

Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der Monokotylen-ähnlichen Eryngien.

Von

Martin Möbius.

Mit Tafel XXII — XXIV.

I. Einleitung.

Unter den Arten der Gattung *Eryngium* giebt es bekanntlich eine Gruppe, welche von unseren einheimischen Arten und den meisten Umbelliferen in ihrem Habitus so abweicht, dass sie demjenigen vieler Monokotyledonen, wie Pandanaceen, Bromeliaceen u. a. nahe kommt. Diese sogenannten schmalblättrigen oder parallel-nervigen Eryngien sind sämtlich amerikanisch und in Folge dessen erst seit Anfang vorigen Jahrhunderts bekannt geworden. Das erste, welches man kennen lernte, war das von D. J. Banister in Virginien aufgefundene *E. aquaticum* L. Samen davon wurden nach England geschickt und aus ihnen im Garten der Universität Oxford Pflanzen gezogen, welche Robert Morison¹⁾ beschrieben hat. Er bezeichnet es als „*Eryngium Virginianum Yuccae foliis, spinulus raris tenellis et inutilibus marginibus apposis.*“ Er sagt ferner von ihm, dass seine im ersten Jahre entstehenden Blätter denen von *Yucca* so ähnlich seien, dass es nicht mit Unrecht in dieselbe Species gebracht werden dürfe. Als *E. aquaticum* wurde es von Linné²⁾ be-

1) Morison, R., *Plantarum historiae universalis Oxoniensis pars tertia*. Oxonii. 1725.

2) Linnaeus, *species plantarum* 1753.

zeichnet, welcher dazu bemerkt: „Facies et folia Bromeliae minoris, sed haec ciliata spinis capillaribus flexilibus mitibus.“ — Ph. Miller¹⁾ beschreibt es darauf genauer, giebt an, dass es eine bleibende Wurzel (Rhizom) hat, welche verschieden lange Blätter treibt, die am Rande sägeförmig gezähnt sind und mit Dornen endigen, und vergleicht die Blätter mit denen von Aloë und Yucca. Die erste Abbildung davon gab Jacquin²⁾.

Nachdem dieses parallelnervige Eryngium bekannt geworden war, folgten bald mehrere, zunächst durch Cavanilles³⁾, welcher einige Species beschrieb. In seiner Eryngiorum historia⁴⁾ nennt Delaroché schon zehn Arten mit „foliorum nervis simplicibus parallelis“ und giebt von den meisten gute Abbildungen. Er macht darauf aufmerksam, dass ihre Blätter durch den Verlauf der Nerven die grösste Aehnlichkeit mit denen vieler monokotylen Pflanzen haben. „Solche Blätter aber“, sagt er, „könnte man für Blattstiele halten, die durch Unterdrückung der übrigen Blatttheile stark entwickelt sind. Denn ihnen sehr ähnlich sind die Blattstiele von E. amethystinum und gewisser anderer Arten.“ Delaroché ist der erste, der auch den anatomischen Bau, wenigstens von Rhizom und Stengel, untersucht und darüber einige Bemerkungen gemacht hat.

Die Zahl der bekannten Arten wurde bedeutend vermehrt durch die von A. v. Chamisso⁵⁾ bei der Romanzoff'schen Expedition gesammelten Formen, welche er mit D. v. Schlechtendal benannte und charakterisirte. Es waren dies 12 neue Species. Auch Lamarck⁶⁾ lehrte einige neue Arten kennen. In Decandolle's Prodrömus⁷⁾ werden ausser einer Anzahl amerikanischer Arten mit zertheilten oder ganzen und fast parallelrandigen Blättern

1) Miller, Ph., The Gardeners dictionary, London 1731 (deutsche Uebersetzung von 1772, Nürnberg)

2) Jaquin, N. J., Icones plantarum rariorum, Wien 1781—93.

3) Cavanilles, Icones et descriptiones plantarum. Matriti 1791—1801.

4) Delaroché, François. Eryngiorum nec non generis novi Asclepideae historia. Parisiis 1808.

5) A. de Chamisso et D. de Schlechtendal, De plantis in expeditione speculatoria Romanzoffiana observatis. Linnaea I, 1826.

6) Encyclopédie méthodique Botanique. Paris 1783—1807. Vol. IV. P.

7) Aug. Pyr. Decandolle, Prodrömus systematis naturalis regni vegetabilis. Pars quarta. Parisiis 1830.

in § 2 19 Species aufgeführt, die bezeichnet werden als: „Parallel-nervia, foliorum radicalium nervis parallelis longitudinalibus, limbo forsan nullo et foliis ad petiolos reductis.“ Diese Auffassungsweise des Blattes, welche, wie oben angegeben, von Delaroche stammt, wird auch von Decaisne¹⁾ getheilt, der zuerst die morphologischen Eigenthümlichkeiten dieser Species eingehender behandelte. Dass die Blätter der schmalblättrigen Eryngien den Blattstielen oder Mittelrippen²⁾ der gewöhnlichen entsprechen, glaubt er auch daraus schliessen zu können, dass die Luftkanäle, welche in den Blättern von *E. fistulosum* (Aut.?), *E. corniculatum* (Lamk.) etc. auftreten, sich in den Blättern von *E. eburneum*, *pandanifolium* etc. wiederfinden. Aus dieser Anschauung folge auch, dass die Zähne am Blattrande der schmalblättrigen Arten als reducirte Fiederlappen aufzufassen seien. In anatomischer Hinsicht macht er die Bemerkung, dass die Anordnung der Luftgänge und die Natur der sie unterbrechenden Diaphragmen, sowie der grosse Reichthum an Krystall-führenden Zellen die grösste Analogie mit den Verhältnissen bei Pandanaceen u. a. darbieten. Nach Decaisne lassen sich die in ihren Blättern einander äusserst ähnlichen Arten in zwei Gruppen theilen, je nachdem ihre Blüthenköpfchen ein Involucrum haben oder nicht. Hauptsächlich beschäftigt er sich mit der eigenthümlichen geographischen Verbreitung der betreffenden Formen. Nach ihm gibt es etwa 30 Arten, die sich zwischen dem 35. und 40. Breitengrade in beiden Hemisphären Amerikas finden, so dass man von jedem Eryngium mit monokotylenähnlichen Blättern sogleich weiss, dass es amerikanisch ist. Bei keiner anderen Species könne man mit gleicher Sicherheit aus dem Habitus auf das Vaterland schliessen. Es sei aber unbegreiflich, wie die unter sich ähnlichen Formen parallelnerviger Eryngien ohne Verbindung an so entfernten Stellen Amerikas, in Virginien und Paraguay, auftreten. Mit Ausnahme von *E. ebracteatum* und *E. Sanguisorba*, die sich in Brasilien und Bolivia finden und von *E. foetidum*, das überall in den Tropen eingeführt zu sein scheine, sei der Bezirk jeder Species

1) Bulletin de la Société botanique de France. Tome 20, 1873.

2) Delaroche (a. a. O.) vergleicht sie nur mit Blattstielen, nicht mit Mittelrippen, wie Decaisne von ihm angiebt.

sehr beschränkt. Diese Formen kämen dabei nur an bestimmten Oertlichkeiten vor, an anderen, die doch dieselben Temperatur-, Bodenverhältnisse etc. bieten, fehlten sie. Die schönsten Arten mit parallelnervigen Blättern wachsen nach Decaisne in den weiten brackigen Marschen Floridas und in den bergigen und feuchten Wäldern Mexikos zugleich mit solchen von europäischem Habitus. Um sich die jetzige Verbreitung zu erklären, könne man sich vorstellen, dass diese Eryngien auf eine Stammart zurückführbar seien die zu einer Zeit, als Nord- und Süd-Amerika noch durch breites Land verbunden waren, sich auch zwischen den jetzigen Wohnorten gleichmässig verbreitete. Als dann die Trennung der Länder eintrat, wurde die Stammart auseinandergerissen und indem die Eryngien mit zerschnittenen Blättern sich in den Tropen ausbreiteten, drängten sie die parallelnervigen an die äussersten Grenzen. Dagegen meint Decaisne doch, dass man die schmalblättrigen bei ihrer stärkeren Entwicklung für die vollkommeneren und also auch später aufgetretenen halten müsse. Die von ihm neu aufgestellten Arten sind *E. eburneum*, *E. Ghiesbreghtii*, *E. Lasseauxi* und *E. platyphyllum*.

Diese Arbeit von Decaisne ist — soweit dies zu ermitteln war — die erste, welche sich speciell mit den schmalblättrigen Eryngien beschäftigt. Ausser der einen oben angeführten Bemerkung enthält sie aber auch nichts Anatomisches.

De Bary¹⁾ erwähnt wie Decaisne, dass die Mittelschicht des Blattgewebes bei den in Rede stehenden Pflanzen frühzeitig zur Bildung lysigener Luftgänge zerstört wird und dabei zahlreiche das Blatt durchziehende röhrige Gänge entstehen²⁾. Ferner giebt er an, dass von Nicht-Monokotyledonen sich durch parallele Nervatur auszeichnen die Blätter mancher schmalblättrigen Eryngien, wie *E. pandanifolium* und *E. junceum*³⁾. In denselben fänden sich zwischen den parallelen Longitudinalbündeln nur Querästchen, bei ähnlichen

1) Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. Leipzig 1877.

2) a. a. O. p. 424.

3) p. 313.

anderen schmalblättrigen Arten, wie *E. aquaticum*, übrigens auch freie Enden und Netzanastomosen¹⁾).

Die ausführlichste systematische Beschreibung der schmalblättrigen Eryngien gab Urban²⁾ in der „Flora Brasiliensis“ mit Abbildungen und Analysen der meisten beschriebenen Species. Herr Dr. Urban hatte die Güte, nicht nur die Arten, welche der Heidelberger botanische Garten enthielt, zu bestimmen, sondern auch, mit Genehmigung des Direktors, Herrn Professor Eichler, aus dem Berliner Herbarium eine ganze Anzahl von Blattstücken anderer Arten mir zu schicken. Es sei mir erlaubt, den genannten Herren an dieser Stelle meinen Dank dafür auszusprechen. So wurde es mir möglich, 20 amerikanische Arten auf den anatomischen Bau der Blätter zu untersuchen. Die anderen Organe der Pflanze konnten an dem frisch vorhandenen Material der Arten: *E. aquaticum* L., *E. Lasseauxi* Dcne., *E. paniculatum* Delar. und *E. Decaisneanum* Urb. bearbeitet werden. Die Aufgabe war, zu untersuchen, in wie weit sich die Aehnlichkeit, welche die schmalblättrigen Eryngien in ihrem Habitus mit Monokotyledonen zeigen, auch auf ihren anatomischen Bau erstreckt und denselben sowie die Entwicklung der Pflanze und ihrer einzelnen Gewebeformen darzustellen. Die Resultate der im botanischen Institut der Universität Heidelberg ausgeführten Arbeit sind im Folgenden enthalten.

Bevor ich zu einer Darlegung derselben schreite, sei es mir erlaubt, dem Direktor des Instituts, Herrn Professor Pfitzer, meinem hochverehrten Lehrer, der mich bei dieser Arbeit in freundlichster Weise geleitet und unterstützt hat, meinen innigsten Dank auszusprechen.

1) p. 315.

2) Martii Flora Brasiliensis. Vol. XI, Pars I, 1861—79.

