© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Band LXXXI. No. 4. XXI. Jahrgang.

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel in Marburg

Nr. 4. | Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. | 1900.

Die Herren Mitarbeiter werden dringend ersucht, die Manuscripte immer nur auf *einer* Seite zu beschreiben und für *jedes* Referat besondere Blätter benutzen zu wollen. Die Redaction.

Wissenschaftliche Originalmittheilungen.*)

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

Von

Rudolf Feitel

in Kiel.

Mit 25 Figuren.

(Fortsetzung.)

R. glomerata DC.

ist dicht mit linear-lanzettlichen, spitzen, sitzenden Blättern besetzt, die an den Kurztrieben zu Büscheln vereint sind. Die Blätter dieser Species wiesen die grössten Epidermiszellen auf unter allen untersuchten *Campanulaceen*. Auf der Oberseite, median, erreichten dieselben einen Durchmesser von 170 Mikren. Die Mittelrippe war ebenfalls von einer ziemlich grosszelligen Epidermis bekleidet. Spaltöffnungen auf der Unterseite beschränkt.

*) Für den Inhalt der Originalartikel sind die Herren Verfasser allein verantwortlich. Red.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Das Chlorenchym besteht oberhalb des Leitbündels aus zwei Schichten länglich-eiförmiger Palissadenzellen, unterhalb desselben liegt nur eine Schicht. Um die Nervatur lagern sich einige Schwammparenchymzellen. Denkt man sich bei Fig. 20 das Sklerenchym der Mittelrippe weg, so hat man ein Bild von der Form des Querschnittes. Neben dem Komplex dünner, wohlausgebildeter Sklerenchymfasern bemerkt man in Fig. 10, nach der Blattoberseite zu gelegen, einige grössere Fasern, die noch mehr oder weniger Zelllumen besitzen. Daran schliessen sich einige, mit der Epidermis völlig verschmolzene Collenchymzellen. Bei geeigneter Vergrösserung kann man alle Uebergangsstadien vom Collenchym zum Sklerenchym in dieser Region fast in jedem Schnitt beobachten. Diese Verhältnisse habe ich gelegentlich bei *Wahlenbergia costata*, *acaulis*, *paniculata*, *Meyeri* und *cernua* in gleicher Weise beobachtet.

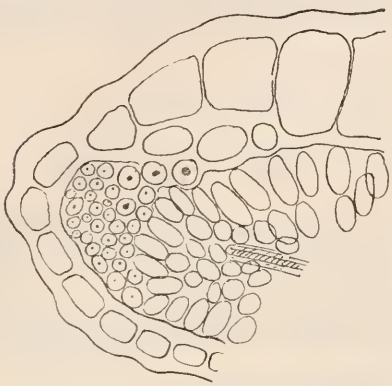

Fig. 10. *Roella glomerata.*
Blattrand, Querschnitt.
(Vergrösserung 200fach.)

R. squarrosa Berg

trägt an ihren dünnen Stengeln kurze, fast schuppenförmige, gezähnte Blättchen. Diese stehen abwechselnd, sind zurückgeschlagen, oval und stengelumfassend. Die Blätter stehen einzeln, besitzen nicht, wie bei den anderen Arten von *Roella*, Kurztriebe in den Achseln. Das Blatt bildet eine flache Rinne und ist im Vergleich mit denen seiner Verwandten ziemlich dünn. Die Epidermis ist oberseitig grosszellig und beansprucht ein volles Drittel der Blattdicke. Die Spaltöffnungen befinden sich zwischen den kleinen Epidermiszellen der Unterseite. Im Allgemeinen ist oben eine Lage schlanker, darunter eine aus eiförmigen Palissadenzellen bestehende vorhanden. Unterhalb der Leitbündel liegt Schwammgewebe. Gelegentlich findet man Blätter, die von der Basis zur Spitze alle Uebergänge vom bifacialen zum isolateralen Bau aufweisen. Mechanische Elemente, als beständige Theile des Mesophylls sind nicht vorhanden. Indessen findet man in der höheren Hälfte des Blattes, ganz analog wie bei *Wahlenbergia Capensis*, streckenweise am Rande, mit der Epidermis verkittet, einige Collenchymzellen. Fig. 4 kann auch für *Roella squarrosa* gelten, da die Verhältnisse fast genau dieselben sind. Die Anzahl der Collenchymzellen belief sich auf zwei bis vier, doch konnte ic nicht in allen untersuchten Blättern solche nachweisen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Prismatocarpus.

