

Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Laubblätter bei den *Campanulaceen* der Capflora.

Von
Rudolf Feitel
in Kiel.

Mit 25 Figuren.

Bentham und Hooker*), denen in der Fassung der Familie der *Campanulaceen* Engler u. Prantl in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“**) sich anschliessen, stellen als Unterfamilien die *Campanuloideen*, *Cyphioideen* und *Lobelioideen* unter die *Campanulaceen*. De Candolle***) dagegen stellt *Campanulaceen*, *Cyphiaceen* und *Lobeliaceen* als Familien nebeneinander. Ich habe mich der Auffassung De Candolle's angeschlossen, weil noch in neuester Zeit hervorragende Botaniker diese Auffassung theilen. Es kommen somit von den genannten Familien, die alle drei in der Flora des Caps der Guten Hoffnung vertreten sind, die *Cyphiaceen* und *Lobeliaceen* für diese Zeilen nicht in Betracht. Die zahlreichen Gattungen der *Campanulaceen* hat man an der Hand morphologischer Merkmale in Gruppen zusammenzustellen versucht. Schönland, der diese Familie in dem oben angeführten Werk von Engler und Prantl bearbeitet hat, steht diesem Bestreben ziemlich skeptisch gegenüber. Er sagt: „Wenn ich innerhalb der übrig bleibenden *Campanulinae*, *Wahlenberginae* und *Platycodeinae* auseinander zu halten versucht habe, so muss ich dieses doch nur als einen Versuch bezeichnen.“ An der Hand des anatomischen Aufbaues der Blätter kann ich hierzu einen Umstand erwähnen, der des Interesses nicht entbehren dürfte. In der Capflora sind die *Wahlenbergineen* und *Platycodeineen* die alleinigen Repräsentanten der *Campanulaceen*. Von der kleinen Gruppe der *Platycodeineen* gehört nur das Genus *Microcodon* hierher, dessen Arten mit einer Ausnahme zur Untersuchung gelangten und alle denselben charakteristischen Blattbau zeigten, der die *Wahlenbergineen* des Caps grösstentheils auszeichnet.

Von der Gruppe der *Wahlenbergineen* ist die Gattung *Wahlenbergia* bei weitem die artenreichste. Ihre Species finden sich unter den verschiedensten lokalen Verhältnissen vor. Die zur gleichen Tribus gehörigen Genera *Lightfootia*, *Roella* und *Prismatocarpus* besitzen hauptsächlich xeromorphe Arten. *Leptocodon* und *Siphocodon* haben nur je eine Art aufzuweisen. Zu der Gattung *Merciera*, die von De Candolle als besondere Tribus aufgefasst wird, gehören nach der „Flora Capensis“ †) zwei, nach

*) Bentham und Hooker, Genera plantarum. London 1862—83.

**) Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien. Bd. IV, 5.

***) De Candolle, Prodrômus systematis naturalis. Bd. VII. 2. *Campanulaceae*.

†) Harvey und Sonder, Flora Capensis, *Campanulaceae*.

anderen Angaben drei bis vier Species. Insgesamt umfassen die *Campanulaceen* des Caps 104 Arten, von denen 54 zur Besprechung gelangen. Das Material wurde ausschliesslich dem Kieler Universitätsherbar entnommen. Angaben über die Herkunft der Exemplare fehlten nur bei sieben Arten; alle übrigen waren im Caplande selbst, meist von Drége und Ecklon gesammelt. Bei manchen Species waren die Blätter auf die oberen oder mittleren Theile des Stengels beschränkt; zudem fanden sich in einigen Fällen nur die oberen Theile der Pflanze vor, so dass es mir angebracht erschien, die hochstehenden Blätter in erster Linie zur Untersuchung heranzuziehen. Bei solchen Exemplaren, wo grundständige Rosetten- und hochstehende Blätter vorkommen, oder andere morphologische Differenzen erkennbar waren, habe ich beiden Formen Beachtung geschenkt und an geeigneter Stelle die in Betracht kommenden Unterschiede mitgeteilt. Der Beschreibung der anatomischen Struktur des Blattes habe ich zur Erleichterung des Verständnisses eine kurze Charakterisirung der Morphologie vorausgeschickt.

