Studien über verstopfte Spaltöffnungen.

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

Schluss.[1])

Einige Versuche wurden angestellt über das Verschliessvermögen der Spaltöffnungen bei *Elymus*. Abgeschnittene, lebhaft transspirirende Blätter wurden in's Laboratorium gebracht und während des Versuches vor Einrollen bei zunehmender Trockenheit verhindert. Das Kobaltpapier wurde noch nach sechs Stunden geröthet, obgleich die Blätter dabei fast völlig vertrocknet waren. Die Schliesszellen hatten also ihre Verschlussfähigkeit völlig aufgegeben.

Unter den *Gramineen* habe ich noch einige Arten untersucht, bei denen ich Wachsverstopfungen erwartet, ohne solche zu finden. Als negative Befunde von Interesse führe ich an: *Triticum junceum*, *Zea Mays* und *Sorghum sacchariense*.

Liliaceae.

Ornithogalum comosum. Spaltöffnungen auf beiden Seiten des Blattes, theils von Körnern eingeengt, theils vollständig verstopft.

Phormium tenax. Die Stomata liegen in Längsstreifen assimilatorischer Gewebe, die mit mechanischen Zellenzügen abwechseln, und zwar nur auf der morphologischen Unterseite des vertical orientirten Blattes. Die tiefen, engen, äusseren Athemhöhlen sind von typischen Wachsverstopfungen gefüllt; an Flächenschnitten ein ähnliches Bild wie bei *Phragmites* zeigend. Da die Wachskörnchen stark lichtbrechend sind, haben die Athemhöhlen den Anschein, als wären sie von einer fast schwarzen Substanz erfüllt.

Bei *Aloë plicatilis*, *Hyacinthus candidus*, *Asphodelina Winteri* und *Anthericum Liliago* waren dagegen die Spaltöffnungen frei.

Iridaceae.

An Exemplaren von *Iris Pseudacorus* vom Meeresufer bei Engelholm, wie auch bei *I. germanica* aus dem botanischen Garten, sind die Spaltöffnungen durch Wachskörnchen eingeengt, zur Ueberlagerung kommt es aber hier nicht.

Betulaceae.

Betula alba. Bei dieser Art will ich besonders hervorheben, dass die Exemplare, bei denen verstopfte Spaltöffnungen gefunden worden, auf Sandhügeln am Meeresufer unweit Engelholm's Hafen gesammelt wurden, wo sie als nur meterhohe Sträucher die intensive Beleuchtung und die starken, vertrocknenden Winde auszuhalten vermögen. Die Stomata sind nur auf der Blattunterseite vorhanden. Es waren hier die Spaltöffnungen von ziemlich grossen, bräunlichglänzenden Wachskörnchen gefüllt, und zwar bis zur typischen Pfropfenbildung. Die Epidermisoberfläche war sonst von Wachs- und Harzbedeckungen völlig frei.

---

[1]) Vgl. Nr. 7, S. 252.

An der bei Weitem grössten Anzahl der Blätter waren die Spaltöffnungen bei dieser Art verstopft; jedoch wurden hie und da freie Stomata gefunden, und zwar an Blättern und Zweigen, die überhaupt eine kümmerliche Entwicklung zeigten und weniger lebenskräftig zu sein schienen.

Zum Vergleich wurden Birkenblätter aus dem botanischen Garten untersucht; die Spaltöffnungen waren hier stets von Körnchen frei.

Alnus glutinosa. Sträucher aus derselben Localität in der Nähe von Engelholm, welche unter ganz denselben Bedingungen wuchsen wie die oben beschriebene *Betula*, zeigten dagegen keine Spur von dem uns interessirenden Transspirationsschutz.

Myricaceae.

