

wert für den Offen-See ist das Vorkommen eines Vertreters der Gattung *Melosira*, welches Genus bekanntlich bis jetzt nur für einige wenige österreichische Alpenseen¹⁾ nachgewiesen wurde. Gemeinsam ist den kleinen Seen aus der Umgebung von Ebensee das Auftreten von *Ceratium austriacum* Zederb. in einer Form, welche genau mit der im benachbarten Traun-See beobachteten übereinstimmt.

Was die drei zur Untersuchung gelangten Seen aus der Umgebung von Aussee betrifft, so stimmen sie, obwohl benachbart gelegen, doch in der Zusammensetzung des Planktons (September-Plankton) nicht überein. Der Öden-See enthält außerordentlich wenig Plankton (an pflanzlichen Planktonen überhaupt gar nichts), der Alt-Ausseer und der Grundl-See führen dagegen ziemlich viel Plankton, weichen aber untereinander in der Zusammensetzung desselben stark ab: im Alt-Ausseer See dominiert das Zoo-, im Grundl-See das Phytoplankton; unter den pflanzlichen Schwebewesen spielen im Alt-Ausseer See *Staurastrum* und *Cyclotella*, im Grundl-See aber *Peridinium* und *Sphaerocystis*²⁾ eine Rolle. Auch sonst sind noch mancherlei Unterschiede. Gemeinsam aber ist beiden Seen *Ceratium austriacum* Zederb., in einer Form, die sich an *C. carinthiacum* Zederb. annähert. Zu erwähnen wäre noch die verhältnismäßig große Zahl von Arten von Chlorophyceen, von denen im Alt-Ausseer See 7, im Grundl-See 11 Spezies zu finden waren.

Über hygroskopische Krümmungsbewegungen bei Kompositen.

Von Otto Kleiner (Prag).

Mit Tafel IV.

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität Prag.
Nr. 91 der zweiten Folge.

(Schluß.³⁾)

2. Pappus.

Die biologische Zweckmäßigkeit der Hygroskopizität wird erst vervollständigt durch die hygroskopischen Eigenschaften des Pappus. Ráthay⁴⁾ hält es für wahrscheinlich, daß der Pappus aller jener Kompositen, welche hygroskopische Eigenschaften besitzen, eben-

¹⁾ Diesbezüglich sind mir bekannt geworden: Mond-See, Caldonazzo-See (nach Zederbauer im „Arch. f. Hydrobiol.“, Bd. I, p. 491), Ossiacher-See (nach Zederbauer l. c. und eigenen Beobachtungen).

²⁾ Auffallend ist die Häufigkeit dieser Alge im Grundl-See.

³⁾ Vgl. Nr. 1, S. 8.

⁴⁾ E. Ráthay, l. c. p. 11.

falls hygroskopisch sei. Bei den von mir untersuchten Pflanzen trifft dies tatsächlich zu, indem der Pappus von *Carlina*, *Gnaphalium* und *Helichrysum* solche Krümmungsbewegungen vollführt.

Der Pappus ist entweder einfach haarig, wie bei *Gnaphalium* und *Helichrysum*, oder er ist federig wie bei *Carlina*.

Der haarige Pappus ist im feuchten Raume vollständig geschlossen, so daß die Haare aneinander liegen; beim Austrocknen gehen sie auseinander; sie vollziehen eine ganz ähnliche Bewegung wie die Involukralblätter. Auch hier wird die Krümmung im untersten Viertel durch ein Sklerenchym hervorgerufen, welches sich nahe der Basis an der Außenseite befindet. Bei *Helichrysum* sind die einzelnen Haare an der Basis miteinander verwachsen. Der durch diese Verwachsung entstandene Ring enthält ebenfalls ein Sklerenchym an der Außenseite, welches in die einzelnen Fäden nur ein kleines Stück hinaufreicht. Die Bewegung beträgt, da das Sklerenchym sich nur über das unterste Viertel erstreckt und da der Unterschied in der Zellwanddicke der Unterseite im Vergleich zur Oberseite nicht sehr groß ist, nur etwa 45° bei *Helichrysum*, bis 90° bei *Gnaphalium*.