Da das Material, das zur Bearbeitung vorlag, nur aus getrockneten Herbarpflanzen bestand, musste ich zunächst dafür Sorge tragen, dass die verwendeten Schnitte, soweit man es beurtheilen konnte, denjenigen möglichst entsprachen, die man von den lebenden Pflanzen erhalten haben würde. Zunächst brachte ich die Blätter in verdünnten Alkohol, wodurch die Luft aus den Geweben entfernt und diese durchtränkt wurden. Das Chlorophyll ging nicht merklich in Lösung, obgleich die Blätter oft acht oder vierzehn Tage in Alkohol lagen. Dabei blieb das Material hart und zum Schneiden geeignet. Bei Zusatz von Wasser trat eine geringe Ausdehnung des Schnittes ein, aber durch das Eintrocknen deformirte Stücke nahmen ihre natürliche Form nicht wieder an; das Bild des turgescenten Zustandes wurde nicht erreicht. Fügt man dann verdünnte Natronlauge zu, so werden die angeführten Uebelstände fast immer sofort beseitigt. Man muss allerdings einige Vorsicht bei der Behandlung mit Natronlauge gebrauchen, da bei zu concentrirter Lösung die mechanischen Gewebe sich schnell und so stark ausdehnen, dass die umgebenden Zellgewebe auseinandergerissen werden. Für das Studium des Zellinhalts ist natürlich die Behandlung vielfach ungeeignet, lässt aber das Zellwandgerüst um so besser hervortreten.

Versuche mit Eau de Javelle habe ich bald aufgegeben, weil der Protoplast erst nach stundenlangem Liegen sich auflöste. Da es recht schwierig und zeitraubend war, durch Quer- und Längsschnitte festzustellen, ob z. B. bei isolateralen Blättern auch die Oberseite Spaltöffnungen führte, ob dieselben zahlreich waren und welche Anordnung sie besaßen, so bemühte ich mich, eine Methode ausfindig zu machen, die es ermöglichte, die Epidermis vom Mesophyll abzulösen. Nach mehrfachen Versuchen erwies sich folgendes Verfahren als geeignet: Ich theilte das Blatt durch Querschnitte in einige Stücke, that diese in verdünnten Alkohol

und setzte nach einigen Stunden verdünnte Natronlauge zu. In dieser Mischung liess ich das Material einen Tag lang liegen. Darauf brachte ich ein Stück auf den Objectträger, führte einen Längsschnitt durch, breitete die beiden Theile aus, so dass die Epidermis unten lag, und konnte durch vorsichtiges Schaben mit dem Skalpell oder einer Nadel das Mesophyll mit der Nervatur stets ohne Mühe entfernen. Mit der Epidermis verkittetes Sklerenchym blieb daran sitzen, störte aber die Untersuchung nicht. So hat man denn die Epidermis wie einen Cylindermantel abgewickelt und ausgebreitet. Ausserdem kann man auch Stücke des abgelösten Chlorenchyms bequem betrachten, ebenso die Sammelzellen, die an den Leitbündeln sitzen bleiben.

I.

*Wahlenbergia.**W. divergens* DC.

vereint in der inneren und äusseren Morphologie ihrer Blätter eine Reihe von Eigenschaften, die sehr allgemein bei den *Campanulaceen* des Caps wiederkehren. Um eine ermüdende Wiederholung gemeinsamer oder sehr verbreiteter Merkmale zu vermeiden, habe ich *W. divergens* an die Spitze gestellt und etwas ausführlicher besprochen. Bei den folgenden Species konnte ich alsdann auf die Verhältnisse bei dieser Art zurückverweisen.

W. divergens ist eine kleine xeromorphe Pflanze, die nur wenige zerstreute Blättchen an den Sprossen trägt. Drége fand sie auf sandigen Hügeln. Die Blätter sind sitzend, linear, spitz und tragen basal an den Rändern einige gegenständige Zähnechen. Nach Form und Grösse kann man die Blätter als fichtennadel-förmig bezeichnen. Sie stehen unten gegenständig, oben abwechselnd. Als besondere Eigenschaft der Blätter der genannten Art erwähne ich, dass dieselben auf der concaven Oberseite mit feinen Härchen besetzt sind. Wenige Trichome finden sich ferner auf der Unterseite, nach der Spitze zu.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung des Blattquerschnittes von *W. divergens* gegeben. Der Umriss lässt die oberseitige Einsenkung und die leicht vortretende Mittelrippe deutlich erkennen. Die Epidermis der Oberseite zeichnet sich durch grosse Zellen aus, deren Aussenwände verdickt und deren Radialwände zart sind. Spaltöffnungen fehlen ihnen. In der Flächenansicht erscheinen diese Zellen als längliche Polygone. In der Mediane sind sie am grössten und nehmen ein Drittel der Blattdicke in Anspruch.