Myrica Gale (Fig. 7) aus den dürren Heidefeldern bei Skanör. Die Stomata sind nur auf der Unterseite des Blattes vorhanden und sind unter der Epidermisoberfläche eingesenkt. Die äussere Athemhöhle wird noch mehr dadurch vertieft, dass die angrenzenden Epidermiszellen papillenförmige Ausstülpungen besitzen, wodurch jede Spaltöffnung von einem Kranze aus 6—7 solchen Papillen umgeben wird. Sämmtliche Stomata waren sehr schön von einer körnigen Masse gefüllt, die auf der zwischenliegenden Epidermisfläche nur schwach entwickelt war, und zwar war diese Masse nur in der nächsten Umgebung der Stomata, sowie in den Furchen zwischen den oben beschriebenen Papillen zu sehen. Die verstopfende Substanz scheint auf Grund ihrer Löslichkeit und Lichtbrechung von der gelben, harzähnlichen Masse, die von besonderen Drüsenzellen der Blattunterseite secernirt wird, verschieden zu sein.

In einigen Fällen sieht man an Flächenschnitten in der Mitte der Wachsausfüllung eine minimale Oeffnung gerade oberhalb der Centralspalte. In diesem Falle wird demgemäss die Mündung der Spaltöffnung nicht völlig verstopft, sondern nur die äussere Athemhöhle besonders stark durch das Wachs eingeengt. Als Regel sind aber die Pfropfen typisch ausgebildet.

Casuarinaceae.

Casuarina quadrivalvis (Fig. 8). Die Stomata liegen in den tiefen, haarauskleideten Furchen des Stengels, wo sie in der Weise orientirt sind, dass man auf Querschnitten des Stammes die Spaltöffnungen der Länge nach durchschnitten bekommt. Die Wachsverstopfungen sind kräftig ausgebildet; die Epidermis sonst ohne Körnchenüberzug.

C. equisetifolia zeigt ganz dasselbe Verhalten.

Silenaceae.

Silene maritima. Aus Bohuslän und Engelholm auf der Westküste Schwedens. — Eine dichte, körnige, grauweisse Wachs-

bedeckung bekleidet der Epidermis des Stengels und der beiden Seiten des Blattes in der Weise, dass auf vorsichtig hergestellten Flächenschnitten Zellgrenzen, Schliesszellen und Centralspalten nicht zu unterscheiden sind. Zu polsterförmigen Körnchenanhäufungen oberhalb der Stomata kommt es aber nicht, sondern die Wachsdecke überzieht die Epidermis überall in gleicher Dichtheit.

Dianthus Caryophyllus. Die Mehrzahl der Spaltöffnungen der Blattoberseite körnig ausgefüllt; an der Unterseite sind es aber nur vereinzelte, die von Wachskörnchen überlagert sind. An den Internodien ist der Wachsüberzug viel dichter als an dem Blatte und die Stomata sämmtlich sehr schön polsterartig von Körnchenanhäufungen überlagert. Auch die Centralspalte ist hier völlig verstopft.

D. giganteus, *fragrans*, *petraeus*, *furcatus*, *clavatus* und *pallidiflorus* zeigen fast ganz übereinstimmende Verhältnisse. Bei *D. arenarius* dagegen sind die Stomata stets frei; doch sei dabei bemerkt, dass für die Untersuchung Exemplare aus der ziemlich feuchten Erde des botanischen Gartens benützt worden. Vielleicht zeigt *D. arenarius* aus den natürlichen Standorten ein abweichendes Verhalten.

Ranunculaceae.

Thalictrum glaucum. Die Spaltöffnungen der Blattunterseite hier und da mit verstopften Centralspalten; jedoch nur schwache Wachsbildung und überhaupt schlechte Entwicklung der uns beschäftigenden Erscheinung.

Magnoliaceae.

Drimys Winteri (Fig. 9). Stomata sind nur auf der Unterseite der dicken, unten stark bereiften Blätter vorhanden. Die Wachsdecke verdichtet sich über die Spaltöffnungen, und die äusseren Athemhöhlen sind vollständig von Körnchen gefüllt, so dass die Umrisse der Zellen auf Flächenschnitten nicht wahrzunehmen sind.

Papaveraceae.

Papaver nudicaule (= *croceum*) (Fig. 10). Diese Art hat, wie bekannt, eine wurzelständige Blattrosette und lange, nicht beblätterte Blütenstengel. — Die Spaltöffnungen der Blätter sind nicht verstopft; die der Blattstiele dagegen, wo sie übrigens nur vereinzelt auftreten, körnig gefüllt. Der blütentragende Stengel besitzt zahlreiche, ein wenig eingesenkte Spaltöffnungen, die sämmtlich völlig verstopft und oft fast polsterförmig überlagert sind. Der junge Fruchtknoten hat ziemlich viele, theils freie, theils überlagerte Stomata.