Komplizierter ist der federige Pappus gebaut. Beim Austrocknen geht er auseinander und man sieht dann, daß er aus 10—12 Teilen, besteht, wovon einen Fig. 6 zeigt. An jedem dieser Teile kann man dreierlei Stücke unterscheiden: einen unteren starken Teil, von welchem 4—8 Haare abgehen, die wieder kleine seitliche Härchen tragen. Jeder dieser drei Teile ist an der Bewegung des Öffnens und Schließens beteiligt, welche ebenfalls durch ein einseitig stärker ausgebildetes Sklerenchym hervorgerufen wird.

Der Pappus krümmt sich erstens nach außen. Diese Bewegung wird hervorgerufen im untersten Teile. Er besteht durchwegs aus starkwandigen Zellen, welche an der Unterseite stärker verdickt sind als an der Oberseite. Das Sklerenchym durchzieht den ganzen unteren Teil und setzt sich ein kleines Stück in die Haare hinein fort, bei den in der Mitte stehenden an der Unterseite, bei den seitlich stehenden ebenfalls unten, besonders aber seitlich außen. Bei Austrocknung werden sich also die mittleren nur nach unten, die seitlichen ebenfalls nach unten, stärker aber nach außen bewegen. Die dritte Bewegung vollziehen die an den Haaren sitzenden kleinen Härchen. Im imbibierten Zustande liegen sie den Haaren fast an, ausgetrocknet stehen sie nahezu rechtwinklig ab. Sie sind einfache Zellen, die ebenfalls einen antagonistischen Bau aufweisen, indem jede Zelle auf der Außenseite besonders unten stärker verdickt ist.

Aus diesem anatomischen Befunde ersieht man auch hier, daß der Bau des Pappus ein höchst zweckmäßiger ist, denn vermöge der hygroskopischen Eigenschaften, die durch den Bau des Blattes bedingt sind, legt sich der Pappus bei Befeuchtung zusammen; er hindert also die Involukralblätter nicht, sich möglichst weit nach innen zu krümmen.

Bei trockenem Wetter breitet er sich weit aus; er bietet dem Winde eine gute Angriffsfläche und, wenn das Früchtchen herausgerissen ist, für dieses einen vortrefflichen Tragapparat.

In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Ráthay hat sich also gezeigt, daß der Pappus der untersuchten Pflanzen, deren Involukralblätter sich als hygroskopisch erweisen, auch hygroskopisch ist. Die Krümmung wird ebenfalls durch Antagonismus des Gewebes ermöglicht. Sie ist bei dem federigen Pappus von *Helichrysum bracteatum* und *Gnaphalium* eine einfache Auswärtskrümmung, ähnlich der der Involukralblätter. Bei dem federigen Pappus von *Carlina* dagegen ist die Krümmung eine zusammengesetzte, indem sie nicht nur auf den untersten derben Teil beschränkt ist, sondern auch die Haare, ja sogar auch deren Verzweigungen, die kleinen seitlichen Härchen, den antagonistischen Bewegungen unterliegen.

II.

Über Pflanzenorgane, die sich infolge von Imbibition öffnen.

Als eine Merkwürdigkeit wird oft die bekannte *Anastatica hierochuntica* L. angestaunt, weil ihr vertrocknetes Zweigsystem, in Wasser gebracht, sich entfaltet und bei Austrocknung wieder schließt. Es ist also gerade die umgekehrte Erscheinung, wie sie bei unseren Kompositen zu beobachten ist. Diese schließen sich bei Wasseraufnahme und entfalten sich bei Austrocknung, jene schließen sich bei Trockenheit und öffnen sich bei Imbibition. Die Krümmungsbewegungen von *Anastatica hierochuntica* sind bereits von Leclerc du Sablon¹⁾ auf Grund des anatomischen Baues und des Chemismus erklärt worden. Es sind bei ihr die Äste des Fruchtstandes, welche bei Befeuchtung oder Wasseraufnahme durch die Wurzel auseinandergehen. Hier wird nach Leclerc du Sablon der zur Krümmung der Äste notwendige Antagonismus hervorgerufen durch verschiedene chemische Ausbildung der die Peripherie des Stengels bildenden Zellwände. Sie bestehen nämlich auf der inneren Stengelhälfte, welche also der Achse des Fruchtstandes zugekehrt ist, aus Zellulose und quellen stärker als die auf der äußeren Hälfte, welche verholzt sind.