II. Anatomie des Blattes.

Um die Unterschiede zwischen dem Blattbau der streng parallel-nervigen Eryngien von denen mit netzaderigen Blättern zu zeigen, will ich auch von letzteren eine kurze Darstellung ihres anatomischen Verhaltens geben. Wir werden sehen, dass wie in morphologischer so auch in anatomischer Beziehung ein allmählicher Uebergang zwischen den beiden bezeichneten Gruppen stattfindet und in der Reihenfolge, welche sie auf diese Weise bilden, sollen die verschiedenen Arten besprochen werden.

Wir haben zunächst eine Gruppe von europäischen und asiatischen Arten, deren Wurzelblätter zwar verschieden gestaltet sind, theils vielfach zerschnitten oder gelappt, theils ganz mit gezähntem Rande, immer aber eine deutliche Trennung von Blattfläche und Blattstiel zeigen. Von den untersuchten Arten gehören hierher: *E. amethystinum* L., *E. maritimum* L., *E. planum* L., *E. giganteum* Bieb., *E. Oliverianum* Laroche., *E. Billardieri* Laroche., *E. campestre* L. Ihre Blätter stimmen in anatomischer Beschaffenheit nahezu mit einander und mit denen der meisten Dikotyledonen überein, nur die letztgenannte Art zeigt einige Abweichungen, weshalb sie zuletzt noch gesondert geschildert werden soll. Was zunächst die Blattfläche betrifft, so treten in ihr die Mittelrippe und die kräftigeren Nerven stark hervor. In den dazwischen liegenden Theilen ist das Grundgewebe in Pallisadenparenchym, das auf der Oberseite liegt und 2–3 oder noch mehr Zelllagen stark ist, und in Schwammparenchym auf der Unterseite, das aus ca. 6 Zelllagen besteht, geschieden. Beide Gewebeformen führen Chlorophyll, farblos ist nur das Parenchym, welches die stärkeren Gefässbündel und deren Collenchymscheiden umgiebt. Ausserdem ist bei den meisten Arten auf der Unterseite — bei *E. giganteum* und *Oliverianum* sogar auf beiden Seiten — ein einschichtiges Hypoderma vorhanden, dessen Zellen kleiner als die des anstossenden inneren Gewebes sonst aber von derselben Beschaffenheit sind. Indem sie einen röthlichen Zellsaft führen, bewirken sie die röthliche Färbung, welche diese Blätter oft zeigen. Im Hypoderma der Oberseite von *E. giganteum* und *Oliverianum* ist dieser Zellsaft mehr braun als roth

gefärbt. In den Blattrippen finden wir kein Chlorophyll führendes Gewebe, sondern oberhalb und unterhalb des Gefässbündels, aber nicht bis zu diesem herantretend, einen der Epidermis anliegenden Collenchymstrang, welcher auch das gefärbte Hypoderma unterbricht. Wie bereits angedeutet, werden die grösseren Gefässbündel noch selbst von einer Collenchymscheide umgeben, die besonders auf der Bastseite stark entwickelt ist. Oberhalb und unterhalb der Gefässbündel in dem farblosen Parenchym verlaufen die Oelgänge.

Die Zellen der Oberhaut (*E. giganteum* und *E. planum*) haben von der Fläche gesehen eine unregelmässig bogige Begrenzung, doch so, dass die Ausbuchtungen benachbarter Zellen lückenlos ineinandergreifen. Die von Nebenzellen umgebenen Spaltöffnungen sind ziemlich zahlreich vorhanden und zwar gleichmässig auf der Ober- und Unterseite. Ihre Pori sind unregelmässig nach verschiedenen Richtungen gestellt.

Die Blattscheide, welche immer stark entwickelt ist, weicht in einigen Verhältnissen von der Blattspreite ab. Die Blattrippen treten hier fast gar nicht hervor, d. h. an den Stellen, wo die Gefässbündel verlaufen, ist das Blatt kaum dicker als in den rein parenchymatischen Theilen. Chlorophyll fehlt bei den grundständigen Blättern hier gänzlich, bei den höher inserirten nur auf der dem Stamme anliegenden Oberseite, während es sich auf der Unterseite vorfindet. Fast das ganze Blattgewebe zwischen den Rippen wird von Parenchym gebildet, nur auf der Unterseite — bei *E. giganteum* und *E. Billardieri* auch auf der Oberseite — ist ein collenchymatisches, 1—2 Zelllagen starkes Hypoderma vorhanden, dessen Zellinhalt ungefärbt ist. Die Gefässbündel sind ebenso wie in der Blattfläche von einer Collenchymscheide umgeben. Unterhalb der stärkeren Bündel liegt dicht unter der Epidermis ein Collenchymstrang, ausserdem finden wir bei *E. Oliverianum* und *E. Billardieri* unter dem Gefässbündel einen solchen frei im Parenchym verlaufenden Strang, dessen Mitte ein Oelgang durchzieht. Sonst sind die Oelgänge in einem Ring um jedes Gefässbündel in geringem Abstände von demselben vertheilt; bei *E. amethystinum* sind nur zwei Oelgänge in einer Blattrippe enthalten, von denen der eine ober-, der andere unterhalb des Bündels verläuft. Die eben genannten Species (*E. Oliverianum* und *E. Billardieri*) zeichnen sich

noch dadurch aus, dass die Blattscheide von Luftgängen längs durchzogen wird, welche durch die die Gefässbündel enthaltenden Gewebeplatten von einander getrennt werden. —

Von dem eben beschriebenen Typus weicht *E. campestre* insofern ab, als in seiner Blattfläche auf beiden Seiten ein deutliches Pallisadenparenchym, in der Mitte farbloses Schwammparenchym vorhanden ist, ferner dadurch, dass in der sehr stark hervortretenden Mittelrippe mehrere Gefässbündel in eigenthümlicher Anordnung liegen. So finden sich in einem mässig starken Mittelnerv (s. Taf. XXIII, Fig. 12) vier Gefässbündel zwischen den auch hier vorhandenen beiden Collenchymsträngen der Ober- und Unterseite: eines zu oberst mit normaler Orientirung, darunter zwei, die sich ihre Holztheile zuwenden und darunter wieder eines mit normaler Orientirung. Die dieser Gruppe benachbarten Gefässbündel kehren ihr den Basttheil zu, den Holztheil schräg nach oben abwendend. Oft sind an dieser Stelle in einem Nerven zwei Bündel über einander vorhanden, von denen dann das obere seinen Holztheil schräg nach unten dem des unteren Bündels zukehrt. Je stärker die Mittelrippe, um so grösser ist die Anzahl der Gefässbündel, sie steigt im Blattstiel auf ca. fünfzig, welche in mehreren concentrischen Halbkreisen stehen, die äussersten regelmässig ihre Holztheile der Mitte zuwendend, die inneren von unregelmässigerer Orientirung, aber mit den Holztheilen nach oben. Unter der Epidermis zieht rings um den ganzen Blattstiel eine collenchymatische Scheide, die mehrere Zelllagen stark ist; unter ihr liegen chlorophyllführende und einzelne mit rothem Zellsaft erfüllte Zellen, welche letzteren die röthliche Farbe des Stiels hervorrufen.

Wir kommen nun zu einer Gruppe amerikanischer Arten, deren Blätter zwar noch entschieden dem netzadrigen Typus angehören, aber langgestreckt und schmal sind, ohne einen deutlichen Absatz des Blattstiels von der Blattfläche zu zeigen. Es sind dies *E. nudicaule* Lam. (var. α Urb.), *E. bupleuroides* Hook., *E. ebracteatum* Lam. und *E. foetidum* L. In ihrem anatomischen Blattbau sind sie den in der ersten Gruppe geschilderten sehr ähnlich und stimmen auch untereinander ziemlich überein. Bei *E. nudicaule* finden wir wieder in den Hauptnerven subepidermale Collenchymstränge, zwischen denen ein auf beiden Seiten von Collenchym bekleidetes Gefässbündel

verläuft. Das Grundgewebe des Blattes ist chlorophyllführendes Mesophyll; ein durchgehendes Hypoderma ist auf keiner Seite vorhanden. Hiervon unterscheidet sich *E. bupleuroides* in seiner Blattspreite durch den Besitz eines aus einer Lage von auffallend grossen Zellen bestehenden Hypoderms auf der Oberseite. Darunter liegen zwei bis drei Zelllagen chlorophyllführendes Pallisadenparenchym; das übrige Gewebe ist ärmer an Chlorophyll. Zwischen den Nerven ist das Gewebe in der Mitte etwas zerstört, so dass das Blatt von schwachen Luftkanälen durchzogen wird. In der Blattscheide fehlt auf der Oberseite das grosszellige Hypoderma und das Chlorophyllgewebe. Dafür sind auf beiden Seiten die der Epidermis nächsten Zelllagen collenchymatisch verdickt. Die Luftkanäle haben hier eine grössere Ausdehnung gewonnen. Ganz mit dem bei der ersten Gruppe beschriebenen Bau stimmt auch das Blatt von *E. ebracteatum* in seiner oberen breiten Fläche überein, der untere Theil dagegen ist complicirter gebaut. Er wird von grossen Luftkanälen durchzogen, zwischen denen die Gefässbündel verlaufen, auf beiden Seiten ist ein chlorophyllführendes Parenchym von unregelmässigen Zellen vorhanden, welches in den die Luftkanäle trennenden Gewebeplatten von Strängen unterbrochen wird, die, besonders auf der Unterseite von mehr collenchymatischer als sklerenchymatischer Beschaffenheit sind. Die Unterseite besitzt ausserdem ein durchgehendes, nur eine Zelllage starkes collenchymatisches Hypoderma. Zwischen den Collenchymsträngen finden wir hier nicht ein, sondern mehrere Gefässbündel über einander, die theilweise eine ganz eigenthümliche Anordnung ihrer Holz- und Basttheile zeigen, wie sie bei keinem anderen der untersuchten Eryngien sich vorfindet. In der Mittelrippe liegen drei getrennte Bündel übereinander: das unterste hat in der Mitte einen Gefässtheil, über und unter welchem eine Gruppe von Weichbast gelegen ist; bei dem darüber liegenden Bündel bildet der Gefässtheil einen von oben nach unten gehenden Bogen auf dessen beiden Seiten sich wiederum Bastgruppen befinden; das oberste liegt so, wie bei den meisten dieser Blätter, welche zwei Bündel über einander besitzen, nämlich den Holztheil nach unten, den Basttheil nach oben gewendet. In den der Mittelrippe zunächst gelegenen Längsscheidewänden ist das unterste Bündel gleich dem der Mittelrippe, darüber aber liegt eine Gruppe von zwei mit ihren

Basttheilen verschmolzenen Bündeln, die ausserdem noch an ihren freien Seiten je einen Basttheil besitzen, so dass wir drei durch zwei Gefässtheile getrennte übereinanderliegende Bastgruppen, von denen die mittlere die grösste ist, haben. Nach dem Rande zu wird bei den oberen Bündeln die Orientirung regelmässiger, indem der Holztheil einfach nach unten gerichtet ist, doch kommen auch Bündel vor, wo das Holz den Bast in einem Halbkreis umgreift. In dem schmalen Rande ist nur ein Bündel in einer Gewebeplatte vorhanden. Mechanisch wirksame Scheiden besitzen die Bündel sehr selten und auch dann nur schwach ausgebildet. Harzgänge verlaufen zwischen den Bündeln und unter den unteren, während über den oberen keine vorhanden sind.

Hieran schliesst sich dann das Blatt von *E. foetidum*, welches in seiner sehr starken Mittelrippe auch zwei Gefässbündel übereinander enthält, die sich ihre Holztheile zuwenden. Die diesem Paare benachbarten Bündel neigen sich mit ihren Holztheilen etwas der Mitte zu. Eine collenchymatische Scheide fehlt ihnen, aber über und unter ihnen verlaufen der Epidermis anliegende starke Collenchymstränge. Die seitlichen flachen Theile des Blattes sind wie bei *E. nudicaule* gebaut.