Prismatocarpus diffusus, subulatus und *brevilobus*

tragen lineare, sitzende, abstehende, fein gezahnte Blätter, in deren Achseln zuweilen sich ein Büschel kleinerer Blättchen findet. Diese drei Species stellen, vom anatomischen Aufbau gesprochen, eine neue, in sich geschlossene Gruppe dar. Zunächst gebe ich die gemeinsamen Merkmale an. Die Blätter haben, wie aus dem Querschnitt (siehe Fig. 11) hervorgeht, eine halbcylin-

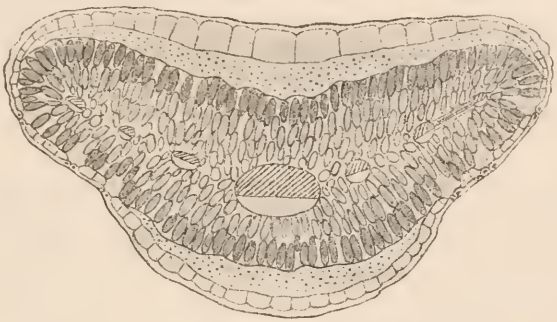

Fig. 11. *Prismatocarpus brevilobus.*
Blattquerschnitt. (Vergrösserung 100fach.)

drische Form. Die Oberseite ist fast eben, die Unterseite gewölbt. Die Epidermiszellen der Blattoberseite besitzen in der Mediane des Blattes einen Durchmesser zwischen 60 und 70 Mikren, sind also noch von beträchtlicher Grösse. Die auf der Unterseite in der Mittellinie befindlichen sind etwas kleiner. Das Randsklerenchym bildet auf der Oberseite eine continuirliche, aber nicht sehr mächtige Schicht, die im Gegensatz zu *R. ciliata, spicata* und *recurvata*, hier in der Mediane des Blattes am stärksten entwickelt ist. Im Grunde des Blattes ist das Sklerenchymband in der Mittellinie nicht verbreitert und man bemerkt, dass an dieser Stelle fast immer zwischen den Sklerenchymfasern Collenchymzellen auftreten. Ein grosser Theil der Epidermis der Unterseite wird von einer breiten Platte von Sklerenchymfasern bedeckt, welche ungefähr dieselbe Tiefe wie diejenige auf der Oberseite, 40—60 Mikren, besitzt. Zwischen den Rändern der Platte, die die Oberseite bedeckt, und denen der unterseits liegenden Platte befinden sich zwei schmale Streifen, die allein dem assimilirenden Gewebe den Gasaustausch mit der Aussenwelt gestatten, weil sie nicht mit einem Sklerenchympanzer bedeckt sind. Die Epidermis ist hier dünn und mit zahlreichen, gedrängt liegenden Spaltöffnungen versehen. Die Randzellen sind, von oben gesehen, nicht in der Weise gelappt, wie dies bei den meisten der beschriebenen Species der Fall ist und die Kieselknöpfchen wenig zahlreich. Im Gegensatz zu den letztbeschriebenen Arten von *Roella* ist bei diesen Formen von *Prismatocarpus* das assimilirende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Gewebe sehr stark entwickelt. Oberhalb der Leitbündel kann man zwei bis vier, unterhalb derselben zwei bis drei Lagen gestreckter Palissadenzellen beobachten. Das Hauptleitbündel pflegt nach dem Schema Fig. 2 gebaut zu sein, doch ist die Anzahl der vorhandenen Gefässe und Sklerenchymfasern bei *P. brevilobus* erheblich grösser. Schwammgewebe fehlt. Bei *P. diffusus* beträgt die Anzahl der Palissadenzellschichten oben drei, unten zwei oder ein Geringes mehr.