Ähnliche Bewegungen wie bei *Anastatica hierochuntica* zeigen sich auch bei *Odontospermum pygmaeum* und *Odontospermum graveolens*, welche ich als Beispiel für die anscheinend bei Wüstpflanzen häufige, „umgekehrte“ Bewegung wählte.

¹⁾ Leclerc du Sablon, La Rose de Jéricho. Journ. de Bot. I. année, nr. 3, p. 61—62. Nach Justs Botanischem Jahresbericht, 1887, II. Bd., p. 645, Ref. 140.

Odontospermum pygmaeum O. Hoffm. (= *Asteriscus pygmaeus* Dur. et Coss.).

Die kurzstengelige Pflanze, deren Aussehen und Größe Fig. 7 zeigt, hat eine starke, holzige Wurzel. Von dem stark verkürzten Stengel gehen 6—10 Äste aus, auf welchen die sehr kurz gestielten Köpfchen sitzen.

Der scheibenförmige Fruchtboden wird umrandet von zwei Reihen eilänglicher Hüllblätter, welche die hygroskopischen Eigenschaften besitzen. Ausgetrocknet ist das Köpfchen fest geschlossen (Fig. 7), erscheint dann sehr hart und läßt sich mechanisch nur schwer öffnen. Taucht man das Köpfchen in Wasser, so öffnet es sich innerhalb fünf Minuten vollständig, in feuchter Luft nur sehr langsam (Fig. 8). Die ausgetrockneten Hüllblätter sind hart und unbiegsam. Sie schließen das Köpfchen vollständig, indem die Blätter des äußeren Kreises den Raum zwischen zwei Blättern des inneren Kreises überdecken und indem sich die Spitzen der Blättchen übereinander legen. Durch Wasseraufnahme werden die Hüllblätter weich und bewegen sich nach auswärts, so daß das Köpfchen becherförmig wird.

Wodurch kommt nun diese Bewegung zustande? Analog der Krümmung bei unseren Kompositen, wo ein Sklerenchym an der Außenseite mechanisch tätig ist, müßte man hier dem umgekehrten Vorgange entsprechend vermuten, daß das Öffnen durch ein Sklerenchym an der Innenseite verursacht wird. Die anatomische Untersuchung eines Hüllblattes zeigt, daß ebenfalls ein Sklerenchym vorhanden ist, jedoch nicht, wie erwartet, an der Innenseite, sondern in der äußeren Blatthälfte. An einem Querschnitte eines Involukralblattes sieht man ein aus mehreren Lagen ein wenig korkähnlicher Zellen bestehendes Hypoderm (Fig. 9a), das dem Blatte das graue Aussehen verleiht. Darauf folgt ein starkes Sklerenchym, welches mehr als die Hälfte des Blattes einnimmt (Fig. 9b). Es besteht aus stark verdickten, englumigen Zellen, die außen sehr klein sind, nach innen etwas größer werden. Daran schließt sich ein schwammparenchymähnliches Gewebe (Fig. 9c). Die innere Begrenzung bildet die aus einer Reihe stark verdickter Zellen bestehende Epidermis (Fig. 9d).

De Candolle,¹⁾ welcher die hygroskopischen Eigenschaften und die Anatomie dieser „Hüllschuppen“ beschrieben hat, unterscheidet im Sklerenchym einen gelblich gefärbten und einen farblosen Teil. Dieser letztere zeige dieselben Streckungserscheinungen wie die Pflanze selbst, während der gelblich gefärbte Teil und das parenchymatische Gewebe sich vollständig als reaktionslos erweisen. Auch die isolierten farblosen Fasern zeigen dieselbe Erscheinung, und zwar die dem Parenchym zunächst liegenden stärker als die an den gelben „Bastteil“ grenzenden.

