FLORA.

60. Jahrgang.

№ 31. **Regensburg, 1. November** **1877.**

Inhalt. Friedrich Müller: Untersuchungen über die Struktur einiger Arten von Elatine. — Anzeigen.

Beilage. Tafel VII.

Untersuchungen über die Struktur einiger Arten von *Elatine*.

Von Friedrich Müller aus Göttingen.

(Mit Tafel VII.)

Die von Linné aufgestellten Genera *Elatine* und *Bergia* wurden von Jussieu den *Caryophylleen* eingereiht; Autor der Familie der *Elatineen* ist Cambessèdes.[1]) Als dieser Forscher die Elatineen von den Caryophylleen trennte, machte er gleichzeitig darauf aufmerksam, dass sie aus mancherlei Gründen sich den Hypericineen anreihen lassen, dass sie gewissermassen einen Uebergang von den Cariophylleen zu den Hypericineen darstellen. Nicht alle späteren Forscher schlossen sich dieser Ansicht an. So stellte Bartling[2]) die Elatineen wegen der eiweisslosen Samen und der axenständigen Placenten zu den Lythrarieen. Vergleicht man aber die Insertion des Kelchs und der Blumenkrone beider Familien und beachtet, dass bei den Lythrarieen der Kelch röhrig

1) Cambessèdes, Mémoires du museum d'histoire naturelle. Pag. 225. Bd. XVIII.

2) Bartling, Ordines naturales plantarum. Pag. 317.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0487-0

und dass die meist zahlreichen Staubgefässe in diese Röhre eingefügt sind, bedenkt man ferner, dass die Elatineen einen mehr oder weniger gekrümmten Embryo mit langem Würzelchen, die Lythrarieen aber einen stets orthotropen Embryo mit kurzem Würzelchen haben, so muss man folgern, dass die Lythrarieen nicht die nächsten Verwandten der Elatineen sein können. Fenzl hat es versucht die Elatineen in die unmittelbare Nähe der Crassulaceen zu bringen; aber die Insertion des Kelchs und der Krone, der eiweisshaltige Samen und vor allem die Bildung des Fruchtknotens — die ja bei den Crassulaceen an die Ranunculaceen erinnert — machen die Verwandtschaft zwischen Elatineen und Crassulaceen zweifelhaft. Grisebach[1]) fasst die Elatineen mit den Hypericineen, Salicineen und mehreren nicht einheimischen Familien als Nexus der Guttiferen auf. Eichler[2]) endlich behandelt sie im Anschluss an Fenzl nebst den Crassulaceen, Saxifragaceen und Ribesiaceen in der Reihe der Saxifragineae.

Die Familie der Elatineen bestand nach Cambessèdes aus den Gattungen Elatine, Bergia und Merimea. Endlicher[3]) führt bei den Elatinen noch als „genus dubium" die Gattung Tridia auf. Es stellte sich jedoch später heraus, dass alle Species der Elatineen entweder zu Elatine oder zu Bergia zu zählen seien und dass sonstige noch aufgestellte Gattungen gar nicht den Elatineen angehörten. Le Maout et Décaisne[4]) sind neuerdings wohl die einzigen Forscher, welche nicht nur die Gattung Merimea beibehalten, sondern auch den Elatineen das Genus Anatropa Ehrenb. einreihen wollen. — Da die beiden Genera Elatine und Bergia nun einst durch Linné nur wegen der verschiedenen Anzahl der Staubblätter und Griffel als zwei ganz gesonderte Gattungen behandelt waren, und da die Zahlenverhältnisse dieser Blattkreise auch nicht innerhalb der Gattung Elatine constant sind, so glaubten Meyer und Fischer[5]) sowohl, als auch Wight und Arnott[6]) bei den sonstigen Uebereinstimmungen beider Gattungen diese künstliche Trennung verwerfen zu können. Meyer und Fischer schlagen vor, die Familie der Elatineen in drei

1) Grisebach, Grundriss der system. Botanik. Pag. 90.
2) Eichler, Syllabus der Vorles. über Phanerogamenkunde. Kiel 76.
3) Endlicher, Genera plantarum. Pag. 1036.
4) Le Maout et Décaisne, Traité général de botanique. Paris 1868. Pag. 435—36.
5) Linnaea X. Pag. 169.
6) Wight und Arnott, Prodomus florae peninsulae Indiae orientalis.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0488-6

Gruppen zu zerlegen: Typus der ersten Gruppe ist *Elatine Hydropiper*, ihr schliessen sich *Crypta minima* und die übrigen als Elatine beschriebenen Species an; die zweite Gruppe bilden *El. Alsinastrum* und *Bergia verticellata;* zur dritten Gruppe endlich gehören die übrigen Bergien nebst Merimea. Wight[1]) hat sich später doch überzeugt, dass Elatine und Bergia zu trennen seien und führt nun zwei von ihm und Arnott beschriebene Species als Bergien ein. Wenn nun schon Endlicher bei der Charakteristik der beiden Gattungen unter anderem auch die Verschiedenheit des Fruchtknotenbaues hervorgehoben hatte, so legte Fenzl hierauf das Hauptgewicht: bei Elatine soll beim Aufspringen der Frucht die centrale Säule von der Spitze bis zur Basis zwischen den Placenten breit geflügelt stehen bleiben, bei Bergia soll diese Säule nach dem Aufspringen der Frucht nur an der Basis oder gar nicht geflügelt sein. Wenn diese Regel auch für die Mehrzahl der Species gültig ist, so erleidet sie doch einige Ausnahmen; Bentham und Hooker haben daher neuerdings die Unterscheidungsmerkmale beider Gattungen in der Form und Structur der Kelchzipfel und des Fruchtknotens gefunden.

