreiteten, im speciellen Theile näher besprochenen Pflanzenarten gibt. Dies Verhalten lässt sich wohl daraus erklären, dass die meisten Pflanzenanatomien mit in Alkohol gehärtetem Materiale gearbeitet haben, worin das Wachs wenigstens bei längerer Einwirkung gelöst wird. Wenn schwacher Alkohol zur Härtung verwendet wird, so tritt allerdings eine Lösung des Wachses nicht ein. Thomas ²⁾ macht aber darauf aufmerksam, dass verdünnter Alkohol zwischen den Körnchen eintritt, die Luft verdrängt; es findet dabei eine Ausgleichung der Lichtbrechungs-differenzen statt, die vorher zwischen Wachs und Luft eine beträchtliche war, wodurch bewirkt wird, dass die noch vorhandene, nicht gelöste Wachsmasse sich der Beobachtung entzieht. So hat z. B. Warming ³⁾ bei *Ephedra distachya*, *Glyceria maritima* und *Silene maritima*, bei denen wachsbedeckte Stomata sich vorfinden, nichts davon gesehen, was wohl seine Erklärung dadurch findet, dass Alkoholmaterial benützt worden ist (pag. 183).

Tschirch ⁵⁾ dagegen hat, wie es scheint, trockenes Herbarmaterial gebraucht, und es ist wohl zu vermuthen, dass hierin der Grund zu suchen ist, warum er die Wachs- oder Harzüberzüge bei den *Coniferen*, *Aloë nigricans* und *Casuarina quadrivalvis* nicht gesehen hat, obgleich er „mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates“ gearbeitet hat; denn nach de Bary ⁴⁾ „ist das Wachs (an Herbarexemplaren) äusserst spröde, leicht von der Epidermis abspringend — wohl aus letzterem Grunde oft gar nicht vorhanden.“

Specielle Beobachtungen.

Die Verstopfung der Stomata erreicht natürlich nur dann einen solchen Entwicklungsgrad, dass es zur vollständigen Pfropfenbildung kommt, wenn eine tiefe äussere Athemhöhle vorhanden ist. In an-

¹⁾ A. Zimmermann, Die Botanische Mikrotechnik. 1892. Pag. 88.

²⁾ l. c. Pag. 28.

³⁾ Eug. Warming, Halofyl-Studier. D. Kgl. Vidensk. Sælek. Skr., naturvidensk. og matem. Afd. VIII, 4. Pag. 183.

⁴⁾ l. c. Pag. 249.

⁵⁾ l. c. Sp. 166.

deren Fällen, wo die Spaltöffnungen nicht oder nur wenig eingesenkt sind, wird demgemäss nur von Ueberlagerung gesprochen. Die Wachskörnchen sind zuweilen über die Stomata besonders reichlich angehäuft, so dass man fast von polsterförmigen Ueberdeckungen sprechen kann.

Dass es sich hier nicht um Täuschungen handeln kann, ist schon im vorigen Capitel zur Genüge dargethan, und will ich noch gegen den Verdacht, es könnte sich um künstlich in die Athemhöhle eingetragene Wachskörnchen handeln, hervorheben, dass man nicht selten auf geeigneten Radialschnitten Bildern begegnet, wo die Wachspropfen unbeschädigt vom Messer mehr oder weniger vollständig aus der Athemhöhle geführt sind und als freie, konische Körper an der Seite des Präparates zu liegen kommen.

Eine eingehende Untersuchung über die systematische Verbreitung der hierhergehörigen stomatären Verschlusseinrichtungen ist nicht durchgeführt worden, sondern war ich nur darum bemüht, einige Beispiele aus den verschiedenen Abtheilungen der Phanerogamen zu erhalten. Die Bestimmungen der untersuchten Arten sind gleich die des hiesigen botanischen Gartens und sind im Allgemeinen nicht näher controlirt worden.

Da der Entwicklungsgrad der Wachsüberzüge und -verstopfungen nach standörtlichen und klimatologischen Verhältnissen oft bei derselben Art beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist, so war es geboten, in jedem speciellen Falle Angaben über die Standortsverhältnisse der untersuchten Exemplare beizufügen.

Osmundaceae.

Osmunda regalis, auf sumpfigen Standorten unweit Nybro, Småland, im Juni 1898 gesammelt. Die Spaltöffnungen, die nur auf der leicht bläulich bereiften Blattunterseite vorhanden sind, zeigen körnige Wachsüberlagerungen, welche oft die Centralspalten völlig verstopfen. — Bei vielen bereiften Farnblättern aus den Gewächshäusern zu Lund habe ich vergebens stomatäre Verstopfungen gesucht.