¹⁾ M. C. de Candolle, Propriétés hygroskopiques de l'*Asteriscus pygmaeus*. Arch. des scienc. phys. et nat. Genève. t. XV. p. 885—588. Justs Botanischer Jahresb. 1896. II. p. 41.

Diese Behauptung De Candolles, daß das Sklerenchym sich bei Imbibition nicht in allen seinen Teilen gleich verhalte, läßt sich auch bestätigen durch Messungen, die man mit radialen Blattlängsschnitten vor und nach der Imbibition ausführt. Es zeigt sich tatsächlich, daß sich das Sklerenchym bei Imbibition verschieden stark ausdehnt. Die inneren farblosen Zellen verlängern sich um etwa 20%, die äußeren verholzten nur um etwa 3%, sind also nicht ganz reaktionslos. Ein Längsstreifen ist, vollständig ausgetrocknet, nach innen gekrümmt, so daß die innere Epidermis die Konkavseite bildet. Bei Imbibition streckt sich der Streifen zuerst gerade und krümmt sich dann noch nach der anderen Seite, so daß die frühere Konkavseite zur Konvexseite wird.

Die eigentliche Ursache (auf welche De Candolle nicht eingeht), warum sich der farblose Teil stärker ausdehnt als der „gelbgefärbte“, liegt in dem verschiedenen chemischen Verhalten dieser beiden Teile. Der äußere Teil (Fig. 9b₁), welcher aus kleinen, stark verdickten Zellen besteht, erweist sich als verholzt, während die Zellen der inneren Hälfte (Fig. 9b₂) Zellulosereaktion geben. Die aus einer Lage von Zellen gebildete innere Epidermis besteht ebenfalls aus Zellulose. Schon aus diesem Befunde könnte man ohne weitere Messungen auf ein ungleiches Verhalten des Sklerenchyms bei Imbibition schließen. Denn aus nahezu reiner Zellulose bestehende Zellwände vermögen stärker zu quellen als verholzte Zellen. Da sich also die innere Hälfte des Sklerenchyms stärker ausdehnt als die äußere, ist der zur Krümmung notwendige Antagonismus im Sklerenchym selbst gegeben.

Auch die innere Epidermis, welche, aus Zellulose bestehend, sich stark verlängert, dürfte bei der Krümmungsbewegung der Hüllblätter fördernd mitwirken. Das Sklerenchym ist jedoch allein schon imstande, die Bewegung fast ebenso stark zu vollführen, wovon man sich dadurch überzeugen kann, daß man die Epidermis entfernt und dann Messungen macht. Das Sklerenchym, welches also die Krümmung verursacht, erstreckt sich durch das ganze Blatt bis an die Spitze. In der oberen Hälfte werden die Zellen des Sklerenchyms und der Epidermis immer weitlumiger.

Die Differenzierung in verholzte und Zellulose-Zellen besteht jedoch in der ganzen Ausdehnung des Sklerenchyms. Daher vollzieht sich auch die Bewegung längs des ganzen Blattes.

Wenn ein Köpfchen von *Odontospermum pygmaeum* befeuchtet wird, wird das Wasser rasch aufgesaugt und in das anstoßende Sklerenchym weitergeleitet. Es kommt zur Quellung des Sklerenchyms sowohl nach der Breite als besonders in die Länge, weil die Zellen spindelförmig sind. Die Zellen der inneren Hälfte strecken sich bedeutend stärker als die der äußeren Hälfte: es kommt zur Geradestreckung des im trockenen Zustande nach innen gekrümmten Involukralblattes; die Bewegung geht noch über die Geradestreckung hinaus bis zu einer Auswärtskrümmung. Beim Austrocknen tritt der umgekehrte Fall ein, daß sich die Zellulose-

zellen mehr verkürzen als die äußeren; es kommt zur Bewegung nach innen und zum Schließen des Köpfchens.