Da bei *P. nudicaule* die Blätter freie, der Stengel aber verstopfte Spaltöffnungen besitzen, so war es besonders geeignet, bei dieser Pflanze durch die Kobaltprobe zu untersuchen, welche die Bedeutung der stomatären Verstopfungen für die Transspiration wäre.

Es ist dabei zu bemerken, dass der Blütenstengel mit einer dicken Schicht assimilatorischer Zellen ausgerüstet ist, woraus ja zu schliessen ist, dass die Stomata des Stengels der Hauptsache nach eine ähnliche Function haben wie die der assimilirenden Blätter und nicht etwa functionslose, rudimentäre Gebilde sind, wie es sonst oft der Fall ist an Organen, deren assimilatorische Thätigkeit auf ein Minimum herabgesetzt ist. — Auf einen sonnigen, feuchtwarmen Vormittag wurden also lebhaft transpirirende Blätter und Blütenschäfte derselben Pflanze in's Laboratorium gebracht und der Kobaltprobe sofort unterworfen. Es stellte sich dann heraus, dass die mit verstopften Spaltöffnungen versehenen Blütenstengel erst nach 5 Minuten das Kobaltpapier rötheten, die Blätter aber schon nach 15 Secunden eine intensive Röthung hervorgerufen hatten.

Um den Verdacht zu beseitigen, die Wachsverstopfungen seien nur etwa eine mit dem Alter eintretende Degenerationserscheinung, wurden Schnitte aus der noch nicht in Streckung gerathenen Zuwachszone der Blütenstengel dicht unter der noch nickenden Blütenknospe untersucht (Fig. 10). Die Epidermiszellen waren in diesem Stadium isodiametrisch, jede mit einem grossen, embryonalen Zellkern. In der noch seichten äusseren Athemhöhle war die Wachsausscheidung nichtsdestoweniger schon so weit fortgeschritten, dass die Zellgrenzen der soeben gebildeten Schliesszellen auf Tangentialschnitten kaum bemerkbar waren. Die übrige, in diesem Alter dicht behaarte Epidermisoberfläche entbehrte noch des später sich entwickelnden leichten Wachsüberzuges.

Aehnliche Verhältnisse wie bei *P. nudicaule* findet man bei den habituell gleichen *P. rhaeticum* und *radicatum*, doch bei weitem nicht so typisch wie bei jener.

P. Rhoeas. Diese Art besitzt einen beblätterten Stengel. Die Spaltöffnungen der Internodien des Stammes, der Blütenschäfte und der Kechblätter zeigen schöne Verstopfungen. Die Stomata der Blätter sind dagegen frei. Auch hier wurde das Vorkommen von Wachskörnchen in der äusseren Athemhöhle auf ganz jungen Pflanzentheilen constatirt.

P. hybridum, *spicatum*, *atlanticum*, *persicum*, *pilosum* und *commutatum* zeigen nur in Einzelfällen verstopfte Spaltöffnungen.

Rutaceae.

Ruta montana. Die Stomata des Blattstieles und der Blattunterseite körnig gefüllt, die der Oberseite theils völlig gefüllt, theils mit der Centralspalte frei.

Papilionaceae.

Bei *Lotus corniculatus* und *tenuifolius* von sonnigen Standorten waren die schwach eingesenkten Stomata, wenn auch nicht verstopft, so doch vom leichten Wachsüberzuge eingeengt.

Umbelliferae.

Angelica littoralis. Dickblätterige Exemplare aus dem sonnigen Ufer bei Engelholm. — Spaltöffnungen hauptsächlich auf der bereiften Blattunterseite vorhanden, vollständig verstopft, nur in ganz vereinzelten Fällen frei oder mit einer sich gerade oberhalb der Centralspalte befindlichen Lücke in dem Ueberzuge.