P. subulatus DC.

hat fast alle Merkmale der inneren und äusseren Morphologie mit *P. diffusus* gemeinsam. Die relativen Verhältnise der Epidermis und der Sklerenchymplatten sind dieselben. Zwei bis drei Schichten länglich-eiförmiger Palissadenzellen liegen an der Oberseite, meist zwei auf der Unterseite des Blattes.

P. brevilobus DC.

besitzt unter den drei Arten dieser Gruppe die verhältnissmäsig breiteste Sklerenchymplatte auf der Unterseite. Das assimilirende Parenchym ist bei dieser Species am stärksten entwickelt. Oberhalb der Leitbündel liegen mindestens drei, oft bis fünf Schichten Palissadenzellen, unterhalb zwei bis drei. Je nach ihrer Lage, ob sie innen oder peripher gelegen sind, findet man eiförmige oder schlanke Zellen.

P. fastigiatus Presl.

Blätter wie bei *P. diffusus*, aber mit vertiefter Oberseite. Die im trockenen Zustande erhebliche Concavität der Oberseite des Blattes verschwindet beim Aufweichen des Schnittes, indem die enormen Zellen der Epidermis sich ausdehnen. Fig. 20 lässt die Gestaltung des Blattquerschnitts und der Sklerenchymbündel erkennen und zeigt, dass die Epidermis, die median 150 Mikren dick sein kann, nach den Blatträndern hin rasch abnimmt. Der Rand trägt Zellen mit buchtigen Umrissen und verkieselten Erhöhungen. Auf der Unterseite seitlich von der Mittelrippe, die halbkreisförmig vorspringt, liegt je ein Streifen dünner Epidermiszellen, die von Spaltöffnungen begleitet sind. Die Mittelrippe ist von dünnwandigen Epidermiszellen bedeckt. An den Blatträndern sowohl, als an der Mittelrippe bemerkt man sichelförmige Sklerenchymbündel. Das Chlorenchym setzt sich zusammen aus zwei bis drei Schichten Palissadenparenchym, oberhalb der Leitbündel und aus einer, meist einfachen Lage schlanker Zellen, die in der Nähe der Spalte ziemlich locker gestellt sind und unterhalb des Leitungssystems liegen. In der Mittelrippe findet man stets eine Doppelschicht Palissadenzellen von länglich-eiförmiger Gestalt.

P. campanuloides Sond.

an sandigen Plätzen vorkommend, trägt zahlreiche, sitzende, spitze Blätter. Der Blattrand ist zurückgerollt, an der Blattspitze meist glatt, nach der Basis zu behaart. Aeusserlich gleichen die Blätter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

am meisten denen von *Lightfootia albens*. Der Querschnitt hat folgenden Umriss. Die Oberseite ist fast eben, die Blattränder scharf nach unten gebogen. Auf der Unterseite werden durch die halbkreisförmig vorspringende Mittelrippe und die zurückgeschlagenen Ränder zwei tiefe Rinnen gebildet. In diesen findet man die Spaltöffnungen, die normal gebaut sind und so gedrängt liegen, dass nach meiner Zählung durchschnittlich auf vier Epidermiszellen drei Spalte kommen. Auf der Blattoberseite besteht die Epidermis aus grossen Zellen, die meist einen Durchmesser von 100 Mikren besitzen. Auch die Epidermiszellen der Mittelrippe sind recht gross. Unter diesen, d. h. nach der Blattoberseite hin gelegen, findet man wenige, in zwei Reihen angeordneten Collenchymzellen, darüber das Hauptleitbündel. Dieses und das Collenchym werden von zwei Schaaren Palissadenzellen flankirt, deren Längsachsen von der Epidermis auf den Mittelnerv gerichtet sind, so dass diese schlanken Zellen eine fächerförmige Anordnung haben. In der Nachbarschaft der Spaltöffnungen liegt Schwammparenchym, welches am Rande durch Palissadenzellen ersetzt wird, die sich in Doppellage an der Oberseite entlang ziehen. Stellenweise sieht man anstatt zwei auch drei kürzere Zellen übereinander gestellt. Infolge der starken Krümmung des Blattrandes liegt das Randsklerenchym morphologisch am Rande, anatomisch aber fast ganz auf der Oberseite des Blattes. Das Hauptleitbündel ist wie dasjenige in Fig. 2 dargestellte von *P. diffusus* gebaut, entbehrt aber der peripher gelegenen Wasserzellen.