Ebenso wie *Odontospermum pygmaeum* verhält sich eine andere Spezies:

Odontospermum graveolens Sch. Bip.

Die ziemlich kräftige Pflanze ist reichlich verästelt, die Internodien sind lang und aufrecht abstehend. Die Hüllblätter sind denen von *O. pygmaeum* sehr ähnlich, aber morphologisch und anatomisch doch etwas abweichend. Die Spitzen der elliptischen Blätter sind nicht so derb und besonders bei alten Köpfchen zerschlitzt. Auch hier finden wir als Ursache der Krümmungsfähigkeit wieder den Unterschied in der chemischen Zusammensetzung des Sklerenchyms. Dieses reicht nur bis etwas über die Mitte des Blattes hinaus. Es besteht aus bedeutend größeren elliptischen Zellen, welche durch zahlreiche starke Porenkanäle miteinander kommunizieren. Die Grenze zwischen verholztem und Zellulose-Sklerenchym ist hier nicht so scharf. Die innere Epidermis besteht aus großen elliptischen Zellen, welche mit ihrer Breitseite aneinanderstoßen. Sie löst sich im unteren Blatteile häufig vom Parenchym los, wahrscheinlich infolge wiederholter starker Krümmungen. In der oberen Hälfte des Blattes liegt sie jedoch fest an und ihre Zellwände sind fast bis zur Spitze stark verdickt, während das Sklerenchym schon früher an Mächtigkeit nachgelassen hat. Die Krümmungsbewegung wird also im unteren Teile nur durch das Sklerenchym, im mittleren, wo die Epidermis fest anliegt, auch durch diese vermöge ihrer vorzüglichen Quellbarkeit (die Verlängerung bei Imbibition beträgt bis 30%) hervorgebracht.

Die beiden *Odontospermum*-Arten sind Vertreter der Wüstenflora und ihre hygroscopischen Eigenschaften, welche sich dadurch äußern, daß sich das Köpfchen bei Regen öffnet und bei trockenem Wetter schließt, sind den Lebensbedingungen in der Wüste vollkommen entsprechend. Würden die Pflanzen auch bei trockenem Wetter die Involukren geöffnet halten, so würden die Früchtchen durch den Wind in den trockenen Sand gestreut und kämen in ungünstige Keimungsverhältnisse. Durch die hygroscopische Einrichtung öffnen sich die Köpfchen nur bei Regen, durch den nun die Früchtchen herausgeschwemmt werden; sie können, auf den Boden gelangt, sofort keimen und bevor wieder die Trockenzeit anbricht, ist die Pflanze bereits so weit erwachsen, daß ihr die Trockenheit nichts mehr schadet.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit wurden zunächst Krümmungsbewegungen solcher Organe besprochen, die sich infolge von Imbibition schließen. Dabei wurden Involukralblätter und Pappus-

bildungen in Betracht gezogen, und zwar von *Carlina acaulis* L. und *C. vulgaris* L., einigen *Gnaphalium*-Arten und *Helichrysum bracteatum*, Willd. Alle diese Krümmungsbewegungen sind einander sehr ähnlich.