Während innerhalb der beschriebenen *Campanulaceen* eine Tiefe von 20 bis 30 Mikren das Durchschnittsmass für die Epidermiszellen darstellt, beträgt dieselbe bei *W. divergens* 125 Mikren. Wiewohl alle Epidermiszellen, welche sich durch starke Aussenwände, durch den Mangel an Spaltöffnungen und feine faltbare Zwischenwände auszeichnen, als Wasserspeicher angesehen werden, so halte ich es nicht für überflüssig, auf diesen Umstand

hinzuweisen, weil ich mich dadurch genöthigt sehe, in der erheblichen Vergrößerung der genannten Zellen eine Anpassung an den trockenen Standort, eine anatomische Xeromorphie zu erblicken.

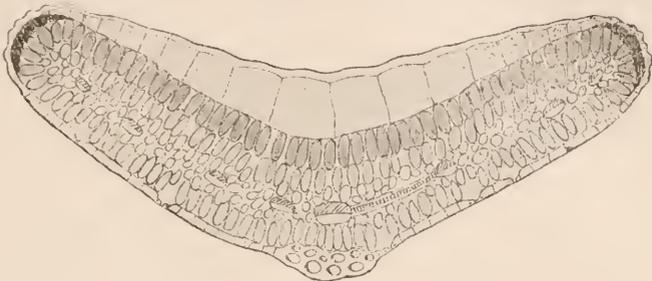


Fig. 1. *Wahlenbergia divergens*.

(Vergrößerung 100 fach.)

Querschnitt durch das Blatt.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, nehmen die Epidermiszellen von der Mediane nach dem Rande zu an Grösse ab. Von oben gesehen, werden ihre Umrise geschweift, bis sie am Rande selbst die bekannte, gelappte Form erreichen, die die Festigkeit des Zusammenhanges erhöht. Auf jeder Zelle befindet sich eine warzen- oder zitzenförmige Erhöhung, deren Spitze verkieselt ist. Ein jedes dieser Kieselknöpfchen stellt ein verkümmertes Trichom dar*). Diese Erscheinung fand ich an den Rändern aller untersuchten Blätter, ausgenommen bei *W. capillacea*. Bei *W. prostrata* tritt die Verkieselung nur stellenweise auf. Bei einzelnen Species kann man einen Uebergang von den Knöpfchen zum vollständigen Haar beobachten, und zwar treten die Haare an der Basis des Blattes, die Verkümmierungen nach der Spitze zu auf. Auf der Unterseite des Blattes, zwischen Mittelrippe und Rändern, erblickt man kleine Zellen, von geschweiften bis buchtigen Umrissen und unerheblich verdickten Aussenwänden. In dieser Region waren bei allen untersuchten Species ohne Ausnahme Spaltöffnungen vorhanden, oft nur auf diesen beiden Streifen allein. Die Spaltöffnungen waren ganz allgemein normal gebaut und die Spalte meist der Mediane des Blattes parallel gerichtet, niemals erheblich versenkt oder vorgewölbt. Betrachtet man bei *W. divergens* die Mittelrippe von oben, so sieht man, dass hier die Epidermiszellen sehr in die Länge gestreckt sind. Die Cuticula ist auf der Oberseite des Blattes wenig stärker, wie auf der Unterseite. Allgemein bietet die Cuticula bei den zur Besprechung gelangenden Arten nichts Bemerkenswerthes dar. Sie pflegt stets glatt und von geringer Dicke zu sein.

Die in Fig. 1 unter der Epidermis des Blattrandes schwarz gehaltene Zone stellt einen Komplex von Sklerenchymfasern dar. Das

*) Vergl. Heinrieh, Ein reducirtes Organ bei *Campanula persicifolia* etc. (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft. Ed. III. p. 4--13.)