Foeniculum capillaceum. Stengel und Blattstiel blaugrün, mit einem dünnen Körnchenüberzug. Um die Spaltöffnungen herum und dieselben oft ganz überlagernd sind Ansammlungen vorhanden, welche die Schliesszellen, auf Oberflächenschnitten betrachtet, kaum hindurchschimmern lassen.

Scrophulariaceae.

Linaria alpina (Fig. 11). Die Stomata des weiss bereiften Blattes fast sämmtlich von gelblich-braunen Wachskörnchen gefüllt.

Allgemeine Resultate.

Dass die Wachsüberzüge der Pflanzen die cuticuläre Transspiration vermindern, ist seit den oben citirten Experimenten von Fr. Haberlandt[1]) und Tschirch[2]) festgestellt. Es liegt nahe, anzunehmen, dass den in den äusseren Athemhöhlen befindlichen Wachskörnchen eine gleichartige Rolle zukommt. K. Wilhelm[3]) schreibt den stomatären Verstopfungen der *Coniferen* eine derartige Function zu und erblickt zum Theile eine Bestätigung seiner Annahme in der von Höhnel[4]) constatirten Thatsache, dass die Transpiration einiger Nadelhölzer sich zu derjenigen der Laubhölzer im Durchschnitte wie 1 : 6 resp. verhält. Wenn auch mehrere andere Factoren dabei mitwirken, so ist dennoch nicht ausgeschlossen, dass diese verhältnissmässig sehr geringe Transspiration der Nadelhölzer (Höhnel's Untersuchungen beziehen sich auf Tanne, Fichte, Weissföhre und Schwarzföhre) wenigstens zum Theile von den Verstopfungen der Stomata abhängt. Aus den oben im speciellen Theile gegebenen Beispielen ergibt sich auch, dass Wachsverschluss der Spaltöffnungen besonders bei solchen Arten auftritt, deren biologischer Charakter ein mehr oder weniger ausgeprägt xerophiler ist, abgesehen von denjenigen Fällen, für welche Transspirationsschutz aus anderen Gründen als die klimatologischen als erwünschenswerth erschien.

In den Fällen, wo die äusseren Athemhöhlen nicht vollständig verstopft, sondern nur mehr oder weniger durch Wachsablagerungen eingeengt sind, wird auch eine Art Transspirationsschutz erzielt, insoweit nämlich die Communication der Intercellularräume mit der Aussenwelt dadurch erschwert wird.

---

[1]) l. c.
[2]) l. c.
[3]) l. c. Pag. 327—328.
[4]) Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Bd. II Pag. 292.

Denselben Effect bringt die Anhäufung von Wachskörnchen um die Spaltöffnungen herum mit sich, wodurch die Athemhöhlen vertieft werden (cfr. Tschirch)[1]) oder sogar künstlichen Athemhöhlen hergestellt werden.[2])

Die Füllung der Stomata mit Wachs hat wohl auch dazu zu dienen, ihre Benetzung und capilläre Wasserverstopfung zu verhindern.

Wenn Tschirch gegen das Auftreten von Wachs in den Spaltöffnungen auftritt, und dies als gegen die Natur derselben streitend auffasst, so hat er übersehen, dass die Wachspropfen nicht homogene Gebilde sind, sondern aus runden oder eckigen Körnern zusammengesetzt sind, welche also zwischen sich winzige Lufträume aufweisen. Wenn die Propfen oder Ueberlagerungen auch aus einer zusammenhängenden Masse beständen, so dürfte wohl doch ein freilich auf ein Minimum reducirter Gasaustausch stattfinden können. Durch die Versuche Stahl's[3]), wo er Stärkebildung in mit Cacaowachs bestrichenen Blättern erzielte, wenn sie in eine 5% Kohlensäure enthaltende Atmosphäre gebracht wurden, ist ja auch experimentel gezeigt, dass Kohlensäure durch eine dünne Membran wachsartiger Natur diffundiren kann. Auch geht aus meinen Versuchen hervor, dass, wenn die Wachsverstopfungen auch auf die Transspiration herabsetzend einwirken, die Assimilation dennoch fortgehen kann. Auch im Falle reichlichster Wachsüberlagerung der Spaltöffnungen (wie bei *Drimys*, *Elymus*, *Papaver nudicaule* etc.) habe ich immer Stärke in den darunter liegenden Assimilationszellen nachweisen können, obgleich die Kobaltprobe eine kaum bemerkbare Transspiration kundgab.