Conifereae.

Da schon viele Forscher ihre Aufmerksamkeit den *Coniferen*-Spaltöffnungen gewidmet haben, habe ich mich darauf beschränkt, die oben citirten Angaben in ein paar Fällen zu controliren. Neben den vorher bekannten Vorkommnissen findet sich dieselbe Einrichtung auch bei den *Retinospora*-Formen von *Thuja* sp.

Bei *Juniperus communis* sind die Spaltöffnungen schon auf einem sehr jungen Knospenstadium des Blattes ganz mit Wachs bedeckt. Das frühe Auftreten der Wachsbedeckung hat auch Wilhelm¹⁾ bei *Abies pectinata* beobachtet, wo die Stomata bei Nadeln, „die erst aus der Knospe getreten waren“, Verstopfungen zeigten.

¹⁾ l. c. pag. 326.

Gnetaceae.

Ephedra monostachya (= *nebrodensis*) (Fig. 1). Die Stomata sitzen bekanntlich bei den Ephedren in den längslaufenden, eingesenkten Streifen des equisetenähnlichen Stammes. Auf Querschnitten sieht man die äusseren Athemhöhlen der tief eingesenkten Spaltöffnungen von zahlreichen Körnchen ausgefüllt. Die Epidermisoberfläche ist zwischen den Spaltöffnungen nur von einem sehr dünnen Wachslager bedeckt. Die Wachspropfen sind vorhanden, sowohl an den älteren, dunkelgrünen Zweigen, wie an den hellgrünen, diesjährigen Stengelgliedern, wo die Epidermiswände nur ein Drittel ihrer Dicke im ausgewachsenen Zustande erreicht haben.

Ganz denselben Verhältnissen begegnet man bei *Ephedra Villarsii* und *distachya*. Das benützte Material stammte aus dem hiesigen botanischen Garten.

Juncaceae.

Juncus pallidus (Fig. 2). Sehr dichte Wachsanhäufungen bedecken die Stomata. Die Epidermisoberfläche hat eine viel dünnere Körnchenbedeckung.

J. platycaulis. Aehnlich wie *J. pall.*, doch die Wachsbedeckung weniger stark entwickelt und nicht über die Stomata gleich scharfe Ansammlungen bildend.

J. glaucus. Demselben Typus wie die vorigen Arten angehörig, die Wachsbedeckung doch bedeutend schwächer als bei jenen. Die Körnchen sind zwar über die Spaltöffnungen dichter gelagert als auf der übrigen Epidermis, jedoch nicht stärker, als dass die Centralspalte in Oberflächenansicht gesehen, deutlich durchschimmert.

Cyperaceae.

Cladium Mariscus. Spaltöffnungen nur auf der Blattunterseite vorhanden und von grossen Wachsanhäufungen umgeben. Gewöhnlich ist eine lineare Spalte in der Körnchenbedeckung oberhalb der Centralspalte vorhanden, fehlt aber häufig auch, wobei es also zum vollständigen Verschluss kommt. Die untersuchten Exemplare stammten aus den relativ trockenen Rabatten des botanischen Gartens.

Scirpus lacustris. Nähert sich dem *Juncus pallidus*-Typus. Die Anhäufung des Wachses besonders über die Stomata lässt sich zwar deutlich beobachten, doch ist das Kornlager hier nicht dichter als dass man auf einen Flächenschnitt die Umrisse der Schliesszellen durchschimmern sieht.

Bei den *Carex*-Arten scheinen Wachsüberzüge nur selten zur Ausbildung zu kommen. In den Fällen, wo ein solcher vorhanden ist, sind jedoch die Stomata stets davon frei. Nur bei *C. glauca* wurde in der äusseren Athemhöhle eine schwache Kornablagerung gefunden.

Gramineae.

Andropogon sp. Stomata nur auf der Unterseite des Blattes entwickelt, von Körnchen zwar überlagert; doch kommt es zur eigentlichen Pfpfenbildung nicht.

Glyceria maritima (Fig. 3 und 4). Die ganze Pflanze ist bläulich-grün bereift.

Blattoberseite: Wachsüberzug zusammenhängend, dünn; über den eingesenkten Spaltöffnungen hinlaufend.

Blattunterseite: Desgleichen, doch ein wenig dichter über den Schliesszellen.