Durch eine Monographie der Gattung Elatine hat dann Seubert[2]) deren Species genau characterisirt; nachdem er zwei Species, *Elatine texana* und *El. luxurians* als Bergien erkannt und ausgeschieden hat, theilt er die übrigen Species in drei Sectionen: Crypta (Blätter gegenständig; Blumenkronblätter und Staubblätter in gleicher Anzahl), Elatinella (Blätter gegenständig; doppelt so viel Staubblätter als Blumenkronblätter) und Potamopithys (Blätter wirtelständig). Auch ist es wohl Seubert, welcher bei *El. Alsinastrum* zuerst darauf hingewiesen hat, dass der innere Bau dieser Pflanze, wie ihn uns ein Querschnitt erkennen lässt, von dem normalen Bau der übrigen Dicotylen abweicht.[3])

Durch Herrn Professor Reinke auf den abweichenden anatomischen Bau der Elatineen aufmerksam gemacht, unternahm ich es, das in der Sammlung des hiesigen pflanzen-physiologischen Instituts aufbewahrte, von Herrn Professor Buchenau in Bremen gütigst übermittelte Spiritusmaterial von Elatine unter der Anleitung meines verehrten Lehrers anatomisch zu unter-

1) Wight, Illustrations of Indian botany. Madras 1840.

2) Seubert, Elatinarum monographia in den Verhandlungen der kais. leopold.-carol. Akademie der Naturforscher. Band XXI. Pag. 35 ff. Tab. II—V.

3) Seubert, l. c. Pag. 57. Tab. V. Fig. 6.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0489-4

suchen. Die Resultate dieser Untersuchung sind der Gegenstand dieser Arbeit.

Das vorliegende Spiritusmaterial beschränkte sich auf Exemplare von *El. Alsinastrum*, *El. Hydropiper* und *El. hexandra*. Da an ihnen alle Pflanzentheile noch erhalten waren, so konnten diese drei Species nach allen Beziehungen hin genau untersucht werden. Herr Hofrath Grisebach stellte mir noch Herbarium-Exemplare von *El. triandra*, *El. macropoda*, *El. campylosperma* sowie von einer vom genannten Herrn als *El. macrophylla* beschriebenen, noch nicht veröffentlichten, Species aus Peru zur Verfügung. An ihnen konnte constatirt werden, dass ihr anatomischer Bau im wesentlichen mit dem von *El. Hydropiper* übereinstimmt. Der Güte desselben Herrn verdanke ich ferner Herbarium-Exemplare mehrerer Bergien; sie gaben bei der Untersuchung Aufschluss über den Bau ihres Stengels und konnten in dieser Beziehung einer Vergleichung mit Elatine unterzogen werden.

Der Stengel von *Elatine Alsinastrum* hat wirtelständige, sitzende Blätter in deren Achseln die ungestielten Blüthen sich vorfinden. An dem unteren Theil des Stengels tragen die Knoten 9 bis 12 Blätter und äusserst vereinzelte Blüthen, während die höheren Knoten 5, 4 oder meist 3 Blätter und drei Blüthen aufweisen. Gleichen sich die Zahlen der Blätter zweier auf einander folgender Quirle, so stehen die Blüthen der beiden Quirle alternierend. — Da der Stengel eine cylindrische Gestalt hat, so erscheint sein Querschnitt annähernd kreisrund. Abgesehen von der nach aussen schwach cuticularisirten, haarlosen Epidermis kann man an der Rinde von *El. Alsinastrum* drei Theile unterscheiden: einen peripheren, einen mittleren und einen inneren Theil. Der erstere besteht aus zwei Lagen polyedrischer Zellen; die Zellen der äusseren Lage gränzen unmittelbar an die Epidermis zeigen auf dem Querschnitt in der Richtung des Radius die grösste Ausdehnung und übertreffen alle anderen Zellen des Gewebes durch ihre Grösse. Mit der anderen Zell-Lage schliesst der periphere Theil der Rinde ab; ihre polyedrischen Zellen tragen zur Bildung der Wandung der Lufthöhlen bei. — Wenngleich der mittlere Theil der Rinde den bei weitem grössten Raum einnimmt, so ist die Masse seines Gewebes doch nur sehr gering, da hier im Kreise 11—15 Lufthöhlen auftreten, welche sich durch das ganze Internodium verbreiten. Die Lufthöhlen, welche sich nach dem Centrum zu verschmälern, zeigen eine eiförmige Ge-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0490-8

stalt und sind durch Gewebeplatten von einander getrennt. Diese Platten bestehen aus einer einzigen verticalen Zellschicht; auf dem Querschnitt wechselt ihre Länge in Richtung des Radius zwischen 7 und 9 Zellen. In den Stengelknoten, wo die Blattspuren und Wurzelstränge ein- und auslaufen, ist der Stengel massiv; an die Stelle der Lufthöhlen ist Zellgewebe getreten. — Der innere Theil der Rinde ist aus 2—3 Zell-Lagen zusammengesetzt. Die äussere Lage, welche an die Lufthöhlen gränzt und durch die Platten mit dem peripheren Rindentheil in Verbindung steht, ist an Grösse der Zellen die bedeutendere. Die innerste Lage der Rinde gibt sich durch die Wellung der radialen Wände der Zellen, durch den sog. Caspary'schen Punkt, durch eine tiefere Färbung und dadurch, dass ihre Zellen in Richtung des Radius den kleinsten Durchmesser zeigen, als eine Schutzscheide zu erkennen. Diese Schutzscheide ist als ein Hohlcylinder aufzufassen welcher den ganzen Stengel mit seinen einzelnen Theilen durchsetzt. Sie schliesst den centralen Theil der Pflanze ein, welcher aus Gefässen und Parenchymzellen sich zusammensetzt und ist nur in den Knoten von den Gefäss-Strängen der Wurzel, Blätter und Blüthen durchbrochen. Innerhalb der Schutzscheide heben sich bei starker Vergrösserung eine Anzahl Gefässe, die in einem Kreis angeordnet sind und oben im Internodium innerhalb dieses Kreises noch Gruppen unterscheiden lassen, von dem übrigen Gewebe ab (Taf. VII. Fig. 1). Auf Längsschnitten erkennt man abrollbare Spiral- und Ringgefässe. Nach der Analogie der übrigen Dicotylen erwartet man im Centrum des Stengels ein Mark anzutreffen; indessen Querschnitte sowohl wie Längsschnitte lassen im Internodium einen Unterschied der im Centrum befindlichen Zellen, von denen welche zwischen den Gefässen liegen, nicht erkennen, da auch die centralen Zellen lückenlos an einander gränzen. Ob diese centralen Zellen also, wie die kaum zu erkennenden Bast- und Siebgefässe, als ein dem Gefässbündel angehöriges Gewebe (etwa als Cambiform zu bezeichnen), oder als ein dem Mark gleichwerthiges aufgefasst werden müssen, lässt sich bei den Schnitten im Internodium nicht entscheiden. Anders aber ist es bei solchen Schnitten, die durch den Knoten gelegt sind; denn hier erweitern sich die centralen Parenchymzellen und lassen lufterfüllte Intercellulargänge erkennen wie sie das Mark dicotyler Pflanzen zusammen zu setzen pflegen.