P. crispus L'Hérit.

Sandige und steinige Plätze sind der Standort dieser Pflanze. An den trockenen Herbarexemplaren waren viele Blätter gedreht. Dieselben sind sitzend, linear, gezähnt, oft ganz behaart, stehen verstreut und führen oft Kurztriebe in den Achseln. Der Bau des Blattes ist in hohem Masse isolateral. Auf beiden Seiten sehen wir Haare, Spaltöffnungen und Palissadenzellen, daneben ist auch die Form und Grösse der Epidermiszellen auf Unter- und Oberseite dieselbe. Sogar Collenchymzellen sind bei *P. crispus* nicht nur in der Mittelrippe, sondern auch unter der Epidermis der Blattoberseite median zu finden. Auf beiden Seiten der Leitbündel liegt gewöhnlich eine Doppelschicht schlanker Palissadenzellen. Besonders nch der Blattspitze hin begegnet man drei bis vier Lagen Palissadenzellen, von denen merkwürdigerweise häufig die äusserste, an der Epidermis liegende Schicht aus kurzen Zellen besteht, die folgende dagegen aus doppelt so langen. Einen Grund für die Verkürzung der äussersten Zellschicht, die ich bei *Microcodon hispidulum*, *Prismatocarpus fastigiatus* und *P. crispus* feststellte, konnte ich nicht finden. Die Epidermis besteht aus nur mässig grossen Zellen. Die Spaltöffnungen sind normal gebaut und meist der Längsrichtung des Blattes parallel gestellt. Das Randsklerenchym ist völlig auf den Blattrand beschränkt, weder nach der Ober- noch nach der Unterseite hin erweitert. Die in der Mediane des Blattes befindlichen Collen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

chymzellen sind auf der Oberseite weniger zahlreich, wie in der Mittelrippe. In dem Leitbündel sind die Sklerenchymstränge zahlreicher wie die Gefässe und von verschiedener Dicke. Die Milchröhren, die stets in einer Einzelreihe, unmittelbar den Sklerenchymfasern sich anschliessend, angeordnet waren, zeichneten sich durch ihre verhältnissmässige Grösse aus.

P. nitidus L'Herit

ist mit stiellosen, länglich-ovalen, gezähnten Blättern versehen, die sehr dünn und flach sind. Abgesehen von dem Vorkommen eines schwachen Randsklerenchyms, finden wir alle Verhältnisse des anatomischen Aufbaues des Blattes von *Roella squarrosa* bei *P. nitidus* wiederholt. Die Umrisse des Blattquerschnitts sind aus Fig. 12 zu ersehen.

II.

Wie ich bei der Besprechung der einzelnen Arten vor der Beschreibung des inneren Baues der Blätter einiges über die äussere Form derselben mittheilte, so möchte ich den vergleichenden anatomischen Betrachtungen einen kurzen Ueberblick über die morphologischen Verhältnisse vorausschicken.

Blätter mit plattenförmiger Spreite waren wenig zahlreich. Unter ihnen ist *W. oppositifolia* die einzige, die einen deutlich abgesetzten Blattstiel hat. Geflügelte Blattstiele kamen bei mehreren *Wahlenbergien* vor, doch fehlte es bei den betreffenden Arten nicht an Uebergängen zum sitzenden Blatt. Einige *Wahlenbergien* und *Prismatocarpus nitidus* besassen sitzende Blätter mit breiter Lamina und spitzer Basis. Bei Weitem die meisten Formen waren sitzende, lanzettliche bis lineare Blätter, die durchschnittlich 1 mm, selten bis 2 mm breit waren. Bei einzelnen Arten fanden sich gedrehte Blätter. Unter den *Lightfootien* kamen mehrere Species vor, deren Blätter dadurch röhrenförmig eingerollt waren, dass die Blattränder infolge der starken Krümmung der Oberseite auf der Unterseite aneinander schlossen. Die Behaarung war sehr verschieden. Manche Blätter waren vollständig, andere an ihrem basalen Theil oder auf einer Seite behaart. Wenige Arten waren nur am Blattrande mit Haaren versehen. Nicht selten kamen bei derselben Art sowohl glatte, als behaarte Blätter vor. Bemerkenswerth war die Ausbildung von Kurztrieben in den Achseln der Blätter bei manchen xeromorphen Species, wodurch die Blätter scheinbar in Büscheln an den Achsen erster und zweiter Ordnung standen.