Wenn die Wachsbedeckung eine solche Dicke und Härte erreicht, wie es Volkens[4]) für die älteren Blätter der *Capparis spinosa* angibt — eine Wachskruste von der Dicke und Stärke eines Fingernagels — so ist er wohl berechtigt, anzunehmen, dass „ein Verkehr zwischen Aussen- und Binnenluft durch jene Eigenthümlichkeiten so wie so und für immer unterbrochen ist.“ Bei dieser Pflanze, die unter ganz besonderen biologischen Verhältnissen lebt, gibt Volkens an, es seien die jungen Triebe, die während der Regenzeit hervorsprossen und zuerst nur wenig wachsbedeckt sind, welche zu assimilatorischer Thätigkeit allein im Stande sind, zur Zeit der Trockenheit sich aber mit der Wachskruste bedecken, und ihre Function als Organe der Assimilation völlig und für immer aufgeben.

Was die Entwicklung der in Rede stehenden Stomataverstopfungen betrifft, so findet man schon sehr frühzeitig, ehe die Streckung der betreffenden Partien stattgefunden hat, die Spalt-

---

[1]) l. c. Pag. 150.

[2]) cfr. G. Haberlandt, Physiol. Pflanzenanatomie. 2. Aufl. Fig. 162, Pag. 397, und de Bary in Bot. Zeitg. 1871. Taf. I, Fig. 13 und 14.

[3]) l. c. Pag. 48.

[4]) l. c. Pag. 48.

öffnungen körnig gefüllt (vergl. oben). — Wenn man mit de Bary annimmt, dass das Wachs nicht etwa durch Zellwandmetamorphose, sondern durch Ausscheidung auf der Oberfläche von einer im Zellinneren gebildeten Substanz entstanden ist, so lässt sich das frühzeitige Auftreten der Wachskörnchen auf den Schliesszellen, schon bevor die Spaltöffnungen in Function getreten sind, vielleicht dadurch erklären, dass die Schliesszellen später ihre oberen und unteren Wandungen bedeutend verdicken, nur ein Streifen in der Mitte der Centralspaltseite ausgenommen, wodurch ein Durchfiltriren des Wachses erheblich erschwert wird, wenn dies nicht schon vor der Wandverdickung stattgefunden hat. Denn an Transspirationsschutz ist auf einem so frühen Stadium, wo die Schliesszellen noch nicht auseinander getreten sind, kaum zu denken. Bei *Papaver nudicaule* z. B. sind die embryonalen Partien wohl genügend gegen Wasserverlust geschützt durch die dichte Behaarung, welche später schwindet. Trotzdem sind die Stomata hier sehr frühzeitig wachsgefüllt.

Allem Anschein nach wird das verstopfende Wachs von den Schliesszellen selbst, sowie von den die äussere Athemhöhle begrenzenden Epidermiszellen ausgeschieden.

Im speciellen Theile ist mehrmals gezeigt worden, dass die Verstopfungen fast immer stärkere Ausbildung auf den Internodien, Blütenstielen und Blattscheiden als auf den Spaltöffnungen der Blätter erfahren haben. Ich habe meine Aufmerksamkeit auf diesen Punkt ganz besonders gelenkt, und so hat es sich gezeigt, dass bei Organen, welche ihrer Hauptfunction nach als leitende Organe fungiren und deren assimilatorische Thätigkeit nur nebensächlich ist, die Spaltöffnungen viel kräftigere Wachsverstopfungen aufzuweisen haben, als bei den Blättern, deren Hauptfunction die Assimilation ist, und welche also einen regeren Gasaustausch nöthig haben.

Es ist ja einleuchtend, dass die Leitung von Nährstoffen sehr viel begünstigt wird, wenn der Wasserstrom des betreffenden Organes nicht durch Verdunstung auf dem Wege geschwächt wird (z. B. bei *Dianthus Caryophyllus*, *Arundo*, *Phragmites*, *Glyceria* etc.).