Während die Blattquirle bei *El. Alsinastrum* mehrblättrig sind, stehen in den Stengelknoten aller andern bekannten Species

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0491-4

von Elatine die Blätter zu zwei und zwar decussiert; bei einigen Species sind sie gestielt, bei anderen nicht. Die gestielten oder ungestielten Blüthen finden sich in den Blattachseln. — Ein Querschnitt des Stengels von *El. Hydropiper* zeigt im wesentlichen denselben anatomischen Bau wie *El. Alsinastrum*: einen centralen Vibrovasalcylinder und eine Rinde mit grossen Lufthöhlen. Abgesehen von einer sehr grosszelligen, schwach cuticularisirten, haarlosen Epidermis, besteht der periphere Theil der Rinde nur aus einer einzigen Zell-Lage. Die zwischen den Lufthöhlen stehenden Platten lassen in radialer Richtung 6—7 Zellen erkennen. Der innere Rindentheil besteht aus einer oder zwei Zellschichten, so dass die Gewebeplatten, welche den äusseren und inneren Rindentheil verbinden oft bis an die Schutzscheide gränzen. Innerhalb der Schutzscheide findet man auch hier die Gefässe in einen Kreis gestellt, und unmittelbar unter dem Blattwirtel kann man noch wahrnehmen, dass sie den beiden Blättern entsprechend in zwei Gruppen sich ordnen. Von einem Mark kann bei *El. Hydropiper* wohl nicht die Rede sein; denn weder Querschnitte im Internodium, noch solche durch den Knoten lassen einen Unterschied der Parenchymzellen innerhalb des Kreises der Gefässe von denen, welche zwischen den Gefässen und der Schutzscheide sich befinden, erkennen. Intercellularräume sieht man auch im Knoten nicht. — Der Stengel von *El. hexandra*, die sich in ihren Blüthentheilen wesentlich von *El. Hydropiper* unterscheidet, ist genau ebenso zusammengesetzt wie der Stengel von *El. Hydropiper*; der einzige bemerkenswerthe Unterschied liegt vielleicht darin, dass die Zellen der inneren Rindenschicht auf dem Querschnitt nicht so sehr, wie es bei *El. Hydropiper* der Fall ist, polyedrisch, sondern mehr abgerundet erscheinen. Alle übrigen Species von Elatine, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren im Bau ihres Stengels nach dem Typus von *El. Hydropiper* zusammengesetzt; alle zeigten auf dem Querschnitt jene Wagenrad ähnliche Gestalt.

Es steht somit fest, dass der Bau des Stengels des Genus Elatine von dem normalen Bau der Dicotylen abweicht und sich durch den von seiner Schutzscheide umgebenen centralen Fibrovasalcylinder und die Lufthöhlen eng an Hippuris, Myriophyllum u. s. w. anschliesst. Die hieraus sich zunächst ergebende morphologische Aufgabe ist nun die, zu bestimmen ob dieser centrale Fibrovasalcylinder als eine stammeigene Bildung, an welche das Skelett der Blätter sich seitlich ansetzt, aufzufassen sei, oder ob

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0492-0

dieser centrale Cylinder ausschliesslich durch vereinigte Blattspuren gebildet werde, oder endlich ob Blattspuren und stammeigene Elemente zusammenwirkend denselben aufbauen. Um zu constatiren ob eine Pflanze einen stammeigenen Fibrovasalcylinder besitzt, hat man gewöhnlich die jüngsten Theile der Pflanzen beobachtet, indem man namentlich Längsschnitte durch den Vegetationspunkt untersuchte. Da an dem zu Gebote stehenden Spiritusmaterial aber bereits alle Sprosse bis oben hinauf Blüthenanlagen entwickelt hatten, so waren die Vegetationspunkte für den Gefässbündel-Verlauf nicht deutlich, und es konnte dieser Weg nicht zum Ziele führen. Es blieb daher kein anderer Ausweg als den Verlauf der aus den Blättern in den Stengel einlenkenden Gefässgruppen zu verfolgen und aus der hierbei sich ergebenden Zusammensetzung des centralen Fibrovasal-Cylinders auf dessen morphologischen Werth zu schliessen.

Da die in Betracht kommenden Verhältnisse für die Species, deren Wirtel nur zwei gegenständige Blätter haben, am einfachsten erscheinen, so sollen sie an *El. Hydropiper* zunächst dargestellt werden. Die Gefässgruppen dieser Species, welche die Blattspuren andeuten, verlaufen beim Eintritt in den Stengel in dessen Gewebe in einer horizontalen Ebene bis sie, im rechten Winkel sich biegend, parallel der Axe des Stengels nach abwärts laufen. Sobald sie in die Rinde des Stengels eingetreten sind, theilen sich ihre Gefässe in zwei Hälften und weichen, nach links und rechts sich wendend, allmählig auseinander; jedoch verbleiben sie annähernd in derselben Horizontalebene bis sie die beiden Hälften der Stränge des gegenüberstehenden Blattes, die ebenfalls durch Theilung der Blattspur hervorgegangen sind, treffen. Mit diesen vereinigen sie sich und verlaufen nun im Stengel abwärts durch das ganze folgende Internodium bis sie im nächsten Knoten, da die Blätter zweier aufeinander folgenden Wirtel alternieren, genau auf die eintretenden nächst älteren Blattspuren treffen (Fig. 3). Hier angekommen legen sie sich den älteren Blattspuren an und reichen nicht über diesen Knoten hinaus. Hieraus geht hervor, dass die Blattspuren nicht in derselben Verticalebene, in welcher der Mittelnerv des Blattes zur Axe des Stengels steht, im Stengel abwärts laufen, sondern dass die beiden Theile derselben, nachdem sie diametral im Stengel sich gegenüberstehen, in zwei Ebenen, die um 90° von jener Ebene gedreht sind, den Stengel durchsetzen. Daraus nun, dass auf Querschnitten, die unmittelbar unter einem Knoten geführt sind, die Gefässe noch deutlich zwei

