

ÖSTERREICHISCHE  
BOTANISCHE ZEITSCHRIFT.

Herausgegeben und redigirt von Dr. Richard R. v. Wettstein,  
Professor an der k. k. deutschen Universität in Prag.

Verlag von Carl Gerold's Sohn in Wien.

XLVIII. Jahrgang, No. 6.

Wien, Juni 1898.

Studien über verstopfte Spaltöffnungen.

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

Mit Tafel VIII.

Um den Gasaustausch zu reguliren, haben die Pflanzen bekanntlich die mannigfaltigsten Einrichtungen entwickelt, wodurch die von Bodenbeschaffenheit und Klima verursachten Extreme, welche auf das Gedeihen der Pflanze schädlich einwirken würden, in zweckmässiger Weise in ihren Wirkungen ausgeglichen werden. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Schutzeinrichtungen sich in erster Linie auf die Spaltöffnungsapparate beziehen, welche ja die directe Communication der transpiratorischen Innenfläche der Pflanze mit der Aussenwelt herstellen. Verschlussvermögen der Stomata, Entwicklung von Vor- und Hinterhof, äussere und innere Athemhöhle u. s. w. sind hierzu zu rechnen.

Während des vorigen Sommers bin ich auf eine Art von stomatären Transpirationsschutz aufmerksam geworden, deren ziemlich allgemeine Verbreitung und physiologische Bedeutung noch nicht in der botanischen Literatur der Gegenstand einer eingehenderen Untersuchung gewesen sind. Bei *Solidago Virgaurea f. maritima* und *Silene maritima* fand ich nämlich die Stomata von einer körnigen, gelblich-weissen Substanz gefüllt oder wenigstens die Centralspalte zwischen den beiden Schliesszellen vollständig davon überlagert.

Da eine ähnliche Erscheinung bisher hauptsächlich nur bei den *Coniferen* näher bekannt war, und ausserdem nur ganz vereinzelte Angaben über das Vorkommen von die Spaltöffnungen ausfüllenden Substanzen in der Literatur vorhanden sind, und in den meisten Fällen nur als nebensächliche Beobachtungen gegeben werden, ohne näher in's Auge gefasst zu werden, so will ich hier, ehe ich zu meinen eigenen Erfahrungen übergehe, zuerst eine historische Zusammenstellung der von früheren Forschern beobachteten Fälle geben, insoweit sie mir bekannt sind.

Die Untersuchung ist im August und September 1897 gemacht, und nur auf frisch gesammeltem Materiale, das zum Theil aus dem botanischen Garten zu Lund, zum Theil von den sandigen Küsten bei Engelholm und Skanör in Schonen bezogen wurde. — Ich will hier ganz besonders darauf aufmerksam machen, dass bei Nachuntersuchung über diese Verstopfungen der Spaltöffnungen immer Rücksicht darauf zu nehmen ist, dass die Erscheinung meiner Erfahrung gemäß, nach Localität und individuellem Bedürfnisse der Pflanzen variabel sein kann, was auch unten näher besprochen werden soll.

Bei der Ausführung dieser Untersuchung wurde ich von Dr. B. Lidforss mit einigen Rathschlägen unterstützt, für die ich ihm hiedurch meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

### Historisches.

Der erste Forscher, welcher eine Zustopfung der Stomata durch Wachs oder Harz beobachtet hat, scheint Link <sup>1)</sup> (1827) zu sein. Es handelte sich hier um die Spaltöffnungen der Nadeln der europäischen *Pinus*-Arten. Er schreibt pag. 158: „Eine Merkwürdigkeit der Blätter ist das sonderbare Verhalten der Spaltöffnungen (*stomatia*). 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.“

Dann werden einige Angaben von Schleiden über auf den Spaltöffnungen auftretende Substanzen gemacht, welche in dem Streit über die Function der Stomata eine Rolle spielten; namentlich wurden sie von einigen Autoren als Beweise für die drüsige Natur der Schliesszellen aufgefasst. In einer im Jahre 1838 publicirten Abhandlung <sup>2)</sup> schreibt Schleiden, ohne Link zu citiren: „Nehmen wir z. B. die *Coniferen*. Hier finde ich Harz auf der Spaltöffnung; wenn ich dieses durch ätherisches Oel entferne, zeigt sich die Spaltöffnung immer weit klaffend.“ — Als eine geistreiche Curiosität möchte ich hier anführen, wie Schleiden sich die Entstehung dieser stomatären Harzbedeckungen denkt: „... finde ich viel tiefer im Parenchym grosse Terpentingänge, und schliesse nun, dass das flüchtige Terpentinöl aus jenen Gängen in Dunstform austritt, den Intercellulärgängen folgend in jene Höhlungen gelangt und von hier sich mittelst der Spaltöffnungen in die Atmosphäre verflüchtigt, wobei es, wie seine Natur es mit sich bringt, eine gewisse Quantität Harz zurücklässt.“