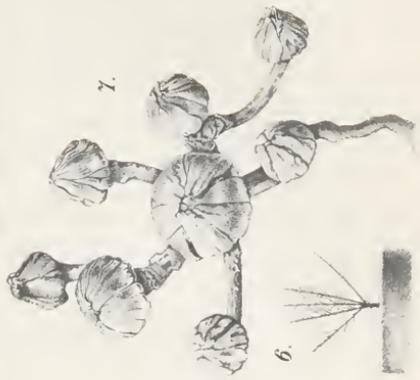
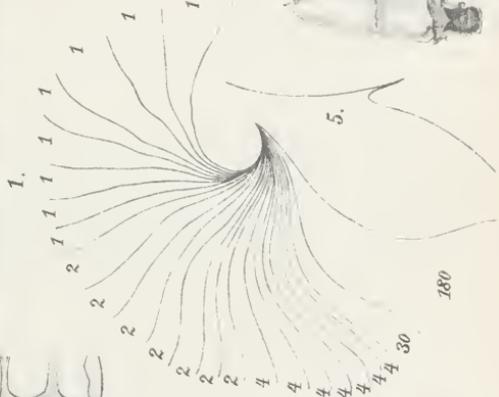
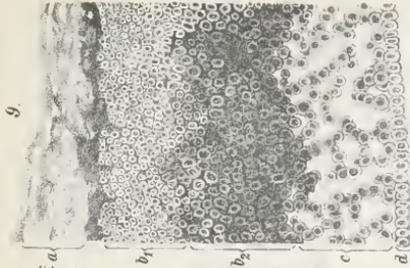
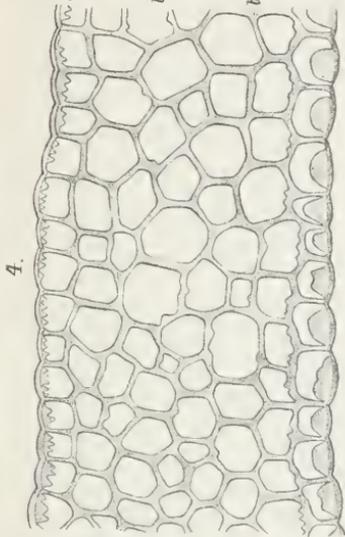
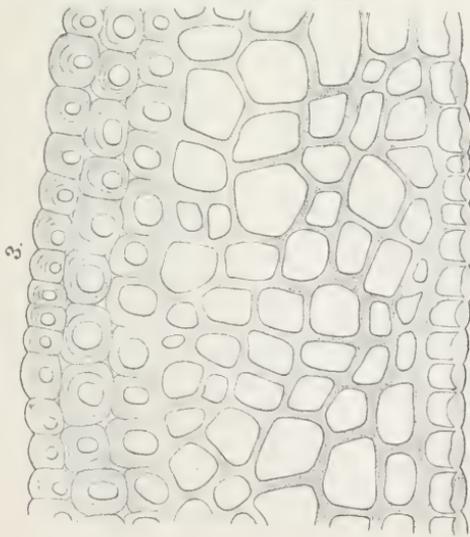
Die untersuchten, mehr oder weniger strohartigen Involukralblätter der genannten Pflanzen haben die Eigenschaft, bei Wasseraufnahme sich nach innen, bei Wasserabgabe sich nach außen zu krümmen. Diese Krümmung wird ermöglicht durch antagonistischen Bau der Blätter, indem bei allen an der Außenseite ein Sklerenchym auftritt, an der Innenseite dagegen nicht. Das Sklerenchym ist entweder auf eine kleine Zone beschränkt, wie bei *Helichrysum bracteatum*, dann vollzieht sich die Bewegung gelenkartig, oder es erstreckt sich über einen großen Teil des Blattes, welcher die Krümmung vollführt, wie bei *Carlina* und *Gnaphalium*.

In Übereinstimmung mit der Vermutung von Ráthay, daß bei Kompositen mit hygroskopischen Involukralblättern auch der Pappus hygroskopisch sei, konnte die Hygroskopizität desselben bei den untersuchten heimischen Pflanzen nachgewiesen werden. Bei *Helichrysum* und *Gnaphalium* ist die Bewegung eine einfache Auswärtskrümmung, bei *Carlina* ist sie jedoch eine komplizierte, indem nicht nur der unterste derbe Teil, sondern auch die Haare, ja sogar deren Verzweigungen, die kleinsten Härchen, der Krümmung unterliegen. Auch hier hat es sich gezeigt, daß die Bewegung des Pappus im engsten Zusammenhange steht mit seinem anatomischen Baue.