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0493-6

halbkreisförmige Gruppen und nur diese zeigen, die dann weiter unten im Internodium mehr oder weniger zu einem Kreise verschmelzen, muss man schliessen, dass stammeigene Gefässe nicht vorhanden sein können. Auch in Kali mazerierte Exemplare zeigten bei Anwendung eines leichten Druckes zur Evidenz, dass sämmtliche Gefässe eines Internodiums nach oben in die Blattstiele einbiegen. Genau so wie bei *El. Hydropiper* verhalten sich die Blattspuren der übrigen Species mit zweiblättrigen Quirlen. Wie aber liegen die Verhältnisse bei *El. Alsinastrum?* Betrachtet man zunächst Querschnitte, welche durch den oberen Theil eines Stengels, wo die Wirtel drei Blätter zählen, gelegt sind, so wird man finden, dass sich *El. Alsinastrum* den übrigen Species ganz analog verhält (Fig. 4). Sobald die Blattspuren in die Rinde des Stengels getreten sind, theilen sie sich in zwei Stränge, und diese verlaufen in der Eintrittsebene bis sie die Hälften der Blattspuren der benachbarten Blätter erreichen. Dort wo die Vereinigung stattfindet, biegen sie rechtwinklich nach unten und verlaufen parallel der Längsaxe des Stengels. Die Blattspuren verlaufen also bei *El. Alsinastrum* nicht in der Verticalebene, welche die Mittelrippe des Blattes mit der Stengelaxe bildet, sondern in den Internodien, deren Knoten drei Blätter tragen, in einer um 60° gedrehten Ebene. Auch bei dieser Species reichen die Blattspuren nur durch das nächst untere Internodium; indem sie im nächst älteren Wirtel aufhören, legen sie sich den dort eintretenden älteren Gefässen an. Von stammeigenen Fibrovasalsträngen kann auch bei dieser Species nicht die Rede sein. Untersucht man nun Querschnitte, die im unteren Theil des Stengels geführt sind, wo die Quirle 8 und mehr Blätter tragen, so will es auf den ersten Blick erscheinen, als wäre hier der Verlauf der Blattspuren im Stengel ein abweichender (Fig. 5). Die in den Stengel eintretenden Blattspuren theilen sich nämlich nicht, sondern sobald sie weit genug im Stengel eingedrungen sind, machen sie eine kleine Biegung nach rechts oder links, um sich dann mit der Blattspur des benachbarten Blattes senkrecht nach unten zu wenden und das folgende Internodium zu durchsetzen. Bei einer genaueren Beobachtung aber wird man bemerken, dass meist je zwei Blattspuren in der Rinde des Stengels unter sich genähert sind. Und trotz dieser Nähe vereinigen sich diese beiden nicht, sondern während die eine nach rechts umbiegt und mit einem andern Strang nach unten verläuft, wendet sich die andere nach links. Es liegt daher nahe zu schliessen, dass zwei solcher

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0494-2

benachbarter Blattspuren in einem Knoten mit vielen Blättern aequivalent sind einer Blattspur aus einem Internodium mit drei Blättern; dass folglich auch die grössere Anzahl der Blätter in den unteren Blattwirteln mit auf Dedoublement in horizontaler Richtung beruht.

Die Untersuchung des Stengels ergiebt also als Resultat, dass ausschliesslich Blattspuren den centralen Fibrovasal-Cylinder der Elatinearten aufbauen. In den Knoten von *El. Alsinastrum* zeigt die peripherische Anordnung der Gefässgruppen um ein mit Intercellularräumen versehenes Mark herum eine unabweisliche Uebereinstimmung mit dem normalen Gefässbündel-Hohlcylinder der Dicotylen, während in den Internodien die Markzellen ein cambiformartiges Aussehen annehmen, womit der einfacher gebaute Stengel der übrigen Elatinearten übereinstimmt. Auch diese Formen verläugnen ihre morphologische Zugehörigkeit zum normalen Dicotylen-Typus trotz der scheinbar grossen Abweichungen nicht, wenn man sie mit dem von Russow[1]) so glücklich gewählten Ausdruck als contrahirte Gefässbündel bezeichnet und dem von diesem Autor aufgestellten „Axenstrang-Typus" einreiht.

Selbst wenn an jungen, noch nicht blühenden Sprossen von Elatinen eine centrale Cambium-Säule über den Ansatz der höchsten Blattspuren hinaus in die Vegetations-Spitze hinein sich verfolgen liesse, selbst dann würde die hier vertretene Auffassung keine Modification zu erleiden brauchen. Denn dieses letztere Moment fällt da, wo es sich um die Bestimmung handelt, ob ein Strangsystem stammeigen ist oder nicht, sicherlich nicht schwerer ins Gewicht als der Verfolg der fertigen histologischen Gebilde, auf welche die in vorstehendem gegebene Deutung sich stützt. Es würde daraus nur gefolgert werden dürfen, dass der untere, dem Stengel-Internodium angehörende Schenkel einer Blattspur im cambialen Zustande eher angelegt wird, als derjenige Schenkel, welcher in das Blatt ausbiegt.

Da nun die Elatinen den Bergien so nahe verwandt sind, dass früher mehrere Species von einigen Forschern als Elatinen, von anderen als Bergien angesehen wurden, so lag es nahe auch den Bau des Stengels der Bergien zur Vergleichung zu untersuchen. Der Querschnitt eines jungen Theiles des Stengels von *Bergia texana* aber lässt folgendes erkennen: Die Epidermis ist stark