Die Mehrzahl der beschriebenen *Campanulaceen* bewohnt warme und trockene Gebiete. Die übrigen gedeihen zumeist an feuchten Orten des Flachlandes, wenige sind Gebirgspflanzen. Die Verschiedenheit der Standortsverhältnisse prägt sich in dem inneren Bau der Blätter deutlich aus. Die Mannigfaltigkeit der anatomischen Verhältnisse wird noch vergrössert, indem bei den xeromorphen Arten die Anpassung an zeitweilige Dürre in verschiedener Weise zum Ausdruck kommt. Eine häufige Eigen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schaft, die den Blättern einen xeromorphen Charakter verleiht, ist das Vorkommen relativ grosser Epidermiszellen auf der Oberseite der Blätter, die letzteren als Wasserspeicher dienen. Je grösser dieses Reservoir im Verhältniss zu dem Zellgewebe ist, das es mit Wasser versorgt, um so besser ist die Pflanze gegen das Austrocknen geschützt. Zur Feststellung der Grössenverhältnisse genügt es bei normal gebauten Blättern, die mittlere Dicke der Epidermis mit der mittleren Blattdicke zu vergleichen. Dabei zeigt es sich, dass bei Blättern, deren Epidermiszellen einen Durchmesser bis 70 Mikren und mehr haben, die Epidermis der Oberseite ein Viertel bis fast die Hälfte der Fläche des Querschnitts ausmacht. Unter den Blättern mit nicht so dicker Epidermis sind die relativen Grössenverhältnisse sehr verschieden. Diese enormen Wasserspeicherzellen von 70 und mehr Mikren Durchmesser, die durch das Fehlen von Spaltöffnungen und durch dicke Aussenwände nach aussen gut abgeschlossen sind, finden sich bei 13 Arten aller Genera. Ihnen schliessen sich ebensoviele Arten an, deren Epidermiszellen der Oberseite von mehr als mittlerer Grösse sind. Unter diesen, denen die Spaltöffnungen oben meist fehlen, ist *W. oxyphylla* dadurch bemerkenswerth, dass sie in der Nähe des Randes, wo die Epidermis kleinzellig ist, Spaltöffnungen führt. Bei *W. Meyeri*, die grosse und kleine Zellen auf der Oberseite nebeneinander hat, findet man Spaltöffnungen in Gesellschaft der letzteren. Unter den Arten, bei denen die Zellen der oberen Epidermis 40 oder weniger Mikren Durchmesser im Mittel haben, kommen Spaltöffnungen normaler Weise auch auf der Oberseite vor, besonders gerne dann, wenn das Blatt isolateral gebaut ist. Die Aussenwandungen der Epidermiszellen der Blattoberseite sind meist nicht erheblich verdickt. Selten nehmen dieselben ein Drittel des Zelldurchmessers ein. *Wahlenbergia robusta* und *Lightfootia juncea* machen allein eine Ausnahme, indem sie für die Aussenwand die Hälfte der Zelle beanspruchen. Epidermiszellen von gleicher Grösse auf Ober- und Unterseite des Blattes sind bei einigen isolateral gebauten vorhanden. Die gewöhnlich auf den Blattrand beschränkten, gelappten Epidermiszellen, die verkieselte Erhöhungen tragen, erstrecken sich bei mehreren Arten von *Lightfootia* mit dem Sklerenchym über die ganze Blattoberseite.