Wir können dann weiter in eine dritte Gruppe zusammenfassen *E. Sanguisorba* Cham., *E. elegans* Cham. (var. *genuinum*), *E. ciliatum* Cham. und *E. platyphyllum* Dene. Ihre Blattnervatur ist wenigstens in der Mitte eine ziemlich parallele, am wenigsten bei *E. ciliatum*, dessen Blätter auch nicht so langgestreckt sind wie die der übrigen Arten. Die Blattscheide geht allmählich in die Spreite über; von einem Blattstiele ist hier nicht mehr die Rede. Der Blattrand ist mit starken etwas nach rückwärts gerichteten Zähnen besetzt, nur bei *E. Sanguisorba* ist er mit dünnen feinen Stacheln versehen. Was die anatomische Beschaffenheit betrifft, so sind bei dieser Gruppe wie bei den folgenden die mechanisch wirksamen Elemente meist nicht collenchymatischer, sondern sklerenchymatischer Natur. In ihrem Bau sind die drei erstgenannten Arten im wesentlichen übereinstimmend: In jedem Nerven verläuft nur ein Gefässbündel, das auf beiden Seiten eine sklerenchymatische Scheide hat. Diese ist bei *E. Sanguisorba* stärker auf der Holzseite, bei *E. elegans* und *E. ciliatum* dagegen stärker auf der Bastseite. Mit den

Gefässbündeln correspondiren äussere Sklerenchymstränge auf beiden Seiten. Diese sind, im Querschnitte gesehen, bei *E. elegans* und *ciliatum* auf der Oberseite sehr schmal, reichen aber über stärkeren Gefässbündeln fast bis an dieselben heran; über schwächeren Bündeln sind sie niedriger und auf der Unterseite sind alle gleich niedrig. Ihre Anzahl ist nicht auf jeder Seite gleich der der Bündel, sondern eine beträchtlich grössere. Bei *E. Sanguisorba* sind auch auf der Unterseite die Sklerenchymstränge unter den stärkeren Gefässbündeln bedeutend grösser als die übrigen, auf jeder Seite aber treten nur so viel Stränge auf als Bündel vorhanden sind. Pallisadenparenchym befindet sich bei diesen Blättern nur auf der Oberseite, aber so viel sich an dem getrockneten Material erkennen liess, ist das ganze Grundgewebe chlorophyllhaltig und in der Mitte etwas zerrissen.

• *E. platyphyllum* zeichnet sich dadurch aus, dass in den stärkeren Blattrippen zwei Bündel über einander verlaufen, von denen das obere seinen Holztheil nach unten wendet, also verkehrt liegt. Das untere ist durch einen Sklerenchymbeleg auf jeder Seite gestützt. Ueber den Gefässbündeln liegen schmale, aber weit in das Grundgewebe hineinragende Sklerenchymstränge, während die unter den Bündeln breit und flach sind. In schwächeren Nerven verläuft nur ein Gefässbündel, dem nur auf der Oberseite ein äusserer Sklerenchymstrang entspricht. Auf dieser Seite ist auch allein das chlorophyllführende Pallisadenparenchym ausgebildet. In der Scheide fehlt das Chlorophyll; die äusseren Sklerenchymstränge sind durch Collenchym ersetzt, das auf der Unterseite ein zusammenhängendes Hypoderma bildet.

Eine besondere (vierte) Gruppe bilden die amerikanischen *Eryngien* mit ganz schmalen binsenähnlichen Blättern, von denen untersucht wurden *E. scirpinum* Cham., *E. eriophorum* Cham., *E. junceum* Cham. und *E. pristis* Cham. Obgleich sich in ihnen ein gemeinsamer Typus ausspricht, weichen sie doch in Einzelheiten zu weit ab, um nicht gesondert besprochen werden zu müssen. Bei *E. scirpinum* (s. Taf. XXIII, Fig. 11) sind in der Blattfläche acht Bündel vorhanden, von denen in der Mitte dreimal je zwei über einanderliegen, während am Rande nur je ein Bündel verläuft. Alle Bündel sind normal orientirt, wenden also nach oben die Holztheile, die von einer sklerenchymatischen Scheide gestützt werden, während

auf der Bastseite eine solche fehlt. Um das ganze Blatt zieht sich unter der Epidermis ein sklerenchymatisches Gewebe, das über und unter den Gefässbündeln sehr stark ist, dazwischen aber schmal wird; nur über dem mittleren Bündel auf der Oberseite ist es nicht verstärkt, sondern verschmälert. Ueber die Beschaffenheit des Parenchyms liess sich an dem getrockneten Material nichts Deutliches mehr erkennen, wahrscheinlich ist es zwischen den Sklerenchymsträngen chlorophyllführend und in der Mitte zerrissen. Die sehr verbreiterte Blattscheide hat eine grössere Anzahl von Gefässbündeln, welche auch theilweise eine eigenthümliche Stellung einnehmen. In der Mitte liegen drei Gefässbündel übereinander, unten ein grosses, normal orientirtes, das auf der Bastseite eine mässig starke, auf der Holzseite eine sehr starke Sklerenchymscheide besitzt. Ueber ihm, nur durch wenige Zelllagen des Grundgewebes davon getrennt, liegt dann ein kleineres ähnliches Gefässbündel, mit beiderseitiger Sklerenchymscheide und an dieses grenzt das kleinste dritte, bei dem die wenigen Holzgefässe seitlich nach unten liegen und keine Sklerenchymscheiden vorhanden sind. Neben dieser mittelsten Gruppe liegen dann auf jeder Seite wiederum zwei Bündel übereinander; das untere gleicht dem untersten in der Mitte, das obere aber liegt quer, den Gefässtheil nach der Mitte wendend, und in dieser Richtung sind auch die Sklerenchymbelege orientirt. Auf diese folgen nach aussen nochmals zwei Bündel übereinander, das untere normal, das obere verkehrt, mit den wenigen Holzgefässen nach unten gerichtet; es besitzt auf jeder Seite nur wenige sklerenchymatische Stützzellen. Am Rande liegen noch zwei einzelne Bündel neben einander. Der äussere sklerenchymatische Beleg unter der Epidermis ist hier überall gleichmässig stark. *E. eriphorum* und *E. junceum* sind sehr ähnlich gebaut. Ausser am Rande liegen immer zwei Gefässbündel über einander, denen sehr starke der Epidermis anliegende Sklerenchymstränge entsprechen. Auf beiden Seiten ist ein sklerotisches Hypoderma und chlorophyllführendes Pallisadenparenchym vorhanden, das Parenchym in der Mitte ist farblos und theilweise zerstört. Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten. Auf der Oberseite ragen einzelne Zellen der Epidermis stark hervor, wie sich dies oft bei Gräsern findet. Jedenfalls ist es bemerkenswerth, dass mit der äusseren Aehnlichkeit dieser Blätter mit Gras-

blättern auch diese anatomische Aehnlichkeit der Epidermis verbunden ist. Bei *E. eriophorum* (var. *vegetius*) hat das untere grosse Gefässbündel keinen Sklerenchymbeleg, das obere einen solchen nur auf der Bastseite, und während das untere normal orientirt ist, liegt das obere schief, der Holztheil bald mehr nach oben, bald mehr nach unten, bald nach rechts und bald nach links: eine bestimmte Regelmässigkeit ist nicht zu erkennen. Auf der Unterseite liegen nur unter den Gefässbündeln an der Epidermis Sklerenchymstränge, auf der Oberseite auch zwischen diesen noch kleinere. Letztere fehlen dem gewöhnlichen *E. eriophorum*, welches sonst denselben Bau wie das eben beschriebene zeigt. Bei *E. junceum* (var. *juncifolium*) sind beide Gefässbündel normal orientirt, nur das untere hat einen starken Sklerenchymbeleg und zwar auf seiner Holzseite. Auf der Unterseite sind zwischen den den Bündeln entsprechenden Sklerenchymsträngen noch einzelne, aber viel kleinere vorhanden, auf der Oberseite ist dies nicht der Fall. Die Scheide weicht von der Spreite in ganz analoger Weise ab wie bei *E. scirpinum*, doch sind hier höchstens zwei Gefässbündel über einander gelegen.

Bei *E. pristis* (s. Taf. XXIII, Fig. 10) zeigen die Querschnitte von Blattspreite, -Stiel und -Scheide nicht unbedeutende Unterschiede. In der Blattspreite sind fünf Bündel neben einander vorhanden, die auf der normal nach oben gerichteten Holzseite einen stärkeren, auf der Bastseite einen schwächeren Sklerenchymbeleg besitzen. Unter der Epidermis zieht sich ein sklerotisches Hypoderma hin, das sich an den flach abgeschnittenen Rändern verbreitert, und nur da, wo Spaltöffnungen auftreten, unterbrochen wird. Ueber und unter den Gefässbündeln liegen starke Sklerenchymstränge; auffallender Weise fehlen sie jedoch unter den äussersten Bündeln. Im Blattstiel verlaufen fünf Gruppen von zwei übereinander liegenden Gefässbündeln, die sich also bei Beginn der Spreite wohl vereinigen werden. Das obere ist bedeutend kleiner als das untere und es fehlt ihm eine sklerenchymatische Scheide, während dieselbe bei dem unteren sehr stark entwickelt ist. Ausser dem sklerotischen Hypoderma, das um den ganzen Blattstiel zieht, ist noch ein Gewebe aus grossen farblosen Zellen mit verdickten Wänden vorhanden; dann folgt erst das eigentliche Parenchym mit Chlorophyll. Die Blattscheide, welche am breitesten ist, unterscheidet

sich dadurch, dass nur über den drei mittelsten Bündeln ein kleineres gelegen ist; auf jeder Seite liegen noch drei einfache, welche nach dem Rande zu rasch an Grösse abnehmen. Auch die kleineren oberen Bündel haben hier eine Sklerenchymscheide auf der Holzseite, bei den unteren Bündeln aber ist diese Scheide kolossal stark ausgebildet.