1) Russow, Betrachtung über das Leitbündel- und Grundgewebe. Dorpat 1875.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0495-8

cuticularisiert und treibt mehrzellige Trichome. Die Rinde ist aus polyedrischen Zellen zusammengesetzt. Weiter nach dem Centrum vorschreitend stösst man auf das kleinzellige Cambium; zwischen letzterem und einem grosszelligen Marke nehmen die Gefässe den Raum ein. Querschnitte, die durch verholzte Theile einer Bergia gemacht werden, zeigen, dass die unter sich gleich grossen Gefässe in Richtung der Radien angeordnet sind, und lassen ein secundäres Dickenwachsthum durch centripetale Umwandlung von Cambiumzellen in Holzzellen und Holzgefässe in voller Uebereinstimmung mit dem normalen Dicotylen-Typus erkennen. Die Bastzellen sind von den Cambiumzellen kaum unterscheidbar. Lufthöhlen wie bei Elatine fanden sich bei Bergia nicht. Es ist daher leicht in zweifelhaften Fällen mittelst eines Querschnittes beide Genera neben einander zu erkennen. Ob nun aber diese sonst so nahe durch ihren Blüthenbau verwandten Gattungen nicht auch in Betreff ihres Stengelbaues Uebergänge zu einander zeigen, wird die weitere Untersuchung der verschiedenen Species lehren. Vielleicht kann man in *El. Alsinastrum* einen Uebergang zu den Bergien insofern schon erkennen, als diese Species in ihren Knoten bereits ein deutliches Mark entwickelt. Leider standen mir Exemplare von *Bergia verticellata* nicht zu Gebote und es konnte somit diese, der *El. Alsinastrum* so sehr nahe stehende Species, dass Fischer und Meyer beide als eine Gruppe der Elatineen besonders zusammenfassen wollen, nicht untersucht werden.

Was die Untersuchung der Wurzel von Elatine anlangt, so musste sie sich, da das vorliegende Material keine Hauptwurzeln aufwies, lediglich auf die Beiwurzeln beschränken. Diese Beiwurzeln entspringen, wie es die Regel bei Pflanzen mit deutlichen Internodien und Knoten fordert, ausschliesslich in den Knoten. Von dem centralen Cylinder des Stengels ausgehend durchziehen sie in einer zur Längsaxe des Stengels senkrecht stehenden Ebene die Rinde desselben. Die Gefässe der Wurzeln setzen sich dem centralen Fibrovasal-Cylinder senkrecht an, ohne sich weiter im Stengel nach unten zu verlängern. Treten in den älteren Knoten, deren Blätter und Blüthen bereits zur Ausbildung gelangt sind, noch junge Wurzeln auf, so suchen dieselben, sobald sie den centralen Cylinder verlassen haben, eine Lufthöhle zu erreichen. In einer solchen Lufthöhle kann man dann schon wahrnehmen wie die Spitze der Wurzel verdickt ist und eine tiefere Färbung zeigt als der übrige Theil. Sobald die Spitze

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0496-4

den peripheren Theil der Rinde des Stengels erreicht hat, treibt sie deren innerste Zellen auseinander und baucht die Epidermis auf. Die sehr fest an einander hängenden Zellen der Epidermis werden dadurch gestreckt, und noch ziemlich lange bleibt die Wurzelspitze von der Epidermis überzogen. Erst wenn das Wachsthum der jungen Wurzel bedeutender wird und die Streckung der Epidermiszellen diesem Wachsthum nicht mehr Schritt halten kann, wird die Epidermis durchbrochen und die bereits mit einer Haube versehene Wurzel ragt frei nach aussen.

Verzweigungen der Wurzeln scheinen nicht sehr häufig vorzukommen. — Die äusserst zarten Wurzeln sind fadenförmig-cylindrisch und ihre Querschnitte nehmen demnach eine mehr oder weniger kreisrunde Gestalt an. Will man Querschnitte gewinnen ohne das Gewebe der Wurzel zu zerreissen, oder zu drücken, so ist es zweckmässig, dass man eine Anzahl Wurzeln in einer Mischung von Gummi und Glycerin eintrocknen lässt, und aus der erhärteten Masse die Schnitte anfertigt.

An Querschnitten nimmt man wahr, dass der Bau der Wurzeln mit demjenigen des Stengels eine gewisse Aehnlichkeit hat. Man kann auch hier einen centralen Cylinder von dem übrigen Gewebe unterscheiden. An der Peripherie des Querschnitts stehen 1 bis 2 Lagen grosser polyedrischer Zellen, die in Richtung der Längsaxe der Wurzel gestreckt sind. Einzelne dieser peripheren Zellen treiben nach dem Innern der Wurzel eine Ausbuchtung; hieran reihen sich zwei oder drei in Richtung des Durchmessers der Wurzel in die Länge gestreckte, cylindrische Zellen an, welche die peripheren Zellen mit dem centralen Cylinder verbinden. Diese Zellfäden, deren man auf einem Querschnitt 8 bis 10 zählt, durchziehen einen Hohlraum, der sich, da die Wurzel keine Knoten wie der Stengel hat, durch die ganze Länge der Wurzel erstreckt. Während im Stengel jene Zellreihen, welche in den Internodien die Lufthöhlen von einander trennen, immer nur in bestimmten Verticalebenen auftreten und so 12—15 Platten bilden, stehen die Zellfäden der Wurzel stets einzeln in verschiedenen Horizontal- und Verticalebenen scheinbar ganz unregelmässig. Nach Innen wird der Hohlraum durch eine Zellschicht begränzt, deren Zellwände wellenförmig gebogen sind; durch Ausbuchtung einzelner Zellen dieser Schicht nehmen sie an der Bildung jener den Hohlraum durchsetzenden Zellfäden Theil. An diese Zellschicht gränzt unmittelbar die Schutzscheide welche die Gefässe von der Rinde trennt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0497-0

Die mittelst Kali aufgehellte Wurzelspitze liess in allen Fällen ein Plerom, Periblem und Dermatogen deutlich erkennen. Die Wurzelhaube bildet sich in folgender Weise: Etwas oberhalb der Scheitelregion der Wurzelspitze theilen sich die Zellen des Dermatogens, welches rückwärts in die Epidermis übergeht, tangential, d. h. parallel der Wurzelaxe, so dass die eine, innere Zellschicht die Scheitelregion der Wurzel unmittelbar überzieht, während aus der anderen, äusseren durch weitere Theilung der Zellen die Kappen der Wurzelhaube hervorgehen. Unter dem Dermatogen-Scheitel trifft man auf die Initialen des Periblems und Pleroms; aus jenem geht die Rinde, aus diesem der Central-Cylinder der Wurzel hervor. Schon in geringer Entfernung oberhalb der Wurzelspitze treten einzellige Haare auf; sie sind Ausstülpungen der Epidermis. Die Haare, die wie ein Kranz in einer meist nur schmalen Zone die Wurzel rings umgeben, verschwinden bald nach ihrem Auftreten wieder; nur in einzelnen Fällen scheint die ganze Oberfläche der Wurzel mit Haaren besetzt zu sein.