1) Link, Ueber die Familie *Pinus* und die europäischen Arten derselben. Abhandl. d. k. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin. 1827, pag. 157–191.

2) M. J. Schleiden, Botanische Notizen. 6. Harmlose Bemerkungen über die Natur der Spaltöffnungen. — Wiegmann's Archiv für Naturgeschichte. IV. Jahrg. Bd. 1. 1838, pag. 58.

Bei einer späteren Gelegenheit gibt Schleiden<sup>1)</sup> eine Querschnittfigur des Blattes von *Aloë nigricans* mit einer unter die Epidermisoberfläche eingesenkten Spaltöffnung, in deren äusserer Athemhöhle sich eine körnige Ausfüllung vorfindet, was S. übrigens nur in der Figurenerklärung beiläufig berührt. („Canal der Spaltöffnung mit orangefarbenen Harzkörnern erfüllt.“)

Ferner hat Zuccarini<sup>2)</sup> (1843) auf eine bläulich-weiße Materie, welche die Spaltöffnungen der *Coniferen*. mit Ausnahme von *Salisburia* und den *Taxineen*, bedeckt, aufmerksam gemacht. Im Gegensatz zu Link behauptet er, gestützt auf die Unlöslichkeit des betreffenden Körpers durch Weingeist, dass es sich hier nicht um *Harzaussonderungen* handeln kann.

Die erste ausführlichere Besprechung der uns interessirenden Verhältnisse gibt Thomas<sup>3)</sup>, und zwar sind es wieder die *Coniferen*, die hier abgehandelt werden. Nach Thomas sind die Verstopfungen bei *Abietineen* und *Cupressineen* am auffälligsten, scheinen dagegen bei *Podocarpeen* und *Taxineen* gänzlich zu mangeln. Weiter bespricht er die chemische Natur der fraglichen Substanz, und kommt nach einer Reihe auch makrochemisch ausgeführter Lösungsversuche mit Aether und Alkohol von verschiedenen Concentrationen zu demselben Schlusse wie früher Link, indem er im scharfen Gegensatz zu den Behauptungen Zuccarini's gelten macht, dass es sich hier um ein *Harz* handelt.

De Bary<sup>4)</sup> 6), der in seinen ausgedehnten Studien über Wachsüberzüge, viele Beobachtungen über das Verhalten der epidermalen Wachsdecke zu den Spaltöffnungen gegeben, hat gezeigt, dass diese in den allermeisten Fällen von Wachsüberlagerungen frei sind, und zwar entweder so, dass nur die Centralspalte [bei *Klopstockia cerifera*<sup>4)</sup>, *Panicum turgidum*<sup>5)</sup>, *Copernicia cerifera*<sup>6)</sup>], oder außerdem

1) Schleiden, Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. IV. Aufl. 1861. pag. 200 und Fig. 88.

2) J. G. Zuccarini, Beiträge zur Morphologie der *Coniferen*. Abhandl. der mathem.-physikal. Classe der k. bayerischen Akad. d. Wissenschaften. Bd. III 1843. pag. 788—790.

3) F. Thomas, Zur vergleichenden Anatomie der *Coniferen*-Laubblätter. (1863.) Pringsh. Jahrb. Bd. IV. 1865—1866. pag. 27—29.

4) De Bary, Ueber Wachsüberzüge der Epidermis. — Bot. Ztg. 1871 Sp. 169—170. Taf. II. Fig. 20 und 22. — Bei *Klopstockia* ist eine trichterförmige, äussere Athemhöhle vorhanden, die in einen kegelförmigen Hügel auf der Innenseite der Wachskruste eingeklemt ist. Dieser die Athemhöhle ausfüllende Wachskegel ist aber gerade über der Centralspalte von einem engen, spaltenförmigen Kanal durchbrochen, der senkrecht zur Oberfläche der Kruste verläuft und mit Luft und Pilzfäden gefüllt ist.