Eine weitere Stütze bekommt diese Annahme durch einige Angaben, die ich bei Tschirch[1]) gefunden habe. Es handelt sich hier um die verschieden kräftige Ausbildung der äusseren Athemhöhlen auf verschiedenen Partien derselben Pflanze. „So besitzt der Schaft bei *Fugosia hakeaefolia* schalig vertiefte, das Blatt in der Höhe der Epidermis gelegene Stomata.“ Und ferner: „Die Blätter von *Aotus gracillimus* haben in zwei Längsrinnen angeordnete Stomata, die in der Höhe der Epidermis liegen, und grosse Athemhöhlen, der Schaft dagegen besitzt stark krugförmig vertiefte über einer kleinen Athemhöhle.“ Es sind also in diesen zwei Fällen verschieden stark ausgebildete Schutzeinrichtungen anatomischer Art

---

[1]) l. c. Pag. 219 und 220.

gegen die stomatäre Transspiration auf Blatt und Stiel vorhanden, und zwar so, dass die Spaltöffnungen des Schaftes (vorwiegend ein leitendes Organ) besser geschützt sind als die der Blattscheibe, eine Erscheinung, die der meinigen, oben dargelegenen, ganz homolog ist, und für den von mir vorgeschlagenen Erklärungsversuch spricht.

Eigenthümlich ist mir das völlige Fehlen der Wachsverstopfungen bei allen von mir untersuchten *Succulenten* erschienen; auch wenn die betreffenden Arten sonst eine dicht bereifte Epidermis besassen, waren die Spaltöffnungen doch stets von Wachs frei. Dies hängt vielleicht damit zusammen, dass die Leitungsstrecken bei den Succulenten im Allgemeinen ausserordentlich kurz sind. Eine übermässige stomatäre Transspiration ist übrigens schon dadurch ausgeschlossen, dass die Succulenten bekanntlich nur verhältnissmässig sehr wenige Spaltöffnungen besitzen.

Das Vorkommen von verstopften Spaltöffnungen bei so vielen *Gramineen* und anderen Pflanzen mit vorwiegend in der Länge entwickelten Blättern, resp. assimilirenden Zweigen (*Juncus* sp., *Cladium*, *Ephedra*, *Casuarina* etc.), ist wohl zum Theil wenigstens in Verbindung mit dem diese Organe durchsetzenden Wasserstrom zu setzen. — Bei den *Carex*-Arten, wo Wachsverstopfungen fehlen, wird derselbe Effect wohl dadurch erzielt, dass die Nebenzellen der Spaltöffnungen der Blätter bei den meisten Arten sich papillenförmig hervorwölben, und so eine schützende äussere Athemhöhle von sehr leistungsfähiger Construction herstellen.

Bei *Phragmites communis* (cfr. oben) geht das Verschliessvermögen den Spaltöffnungen ab. Sowohl bei Exemplaren vom Meeresufer als von Süsswasserstandorten waren schöne Verstopfungen vorhanden, die wohl dazu dienen, statt die erloschene Thätigkeit der Schliesszellen die Transspiration durch die stets offenen Spaltöffnungen zu vermindern. Es sollte hier also die Wachsverstopfung als eine den Verschlussverlust compensirende Einrichtung aufzufassen sein. Denn auch bei in Wasser wurzelnden Pflanzen kann bekanntlich[1]) Wassermangel eintreten, wenn die Transspiration so ausgiebig wird, dass der Verlust der transspirirenden Blätter nicht schnell genug gedeckt werden kann.

Das Auftreten von stomatären Verstopfungen bei *Elymus arenarius* scheint überflüssig zu sein, da ja diese Art ihre Blätter durch Einrollen gegen die Trockenheit schützt. Doch ist dabei zu bemerken, dass *Elymus* das Einrollungsvermögen nicht in demselben Grade besitzt, wie z. B. *Psamma arenaria*, welcher Art auch Wachsüberlagerung fast völlig abgeht. Auch wurde oben durch die Kobaltprobe gezeigt, dass *Elymus* seine Spaltöffnungen nicht zu schliessen vermag[2]) und die Verstopfung durch Wachs könnte also auch bei *Elymus* auf dieselbe Weise wie bei *Phragmites* erklärt

---

[1]) Stahl, l. c. Pag. 123.