Die Laubblätter stehen bei Elatine in Quirlen. Bei *El. Alsinastrum* sind die Quirle mehrblättrig und die einzelnen Blätter ungestielt. Die Quirle der übrigen bekannten Species tragen nur zwei mehr oder weniger gestielte decussierte Blätter. — Durch Differenzierung der Gewebe entsteht bald nachdem das Blatt veranlagt ist, der das Blatt durchziehende Cambiumstrang. Dort, wo das Blatt am Stengel inseriert ist, zuerst auftretend, erweitert er sich einerseits nach der Axe des Stengels und setzt in diesem den centralen Fibrovasal-Cylinder zusammen, andererseits bildet er, sich in die Lamina erstreckend, die Blattnerven. Diejenigen Species, deren Blätter gegenständig sind, führen in den Blättern einen Hauptnerv, der, im Blattstiel unverästelt, in der Lamina Seitennerven erzeugt, die an verschiedenen Punkten vom Hauptnerv ausgehen und unter einander anastomosieren. Bei *Elatine Alsinastrum* aber — und zwar am auffallendsten bei den Blättern der oberen Wirtel — zweigen sich gleich an der Blattbasis von dem Hauptnerv mehrere Seitennerven ab und verlaufen dann parallel dem Hauptnerv in der Lamina unter sich und mit dem Hauptnerv anastomosierend. Die Endpunkte der Nerven liegen am Rande der Blätter, der Hauptnerv endigt in der Blattspitze.

Eine in den dreiblättrigen Quirlen von *El. Alsinastrum* nicht selten auftretende Erscheinung ist, dass, während man auf dem Stengel-Querschnitt vier Blattspuren eintreten sieht, man im zu-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0498-6

gehörigen Quirl doch nur drei Blätter zählt. Eine nähere Untersuchung der drei Blätter ergibt dann, dass das eine Blatt die beiden anderen an Grösse überragt, dass es namentlich eine ungewöhnlich grosse Breite hat und dass sich häufig schon an ihm zwei Spitzen deutlich unterscheiden lassen. Wenn man aus diesem Anzeichen schon schliessen kann, dass ein Doppelblatt vorliegt, so bestätigt dies der Verlauf der Nervatur vollständig. Wie schon erwähnt, zeigt der betreffende Stengel-Querschnitt, dass vier Blattspuren eintreten; zwei von diesen aber sind unter sich genähert und kommen aus jenem Doppelblatte. In Folge hiervon findet man in der Lamina zwei Hauptnerven, die nun selbstverständlich nicht in der Mitte der Lamina verlaufen können. Jeder dieser Hauptnerven endigt in einer Spitze, daher trägt das Blatt zwei Spitzen. Während an den beiden Seiten der Hauptnerven, die dem Rande der Lamina zugewandt sind, wie bei den normal gebildeten Blättern, mehrere Nebennerven parallel den Hauptnerven die Lamina durchsetzen, finden sich in jenem Theil des Blattes, der zwischen den beiden Hauptnerven liegt, nur zwei Nebennerven, die unter sich anastomosieren und somit die Verbindung der zwei Blattskelette zu einem herstellen. Aus allen diesen Umständen aber geht hervor, dass man es nicht mit Verwachsung zweier ursprünglich gesonderter Blätter zu thun hat, sondern dass hier vielmehr der Anfang einer Spaltung vorliegt. Der Zahl nach stehen die Blätter von *El. Alsinastrum* in den Quirlen zu 3, oder es sind Multipla von drei. Dadurch aber, dass in einem dreiblättrigen Quirl eine Blattspur sich theilt und dann zwei vollständig von einander getrennten Blättern angehört, kommen vierblättrige und ebenso fünfblättrige Quirle zu Stande.

Zu beiden Seiten eines jeden Blattes steht eine Stipula. Bei den Species mit gegenständigen Blättern finden sich demnach vier Stipulae, im Allgemeinen sind deren doppelt so viel als Blätter in den Knoten vorhanden. *El. Alsinastrum* bildet auch in dieser Beziehung wieder Ausnahmen. Dadurch, dass nicht selten die Stipulae zweier benachbarter Blätter in ihrer ganzen Länge verwachsen, erscheint es als seien nur eben so viel Stipulae wie Blätter im Quirl. Aber dadurch, dass diese verwachsenen Stipulen stets zwei Spitzen haben, und dass ihre Läppchen meist nicht symetrisch angeordnet sind, wird es leicht zu erkennen, dass man es nicht mit einem sondern mit zwei verwachsenen Stipulen zu thun hat. — Die Entstehung der Stipulen beobachtet man an den jüngsten Stadien einer jeden Knospe. Obwohl diese Gebilde

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0499-3

erst später angelegt werden als die Blätter desselben Quirls, so überragen sie die jungen Blattanlagen doch bald; und da ihre Spitze und Läppchen sich nach der Axe der Knospe hinkrümmen, schliessen sie die jungen Blattanlagen und den Vegetationskegel ein und halten diese gegen äussere Eindrücke abgeschlossen. Die Zellen der äussersten Spitze der Stipulae und auch deren Läppchen zeichnen sich durch einen gelblich-braun gefärbten Inhalt aus; es ist daher wohl nicht unwahrscheinlich, dass sie als Drüsenorgane dienen, dass sie mit einem Secret den Vegetationskegel und die jungen Blattanlagen vor etwa eindringendem Wasser schützen. Bei weiterer Entwickelung des Sprosses hört dann die secretorische Thätigkeit der Stipulen wieder auf, die kleinen, bleibenden Stipulen haben dann ihren Zweck erreicht, sie werden von den Laubblättern bald überholt und obgleich sie am Stengel stehen bleiben, verkümmern sie und sind für die Weiterentwicklung der Pflanze nicht mehr von Bedeutung. Die Stipulae dienen also als schützende Hüllen der jungen Sprosse und haben für diese dieselbe Bedeutung, welche die Wurzelhaube für die Wurzel hat.