Auftreten von Sklerenchym an genannter Stelle ist bei den *Campanulaceen* des Caplandes so allgemein verbreitet, dass ich dasselbe kurz als Randsklerenchym bezeichnen möchte. Im Querschnitt sieht das ganze Bündel etwa halbmondförmig aus. Die nach dem Blattinnern zu liegenden Fasern des Randsklerenchyms pflegen dicker zu sein und aus ziemlich reiner Cellulose zu bestehen, während die äusseren verholzt sind. Die Tiefe des Komplexes ist bei *W. divergens* sehr gering und beträgt nur zehn Mikren, während man Stärken von 25 bis 60 Mikren am häufigsten antrifft. Ein Collenchymstrang, der sich der Epidermis unmittelbar anlehnt, stützt die Mittelrippe. Das Chlorenchym besteht unter der Blattoberseite aus einer doppelten Schicht von länglichen Palissadenzellen. Die auf der Unterseite befindliche Zellschicht ist lockerer und zugleich chlorophyllärmer, als die der Oberseite. Abgesehen von wenigen runden Zellen in der Umgebung der Leitbündel ist ein Schwammgewebe nicht vorhanden. Das über der Mittelrippe liegende Hauptleitbündel besitzt peripher einige Wasserzellen, die in später zu besprechenden Fällen oft einen geschlossenen Mantel um die Leitbündel bilden. Die Gefässe haben die bekannte fächerförmige Anordnung, d. h. sie stehen in Reihen, welche nach der Blattoberseite zu convergiren. *W. divergens* hat zahlreichere und gedrängter stehende Gefässe wie *Prismatocarpus diffusus*, deren Hauptleitbündel im Querschnitt durch Fig. 2 zur Darstellung gebracht ist.

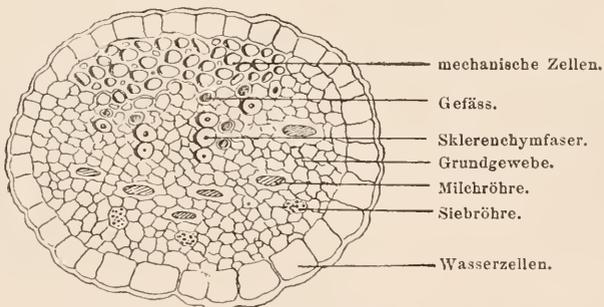


Fig. 2. *Prismatocarpus diffusus*.

Hauptleitbündel, quer durchschnitten. (Vergrößerung 400 fach.)

Wie ersichtlich, schliessen sich nach unten hin den Gefässen Sklerenchymfasern an. Diese Erscheinung ist bei den zu beschreibenden Arten sehr häufig. Bei *W. divergens* besitzen die nach dem Siebtheil zu liegenden Gefässe dickere Wandungen, wie die oberen. Sklerenchymfasern habe ich bei dieser Art nicht gefunden. Oberhalb der Gefässreihen befindet sich ein Komplex von Zellen, die lückenlos aneinanderschliessen und deren Wandungen collenchymatisch verdickt sind. Bei *P. diffusus* ist diese Verdickung sehr erheblich, bei *W. divergens* wenig in die Augen fallend. Stets unterhalb der Gefässanlagen, oft unmittelbar an diese anschliessend, fand ich ausnahmslos bei allen untersuchten Arten Milchröhren, welche von oben nach unten mehr oder minder abgeplattet waren. Unter den Milchröhren und zwischen

denselben liegt der Siebtheil. Die Zwischenräume werden durch dünnwandige, parenchymatische Zellen ausgefüllt. Die mechanischen Elemente des Hauptleitbündels waren stets Ausläufer gleichartiger Gewebe des Stengels, welche dort auch in ganz derselben Reihenfolge angeordnet waren. Das Randsklerenchym geht in der Basis des Blattes in Collenchym und schliesslich in parenchymatisches Gewebe über.

W. oxyphylla DC.

wird in der „Flora Capensis“ als eine dicht behaarte, sehr harte Pflanze bezeichnet. Die mit breiter Basis aufsitzenden Blättchen laufen in eine dornige Spitze aus. Die Epidermis der Oberseite ist in der Nähe des Randes dünn und mit Spaltöffnungen versehen, erweitert sich rasch nach der Mediane zu und nimmt hier fast ein Drittel der Blattdicke ein. Die Epidermis der Unterseite ist, mit Ausnahme der Mittelrippe, die Trägerin zahlreicher Spaltöffnungen, die nur wenig vorgewölbt sind. Das assimilierende Gewebe ist stark entwickelt. Auf der Oberseite finden wir meist drei, unten durchweg zwei Schichten länglicher Palissadenzellen. Ein Schwammgewebe fehlt. Statt dessen sind die Palissaden der Unterseite lockerer und chlorophyllärmer. Unter der Mittelrippe liegt ein Collenchymstrang. Das Randsklerenchym ist gut entwickelt und greift nach der Blattoberseite über. Das Hauptleitbündel ist von einer Schicht Wasserzellen umgeben, die auf der Unterseite ziemlich gross sind.