Die letzte Gruppe von Eryngien, deren Blätter ich jetzt ihrem anatomischen Bau nach beschreiben will, weicht am meisten vom Typus der Dikotyledonen ab. Die Blätter sind lineal und ganz parallelnervig und bestehen nur aus Spreite und Scheide. Während letztere ganzrandig ist, ist erstere am Rande mit mehr oder weniger starken Zähnen besetzt (s. Taf. XXII, Fig. 2 u. 3). Diese Eryngien sind es besonders, auf welche sich die Arbeit Decaisne's bezieht und welche in der vorliegenden genauer anatomisch untersucht werden sollen. Im anatomischen Bau haben die Blätter folgendes Gemeinsame: Alle werden der Länge nach parallel der Nervatur von Luftgängen durchsetzt, die in gewissen Zwischenräumen von Diaphragmen unterbrochen werden. In den die Luftgänge trennenden Längsscheidewänden verläuft mindestens ein Gefässbündel, in der Regel aber sind zwei vorhanden, von denen das untere das grössere ist und das obere in Bezug auf Holz und Bast verkehrt liegt, also dem unteren seinen Holztheil zuwendet. Es kommen aber auch mehr als zwei Bündel übereinander vor, deren Lage dann bei den betreffenden Arten beschrieben werden soll. Ober- und Unterseite des Blattes sind, wenigstens in der Spreite ziemlich gleich ausgebildet, abgesehen davon, dass das sklerotische Hypoderma oft auf die Unterseite beschränkt ist, während es sonst auf beiden Seiten auftritt. Unter der Epidermis, beziehungsweise dem Hypoderma wechseln breite Streifen von Chlorophyll führendem Pallisadenparenchym mit schmäleren Sklerenchymsträngen ab. Letztere finden sich immer an der Stelle, wo eine Längsscheidewand vorhanden ist; wenn noch andere über oder unter den Luftgängen liegen, so sind diese meist kleiner als jene regelmässig auftretenden. In der Scheide sind die abwechselnden Streifen von Pallisadenparenchym und Sklerenchym entweder nur auf der Unterseite vorhanden, so bei den an der Inflorescenzaxe stehenden Blättern, oder sie fehlen, wie bei den grundständigen Blättern gänzlich. Während nämlich in Folge

davon, dass letztere sich mit ihren Scheiden gegenseitig halten und decken, die Scheide einerseits keiner mechanisch wirksamen Elemente bedarf, andererseits nicht für die Assimilation zugänglich ist, muss bei den am Blüthenschafte stehenden Blättern die demselben nur mit der Oberseite anliegende Scheide sowohl sich selbst stützen als auch mit der Unterseite der Assimilation dienen. Die mittlere Schicht des Blattes besteht aus farblosem parenchymatischem Gewebe. In demselben verlaufen die Harzgänge und zwar immer über und unter jedem Gefässbündel, sowie auch vor den meisten Sklerenchymsträngen.

Von den acht untersuchten Arten (*E. aquaticum* L., *E. stenophyllum* Urb., *E. Lasseauxi* Dene., *E. paniculatum* Cav., *E. eburneum* Dene., *E. Chamissonis* Urb., *E. Decaisneanum* Urb. und *E. floribundum* var. *serroides* Urb.) konnte ich bei vieren das Material in frischem Zustande aus dem Heidelberger botanischen Garten erhalten, nämlich von *E. aquaticum*, *E. Lasseauxi*, *E. paniculatum* und *E. Decaisneanum*; die anderen untersuchte ich an dem Material, welches Herr Dr. Urban so gütig war, mir aus dem Berliner Herbar zu schicken. Ich will die einzelnen Species in solcher Reihenfolge beschreiben, dass ihr anatomischer Blattbau sich durch die Zahl und Anordnung der Gefässbündel, Sklerenchymstränge etc., je weiter wir vorschreiten, um so mehr complicirt.

Bei *E. aquaticum* (s. Taf. XXIII, Fig. 6) haben die Luftgänge eine unregelmässige, im Querschnitt bogige Begrenzung und sind rings von farblosem Parenchym umgeben. Die oberhalb und unterhalb der Längsscheidewände liegenden Sklerenchymstränge sind viel stärker als die zwischen diesen gelegenen und unterbrechen das Pallisadenparenchym vollständig, während jene nach innen von demselben überzogen werden. Auf der Oberseite erscheinen die ersterwähnten Sklerenchymstränge bisweilen in zwei zerfallen, von denen der eine der Epidermis anliegt und innen von grünem Gewebe umgeben wird, während der andere im farblosen Parenchym liegt, also an der Stelle, wo wir bei den folgenden Blättern das zweite Gefässbündel auftreten sehen werden. Hier aber verläuft in jeder Längsscheidewand nur ein Gefässbündel, das in normaler Weise seinen Holztheil nach oben, seinen Basttheil nach unten wendet und auf beiden Theilen einen starken sklerenchymatischen Beleg besitzt.

Ueber und unter jedem Bündel verläuft ein Harzgang. Die Unterseite zeichnet sich vor der oberen durch den Besitz eines sklerotischen Hypodermas aus. Blattspreite und -Scheide zeigen die oben angegebenen Unterschiede, insofern, als bei letzterer Pallisadenparenchym und Sklerenchym auf der Oberseite ganz fehlt, auf der Unterseite nur schwach entwickelt ist; ausserdem ist die unter der Epidermis der Oberseite liegende Zellschicht collenchymatisch verdickt.

An *E. aquaticum* schliesst sich in seinem Blattbau zunächst *E. stenophyllum* an, da hier in den meisten Längsscheidewänden auch nur ein Gefässbündel liegt; nur in den beiden mittelsten sind deren zwei übereinander vorhanden, von denen das obere aber bedeutend kleiner und verkehrt orientirt ist. Das untere hat eine starke Sklerenchymscheide; starke äussere Sklerenchymstränge verlaufen über und unter den Bündeln, fehlen aber in dem den Luftgang überspannenden Gewebe, das auf beiden Seiten von chlorophyllführendem Pallisadenparenchym und wenigen Lagen farbloser Parenchymzellen gebildet wird. Auf beiden Seiten ist ferner ein sklerotisches kleinzelliges Hypoderma vorhanden und finden sich Spaltöffnungen. In der Scheide sind nirgends zwei Bündel über einander gelegen; es fehlen auch das chlorophyllführende Pallisadenparenchym und die äusseren Sklerenchymbündel, höchstens sind sie schwach auf der Unterseite entwickelt. Das Hypoderma findet sich auch hier auf beiden Seiten. Die Epidermis besitzt dieselben eigenthümlichen Trichombildungen, welche bei *E. junceum* und *E. eriophorum* erwähnt wurden, sie sind hier aber nicht auf die Oberseite beschränkt wie bei jenen, sondern auch die Unterseite ist damit versehen. Letztere allein besitzt Spaltöffnungen. Die Luftkanäle sind noch eng und wenig ausgebildet.

Bei *E. Lasseauxi* sind die Luftkanäle regelmässiger, im Querschnitt rechteckig entwickelt. Die Sklerenchymbündel sind alle von ziemlich gleicher Stärke und unterbrechen sämmtlich das Pallisadenparenchym vollständig. In den Längsscheidewänden, mit Ausnahme der äussersten oder der zwei äussersten am Rande, verlaufen statt eines zwei Gefässbündel, ein unteres normal gelegenes grosses und ein oberes kleines, das dem unteren seinen Holztheil zuwendet, also gegen die normale Weise orientirt ist. Während demnach das

grössere Bündel dem bei *E. aquaticum* allein vorhandenen entspricht, ist das kleinere seiner Lage nach dem dort stellenweise auftretenden freien Sklerenchymstrange analog. Die Harzgänge sind so vertheilt, dass in jeder Längsscheidewand drei verlaufen, welche durch die beiden Gefässbündel geschieden werden, und dass vor jedem Sklerenchymstrang oberhalb und unterhalb des Luftkanals ein Harzgang gelegen ist. Die Scheide besitzt weder auf der Oberseite noch auf der Unterseite Sklerenchymbündel und Pallisadenparenchym und ist chlorophyllfrei. Hier und da treten zwischen den vollständigen Längsscheidewänden auf der Unterseite halbe Scheidewände mit dem Reste des grösseren Gefässbündels auf, welche in einem Diaphragma endigen. Sonst ist der Verlauf der Gefässbündel derselbe wie in der Blattfläche. — Solche Blätter, welche eine bedeutende Grösse und Dicke erreicht haben, zeichnen sich durch eine grössere Anzahl von Gefässbündeln aus. Z. B. enthält ein Blatt bei einer Breite von 6 cm und einer Dicke von $2\frac{1}{2}$ mm in den meisten Längsscheidewänden drei über einander liegende Bündel, von denen das mittlere bedeutend kleiner als die beiden anderen ist, und während diese ihre Holztheile wie gewöhnlich gegen einander richten, in Bezug auf die Grenze zwischen Holz und Bast schief zu der Ebene der Längsscheidewand liegt. Ausserdem ist in der Blattfläche auf der Oberseite, in der Blattscheide auf der Unterseite zwischen Luftgang und Pallisadenparenchym ein Gefässbündel vorhanden, das seiner Grösse nach zwischen dem oberen und mittleren in der Längsscheidewand steht und dem Luftgang seinen Holztheil zuwendet. Uebrigens hat mit der Stärke des Blattes die Grösse der Zellen so zugenommen, dass die der parenchymatischen Mittelschicht sich ohne Schwierigkeit an dünnen Schnitten mit blossen Auge erkennen lassen.

Bei einem anderen Exemplar dieser Species im Heidelberger Garten wurde der Blattbau von dem eben beschriebenen etwas abweichend gefunden. Die Unterschiede liegen nur darin, dass auf der Unterseite gerade an den Stellen, wo sich die Längsscheidewände befinden, die chlorophyllführende Schicht meist nicht von dem Sklerenchym unterbrochen ist und das Blatt somit eine Ausnahme von der allgemeinen Regel macht, dass hier die stärkeren das Parenchym ganz durchsetzenden Sklerenchymbündel liegen. In

der Scheide sind die Verhältnisse denen bei der anderen Varietät analog, es ist aber auf der Unterseite ein collenchymatisches Hypoderma von zwei Zelllagen entwickelt. Bei stärkeren Blattscheiden sind die Gefässbündel von einer ganzen Anzahl von Oelgängen umgeben, so z. B. zwölf derselben rings um eines der grösseren unteren Bündel vertheilt. Auch Verdoppelungen der Gefässbündel scheinen vorzukommen, wenigstens wurden an einer Stelle anstatt des einen oberen Bündels zwei nahe bei einander liegende, mit ihren Holztheilen etwas convergirende Bündel beobachtet.

Das Blatt von *E. paniculatum* aus dem Heidelberger Garten und das, welches ich aus dem Berliner Herbar (von Sellow in Brasilien gesammelt) erhielt, zeigten einen ziemlich verschiedenen anatomischen Bau. Im Blatt des ersten (s. Taf. XXIII, Fig. 7) hat der Luftgang eine noch grössere Ausdehnung gewonnen als bei *E. Lasseauxi* und reicht auf beiden Seiten bis an das Chlorophyll führende Gewebe, welches auf der Unterseite nicht durch eigentliches Pallisadenparenchym, sondern etwas unregelmässiger gestaltete Zellen gebildet wird. Ober- und Unterseite stimmen zwar darin überein, dass beide ein sklerotisches Hypoderma besitzen, differiren aber in der Anordnung der Sklerenchymstränge. Auf der Oberseite sind nämlich nur die den Längsscheidewänden entsprechenden Stränge vorhanden, welche das Pallisadenparenchym vollständig durchsetzen, während auf der Unterseite ausser diesen noch kleinere, unterhalb der Luftgänge gelegene und vom Chlorophyll führenden Gewebe überzogene Stränge sich vorfinden. Oelgänge treten nur in den Längsscheidewänden auf, und zwar wie gewöhnlich drei, von denen die beiden oberen dicht über und unter dem kleinen Bündel verlaufen. Die Scheide der grundständigen Blätter ist etwas von der der Stengelblätter verschieden, entsprechend den schon oben ange deuteten Verhältnissen. Wir finden bei ersteren auf der Oberseite nur das sklerotische Hypoderma und auf der Unterseite die ersten 3—4 Zelllagen unter der Epidermis collenchymatisch verdickt, Sklerenchym und Pallisadenparenchym fehlen auf beiden Seiten. Bei letzteren Blattscheiden ist die Oberseite wie bei ersteren ausgebildet, aber auf der Unterseite ist das Sklerenchym stark entwickelt und auch Chlorophyll führendes Gewebe vorhanden, wenn auch dieses schwächer als in der Spreite ist. Immer aber tritt in der Scheide

in einer Längsscheidewand nur ein Gefässbündel auf: es vereinigt sich nämlich das kleinere von oben kommende Bündel in einem Diaphragma mit der Anastomose der benachbarten grossen Bündel, und zwar geschieht dies bei den grundständigen Blättern erst in einem tieferen Theil der Scheide, bei den Stengelblättern da, wo die Spreite in die Scheide übergeht. Der Luftgang ist in der Scheide weniger weit als in der eigentlichen Blattoberfläche.