Was die äussere Gestalt der Stipulen anbelangt, so sind sie meist lanzettförmig und oben in eine Spitze lang ausgezogen. Bei den Species mit gegenständigen Blättern tragen sie 2 oder 4 seitliche Läppchen; bei *El. Alsinastrum* kommen deren 6 und mehr vor. Ihre polyedrischen Zellen sind in Richtung ihrer Längsaxe gestreckt. Die Endzellen der Spitze und der Läppchen, welche das Secret führen, haben eine ovale Form. Gefäss- oder Cambiformstränge kommen in den Stipulen nicht zur Ausbildung. Sie bestehen nur aus einer einzigen, gleichartigen Zellschicht, sind daher äusserst zarte Gebilde, und es ist erklärlich, dass man sie früher meist übersehen hat, da sie dem unbewaffneten Auge kaum zugänglich sind.

Die Blüthen stehen bei Elatine, wie bekannt, stets einzeln in den Blattachseln. Sowie bei *El. Alsinastrum* die Blätter in mehrblättrigen Quirlen angeordnet sind, sind es auch die Blüthen. Jedoch nur die Blätter der obersten Quirle tragen in ihrer Achsel je eine Blüthe, so dass in den Quirlen drei Blüthen sich vorfinden. Die unteren Blätter mit vielen Quirlen tragen nicht so viele Blüthen als Blätter; mehr als drei Blüthen in einem Quirl fanden sich nicht vor. Bei jenen Species mit decussierten Blättern trifft man meist in den Blattquirlen nur eine Blüthe an, seltener ist in jeder Blattachsel des Quirls eine Blüthe zur Ausbildung

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0500-0

gekommen. [1]) — Die hermaphrodytischen Blüthen sind vollständig und regelmässig; nur *El. triandra* macht insofern eine Ausnahme, als die sonst trimere Blüthe einen zweiblättrigen Kelch hat. [2])

Der stets unterständige Kelch ist verwachsenblättrig und zwei- bis viertheilig; die länglich-eiförmigen Sepalen sind in der Knospenlage dachziegelich. In der Mitte der Sepalen verläuft der Hauptnerv von dem die Seitennerven sich bis zum Rande des Blattes erstrecken. Die Blattspurstränge des Kelchs vereinigen sich im Blüthenstiel und setzen in ihm den centralen Cylinder zusammen. Die Blattspurstränge des Kelchs verlaufen, analog denen der Laubblätter, durch ein Internodium d. h. durch den ganzen Blüthenstiel; dort wo sie in der Blattachsel des Laubblattes auf die in den Stengel eintretende Blattspur treffen, legen sie sich dieser an, ohne darüber hinaus sich in den Stengel zu verlängern. — Die in gleicher Zahl mit den Sepalen vorhandenen Petala sind äusserst zart, mehr oder weniger weiss oder blassrosa gefärbt und alternieren mit den Sepalen. — Das Androeceum bildet bei der Mehrzahl der Spezies zwei Blattkreise; ein äusserer Kreis ist den Sepalen, ein innerer den Petalen superponiert. Die Staubblätter sind frei; die Antheren sind mit dem Rücken an das fadenförmige Filament geheftet und sind zweifächerig. Im Allgemeinen sind die Staubblätter der beiden Kreise nur durch ihre Stellung von einander unterschieden; morphologisch sind sie sonst vollständig gleich. Eine Ausnahme hiervon aber macht *El. hexandra*, was bisher noch nicht bemerkt worden ist, und in der Literatur über Elatine nicht angegeben wird. Während nämlich bei dieser Species die Antheren des inneren Kreises der Staubblätter auch zweifächrig sind, bilden die Antheren des äusseren Kreises vier oder drei Fächer. Die Filamente dieses Kreises sind auch länger als die des inneren, sie sind der kugelförmigen Gestalt des Fruchtknotens entsprechend gekrümmt, liegen diesem dicht an und berühren sich an dessen Gipfel mit den Narben, so dass beim Oeffnen der Antheren die freigewordenen Pollenkörner ihre Schläuche unmittelbar in die vor ihnen liegenden Narben treiben. Bei der Praeparation einer solchen Blüthe von *El. hexandra*, bei der soeben die Befruchtung anfängt, will es daher erscheinen, als seien die Antheren mit den Narben durch die Pollenschläuche verbunden. Die Annahme, dass bei

1) Seubert l. c. Tab. III. Fig. 1.*
2) Ebend. Tab. II. Fig. 4 und 5.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0501-6

dieser Wasserpflanze auch die Befruchtung durch Insecten vermittelt werde, scheint also unstatthaft zu sein. — Die Antheren öffnen sich in Längsritzen. Die Pollenkörner sind kugelig; auf dem optischen Querschnitt zeigen sie drei Vorsprünge. Es sind dies die Austrittsstellen der Intine bei der Bildung des Pollenschlauchs. — Je nach der Anzahl der Carpelle haben die Elatinen 2 bis 4 Griffel, welche auf der Spitze des Carpells stehen. Die äusserst kurzen Griffel sind konisch geformt; ihre polyedrischen Zellen sind in Richtung der Längsaxe des Griffels gestreckt. Gefässe kommen im Griffel nicht zur Ausbildung. Drüsige Zellen, welche zur Aufnahme der Pollenkörner dienen, finden sich nur an der Spitze des Griffels; es sind also *Stigmata capitata.*

(Schluss folgt.)

Anzeigen.

Im Verlage von Adolph Marcus in Bonn ist soeben erschienen:

Botanische Abhandlungen aus dem Gebiet der Morphologie und Physiologie.

Herausgegeben von Dr. **Johannes Hanstein,** Prof. der Botanik an der Univers. Bonn. III. Band. 3. Heft.

Enthält:

Die Parthenogenesis
der
Coelebogyne ilicifolia.

Nach gemeinschaftlich mit
Alexander Braun
angestellten Beobachtungen mitgetheilt
von
Johannes Hanstein.

Mit 3 lithographirten Tafeln. — Preis 4 Mark.

Von dem durch seine schriftstellerischen Arbeiten und seine lehramtliche Thätigkeit an der Universität zu Jena auch in weiteren Kreisen bekannten Professor Ernst Hallier erscheint Ende October dieses Jahres im W. G. Korn'schen Verlage zu Breslau ein

Handbuch der systematischen Botanik

mit zahlreichen, vom Verfasser gezeichneten Abbildungen.