5) l. c. Sp. 167.

6) Wiesner, Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis. — Bot. Ztg. 1871. Sp. 769—770 und de Bary, Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. 1877. pag. 90 und 92. — Am letzteren Orte findet man Folgendes über die Wachsdecke des *Copernicia*-Blattes: „... der Spalte (Central-) entspricht manchmal aber nicht immer eine schmale spaltenförmige Lücke (in der

auch die Schliesszellen [*Saccharum*<sup>1)</sup>, *Chamaedorea*-Arten<sup>2)</sup>], oder schliesslich der ganze Spaltöffnungsapparat nebst Nebenzellen von der Wachsschicht nicht überlagert werden [*Heliconia farinosa*<sup>3)</sup>, *Strelitzia ovata* und *Reginae*<sup>3)</sup>, *Benincasa cerifera*<sup>4)</sup> und *Cotyledon orbiculata*<sup>4)</sup>].

Tschirch<sup>5)</sup> kommt dazu die hier in Rede stehende Frage zur Discussion aufzunehmen, veranlasst durch seine Versuche über die kuzikuläre Transpirationsminderung, die eine Wachsschicht den Pflanzen leistet. Zu diesem Zwecke benutzte er Blätter von *Eucalyptus globulus*, die zum Theil ihren Reif unbeschädigt besaßen, zum Theil vom Reif befreit waren. In dieser Weise gelang es ihm, die durch die Wachsschicht erzielte Transpirationsverminderung deutlich nachzuweisen, wie es übrigens schon 1877 Fr. Haberlandt<sup>6)</sup> für Rapsblätter gemacht hatte. Bei der Besprechung der Resultate erklärt nun Tschirch, dass die obigen Experimente voraussichtlich weit schlagendere Beweise geben würden, wenn es zu vermeiden wäre, „dass beim Entfernen des Wachsschichtes dieser in die Vorhöfe der Spaltöffnungen eindringe, was doch regelmässig bei vielen Spaltöffnungen geschieht“. Dann erwähnt Tschirch die von Schleiden und Link oben citirten Beobachtungen über die durch Harzkörnchen verstopften Stomata bei *Aloë nigricans* und den *Coniferen*, welche letztere Tschirch nie beobachtet haben will. In diesen Verstopfungen erblickt der Autor nur von dem epidermalen Ueberzuge losgerissene Wachspartikelchen, die beim Präpariren in die äusseren Athemhöhlen künstlich eingetragen wurden. „Ein Vorkommen von Wachs in den Vorhof widerstreitet auch von vornherein der Function der Stomata als Ausführungsanäle zu dienen.“ Ohne jetzt näher auf die Frage einzugehen, die unten ausführlich besprochen werden soll, will ich nur darauf aufmerksam machen, dass Schleiden auch eine so naheliegende Möglichkeit, wie Tschirch annimmt, in's Auge gefasst hat; er sagt nämlich<sup>7)</sup>: „Mit der sogenannten dunkeln Materie, die in den Spalten

Wachsschicht“). Es scheint demnach, als sollte es hier wenigstens zuweilen zu einer vollständigen Ueberlagerung der Centralpalte kommen. Auf pag. 90 wird von den ganz jungen, unentfalteten Blättern gesagt, dass deren Stomata vollständig von Wachs bedeckt sind, „werden jedoch bei der Entfaltung frei.“

1) De Bary, Ueber die Wachsschicht etc. Sp. 151.

2) l. c. Sp. 173.

3) l. c. Sp. 147 und Fig. 13, 14. — Bei *Strelitzia* bildet die Wachsschicht durch wallartige, ringförmige Ausbildung eine äussere Athemhöhle um die Spaltöffnung herum.

4) l. c. Sp. 162.

5) A. Tschirch, Ueber einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort mit specieller Berücksichtigung des Spaltöffnungsapparates. „*Linnaea*“. Bd. IX. 1881.

6) Fr. Haberlandt, Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. 1877. Bd. III. pag. 156.