Das Blatt des Berliner *E. paniculatum* unterscheidet sich besonders dadurch, dass nur selten zwei Gefässbündel über einander vorkommen und dass keine regelmässig begrenzten Luftkanäle vorhanden sind. Das Grundgewebe bildet, soweit sich dies an dem getrockneten Material erkennen liess, nur auf der Oberseite ein Pallisadenparenchym, das übrige besteht aus unregelmässigen, in der Mitte vertrockneten und zerstörten Zellen. Auf der Oberseite wird das Parenchym durch schmale Sklerenchymstreifen unterbrochen, die aber bis fast zu den Gefässbündeln reichen und nur über solchen vorhanden sind. Auf der Unterseite sind die Sklerenchymstränge niedriger, aber breiter; häufig fehlen sie hier auch unter den Gefässbündeln. Um die Sklerenchymstränge und das Bündel in ihrer Mitte zieht sich ein Beleg von grossen Zellen mit verdickten Wänden. Die Gefässbündel selbst haben auf beiden Seiten noch eine sklerenchymatische Scheide und werden oberhalb und unterhalb von je einem Oelgang begleitet. Wo noch ein zweites oberes Bündel vorhanden ist, ist dieses nur sehr klein. In der Scheide ist immer nur ein Bündel vorhanden, das aber stärker ist als in der Spreite und auch von einer kräftigeren Sklerenchymscheide umgeben wird. Dafür fehlen alle äusseren Sklerenchymstränge und nur die Oberseite ist durch eine mehrschichtige Lage von grossen festen Zellen gestützt, unter denen erst das eigentliche Parenchym beginnt. Ein kleinzelliges sklerotisches Hypodermis ist auf beiden Seiten, sowohl in der Scheide, als auch in der Spreite wie bei der ersten Varietät ausgebildet.

Sehr regelmässig gebaut ist das Blatt von *E. eburneum*. Schmale Gewebeplatten, in denen zwei Gefässbündel und drei Harzgänge in der bei diesen Blättern gewöhnlichen Weise verlaufen, trennen grosse ziemlich regelmässig begrenzte Luftkanäle. Unter der Epidermis liegt auf beiden Seiten zunächst eine Lage kleiner

sklerotischer Zellen, dann eine Lage grösserer weniger stark verdickter Zellen, auf welche auf der Oberseite zwei bis drei Lagen chlorophyllführenden Pallisadengewebes und ebensoviele farblosen Parenchyms folgen, während auf der Unterseite nur noch einige Lagen chlorophyllhaltiger unregelmässiger Parenchymzellen geblieben sind, bis zu welchen der Luftgang sich ausgedehnt hat. Ober- und unterhalb der Gefässbündel ist das Chlorophyllgewebe durch eine kleine Gruppe etwas verdickter farbloser Zellen unterbrochen. Der obere Theil der Scheide ist ebenso gebaut, der untere stand mir nicht zur Verfügung.

Ziemlich ähnlich dem letztbesprochenen ist *E. Chamissonis*. Da das Blatt bedeutend stärker ist, besitzt es auch eine grössere mechanische Festigkeit. Diese spricht sich aus in den stärkeren Sklerenchymseiden der Bündel, ferner in dem Vorhandensein eines kleinen, wenige Zellen starken Sklerenchymbündels zwischen den beiden Gefässbündeln, und in dem Auftreten von äusseren Sklerenchymsträngen. Die stärksten davon liegen unterhalb der grossen Gefässbündel, zwischen ihnen befinden sich kleinere; auf der Oberseite sind sie alle ziemlich gleich, 3—4 Zelllagen stark, so dass sie gerade das Pallisadenparenchym unterbrechen. Auch auf der Unterseite ist chlorophyllführendes Gewebe vorhanden, aber zwischen diesem und dem Luftkanal liegen noch einige Lagen farbloser Parenchymzellen. Ein sklerotisches kleinzelliges Hypoderma findet sich auch hier auf beiden Seiten. Mit der Blattscheide verhält es sich hier wie bei *E. eburneum*.

Das Blatt von *E. Decaisneanum* (s. Taf. XXIII, Fig. 8) hat in der Vertheilung seiner Gewebeformen Aehnlichkeit einerseits mit *E. Chamissonis*, anderseits mit *E. Lasseauxi*, ist aber ausgezeichnet durch das Auftreten eines kleinen Bündels oberhalb des Luftganges. Zwischen den beiden übereinanderliegenden Bündeln finden wir in der mittelsten Längsscheidewand des Blattes ein drittes, welches in Bezug auf Holz und Bast quer zu den andern liegt, also wie in starken Wurzelblättern von *E. Lasseauxi*, dazu tritt noch ein kleiner drei bis vier Zelllagen starker Sklerenchymstrang zwischen dem mittleren und oberen Bündel; in den anderen Gewebplatten ist nur dieser zwischen den zwei Bündeln vorhanden, wie bei *E. Chamissonis*. Die kleineren obenerwähnten Bündel über den Luftkanälen besitzen

neben Weichbast nur wenige Gefässe, welche meistens nicht, wie wir es sonst bei den auf der Oberseite gelegenen Bündeln finden, nach unten, sondern in normaler Weise nach oben gerichtet sind. Nur das in der Mitte der Blattbreite gelegene ist grösser und kehrt seinen Holztheil nach unten dem Luftgang zu, in den es mit dem umgebenden Parenchym tiefer hineinragt, als die anderen kleinen. Diese kleinen Bündel sind die Reste von halben Längsscheidewänden, welche zwischen den ganzen auftreten. Am Grunde des Blattes befinden sich die halben Scheidewände mit dem Gefässbündel auf der Unterseite; sie werden nach der Spreite zu immer niedriger und enden am Beginn derselben in einem Diaphragma. In der Spreite liegen sie auf der Oberseite, zuerst weit in den Luftgang hineinragend, wobei das Gefässbündel seinen Holztheil nach unten kehrt, nach der Spitze zu werden sie niedriger und es treten die oben beschriebenen Verhältnisse ein. Die grössere Anzahl von Gefässbündeln, die wir bei *E. Lasseauxi* nur in ganz starken Wurzelblättern fanden, tritt hier regelmässig auf, sowohl bei den grundständigen als auch bei den an der Inflorescenzaxe stehenden Blättern. Was die Vertheilung der übrigen Gewebe betrifft, so ist ein sklerotisches Hypoderma nur auf der Unterseite vorhanden. Auf dieser sind die unter den Gefässbündeln liegenden Sklerenchymstränge viel grösser als die dazwischen liegenden, welche theils das Pallisadenparenchym ganz unterbrechen, theils nur in dasselbe hineinragen. Auf der Oberseite sind alle Sklerenchymstränge fast gleich stark und durchsetzen das Pallisadenparenchym. Vor jedem Strang — auf beiden Blattseiten — liegt ein Harzgang in dem den Luftgang begrenzenden farblosen Parenchym. In den Längsscheidewänden steigt die Anzahl der Harzgänge auf vier bis sechs, da sie zwischen den Gefässbündeln und Sklerenchymsträngen verlaufen und unter dem untersten Bündel zwei bis drei vorhanden sind. Auch unter dem kleinen Bündel, das über dem Luftgang liegt, befindet sich ein Oelgang. — Scheide und Spreite unterscheiden sich ausser dem oben schon angeführten wie es der allgemeinen Regel nach zu erwarten ist.

Am auffallendsten ist der Blattbau, dessen Einzelheiten allerdings an dem stark zusammengetrockneten Herbarexemplar nicht mehr genau zu erkennen waren, bei *E. floribundum* (s. Taf. XXIII, Fig. 9). Obgleich das Blatt nicht stärker ist, als das von *E. Cha-*

missonis enthält es in einer Längsscheidewand nicht weniger als fünf Gefässbündel übereinander, von denen nur das unterste normal orientirt ist, also seinen Holztheil nach oben wendet, während die vier anderen eine gerade entgegengesetzte Richtung einnehmen. Die drei mittleren liegen nahe bei einander, über und unter ihnen ist ein Stück rein parenchymatischen Gewebes bis zum nächsten Gefässbündel vorhanden. Jedes Bündel hat auf Holz- und Bastseite einen sklerenchymatischen Beleg. Ausser diesen treten auf der Unterseite des Blattes noch drei Bündel, zwischen denen in den Längsscheidewänden, unterhalb des Luftganges auf. diese sind aber viel kleiner als die anderen und liegen normal. Das Sklerenchym ist so vertheilt, dass auf der Oberseite eine mehrere Zelllagen starke, an wenigen Stellen unterbrochene und oberhalb der Gefässbündel noch besonders verstärkte Schicht vorhanden ist. Auf der Unterseite befinden sich einzelne schmale bis an die Gefässbündel reichende Platten, abwechselnd mit ganz niedrigen wenige Zellen starken Sklerenchymsträngen. Zwischen diesen Platten liegt das chlorophyllhaltige Gewebe, während es sich auf der Oberseite unter der Sklerenchymschicht hinzieht. Auf der Unterseite fehlt das Hypoderma. Der untersuchte Theil der Scheide ist ebenso gebaut, nur mit der Vereinfachung, dass statt der mittleren drei Bündel nur drei in einer Längsscheidewand vorhanden sind. — Ein Querschnitt durch einen starken Blatzzahn zeigte acht neben einander liegende Bündel, die, soweit zu erkennen war, in der Mitte Holz und auf beiden Seiten Bast besitzen, also wahrscheinlich aus zweien verschmolzen sind. In der Mitte des Zahnes liegen die beiden Bündel noch unverschmolzen, mit den Holztheilen einander zugewendet. Mit den Bündeln correspondiren äussere Sklerenchymstränge. Während auf der Oberseite auch zwischen diesen über den Bündeln liegenden sich noch kleinere Stränge finden, ist dies auf der Unterseite nicht der Fall. Ein sklerotisches Hypoderma ist auf keiner Seite vorhanden, Das Grundgewebe ist auf beiden Seiten ziemlich gleich entwickelt. Eine detaillirtere Angabe aller dieser Verhältnisse welche gerade bei diesem eigenthümlichen Blatte erwünscht wäre, wird sich wohl nur durch frisches Material gewinnen lassen, das mir leider nicht zur Verfügung stand.

Ich wende mich nun zu der speciellen Anatomie der Gewebe-

formen des Blattes, welche bei *E. Lasseauxi* näher untersucht wurden (s. Taf. XXIII, Fig. 1).

Die Epidermis (s. Taf. XXIII, Fig. 2) ist bei den in der letzten Gruppe genannten Arten von ziemlich gleicher Beschaffenheit; sie weicht dadurch von dem bei Dikotyledonen gewöhnlichen Bau ab, dass ihre Zellen in Längsreihen geordnet sind, wie wir dies in der Blattscheide europäischer Eryngien, z. B. *E. amethystinum*, ebenfalls finden. Entsprechend der ziemlich aufrechten Stellung der Blätter ist ein Unterschied zwischen Ober- und Unterseite nicht wahrzunehmen. Die Zellreihen bilden mit einander abwechselnde Längsstreifen, da die über den Sklerenchymbündeln liegenden Zellen anders beschaffen sind, als die über dem Pallisadenparenchym. Erstere nämlich sind sehr schmal und in die Länge gezogen, liegen genau in Reihen hintereinander und führen keine Spaltöffnungen; letztere sind ungefähr ebenso lang oder nur wenig länger als breit, ihre Reihenanordnung ist aber im ausgebildeten Zustande nicht immer deutlich erkennbar, sondern durch die zahlreichen Spaltöffnungen, welche sie enthalten, einigermassen gestört. Die Spaltöffnungen sind auf beiden Seiten des Blattes gleichmässig vertheilt; bei allen ist der Porus parallel der Blattnervatur gerichtet. Die Schliesszellen sind halbmondförmig (von oben gesehen) und seitlich von zwei Nebenzellen begrenzt. An diese setzen sich die darunter liegenden Zellen entweder des Pallisadenparenchyms oder des sklerotischen Hypodermas an, so dass die Schliesszellen frei in die Athemhöhle hineinragen. Ihre Form ist aus Taf. XXIII, Fig. 3 zu erkennen.