Blattscheide (freie Partie derselben): Desgleichen; die äussere Athemböhle jedoch viel dichter von Körnchen gefüllt.

Stengelpartie der Blütenrispe (Fig. 3 und 4): Der Epidermis mangelt ein Wachsüberzug. Die Stomata sind aber besonders stark von Körnchen überlagert und es kommt hier sogar zu wirklicher Pfpfenbildung. Die untersuchten Exemplare waren auf dem Meeresufer bei Engelholm gesammelt.

Phragmites communis (Fig. 5). Zunächst wurden Exemplare von einer pygméenartigen, kaum fusshohen Varietät aus dem saudigen, dünnen Meeresufer bei Engelholm untersucht, welche folgendes Resultat ergaben.

Blattoberseite: Stomata besonders typisch von Wachs dicht bedeckt. Epidermisüberzug im Uebrigen bedeutend weniger entwickelt.

Blattunterseite: Stomata sämmtlich pfpfenartig gefüllt, verzelte derselben mit einer kaum sichtbaren Längsspalte in der Wachsbedeckung oberhalb der Centralspalte. Epidermisüberzug ähnlich wie der Oberseite.

Blattscheide, freier Theil derselben (Fig. 5): Spaltöffnungen von dichten Kornanhäufungen vollständig überlagert. Die zwischenliegenden Cuticularpartien nur mit einem sehr leichten Wachsüberzug. Auf Schnitten, die eine Stunde lang mit Eau de Javelle behandelt wurden, traten die polsterförmigen, stomatären Wachshügel, welche von diesem Reagenz nicht beeinflusst werden, sehr scharf gegen die aufgehellte, stark angegriffene Epidermis hervor.

Dann wurden auch *Phragmites*-Exemplare aus den gewöhnlichen Süßwasserstandorten untersucht. Es waren dies besonders kräftige, breitblättrige Individuen. Auch hier waren die Spaltöffnungen der Ober- und Unterseite des Blattes und der Blattscheiden schön verstopft. Am schönsten waren die Stomata der Stengeltheile der Blütenbüschel pfpfenartig verschlossen.

Durch die Kobaltprobe wurde gezeigt, dass *Phragmites* seine Spaltöffnungen nicht zu schliessen vermag. Die Blätter rötheten das Kobaltpapier noch nach mehreren Stunden, bis sie durch völliges Eintrocknen zu Grunde gingen.

Arundo Donax. Spaltöffnungen in Streifen zwischen längslaufenden Bastrippen orientirt.

Blattscheide, freier Theil derselben: Die Wachsschicht zwischen den Bastrippen sehr dicht. Die Stomata sind überlagert und völlig verstopft. Auf Flächenschnitten treten die Umrisse der Körnchenausfüllungen als schwarze, oval umschriebene Partien in dem mattgrauen Wachsüberzuge hervor.

Blattunterseite: Wachsbedeckung bedeutend schwächer als auf der Blattscheide. Die Stomata sind deutlich überlagert und heben sich von den umgebenden Epidermispartien durch kräftigere Wachsanhäufung ab.

Blattoberseite: Nimmt in Bezug auf die Entwicklung des Wachses eine Mittelstellung zwischen Blattscheide und Blattoberseite ein.

Corynephorus canescens. Exemplare aus den trockenen Sandfeldern bei Skanör in Südschonen. Die Spaltöffnungen, welche auf der mit dickwandigen Haaren bekleideten Oberseite der einrollbaren Blätter liegen, sind unter der Epidermisoberfläche eingesenkt. Die tiefen äusseren Athemhöhlen waren von Wachsverstopfungen gefüllt, was übrigens auch bei dieser Art schon auf ganz jungen Blättern zu beobachten ist. Ein dünner Körnchenüberzug breitet sich auf der Epidermis zwischen der Stomata aus.

Psamma arenaria. Die Spaltöffnungen sind ähnlich wie bei *Corynephorus* orientirt. Eine leichte Körnchenbedeckung ist zwar vorhanden, zur Pfropfenbildung kann es aber hier nicht kommen, denn die Schliesszellen sind nur sehr wenig eingesenkt. Der Wachsüberzug läuft über die Stomata hin, ist jedoch zu dünn, um eigentliche Ueberlagerung herbeizuführen.