Redacteur: Dr. Singer. Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (F. Huber) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0502-1

Fig. 1.

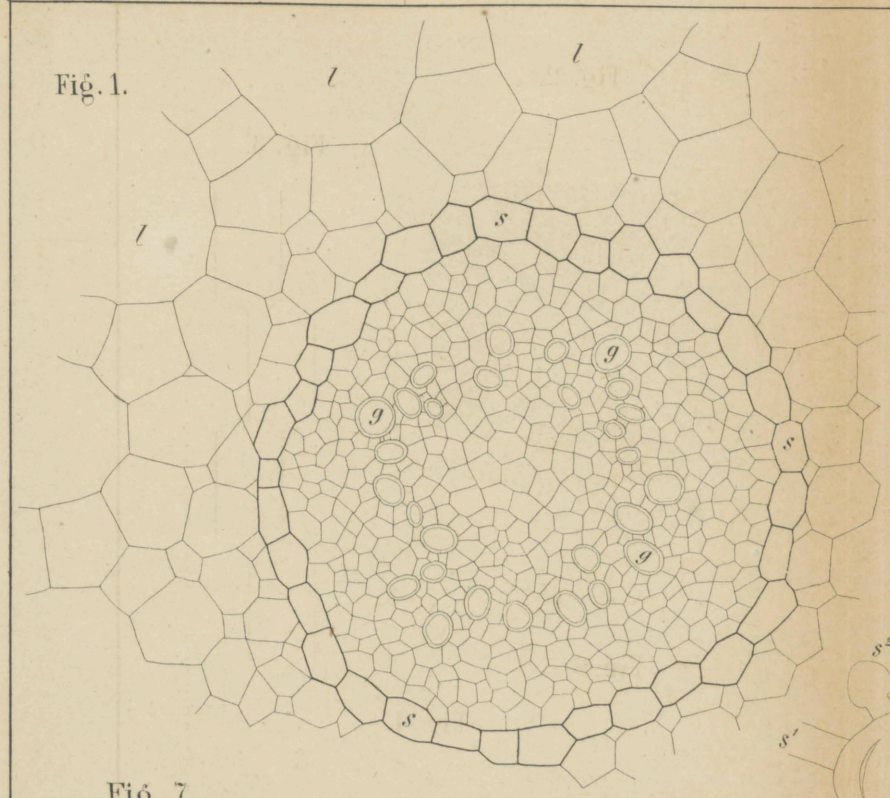


Fig. 2.

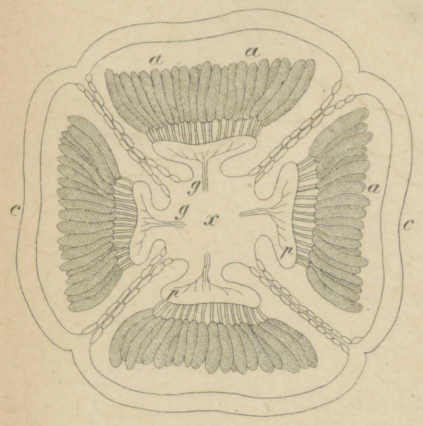


Fig. 3.

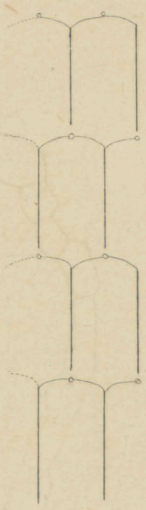


Fig. 6.

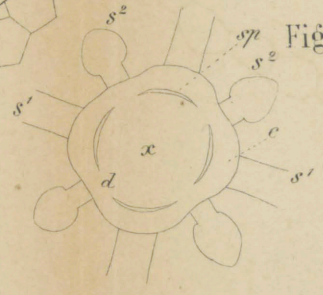


Fig. 4.

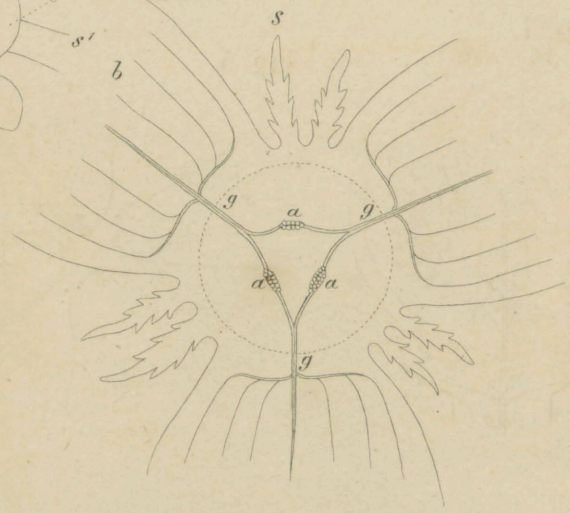


Fig. 7.

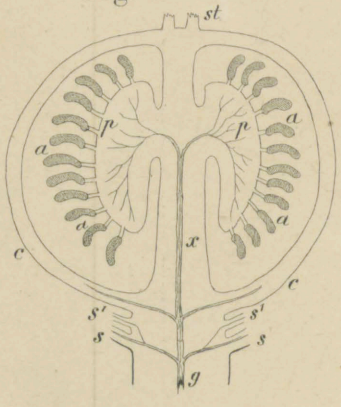
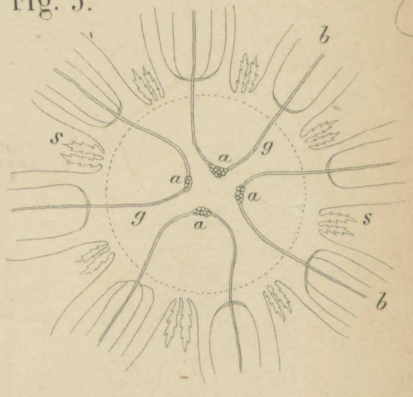


Fig. 5.



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03647-0589-0

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 60

Autor(en)/Author(s): Müller Friedrich Wilhelm Hermann

Artikel/Article: Untersuchungen über die Struktur einiger Arten von Elatine 480-496