Das Hypoderma beeinträchtigt nicht das Vorhandensein von Spaltöffnungen, da unter ihnen seine Zellen zur Bildung der Athemhöhle auseinanderweichen. Bei *E. Lasseauxi* besteht es aus kleinen isodiametrischen sklerotisch verdickten Zellen, welche den chlorophyllhaltigen Zellen knopfartig aufsitzen. Doch können seine Zellen auch anders gestaltet sein; denn z. B. ist es von collenchymatischer Beschaffenheit in der Blattscheide von *E. aquaticum*, aus Sklerenchymfasern wird es gebildet auf der Oberseite des Blattes von *E. paniculatum*.

In dem parenchymatischen Gewebe haben wir zu unterscheiden das chlorophyllführende Pallisadenparenchym und die farb-

lose Mittelschicht. Die Zellen des ersteren sind zwar alle in der Richtung senkrecht zur Oberfläche des Blattes in die Länge gestreckt, sonst aber von unregelmässiger Form. Sie schliessen nämlich nicht alle lückenlos an einander, sondern lassen häufig kleine Intercellularen zwischen sich, indem ihre Wände aus- oder eingebogen sind. Die unter einer Athemhöhle liegenden Zellen hängen oft nur durch zwei seitliche einander zugewandte Aeste zusammen, so dass sie gemeinsam die Form eines **H** darstellen. Ihr grösster Durchmesser beträgt nur etwa 0,02 mm. Sie sind also beträchtlich kleiner als die Zellen des farblosen mittleren Parenchyms, welche etwa 0,1 mm lang sind. Diese sind aber in der Längsrichtung des Blattes ausgedehnt und dabei zwei- bis sechsmal länger als breit. Im Querschnitt sind sie rundlich oder polygonal und weichen in den Ecken, wo sie zusammenstossen, etwas auseinander; nach der Mitte nehmen sie an Grösse zu. Ihre schwach verdickten Wände besitzen unregelmässig gestellte Tüpfel.

In diesem Parenchym entstehen an den oben bezeichneten Stellen auf schizogenem Wege die Harzgänge. Die das cylindrische Lumen derselben umgebenden, secernirenden Zellen sind kleiner als die anderen Parenchymzellen und in radialer Richtung des Ganges zusammengedrückt. Das Sekret¹⁾ scheint ein Gummiharz mit zahlreichen eingelagerten Oeltropfen zu sein. Durch Alkannatinktur wird es nicht roth, sondern gelblich gefärbt, in heissem Alkohol ist es unlöslich und wird selbst von Kalilauge nicht verändert.

Zu den parenchymatischen Zellen gehören auch diejenigen, welche die Diaphragmen in den grossen Luftgängen bilden. Sie sind kurz, von sehr unregelmässiger Begrenzung und bilden ein an Intercellularen reiches lacunöses Gewebe. Dieses ist angefüllt mit grossen Krystalldrüsen von oxalsaurem Kalk, welche sich überhaupt in allen Theilen der in Rede stehenden Pflanzen finden, ganz besonders aber in der Umgebung lufterfüllter Räume, wie oben in den

1) Nach van Tieghem ist das Secret der Harzgänge der Umbelliferen: „divers principes immédiats hydrocarbonés, dans lesquels l'oxygène ou manque complètement, ou se trouve en proportion plus ou moins faible: des huiles essentiels, des résines, des gommes etc.“ (Sur les canaux sécréteurs des plantes. Annales des sciences naturelles. 5. Serie. Botan. 16.)

Diaphragmen. So treten sie ferner in grosser Menge in den den Luftgang umgebenden Parenchymzellen des Blattes von *E. paniculatum* auf, während sie bei *E. Lasseauxi* besonders in dem chlorophyllführenden Gewebe, das ja auch viele Interzellularen enthält, vorkommen.

Durch ihre mechanische Wirksamkeit sehr wesentliche Elemente des Blattes sind die Sklerenchymstränge, da sie den langen, schmalen und dabei aufrecht stehenden Blättern den nöthigen Halt verleihen. Ihr Auftreten und ihre Lage erinnert vollständig an die Blattverhältnisse bei Monokotyledonen¹⁾. Sie bestehen aus Zellen, welche stark verdickte und mit einfachen schiefgestellten Poren versehene Wände und einen plasmatischen Inhalt besitzen. Sie fügen sich mit stark zugespitzten Enden prosenchymatisch in einander und wurden im Blatt von *E. Lasseauxi* bei einer Dicke von 0,01 bis 0,015 mm 2 bis 3 mm lang gefunden. Ebensolche Sklerenchymfasern bilden auch die Scheiden der Gefässbündel.

Die specifischen Elemente der beiden Gefässbündel sind der Weichbast, die Holzzellen und die Holzgefässe. Im Weichbaste sind keine Siebröhren zu erkennen, es finden sich aber lange dünnwandige Zellen mit plasmatischem Inhalt, mit theils queren, theils schiefen Wänden an einander stossend, bei denen keine Poren wahrgenommen werden konnten, so dass diese Fasern als gekammerte Zellen mit spitzen Enden gedeutet werden können. Ihre Breite ist der der Sklerenchymfasern gleich, ihre Länge beträgt aber nur etwa 0,3 mm. Das Holz besteht aus eigentlichen kurzen prosenchymatischen Holzzellen mit verdickten und getüpfelten Wänden, aus Tracheiden mit ringförmiger Verdickung, und aus Ring und Spiralgefässen, deren Weite etwa 0,02 mm im Maximum beträgt und die theilweise einen braunen Inhalt führen. In den Spiralgefässen des Blattes von *E. Decaisneanum* tritt stellenweise ein der Wand an-

1) Nach Schwendener (Das mechanische Princip, p. 77) würden sie unter den Querschnittsformen des mechanischen Systems in bilateralen Organen den ersten Typus des Systems der subepidermalen Träger repräsentiren: nämlich „zusammengesetzte subepidermale Träger in bilateraler Anordnung, mit den tiefer liegenden Mestomsträngen nicht direkt verbunden, denselben aber häufig in Zahl und Lage entsprechend, nur bei beträchtlicher Uebersahl ohne Beziehung zum Mestom“.

liegendes schwarzes Secret auf, das sich gegen Kalilauge und Alkohol unverändert hält. Die stärkste Vergrösserung zeigt, dass es aus schwarzen Körnern besteht, die bei gewisser Einstellung violett erscheinen. Es muss in den Gefässen selbst entstanden sein, denn diese sind von anderen Gefässen oder Holzfasern umgeben¹⁾.

Ein Cambium ist vorhanden und dessen Thätigkeit noch einigermaßen in der Reihenordnung der ihm zunächst liegenden Holz- und Bastzellen erkennbar. Was den Verlauf der Gefässbündel betrifft, so ist darüber in dem oben Gesagten schon einiges angedeutet worden, was aber noch der Ausführung bedarf. Alle Bündel verlaufen parallel mit einander durch das ganze Blatt und anastomosiren nur in den Diaphragmen. Die Anastomosen werden in der Art gebildet, dass ein direkter Verbindungsstrang von dem grossen wie von dem kleinen Bündel der einen Längsscheidewand zu dem grossen, beziehungsweise kleinen der benachbarten geht und dass diese Commissuren an der Grenze des lacunösen Gewebes des Diaphragmas und des Parenchyms der Scheidewand wiederum jederseits durch einen Strang verbunden sind (s. Taf. XXIII, Fig. 4). Eine direkte Anastomose des grossen Bündels mit dem kleinen einer Längsscheidewand findet also nicht statt. Die Gefässbündel am Rande treten allmählich in die Zähne aus, über deren Beschaffenheit ich jetzt noch einige Angaben zu machen habe.

Die grösseren Zähne wiederholen nämlich in kleinerem Maassstabe vollkommen den Bau des Blattes. Ein recht starker Zahn²⁾ am Grunde der Blattfläche von *E. Lasseauxi* (s. Taf. XXIII, Fig. 5) wird von zwei Luftkanälen durchzogen, welche auch von Diaphragmen unterbrochen werden. Die in der Mitte befindliche Längsscheidewand enthält zwei übereinander liegende Gefässbündel und zwei Harzgänge, während an jedem Rande nur ein und zwar normal orientirtes Bündel verläuft. Unter der Epidermis zieht sich ringsum ein sklerotisches Gewebe hin, das besonders an den Rändern sehr stark

1) Nach de Bary (a. a. O. p. 177) ist bei Pflanzen, die Milchsafte oder harzige oder gerbstoffreiche Secrete in Schläuchen oder in intercellularen Behältern führen, eine mehr oder minder grosse Anzahl von Gefässen oft längere oder kürzere Strecken weit mit Milchsafte oder mit dem jeweils charakteristischen Secret erfüllt.

2) Ein Blattzahn von *E. floribundum* wurde schon bei diesem beschrieben

entwickelt ist; auch über dem kleinen und unter dem grossen Bündel der Längsscheidewand liegt ein starker subepidermaler Sklerenchymstrang. Zwischen diesen Strängen und dem Sklerenchym des Randes ist auf beiden Seiten chlorophyllführendes Pallisadenparenchym ausgebildet. Ausserdem finden sich noch einige andere, kleinere oder grössere, das grüne Gewebe unterbrechende Sklerenchymstränge. Das die Luftgänge rings umgebende Gewebe ist auch hier farbloses Parenchym. — Ein höher stehender und schwächerer Zahn besitzt keine Luftgänge, sondern die Mitte wird durch Parenchym ausgefüllt, in dem drei Gefässbündel neben einander und je ein Harzgang über und unter dem mittlérén Bündel verlaufen. Um diesen mittleren Theil liegen je vier Gruppen Pallisadenparenchym und Sklerenchym in gewöhnlicher Weise mit einander abwechselnd. Noch schwächere Zähne besitzen nur zwei, die schwächsten nur ein in lauter sklerenchymatischem Gewebe eingeschlossenes Gefässbündel.