W. paniculata DC.

ist vollständig behaart. Blättchen scheidenartig sitzend, mit aufgetriebenem Rand, gezähnt oder ganzrandig. Der Querschnitt zeigt uns auch bei dieser Art einen erheblichen Grössenunterschied zwischen den Epidermiszellen der Ober- und Unterseite. Während die Trägerin der Spaltöffnungen, die Epidermis der Unterseite verhältnissmässig dünn ist, wird von der Oberseite aus oftmals bis ein Drittel der Blattdicke von der Epidermiszelllage in Anspruch genommen. Am Blattrande finden wir auch hier die hervorragenden Kieselknöpfchen auf den einzelnen Zellen. Das Chlorenchym ist beiderseits fast gleich stark entwickelt. Meist findet man unter der Epidermis eine Lage länglicher Palissaden, darunter eine zweite Schicht von fast isodiametrischen Zellen, welche hie und da oberseitig durch längliche ersetzt sind. Eine schmale Zone lockerer Zellen, die um die Nervatur gelagert sind, kann man als Schwammgewebe auffassen. Die Mittelrippe führt auch hier einen Collenchymstrang im Anschluss an die Epidermis.

Das Randsklerenchym ist im Querschnitt halbmondförmig. Sklerenchymfasern sind im Hauptleitbündel vorhanden. Das Collenchym über den Gefässen ist auf wenige Zellreihen beschränkt. Die Wasserzellen am Rande des Bündels treten nur vereinzelt auf.

W. costata DC.

eine nur wenige Zoll hohe Pflanze, trägt Blättchen, die denen von *W. divergens* gleichen, aber unbehaart sind. Der aufgetriebene

Rand der Blätter zeigt gegenständige Wülste, die mit meist zwei spitzen, kurzen Trichomen gekrönt sind. Auch bei dieser Art fällt uns bei Betrachtung des Querschnittes die starke Grössendifferenz zwischen der Epidermis der oberen und der unteren Blattfläche auf. Abgesehen von dem Fehlen des Collenchyms in der Mittelrippe, entsprechen die Verhältnisse in allen Theilen des anatomischen Aufbaues im Wesentlichen denjenigen von *W. divergens*. Die Epidermis ist unbedeutend dünner, ebenso das assimilirende Gewebe der Unterseite. Das Randsklerenchym dagegen ist kräftiger entwickelt.

W. oppositifolia DC.

wächst in Wäldern und besitzt dünne, zarte Blättchen von länglich-eiförmiger Gestalt. Die wenigen gegenständigen Randzähne sind einwärts gekrümmt. Die Mittelrippe trägt vereinzelte Härchen, sonst ist das Blatt glatt. *W. oppositifolia* ist die einzige der von mir untersuchten *Campanulaceen*, die einen deutlich abgesetzten Blattstiel hat. Die innere Structur des Blattes ist die eines normalen dicotylen Laubblattes. Die Epidermis ist oben etwas stärker entwickelt wie auf der Blattunterseite. Oben finden wir eine einzelne Schicht länglicher Palissadenzellen, während unten Schwammparenchym vorhanden ist. Die Spaltöffnungen treten nur auf der Unterseite auf. Die Mittelrippe ist stark entwickelt und durch collenchymatisches Gewebe gestützt. Das Randsklerenchym fehlt auch bei dieser Art nicht, die in ihrer inneren und äusseren Gestaltung sonst so manche Abweichung gegen die bisher beschriebenen Arten aufweist.