7) Schleiden, Grundzüge etc. IV. Aufl. pag. 201.

vorkommen soll, ist es aber, wenige Fälle ausgenommen, nichts.“ Wenn Tschirch sich auf de Bary's ganz richtige Angaben stützt, dass die Stomata im Allgemeinen frei sind, auch wenn ein Wachsüberzug vorhanden ist, so ist dabei nur zu bemerken, dass de Bary<sup>1)</sup> gar nichts über diese Erscheinung bei den *Coniferen* sagt. Die Richtigkeit einer Beobachtung, die von so vielen Forschern (vergl. auch unten), und zwar theilweise ganz unabhängig von einander, gemacht worden ist, kann wohl kaum aus den von Tschirch angeführten Gründen bezweifelt werden.

In Bezug auf die chemische Beschaffenheit des von Link und Thomas als Harz, von Zuccarini als Wachs erkannten Ueberzuges der *Coniferen* behauptet Tschirch (der ja einige Zeilen vorher den betreffenden Ueberzug nicht gesehen hat!), dass es sich hier um eine Wachsbedeckung handle, ohne doch je welche Thatssachen, die eine solche Angabe berechtigen, zu geben.

In einer vorläufigen Mittheilung hat Wilhelm<sup>2)</sup> die schon mehrfach erwähnte, von ihm selbständig entdeckte Ausfüllung der *Coniferen*-Spaltöffnungen behandelt. Auf Grund verschiedener Reactionen kommt er zu dem Resultate, dass die Substanz von wachsender Natur ist. Wilhelm hat Verstopfungen, deren physiologische Bedeutung er im stomatären Transpirationsschutz erblickt, bei 8 *Abies*-, 2 *Cedrus*- und 3 *Pinus*-Arten, bei *Tsuga Douglasii*, *Picea excelsa*, *Larix europaea* gefunden, sowie auch unter den *Cupressineen* bei 4 *Juniperus*-Species und bei *Chamaecyparis Lawsoniana*, nicht aber bei *Taxus*. — Gegen Tschirch hebt Wilhelm besonders hervor, dass „die beobachteten Wachsanhäufungen in den äusseren Athemhöhlen nicht etwa beim Präpariren hergestellte Kunstproducte sind“. Am Schluss seiner Abhandlung gibt Wilhelm vier sehr instructive Figuren von *Abies pectinata*.

Noch ein Autor, A. Mahlert<sup>3)</sup>, hat dieser Frage seine Aufmerksamkeit gewidmet. Er citirt Wilhelm als den Entdecker der *Coniferen*-Verstopfungen, wie es auch G. Haberlandt<sup>4)</sup> thut, obgleich Wilhelm selbst auf die Priorität Link's hinweist. Mahlert hat wachsig überlagerte Stomata bei *Taxus*, *Taxodium*,

<sup>1)</sup> l. c. Sp. 138 constatirt er: „In manchen Fällen (*Pinus*, *Agave*) ist der Ueberzug in der Umgebung der Stomata selbst stärker als auf den anderen Epidermiszellen“. — In seine Pflanzenanatomie Pag. 37 gibt de Bary freilich eine Figur (Fig. 11) über die Spaltöffnung von *Pinus Pinaster*, ohne Wachsüberzug oder Verstopfung einzuzichnen. Die Plasmaschläuche der Parenchymzellen derselben Figur sind aber so contrahirt, dass die Annahme nahe liegt, dass de Bary Alkoholmaterial benützt hat, wodurch die ausfüllende Wachsmasse bei längerer Einwirkung sich gelöst hat.

<sup>2)</sup> K. Wilhelm, Ueber eine Eigenthümlichkeit der Spaltöffnungen bei *Coniferen*. Vorläufige Mittheilung. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Bd. 1. 1883. Pag. 325—330.

<sup>3)</sup> A. Mahlert, Beiträge zur Kenntniss der Anatomie der Laubblätter der *Coniferen* mit besonderer Berücksichtigung des Spaltöffnungs-Apparates. Botan. Centralblatt. Bd. XXIV. 1885. Pag. 281.

<sup>4)</sup> G. Haberlandt, Physiologische Pflanzenanatomie. 1896. Pag. 397.