Außerdem wurden noch durch Imbibition sich öffnende Pflanzenorgane der Untersuchung unterzogen. Bei *Odontospermum pygmaeum* O. Hoffm. und *Odontospermum graveolens* Sch. Bip. wurde ebenfalls ein Sklerenchym vorgefunden, welches die Bewegung ermöglicht, aber nicht wie bei den früheren Fällen durch Vermittlung einer antagonistisch anatomischen, sondern einer antagonistisch-chemischen Ausbildung. Das Sklerenchym erscheint nämlich an der morphologischen Oberseite nur aus Zellulosewänden gebildet, während die darunterliegende Partie verholzte Zellwände besitzt. Diese Beobachtungen stimmen mit denen von Leclerc du Sablon insofern überein, als die Bewegung bei *Odontospermum* im selben Sinne erfolgt und durch dieselben chemischen Unterschiede im Sklerenchym bedingt ist, wie bei der von Leclerc du Sablon untersuchten *Anastatica hierochuntica*.

Bei den untersuchten Fällen von hygroskopischen Krümmungsbewegungen hat sich also gezeigt, daß die Bewegungen bedingt sind entweder durch antagonistisch anatomischen Bau der Organe oder durch antagonistisch chemische Ausbildung der Zellwände.

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. H. Molisch für die vielfachen Anregungen, die er mir bei dieser Arbeit zuteil werden ließ, meinen innigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn



THE HISTORY
OF THE
REIGN OF CHARLES

Privatdozent Dr. O. Richter danke ich vielmals für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse sowie für die Ausführung der Photographien.

Erklärung der Tafel IV.

Fig. 1. Stellungen eines Involukralblattes von *Carlina acaulis* L. bei der Imbibition. Die Zahlen bedeuten die Zeit in Minuten, während welcher ein Blatt in die nächste Stellung übergeht.

Fig. 2. Ein Involukralblatt von *Helichrysum bracteatum*. Unterseite. Wenig vergrößert.

Fig. 3 und 4. Querschnitte durch ein solches Blatt. Vergrößerung 260.

Fig. 3. Durch das „Gelenk“.

Fig. 4. Durch den oberen Teil.

Fig. 5. Stellungen eines ausgetrockneten und eines imbibierten Blattes von *Helichrysum bracteatum*.

Fig. 6. Ein Teil des Pappus von *Carlina acaulis*, ausgetrocknet. Natürliche Größe.

Fig. 7 und 8. Köpfchen von *Odontospermum pygmaeum*. Natürliche Größe.

Fig. 7. Ausgetrocknet.

Fig. 8. Imbibiert.

Fig. 9. Querschnitt durch ein Involukralblatt von *Odontospermum pygmaeum*. Mit Chlorzinkjod behandelt. Vergrößerung 150.

Vorarbeiten zu einer Flechtenflora Dalmatiens.

Von Dr. A. Zahlbruckner (Wien).

IV.

(Mit 1 Abbildung.)

(Schluß.¹⁾)

Lecanoraceae.

Lecanora subfusca (L.) Ach. var. *glabrata* Ach.; A. Zahlbr., Vorarb. III.

Biokovo-planina, in den Dolinen unterhalb des Troglav, ca. 1400 m ü. d. M., an *Fagus* (Baumgartner).

Lecanora chlorona (Nyl.) Ach.; A. Zahlbr., Vorarb. I, Nr. 120.

Bocche di Cattaro: bei Lustica, an Ölbäumen (Vierhapper).

320. *Lecanora polytropa* (Ehrb.) Schaer.

var. *calciseda* A. Zahlbr. nov. var.

Thallus crassus, usque 3 mm altus, tartareus, areolato-rimosus, areolis majusculis, glaucescenti-flavidus, KHO lutescens, Ca Cl₂ O₂ non tinctus, in margine sublobatus et linea tenui plumbeo-nigricante cinctus, medulla crassa alba, J—, Apothecia planiuscula vel convexuscula, plus minus confluentia, pallide testacea. Pycnoconidia bene curvata vel hamata, 21—30 μ longa et ad 1.5 μ lata.

An Kalkfelsen bei Pola (Stockert Nr. 171).

¹⁾ Vergl. Nr. 1, S. 19.

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: 1907

Band/Volume: [057](#)

Autor(en)/Author(s): Kleiner Otto

Artikel/Article: [Über hygroskopische Krümmungsbewegungen bei Kompositen. 58-65](#)