Baldingera arundinacea. Exemplare aus feuchtem Standorte. Diese Art zeigt in dem Verhalten der stomatären Wachsablagerungen eine gewisse Uebereinstimmung mit dem *Phragmites*-Typus, jedoch in bedeutend geringerem Masse. Auf der Blattoberseite ist die Ausbildung der Wachsablagerung ausgiebiger als auf der Unterseite. Die freien Partien der Blattscheiden zeigen besonders kräftige Ueberlagerung, auf Tangentialschnitten als scharfumgrenzte Kornanhäufungen hervortretend, die fast ebenso dicht wie *Phragmites* waren. Die Untersuchung einiger in trockener Gartenerde gepflanzten Individuen der Varietät *picta* ergab fast dasselbe Resultat; vielleicht war die Entwicklung des Wachses ein wenig kümmerlicher, besonders auf den panachirten Blattstreifen.

Trisetum flavescens. Eine Wachsbedeckung der Stomata schwach angedeutet. Der leichte Ueberzug erstreckt sich über die Schliesszellen hin, lässt aber oft die Centralpalte frei.

Triticum giganteum. Auf der Blattoberseite wechseln Bastrippen ab mit weisslichen, dicht körnig belegten Furchen, in welchen die Spaltöffnungen liegen. Diese sind von polsterförmigen Wachsanhäufungen verstopft und von der ebenfalls dicht wachsbelegten Epidermis deutlich als ovale Flecke unterscheidbar. Der Blattunterseite fehlt ein epidermaler Wachsüberzug, die Stomata sind trotzdem

sehr schön von Körnchenanhäufungen bedeckt, so dass an Flächenschnitten die Centralspalte und die Schliesszellgrenzen nicht durchschimmern.

Elymus arenarius (Fig. 6). Theils aus dem botanischen Garten, theils aus der nördlichen Küste Schonens bezogen. Die Stomata der Stengelglieder und Blattscheiden, und zwar besonders der letzteren, sind typisch verstopft. Nicht nur die freie Partie der Scheiden, sondern auch der von dem unten angrenzenden Blatte bedeckte Theil derselben besass körnig verstopfte Spaltöffnungen.

Auf den einrollbaren Blättern sind die Stomata bekanntlich nur in den Furchen der Oberseite vorhanden, wo Streifen chlorophyllführender Zellen mit solchen aus mechanisch ausgebildeten Elementen abwechseln. Die äusseren Athemhöhlen sind von einer mächtigen Wachsschicht überlagert, die sich auch über die zwischenliegende Epidermis streckt (Fig. 6). Kräftig ausgebildete Stomataverstopfungen fanden sich auch bei sehr jungen Blättern, die lange noch nicht in Function getreten waren, sondern von zwei bis drei älteren Blättern völlig eingeschlossen waren. Die Wachsentwicklung scheint schon vor der Streckung der betreffenden Gewebepartien und vor dem Auseinanderweichen der Schliesszellen zu beginnen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Piloselloiden Oberösterreichs.

Von Dr. J. Murr (Trient).

In den Jahren 1890—1896 wurden die *Hieracia Piloselloidea* Oberösterreichs, welche Nägeli-Peter nur aus sehr spärlichem getrockneten Materiale von Linz, Wels, dem Grenzgebiete bei Passau sowie von Steyr und Windisch-Garsten kennen, durch meinen hochverehrten, zu früh dahingeshiedenen Freund Dr. Adolf Dürnberger auf das Eifrigste und Gewissenhafteste erforscht. Auch dem Verfasser ist es gelungen, während seines dreijährigen Aufenthaltes in Linz (1894—1897) einige überhaupt oder doch für das Gebiet neue Formen zu entdecken. — Dr. Dürnberger und Prof. Oborny hatten die Güte, das von mir gesammelte Materiale zu bestimmen, resp. zu revidiren, so dass es nunmehr eine dankenswerte Aufgabe sein dürfte, den nunmehrigen Besitzstand der oberösterreichischen Flora hinsichtlich dieser Hauptabtheilung der Gattung *Hieracium* übersichtlich darzulegen.

Aus Oberösterreich oder dem nächsten Grenzgebiete (Passau) bereits bekannt gewesene Formen, sowie solche, die Nägeli-Peter ohne nähere Unterscheidung als in „Oesterreich“ vorkommend angeben, blieben ohne Bezeichnung; mit * kennzeichne ich die bei Nägeli-Peter bereits aus einem der nächst benachbarten Länder (Niederösterreich, Mähren, Böhmen, Bayern, Salzburg) namhaft ge-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [048](#)

Autor(en)/Author(s): Wulff Thorild

Artikel/Article: [Studien über verstopfte Spaltöffnungen. 252-258](#)