*Salisburia*, *Torreya* und *Sciadopitys* nicht gefunden; bei *Araucarien*, *Dammara* und *Podocarpus*-Arten nur „so schwach, dass es bei oberflächlicher Betrachtung zu fehlen scheint.“

Während seiner Wüstenreise hat Volkens<sup>1)</sup> bei einigen Pflanzen ähnliche Befunde wie die hier in Rede stehenden gemacht. Bei *Pityranthus tortuosus* und *triradiatus* (*Umbelliferen* mit sehr reducirten Blättern) ebenso wie bei *Ephedra alate* und *Alte* waren „die Vertiefungen, an deren Grunde die Schliesszellen inserirt sind, mit einer harzartigen Masse pfropfenartig ausgefüllt“ (Pag. 48). — Ferner hat Volkens bei *Capparis spinosa* (Pag. 48) gefunden, dass die Wachsschicht, „welche das gesammte Blatt überzieht, wie ich mich ausdrücklich überzeugte, gleichmässig auch über die Spaltöffnungen hinwegging.“

Zuletzt hat auch G. Haberlandt<sup>2)</sup> bei einem javanischen Epiphyt, *Dischidia bengalensis*, eine hieher gehörige Verstopfungseinrichtung entdeckt. Es waren dabei die inneren Athemböhlen „von einer stark lichtbrechenden, harzigen Masse, die sich in Alkohol löst, völlig ausgefüllt.“ Diese harzige Substanz wurde wahrscheinlich zur Zeit der Trockenheit von den in die innere Athemböhle einragenden Nebenzellen secernirt.

[Pfeffer<sup>3)</sup> erwähnt, Mahlert und Wilhelm citirend, die *Coniferen*-Verstopfungen und schreibt: „Ein solcher Schluss wird hier und da durch harzartige Massen (an *Coniferen*-Blättern) hergestellt und das dadurch erzielte Festhaften von Russtheilen ist offenbar einer der Gründe, die das Gedeihen der *Coniferen* in Städten und in der Nähe von Fabriken in hohem Grade beeinträchtigen.“]

Bei der späteren Behandlung der speciellen Fragen werde ich Gelegenheit finden, auf einige der oben citirten Schriften zurückzukommen.

### Methodisches und chemische Eigenschaften der verstopfenden Substanz.

Da die den Spaltenverschluss herbeiführende Materie aus winzigen Körnchen besteht, welche auf der Epidermisoberfläche und in den äusseren Athemböhlen gelagert sind, so ist eine gewisse Sorgfalt beim Präpariren nöthig, um Sicherheit dafür zu haben, dass die Körnchen auf dem zu beobachtenden Objecte sich *in situ* befinden, und dass nicht etwa bei der Schnitthanfertigung ihre ursprüngliche Orientirung gestört worden ist. Am besten empfiehlt es sich, zuerst Flächenschnitte herzustellen und zwar mit einem scharfen Messer, wodurch die mechanische Reibung und Erschüt-

1) G. Volkens, Die Flora der Aegyptisch-Arabischen Wüste. 1887.

2) l. c. Pag. 400.

3) Pfeffer, Pflanzenphysiologie I. 2. Auflage. Pag. 172.

terung auf ein Minimum beschränkt wird. Bei wechselnder Einstellung ist es an solchen Schnitten sehr leicht zu constatiren, ob Überlagerung resp. Verstopfung vorhanden ist oder nicht.

Schwieriger ist es dagegen, die natürliche Lagerung der Wachskörnchen auf radialen Querschnitten zu studiren, denn diese wird sehr leicht beim Einlegen der zu untersuchenden Pflanzentheile zwischen die Hollundermarkstücke gestört. Wenn aber eine grössere Anzahl von Schnitten durchmustert werden, so sieht man gewöhnlich leicht, wie sich die Sache im ungestörten Zustande verhält, am besten wenn zum Vergleich Flächenschnitte benutzt werden.

Handelt es sich um tiefer eingesenkte Spaltöffnungen, so ist darauf zu achten, dass das Messer beim Herstellen von Flächenschnitten hinreichend tief unter der Oberfläche geführt wird. Wird nämlich solch' eine verstopfte Athemhöhle z. B. auf der Mitte ihrer Tiefe quer durchschnitten, so wird das verstopfende Harz gewöhnlich weggerissen, was man an den dünneren Kanten der Schnitte oft zu sehen bekommt, wenn gleichzeitig die unbeschädigten, d. h. unten von den Schliesszellen begrenzten Athemhöhlen derselben Schnitte deutlich verstopft sind.