Bei Betrachtung der Epidermis der Unterseite findet man, dass die Grössenunterschiede der Zellen zwischen den verschiedenen Arten unerheblich sind. Epidermiszellen, die einen Durchmesser von 40 Mikren erreichen, habe ich auf der Blattunterseite niemals gefunden. Besitzt das Blatt eine Mittelrippe, so pflegen die Zellen an dieser Stelle grösser zu sein. Sofern die Mittelrippe kein mechanisches Gewebe enthält, führt ihre Epidermis gewöhnlich Spaltöffnungen. Bei allen Blättern waren auf der Unterseite zwischen Mittelrippe und Rändern stets Spaltöffnungen vorhanden; häufig waren sie auf diese Flächen beschränkt. Die Aussenwandungen der Zellen, die die Mittelrippe bedecken, sind oft bis zur Hälfte des Zelldurchmessers verdickt. Bei *L. longifolia* ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schwindet das Zelllumen an dieser Stelle fast vollständig. Die Unterschiede zwischen der Dicke der Aussenwandungen der Epidermiszellen der Ober- und Unterseite des Blattes pflegen bei solchen Arten, die einen xeromorphen Charakter nicht besitzen, unerheblich zu sein. Beziehungen dieser Unterschiede zum isolateralen Bau der Blätter oder zu den Grössenunterschieden der beiderseitigen Epidermiszellen habe ich nicht finden können.

Der Bau des assimilirenden Gewebes weicht bei einigen Arten von dem Bau eines normalen, dicotylen Blattes erheblich ab. *Wahlenbergia prostata* besitzt eine Reihe Palissadenzellen hauptsächlich auf der Blattunterseite, während die Oberseite Wasserzellen enthält. Bei *W. capillacea* liegt ein analoger Bau vor, mit dem Unterschiede, dass die Zellen der Oberseite nicht chlorophyllfrei sind. Mehrere Species von *Lightfootia* besassen auf der Unterseite ihrer Blätter ein Schwammgewebe aus schlauchförmigen Zellen, die sehr weitläufig gestellt waren. Isolaterale Blätter sind zahlreich unter den beschriebenen Arten vorhanden. In hohem Masse isolateral sind *Prismatocarpus crispus* und *Wahlenbergia Capensis*, bei denen nicht nur das Palissadenparenchym auf beiden Seiten des Blattes völlig gleich ist, sondern auch die Epidermis oben und unten gleich dick und mit Spaltöffnungen gleich zahlreich versehen ist. Mehrere Arten aus den Gattungen *Wahlenbergia* und *Lightfootia* besitzen auf Ober- und Unterseite des Blattes ungleich dicke Epidermis, sind aber sonst völlig isolateral gebaut. Am häufigsten sind solche isolaterale Blätter, die oberhalb der Leitbündel ein stärker entwickeltes Palissadenparenchym besitzen, wie auf der Unterseite, die oben eine grosszellige Epidermis und nur unten Spaltöffnungen haben. Unter diesen befinden sich solche, die oben 3—4, unten 2—3 Schichten Palissadenzellen enthalten. Die Zahl derer, die ein schwächer entwickeltes Palissadenparenchym besitzen, überwiegt bei weitem. Meist sind auf der Oberseite 2, unten eine Schicht assimilirender Zellen vorhanden. Bifaciale Blätter befinden sich relativ zahlreicher unter denen mit wohlentwickelter Spreite. Von schmalen, sitzenden Blättern sind es hauptsächlich *P. campanuloides* und *Roella squarrosa*, die sich dadurch auszeichnen, dass sie, obgleich bifacial gebaut, Epidermiszellen von 114 bezw. 76 Mikren auf der Blattoberseite tragen, also vermuthlich xeromorph sind. Bei *W. patula* bestand das ganze Chlorenchym aus Schwammgewebe, die Zellen waren zum Theil sogar parallel zur Oberfläche des Blattes gestreckt.

(Schluss folgt.)

Gelehrte Gesellschaften.

Zittel, K. A. von, Rückblick auf die Gründung und die Entwickelung der k. bayerischen Akademie der Wissenschaften im 19. Jahrhundert. Rede. gr. 4°. 27 pp. München (G. Franz) 1899. M. —.80.

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. (Fortsetzung.) 129-136