W. procumbens DC.

gedeiht an wässrigen Plätzen des Caplandes. Die zarten, eiförmigen, fein gezähnten Blättchen sind ungestielt. Die Epidermis der Oberseite, wenig stärker als die unterseitige, führt auch einzelne Spaltöffnungen. Der Querschnitt zeigt einen bifacialen Bau des Blattes, welches nur eine kurzellige Palissadenschicht besitzt. Obwohl eine Bewohnerin feuchter Orte, besitzt diese Pflanze ein wohlentwickeltes Randsklerenchym. Ich hebe letzteren Umstand mit Absicht hervor, um darauf hinzuweisen, dass das Auftreten des Randsklerenchyms nicht ein Vorrecht xeromorpher Species der *Campanulaceen* ist, sondern auch bei solchen Arten vorkommt, die unter ganz anderen Bedingungen gedeihen.

W. stellarioides Cham.

Als Standort für die Pflanze sind Hügel, Steppen und Flussthäler angegeben. Die Blätter sind wie die von *W. divergens* gestaltet, aber glatt. In Bezug auf Epidermis, Spaltöffnungen und assimilirendes Gewebe hat das Blatt von *W. stellarioides* den Bau eines bifacialen Laubblattes. Das Palissadenparenchym besteht aus zwei Schichten gestreckter Zellen. Das Randsklerenchym hat im Querschnitt die Form eines Halbmondes. Collenchym fehlt. Im Leitbündel sieht man sowohl Sklerenchymstränge als Gefässe

mit verdickten Wandungen. Eine Schicht Wasserzellen umgibt das Leitbündel.

W. Meyeri DC.

wurde von Drége an felsigen Stellen, ein- bis zweitausend Meter hoch gefunden. Die lanzettlichen, gezähnten Blätter sind am Grunde des Stengels rosettenartig zusammengedrängt, sitzend, gegenüber den bisher besprochenen ziemlich gross, beiderseits behaart. Die Zellen der Epidermis sind untereinander der Grösse nach verschieden, sowohl auf der Ober- wie auf der Unterseite des Blattes. Durchschnittlich sind diejenigen der Oberseite die grösseren. Das Blatt ist isolateral gebaut. Beiderseits findet man Spaltöffnungen, die in den verschiedensten Richtungen angeordnet und ungleichmässig vertheilt sind. Interessant erschien mir hier die sonst nicht beobachtete Art und Weise der Insertion der Trichome. Das Haar sitzt auf einem Kranz von grossen Tragzellen auf. Letztere lassen in der Mitte eine Lücke, in der die Haarmutterzelle ursprünglich gesessen haben mag. Die Zahl der Tragzellen beträgt sechs bis neun. Die Art der Einfügung der Trichome ist auf beiden Seiten des Blattes dieselbe. Ich bemerke noch, dass die Schliesszellen im Allgemeinen von kleinen Epidermiszellen flankirt sind und selten zwischen grösseren angetroffen werden. Oberhalb der Nervatur liegen zwei, unterhalb nur eine Schicht länglicher, leichtgekrümmter Palissadenzellen, die ein lockeres Gewebe bilden. Schwammparenchym fehlt. In der Mittelrippe finden wir einen Collenchymstrang. Der Blattrand führt eine dicke Schicht Sklerenchymfasern, die oft nach dem Blattinnern zu in Collenchym übergehen. An der Peripherie der Leitbündel sind Wasserzellen nicht zu erkennen.

(Fortsetzung folgt.)

Die Verbreitung der *Angelica verticillaris* L. (*Tommasinia verticillaris* Bertol.) in Tirol.

Von

Prof. Dr. K. W. von Dalla Torre und L. Grafen von Sarnthein
in Innsbruck.

Im Schlussätze eines Referates in dieser Zeitschrift Band LXXIX. p. 329 über „J. Murr, Glacialrelicte in der Flora von Süd- und Nordtirol“ findet sich wörtlich folgender Satz: „Bezüglich der *Tommasinia verticillaris* Bertol. möchte Ref. (Wagner, Karlsruhe) bemerken, dass nach mündlicher Mittheilung des Innsbrucker Universitätsgärtners Billek (recte Bilek!) die Pflanze erst beim Bau der Brennerbahn eingewandert ist.“

Da es bei der heute vielfach speculativen Richtung der Pflanzengeographie nicht ganz ausgeschlossen ist, dass dieser Satz einmal zur Stütze irgend einer Erklärung herangezogen wird, so möge im Folgenden das uns über die Verbreitung dieser Art in

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1900

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Feitel Rudolf

Artikel/Article: [Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Laubblätter bei den Campanulaceen der Capflora. 4-11](#)