Sind die Nebenzellen bei zu dünnen Flächenschnitten beschädigt worden, so dass ihr Turgor aufgehoben wurde, so sieht man oft, wie die Schliesszellen abnorm weit auseinanderrücken. Sind nun etwaige Verstopfungen vorhanden, so sind die Wachspropfen an solchen Schnitten im Allgemeinen ausgefallen und nicht mehr zu sehen. Es empfiehlt sich demgemäss, immer die Schnitte so dick anzufertigen, dass die Epidermis und Spaltöffnungsapparate unbeschädigt bleiben.

Noch einige Täuschungen, die leicht zu irrigen Resultaten führen können, mögen hier auch angeführt werden. Nicht selten sieht man in der Oberflächenansicht, wie die Centralpalte und die äussere Athemhöhle von einer körnigen Substanz ausgefüllt sind, die zuweilen gewöhnlichen Wachspropfen sehr ähnlich sind, die aber von Lösungsmitteln nicht angegriffen werden und sich mit den unten zu erwähnenden Tinctionsmitteln nicht tingiren lassen. Es sind dies Pilzhyphen, welche in die Spaltöffnung hineingedrungen sind und sich deren Wänden eng anschmiegen.

Zuweilen habe ich auch beobachtet, dass die die äussere Athemhöhle begrenzenden Epidermiszellen durch Seitendruck miteinander in Berührung kommen, wobei eine Luftblase oberhalb der Centralspalte zurückbleibt und so die Spaltöffnung bei oberflächlicher Betrachtung leicht das Ansehen, verstopft zu sein, bekommt.

Wenn die Schnitte auf dem Objectträger in Wasser oder Glycerin übergeführt werden, muss man darauf Acht geben, dass die Körnchen nicht, wie es zuweilen der Fall ist, ihren ursprünglichen Platz verändern, oder zusammengeballt resp. von Strömungen fortgeführt werden. Da die wachsartige Substanz nur schwach von Wasser (von Glycerin leichter, doch völlig erst nach längerer Zeit) benetzt wird, so kommen oft Luftbläschen, die grössere Strecken

bedecken, zum Vorschein, was zwar das Gesichtsfeld dunkler und die stark lichtbrechenden Körner fast schwarz macht, dennoch aber den Vortheil mit sich bringt, dass man sicher darauf rechnen kann, dass die betreffenden Wachspartikelchen nicht von störenden Flüssigkeitsströmungen beeinflusst worden sind.

Die Herstellung von Dauerpräparaten ist nur durch Eintragen der Schnitte in Glycerin und Umrandung mit Canadabalsam möglich; nach einiger Zeit werden doch auch so behandelte Präparate unbrauchbar. Mikrotomtechnik und Einschliessen in Canadabalsam können natürlich schon auf Grund der Löslichkeitsverhältnisse des Waxes (vergl. unten) nicht in Betracht kommen.

In den Fällen, wo Transpirationsmessungen erwünscht waren, ist die Stahl'sche Kobaltprobe <sup>1)</sup> benutzt worden.

Bei den meisten Arten, welche verstopfte Spaltöffnungen besitzen, ist auch die zwischenliegende Epidermis bereift, resp. dicht mit Wachs bedeckt, und es ergibt sich dann sowohl aus dem morphologischen Zusammenhange als aus dem chemischen Verhalten, dass die auf den Schliesszellen und in der äusseren Athemböhle vorhandene Substanz ihrer Natur nach dem epidermalen Belege ganz analog ist. Nur bei ein paar Arten mit nackter Epidermis (*Betula*, *Myrica* cfr. unten) finden sich doch Verstopfungen. Was bezüglich der Wachsbedeckungen von de Bary und Wiesner gefunden ist, gilt also der Hauptsache nach auch für die hier in Rede stehenden Körper.