Der Bündelverlauf beim Eintritt in den Zahn ist ziemlich complicirt und lässt sich auf kein bestimmtes Schema zurückführen, da ja wechselnd ein, zwei oder drei Zähne von demselben Punkte entspringen. Da ferner im Blatte selbst die Anzahl der Bündel am Rande eine wechselnde ist, so lässt sich schon deshalb keine bestimmte Regel für ihren Uebergang in den Blattzahn feststellen. Nur soviel kann man sagen, dass bei allen stärkeren Zähnen nicht bloss das äusserste, sondern die zwei oder drei äussersten Gefässbündel des Blattes den Zahn versorgen und dass dann das äusserste ganz in denselben hinausläuft. An der Ansatzstelle der Zähne an das Blatt anastomosiren die äussersten Gefässbündel desselben mit einander und von diesen Anastomosen aus gehen in einen Zahn je nach seiner Grösse ein oder mehrere Bündel, die sich wieder verzweigen können. Nach der Spitze zu legen sie sich aber aneinander, so dass der oberste Theil nur ein Bündel enthält. An einer Stelle, wo zwei Zähne entsprangen, zeigte sich folgendes Verhalten: Das äusserste Bündel des Blattrandes verläuft ungetheilt in den grösseren Zahn, von den zwei Bündeln der nächsten Längsscheidewand des Blattes, legt sich das grosse an das äussere an, das kleine theilt sich in zwei Aeste, von denen der eine im Blatt als zweites Bündel von aussen verläuft, der andere sich dreifach theilt. Der

äusserste Ast dieser drei geht noch in den grösseren Blattzahn, der mittlere versorgt den kleineren und der innerste bleibt als nunmehr äusserstes Bündel im Blatt. Unterhalb des Ansatzes der Zähne war also nur zu äusserst im Blattrand ein Gefässbündel, dann folgten gleich zwei über einander, oberhalb aber folgte auf das einfache äusserste noch einmal nur ein Bündel in einer Scheidewand.

Die verschiedenen Gewebeformen des Blattes, welche wir soeben der Reihe nach betrachtet haben, entwickeln sich auf folgende Weise. Zuerst lässt sich an dem jungen Blatte nur die Epidermis von einem gleichförmigen Grundgewebe unterscheiden, das etwa zwölf Zelllagen stark ist. Dadurch, dass in den unter der Epidermis liegenden Schichten vorwiegend Zelltheilungen senkrecht zur Oberfläche auftreten, während sich in den mittleren Schichten die Zellen auch tangential theilen, differenzirt sich ein äusseres, zwei bis drei auf der Oberseite, drei bis vier Zelllagen auf der Unterseite, starkes Gewebe von einem mehrschichtigen, etwa 20 Zelllagen starken mittleren. Auf der Oberseite werden die Zellen des ersteren Gewebes entweder zu kurzen chlorophyllführenden Parenchymzellen oder einzelne Gruppen von ihnen erfahren tangential Theilungen und diese neu gebildeten Zellen werden durch bedeutendes Wachsthum in der Längsrichtung des Blattes zu den Faserzellen der subepidermalen Sklerenchymstränge. Etwas später als auf dieser Seite geht dieselbe Ausbildung auf der Unterseite vor sich, nur mit dem Unterschiede, dass hier die äusserste Lage unter der Epidermis sich zu dem sklerotischen Hypoderma entwickelt. Ehe sich noch die erwähnten Sklerenchymstränge bilden, beginnt sich das innere Gewebe zu differenziren. Seine Zellen wachsen entweder in die Länge und werden zu den Elementen der Gefässbündel und der diese begleitenden Sklerenchymscheiden, oder sie bleiben kurz und geben die Zellen des farblosen Parenchyms. Dabei entsteht aber auffallender Weise der das grosse Gefässbündel liefernde Procambiumstrang weit eher als der, aus dem das obere kleinere hervorgeht. Auch die Harzgänge, welche in den späteren Längsscheidewänden liegen, werden vorher angelegt und zwar zuerst der über dem grossen Gefässbündel liegende. Nachdem in diesem schon die ersten Gefässe angelegt sind und eine lebhafte Cambialthätigkeit eingetreten ist, entsteht erst der das obere Gefässbündel liefernde Procambiumstrang. Zur Zeit seiner Entstehung

weichen schon die Zellen des Parenchyms zwischen den Geweblplatten, welche die Gefässbündel enthalten, auseinander und bilden Intercellularräume, die rasch an Grösse zunehmen. Da die Zellen an diesen Stellen dem Wachsthum des übrigen Gewebes nicht folgen, werden sie zerrissen und zerstört, so dass der weite Luftkanal entsteht. Die Harzgänge, welche den äusseren Sklerenchymsträngen anliegen, werden nachträglich gebildet.

Nachdem wir so die Entstehung der verschiedenen Gewebe des Blattes verfolgt haben, bleibt noch übrig, die Anlage der Spaltöffnungen kennen zu lernen. Bevor diese entstehen, sind die Athemhöhlen schon ausgebildet, durch Auseinanderweichen der chlorophyllführenden Zellen und auf der Unterseite auch der später sklerotischen Hypodermiszellen entstanden. Wie oben angegeben wurde, liegen die Spaltöffnungen in einzelnen Streifen der Epidermis. Die Zellen dieser Streifen sind anfangs in deutlichen Längsreihen angeordnet und in der Längsrichtung verkürzt. In einer solchen Zelle entstehen nun von einer Querwand zur anderen senkrecht zur Oberfläche zwei gegen einander concave Wände, die auf der convexen Seite zwei Nebenzellen abschneiden, die mittlere Zelle theilt sich noch einmal längs und bildet so die später auseinanderweichenden Schliesszellen. Die Zellen, in denen die eben beschriebenen Theilungen stattfinden, dehnen sich in querer Richtung stärker aus als die ungetheilten; letztere strecken sich meist in der Längsrichtung, theilen sich auch wohl durch Längs- und Querwände und dadurch wird die Reihenanordnung in der ausgebildeten Epidermis etwas gestört.

Die eben bei E. Lasseauxi beschriebene Entstehung der Spaltöffnungen ist verschieden von derjenigen, wie sie bei einheimischen Arten, z. B. E. amethystinum, vorkommt. Hier liegen die Zellen anfangs ebenfalls in Reihen, sind aber in der Längsrichtung gestreckt. Der Anlage der Spaltöffnungen gehen Quertheilungen voraus. Die Mutterzelle der Schliesszellen entsteht entweder, indem in einer Zelle eine neue Wand zwei benachbarte Zellwände bogenförmig verbindet und eine zweite Wand von einer der letzteren zur neugebildeten Wand sich gleichfalls im Bogen ansetzt oder sie entsteht aus einer der Zellen, die sich aus einer einfachen Zelle durch Theilung derselben parallel ihrer Längsrichtung gebildet haben. In

dieser Richtung ist auch meist der Porus gestellt; die Reihen-anordnung der Zellen aber ist durch nachträgliches Wachsthum und durch Theilung derselben sehr gestört.

III. Anatomie des Stammes.

1. Vegetativer Stamm. Nur wenige Eryngien besitzen einen oberirdischen vegetativen Stamm. Der einzige, den ich untersuchen konnte, ist der von *E. bupleuroides*, welcher keine anomalen Verhältnisse darbietet. Es sind in ihm alle Bündel zu einem zusammenhängenden Ringe verschmolzen, der innen eine Markkrone bildet und aussen die einzelnen Gruppen des primären Bastes trägt, vor denen die Oelgänge verlaufen. Das Holz besteht aus Tüpfelgefässen und stark verdickten Tracheiden, der Bast ist theilweise collenchymatisch verdickt. Die äusseren Rindenzellen bilden ein starkes Collenchym, das gleichmässig um den Stamm herumgeht. An einzelnen Stellen findet aussen eine Korkbildung statt.

Bei den meisten Eryngien ist der Stamm ein ausdauerndes Rhizom, das im Sommer Blätter und Blüthenschäfte treibt. Die nähere Untersuchung desselben wurde hier wieder bei *E. Lasseauxi* vorgenommen; zur Vergleichung seien aber auch die Verhältnisse bei einigen einheimischen Arten, wie *E. maritimum* und *E. campestre* kurz angeführt. Der anatomische Bau des Rhizoms zeichnet sich dadurch aus, dass in den Gefässbündeln nur Gefässe und Parenchymzellen gebildet werden, so dass es aus einem ziemlich weichen Gewebe besteht. Der Gefässbündelring setzt sich aus einzelnen durch schmale Markstrahlstreifen getrennten Bündeln zusammen. Im Holze sind nur die ersten ganz engen Gefässe spiralg verdickt, alle weiteren leiterförmig durchbrochen oder wenigstens mit sehr in die Quere ausgezogenen Poren versehen. Das übrige Holzgewebe ist parenchymatischer Natur, ebenso der Bast, in dem die Siebröhren ganz fehlen. Rinde und Mark bieten keine Eigenthümlichkeiten dar, sie bestehen aus unverdickten Zellen und werden von zahlreichen Oelgängen durchzogen. Die Thätigkeit des Cambiums ist eine sehr

ausgiebige, so dass bei älteren Rhizomen von *E. maritimum* eine starke secundäre Rinde gebildet wird, während die primäre unter der äusseren Korkschicht zusammengedrückt ist. Besonders die Dauer der cambialen Thätigkeit und der damit verbundenen Umstände im Dickenwachsthum sind es, welche das Rhizom der schmalblättrigen Eryngien vor dem der gewöhnlichen auszeichnen.

Bei *E. Lasseauxi* besteht die erste Axe des Rhizoms aus einem dicken Kegel, der seine Spitze nach unten richtet und von zahlreichen Adventivwurzeln in ähnlicher Weise gehalten wird, wie wir es z. B. an dem Stamm von *Pandanus* sehen. Später treibt der Stamm Seitenzweige, die in horizontaler Richtung den Boden durchkriechen und auf der Unterseite Adventivwurzeln bilden. Seine anatomische Beschaffenheit entspricht im wesentlichen dem Typus der Dikotylen und ist derjenigen der ebenbeschriebenen Arten sehr ähnlich, weicht aber im Dickenwachsthum in einer merkwürdigen Weise ab, welche ich zuletzt beschreiben will. — Die nach oben gekehrte Basis des Kegels ist am Rande etwas höher als in der Mitte und trägt die grundständige Blattrosette, welche den Vegetationspunkt umgiebt. Derselbe besitzt einen für eine dikotyle Pflanze merkwürdig stark gewölbten Scheitel und wird von den jungen Blattanlagen überdeckt; das Dermatogen, vier bis fünf Zelllagen von Periblem und drei bis vier des Pleroms sind deutlich zu unterscheiden. Die Zone, in welcher die Gefässbündel aus den jungen Blättern austreten, erweitert sich rasch zu dem Gefässbündelring. Dieser besitzt im stärksten Theile des Stammes nur eine geringe Stärke im Verhältniss zu Rinde und Mark, ist aber sehr reich an Gefässbündeln, denn bei einem Stammquerschnitt von 3 cm stehen etwa 160 Bündel in dem Ringe (s. Taf. XXII, Fig. 4). Dieselben sind theils zu mehreren durch ein nur kurze Zeit thätiges Cambium verbunden, theils sind sie durch Markstrahlen, die aus parenchymatischen Zellen mit stark lufthaltigen Intercellularen bestehen, von einander getrennt. Sie bestehen im Holze nur aus Spiralgefässen und Parenchym, im Baste nur aus Parenchym, dessen Zellen die Gestalt der Cambiumzellen behalten und ihre Wände, besonders in den zusammenstossenden Kanten etwas verdicken. Andere mechanisch verstärkende Elemente, deren ja auch das durch den Erdboden und die Wurzeln genügend gestützte Rhizom nicht bedarf, fehlen ganz. Der Gefässbündelring

umschliesst ein ansehnliches Mark von weichem parenchymatischem Gewebe, das von zahlreichen Harzgängen in sehr unregelmässigem Verlaufe durchzogen wird. Die Rinde ist sehr stark und besteht ebenfalls nur aus parenchymatischen Zellen und enthält, wie das Mark, eine grosse Anzahl von Harzgängen ohne regelmässige Anordnung. Ausserdem treten in der Rinde zahlreiche kleinere Gefässbündel auf, welche annähernd in concentrischen Kreisen um den centralen Bündelring liegen, und, je weiter nach aussen, um so mehr in der Ebene des Querschnitts verlaufen. Fast das ganze Rhizom ist nämlich noch bedeckt mit den Ansatzstellen der früher abgefallenen Blätter, so dass auch im unteren Theile noch in der Peripherie der Rinde Blattspurstränge auftreten, die theilweise in tangential schiefer Richtung und fast in der Ebene des Querschnitts verlaufen. Es erklärt sich dies daraus, dass die unteren Blätter, welche noch nicht durch andere gestützt und gehalten wurden, eine stärkere Befestigung brauchten. Diese wird erzielt, indem die seitlichen Spurstränge, wenn die Blattbasis nicht stengelumfassend ist, den Stengel umfassen und in tangential schieferm Bogen bis auf die Rückseite des Stammes verlaufen.¹⁾ Beim Ansatz des Blattes an den Stamm vereinigen sich die beiden übereinanderliegenden Bündel des ersteren und treten als eines in die Rinde ein. Sie durchsetzen dieselbe in der oben angegebenen Weise, um sich an den centralen Bündelring anzulegen. Einzelne aber treten nicht einfach von aussen in den Ring ein, sondern biegen erst bis in das Mark ein, um dann, sich nach unten und aussen wendend, sich mit dem Bündelring zu vereinigen. Dadurch erhält man im Querschnitt an manchen Stellen markständige Bündel, aber nur unmittelbar hinter denen des allgemeinen Bündelrings. Diese letzte Eigenthümlichkeit schliesst sich wiederum mehr dem Verhalten der Monokotylen als der Dikotylen an, denn bekanntlich ist bei den Palmen das Einbiegen der Blattspurstränge nach innen typisch.