[2]) cfr. Stahl's Befunde, dass die Halophyten das Verschliessvermögen der Spaltöffnungen eingebüsst haben; l. c. Pag. 138. *Elymus* kann ja wenigstens zuweilen als Halophyt im weiteren Sinne betrachtet werden. — O. Rosenberg

werden. Ein Körnchenüberzug wird übrigens auch dadurch sehr vortheilhaft, dass die *Elymus*-Blätter sich nicht so früh wie bei *Psamma* einzurollen brauchen, sondern beim Eintreten der Trockenheit eine längere Zeit offen bleiben können, und dem Lichte ausgesetzt, also auch länger assimiliren, dank ihrem stomatären Wachsschutze, welcher das Entweichen des Wasserdampfes verlangsamt.

Stahl[1]) gibt an, dass vielen Bäumen, „Begleitern des feuchten Bodens", ebenfalls die Fähigkeit abgeht, die Transspiration in erheblichem Grade zu reguliren, und er führt als Beispiel u. A. auch *Betula alba* an. Es ist dabei besonders interessant, dass die von mir im speciellen Theile besprochenen, auf extrem trockenen Boden ausgewanderten Birken diesen Nachtheil durch Füllung der Stomata mit Wachskörnchen zu beseitigen suchen.

Die Anhäufung des Wachses um die Spaltöffnungen herum (Fig. 2, 3 und 5) ist ausserdem vortheilhaft, nicht nur um die Wasserdampfabgabe durch die Centralspalte zu vermindern, sondern auch um die ganz besonders ausgiebige Transpiration der Schliesszellen selbst herabzusetzen.

Literatur.

De Bary, Ueber Wachsüberzüge der Epidermis. — Bot. Zeitg. 1871.
„ Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. 1877.
Fr. Haberlandt, Wissensch.-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. 1877. Bd. III.
G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 1896.
Höhnel, Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs. Bd. II.
Karsten, Vegetationsorgane der Palmen.
Link, Ueber die Familie *Pinus* und die Europäischen Arten derselben. Abhandl. d. k. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1827.
A. Mahlert, Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Laubblätter der *Coniferen* mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates. Botan. Centralblatt Bd. XXIV. 1885.
Pfeffer, Pflanzenphysiologie I. 2. Auflage.
O. Rosenberg, Ueber die Transspiration der Halofyten. — Vetensk. Akad. Förhandl. 1897. Nr. 9. Stockholm.
M. J. Schleiden, Botanische Notizen. — Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. IV. Jahrg. Bd. 1. 1838.
M. J. Schleiden, Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. IV. Aufl. 1861.
E. Stahl, Einige Versuche über Transspiration und Assimilation. — Bot. Zeitg. 1894.
F. Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der *Coniferen*-Laubblätter. (1863.) — Pringsh. Jahrb. Bd. IV. 1865—1866.
A. Tschirch, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates. — „Linnaea". Bd. IX. 1881.
G. Volkens, Die Flora der Aegyptisch-Arabischen Wüste. 1887.
Eug. Warming, Halofyt-Studies. — D. Kgl. Vidensk. Saelsk. Skr., naturvidensk. og matem. Afd. VIII, 4.

---

hat in einer Schrift: „Ueber die Transspiration der Halophyten" (Vetensk. Akad. Förhandl. 1897. Nr. 9 Stockholm), die Angabe Stahl's über den Verlust des Spaltenverschlusses durch eigene Untersuchungen im Freien in Frage gestellt. Wenigstens für *Elymus* scheint jedoch Verschliessverlust im August zu bestehen.

[1]) l. c. Pag. 124.