Wie schon oben gezeigt wurde, sind die Ansichten bezüglich der chemischen Beschaffenheit der verstopfenden Substanz einander entgegengesetzt, und die verschiedenen Forscher stützten ihre resp. Behauptungen, Harz oder Wachs, hauptsächlich nur auf die Löslichkeitsverhältnisse in Alkohol und Aether. Es scheint in der Phytochemie seit de Bary <sup>2)</sup> Gewohnheit zu sein, dass Substanzen wie die hier besprochenen, wenn sie in kaltem Alkohol löslich sind, Harz, wenn sie in absolutem Alkohol unlöslich und erst beim Erwärmen sich allmählig lösen, Wachs genannt werden. Es scheint mir aber unzweifelhaft, dass man hierbei der physikalischen Consistenz des zu lösenden Körpers gar zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Denn es ist ja klar, dass wenn ein und derselbe Körper in der Form einer dichten, harten Kruste oder als mikroskopisch, kaum wahrnehmbare isolirte Körnchen der Einwirkung eines Lösungsmittels ausgesetzt wird, das Resultat ganz verschieden ausfallen kann. — Uebrigens gibt Karsten <sup>3)</sup> für den Wachsüberzug der *Klopstockia* drei durch verschiedene Löslichkeit gekennzeichnete isolirbare Körper an (Harz, Wachs und eine Chinoidin-ähnliche Substanz); und

<sup>1)</sup> E. Stahl, Einige Versuche über Transpiration und Assimilation. Bot. Zeitung. 1894. Pag. 118.

<sup>2)</sup> l. c. Sp. 131—132.

<sup>3)</sup> Karsten, Vegetationsorgane der Palmen. Pag. 39. Nach de Bary l. c. Pag. 169.

Wiesner <sup>1)</sup> hat die vegetabilischen Wachsarten als Gemenge von Glyceriden der Stearin-, Palmitin-, Laurin- und Myristinsäure, freien höheren Fettsäuren und harzartigen Körpern erkannt. Da es sich also wohl in den meisten Fällen nicht um einfache Körper handelt, können die Löslichkeitsverhältnisse auch vom chemischen Standpunkte aus betrachtet keine Aufschlüsse über die Natur der uns jetzt interessirenden Substanzen geben. Darum verzichte ich darauf, eine eingehendere Prüfung der Resultate der oben citirten Forscher zu geben, und werde hier nur meine eigenen Beobachtungen mittheilen.

(Schluss folgt.)

## *Luzula campestris* und verwandte Arten.

Von Franz Buchenau (Bremen).

Mit Tafel VII.

Fortsetzung. <sup>2)</sup>

### *Luzula crenulata* Fr. Buchenau n. sp.

Tafel VII, Fig. 13—18.

Planta densissime caespitosa, pulviniformis. Folia rigida, subulata. canaliculata. Caules folia aequantes, vel saepius superantes. Inflorescentia simplex, capitata, 2- usque 5-flora. Tepala aequilonga, lanceolata, superne angustata, apice crenulata, medio tantum pallide castanea, apice et marginibus membranacea. Fructus perigonio brevior, obtuse obovato-trigonus, superne castaneus, basi pallidior.

Distr. geogr. Sumpfige Stellen auf Old-Man-Range, Central-Otago, in 5000 Fuss Höhe, Neuseeland, in Gesellschaft der kleinen Form von *L. racemosa* Desvaux var. *Traversii* Fr. B. März 1894 von Don. Petrie gesammelt; Samen bereits ausgestreut und die meisten Blüten verblichen.

Descr. Perennis, densissime caespitosa, pulviniformis, caespites convexos, diam. usque 25 cm et ultra formans. Radices capillares, diam. 0·1—0·15 mm, fuscae, fibrosae. Rhizoma erectum, breve, multiceps. Caules erecti, basi foliati; internodium scapiforme interdum folia aequans, saepius (usque 5 mm) superans, teres. Folia brevia, rigida, subulata, erecta vel paullo distantia, usque 6 mm longa; vagina clausa, membranacea, rubro-striata, ore ciliata (serius saepe glabra); lamina usque 5 mm longa, usque 0·5 mm lata, rigida, linearis, canaliculata, apice obtusa, saepe sphacelata. Inflorescentia terminalis, erecta, simplex, 2-, 3- (rarius 4- vel 5-) flora. Bractea infima erecta, saepe in mucronem frondosum, 1—2 mm longum desinens, ceterae hypsophyllinae, marginibus sublaceris. Flores parvi, 2 mm longi, variegati. Tepala aequilonga, lanceolata, superne angustata, apice obtusiuscula (rarius acuta).

<sup>1)</sup> J. Wiesner, Ueber die krystallinische Beschaffenheit der geformten Wachsüberzüge pflanzlicher Organe. Bot. Zeitung. 1876. Pag. 225—236.

<sup>2)</sup> Vergl. Nr. 5, S. 185.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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. 201-209](#)