J. Wiesner, Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis. — Bot. Zeitg. 1871.
„ Ueber die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Organe. — Bot. Zeitg. 1876.
K. Wilhelm, Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei *Coniferen*. Vorläufige Mittheilung. — Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. 1. 1883.
A. Zimmermann, Die Botanische Mikrotechnik. 1892.
J. G. Zuccarini, Beiträge zur Morphologie der *Coniferen*. — Abhandl. der mathem.-physikal. Classe der k. bayerischen Akad. d. Wissenschaften. Bd. III. 1843.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

Für die Untersuchung ist ein Mikroskop von Leitz benutzt worden. Die Zeichnungen sind mit Objectiv 7 und Zeichenocular ausgeführt worden, mit Ausnahme von Fig. 5, wozu Objectiv 5 gebraucht wurde.

Fig. 1. *Ephedra monostachya*. Querschnitt einer Spaltöffnung eines älteren Zweiges.
Fig. 2. *Juncus pallidus*. Flächenschnitt eines cylindrischen, sterilen Halmes. Der Wachsüberzug theilweise weggelöst.
Fig. 3. *Glyceria maritima*. Flächenbild des Stieles der Blütenrispe.
Fig. 4. *Glyceria maritima*. Querschnitt einer Spaltöffnung aus derselben Region.
Fig. 5. *Phragmites communis*. Pygméen-Form aus dem Meeresufer bei Engelholm, Schonen Flächenschnitt von dem freien Theil der Blattscheide. Habitusbild. Objectiv 5.
Fig. 6. *Elymus arenarius*. Querschnitt einer Spaltöffnung der Blattoberseite.
Fig. 7. *Myrica Gale*. Querschnitt einer Spaltöffnung des Blattes.
Fig. 8. *Casuarina quadrivalvis*. Längsschnitt durch eine Spaltöffnung (also Querschnitt des Stammes).
Fig. 9. *Drimys Winteri*. Querschnitt einer Spaltöffnung der Blattunterseite
Fig. 10. *Papaver nudicaule*. Flächenbild einer Spaltöffnung aus der Zuwachszone des Blütenschaftes dicht unter der nickenden Blütenknospe.
Fig. 11. *Linaria alpina*. Flächenschnitt der Blattepidermis.

Botanisches Institut der Universität Lund.

Zur Flora von Ober-Steiermark.

Von **J. Freyn** (Prag).

Schluss.[1])

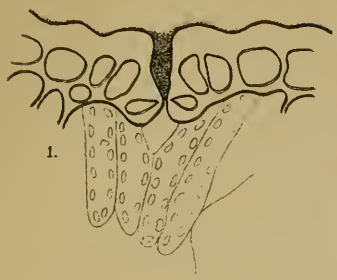
Heracleum austriacum L. Reiting: auf den Steiltriften ober der Breitschlucht gemein. Daselbst die niedrige Form. Kalk 1780 m.

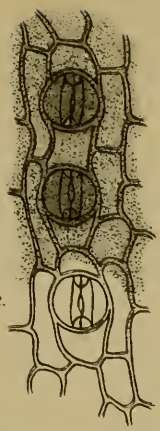
H. montanum Gaud. fl. helv. II 319. Die Blüten sind auffallend gross und strahlend, in der Regel weiss, manchmal auch rosenroth. Die Beschreibung Gaudins passt genau zu meiner Pflanze. — Ennseck: Zwischen Krummholz und Felsblöcken beim Gamsbrunnen häufig, mit *Aconitum Napellus* L., *Adenostyles viridis*, *Ranunculus aconitifolius* üppige Gestäude bildend. 1600 m.

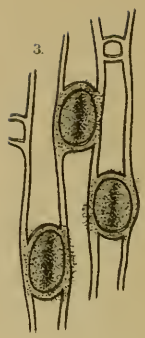
Asperula Neilreichii Beck. Im Gesäuse auf einer Geröllhalde unterhalb Gstatterboden mit *Euphrasia cuspidata* Host zahlreich. 560 m ü. d. M.

---

[1]) Vgl. Nr. 7, S. 247.


1.


2.

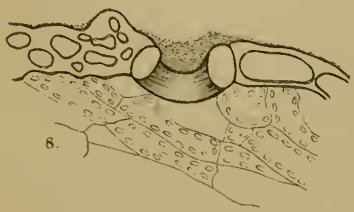

3.

5

6.

4.

7.


8.

9.

10.

11.

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. 298-307