Die oben angedeutete Eigenthümlichkeit des Dickenwachstums besteht in der Bildung eines secundären extrafascicularen Cambiums, welches am meisten an das von *Yucca*, *Dracaena* u. a. erinnert,

1) Siehe Schwendener, mechanisches Princip, p. 138, wo diese Verhältnisse für Palmen und Dracänen angegeben werden.

aber sowohl von diesem wie von dem bei den Menispermaceen, Chenopodiaceen u. a. auftretenden nicht unwesentlich abweicht. Diese neue Zuwachszone ist eine ziemlich späte Bildung, sie entsteht nach dem Erlöschen der Thätigkeit des ersten Cambiums unterhalb der Ansatzstelle der äussersten noch grünen Blätter, aber die Zellen der Rindenschicht, in welcher sie sich bildet, zeigen schon sehr frühe eine von den andern Rindenzellen abweichende Gestalt durch ihre tangentielle Streckung. Etwa fünf Zelllagen von dem primären Bast entfernt treten nun in diesen Rindenzellen tangentielle Theilungen auf (s. Taf. XXII, Fig. 5) und es bildet sich ein Cambium, welches nach aussen und innen Zellen abscheidet. Anfangs geschieht dies an einzelnen Stellen eine kurze Strecke weit, bald aber bildet sich eine rings um den primären Bündelring gehende zusammenhängende Zuwachszone, die nur an wenigen Stellen durch schmale Streifen des Grundgewebes oder durch eintretende Blattspurstränge unterbrochen wird. Sie liefert Reihen von 20—30 hinter einander liegenden Zellen, von denen die nach aussen abgeschiedenen sich ebenso gestalten, wie die des Bastes im inneren Bündelring, jedoch ein etwas weiteres Lumen als diese haben. Von den nach innen abgeschiedenen Zellen bleiben die einen unverändert, die andern werden zu ganz kurzgliedrigen und in Folge dessen nach allen drei Richtungen ziemlich gleichmässig verlaufenden Holzgefässen, die leiterförmig oder porös, niemals spiralig verdickt sind. Ihre aneinanderstossenden Querwände sind kreisförmig durchbrochen (s. Taf. XXII, Fig. 6). Die Ansicht des sekundären Bündelrings auf dem Quer- und Längsschnitt ist eine sehr ähnliche. Die Anlage eines dritten Verdickungsringes wurde nirgends beobachtet. Der Unterschied also dieser Bildung bei *Eryngium* von der analogen bei den Aloineen und Dracaeneen, sowie von der bei den Dikotylen und Gymnospermen mit erneuerten Zuwachszonen¹⁾ liegt darin, dass, wenn auch bei diesen nach aussen und innen Zellen abgeschieden werden, doch nach aussen nur ganz wenig Rinde gebildet wird und dass aus den nach innen abgeschiedenen Zellen isolirte Fibrovasalstränge hervorgehen.

1) S. de Bary a. a. O. p. 582 u. p. 636.

2. Inflorescenzaxe. Von nicht schmalblättrigen Arten wurden zur Vergleichung untersucht die Stengel von *E. planum*, *E. giganteum* und *E. campestre*. Dieselben weichen von dem gewöhnlichen Stammbau der Umbelliferen sowie auch von einander wenig ab. Bei *E. planum* sind die ersten Rindenschichten unter der Epidermis, und in den Vorsprüngen des Stengels eine grössere Zellgruppe, collenchymatisch verdickt. Die parenchymatischen Rindenzellen sind tangential gestreckt und bilden ziemlich weite Interzellularräume. Der Gefässbündelring wird von einzelnen nirgends durch ein Interfascicularcambium verbundenen Bündeln gebildet, die in den Vorsprüngen etwas weiter nach aussen treten, als an den anderen Stellen. Der Holztheil, der aus Gefässen und sklerotischen Zellen besteht, umgreift den Bast halbmondförmig auf beiden Seiten und hat innen noch eine collenchymatische Scheide. Die Zellen der Markstrahlen sind radial gestreckt, an manchen Stellen tritt bei ihnen eine sklerenchymatische Verdickung ein, so dass sie eine Verbindung zwischen den benachbarten Holztheilen zweier Bündel bilden. Das Mark besteht aus rundlichen, Interzellulare zwischen sich lassenden Zellen. Ausserhalb und innerhalb der Gefässbündel verlaufen parallel mit ihnen die Oelgänge.

Der Stengel von *E. giganteum* besitzt dieselben Gewebe in gleicher Vertheilung, unterscheidet sich aber dadurch von dem des *E. planum*, dass wenigstens zwischen einigen Bündeln ein Interfascicularcambium gebildet wird, und dass die Grenze zwischen Holz und Bast eine gerade ist.

Im Gefässbündelring von *E. campestre* geht die Verschmelzung der Bündel noch weiter, denn sämmtliche hängen mit ihren Holztheilen zusammen und auch ein nur an wenigen Stellen unterbrochenes Interfascicularcambium ist vorhanden, die primären Basttheile aber liegen von einander getrennt.

Von schmalblättrigen Arten konnte die Inflorescenzaxe untersucht werden bei *E. aquaticum*, *E. paniculatum* und *E. Decaisneanum*. Bei allen ist der Schaft in der Mitte von einer weiten cylindrischen Höhlung durchzogen, die nur bei *E. aquaticum* an den Knoten geschlossen ist, indem hier das Mark eine verhältnissmässig grosse Strecke erhalten bleibt. Die Luftgänge aber, welche in der Rinde von *E. aquaticum* und *E. Decaisneanum* auftreten, durchziehen zwar

das ganze Internodium, sind jedoch an den Knoten geschlossen und alterniren mit denen des darüber und darunter befindlichen Internodiums; auch mit den Luftgängen der Blätter stehen sie in keiner Verbindung, denn diese endigen blind an der Ansatzstelle des Blattes. Der anatomische Bau ist bei jedem etwas verschieden, auch hier sind, wie in den Blättern die Verhältnisse bei der erstgenannten Species am einfachsten und normalsten.

E. aquaticum (s. Taf. XXIV, Fig. 1) besitzt unter der Epidermis zunächst ein durchgehendes sklerotisches Hypoderma, das eine Zelllage stark und nur unter den Spaltöffnungen unterbrochen ist. Darunter liegen in den etwa 18 Kanten des Stengels Sklerenchymbündel, die keilförmig nach innen vorspringen, während zwischen diesen, meist zwei, flachere Stränge von Sklerenchymfasern auftreten. Das andere zunächst unter dem Hypoderma liegende Gewebe ist chlorophyllhaltig und bildet eine Art Pallisadenparenchym, dessen Zellen aber allmählich in die längsgestreckten Zellen des farblosen Rindenparenchyms übergehen. Dieses wird von weiten Luftkanälen, deren einer jedesmal einer Vertiefung des Stengels entspricht, durchzogen. Der Gefässbündelring erscheint auf dem Querschnitt nicht kreisförmig, sondern zieht sich bogenförmig um die Luftkanäle, so dass er zwischen denselben jedesmal einen Vorsprung nach aussen bildet. Die Gefässbündel haben starke sklerenchymatische Scheiden, welche auf der Aussenseite getrennt bleiben, auf der Innenseite aber zu einer mächtigen alle Bündel vereinigenden Scheide zusammenfliessen. Ausserdem sind die unter den Luftkanälen liegenden Bündel durch ein Interfascicularcambium vereinigt, während die in den Vorsprüngen liegenden sich an der Bildung desselben nicht theiligen. Auch sind letztere durch einen grösseren Zwischenraum von den nahe zusammenliegenden und den Bogen bildenden Bündeln entfernt. Die Gefässbündel laufen durch das ganze Internodium mit einander parallel, selbst im Knoten finden keine Anastomosen statt. Harzgänge fehlen auch in der Inflorescenzaxe nicht und zwar liegt ziemlich regelmässig je einer vor und hinter jedem Gefässbündel.

Bei *E. paniculatum* (s. Taf. XXIV, Fig. 2) liegt unterhalb der verdickten Epidermis eine ringsum gehende Collenchymschicht, welche kleine Gruppen dünnwandiger chlorophyllhaltiger Zellen einschliesst.

Es fehlen also die für den Umbelliferenstengel charakteristischen collenchymatischen oder sklerenchymatischen Stränge in den Kanten des Schaftes. Auf die Collenchymschicht folgt ein starkes Rindenparenchym und auf dieses der Gefässbündelring, der den Rest des Markes mit dem Hohlraum umschliesst. Rinde und Mark werden von Harzgängen durchzogen; besonders zahlreich treten dieselben an der Grenze von Collenchym und Parenchym auf, sie finden sich auch im Mark regelmässig hinter den tiefer in dasselbe hineinragenden Gefässbündeln gelegen und sonst unregelmässig zerstreut. Die Luftkanäle in der Rinde fehlen. Der Bündelring zeigt ähnliche Einbuchtungen wie der von *E. aquaticum*, nur sind sie viel unregelmässiger. Die vorspringenden Stellen werden nicht von einem Bündel gebildet, sondern die Bündel sind hier gleichförmig auf den Umfang vertheilt, so dass die Grenze zwischen Holz und Bast bei einigen fast senkrecht gegen die Stammoberfläche gerichtet ist. Ein verbindendes Interfascicularcambium fehlt, doch ist in jedem Bündel eine cambiale Thätigkeit aus der Reihenanordnung der Zellen an der Holz- und Bastgrenze deutlich zu erkennen. Jedes Bündel ist auf der Innenseite von einer stark sichelförmigen Sklerenchymscheide umgeben. Diese einzelnen Scheiden sind bald durch einige Zellreihen parenchymatischen Gewebes getrennt, bald stossen die mehrerer benachbarter Bündel zusammen und bilden eine kleinere oder grössere Reihe durch eine gemeinsame Scheide vereinigter Bündel. Auf der Bastseite sind die Gefässbündel ebenfalls von einer Sklerenchymscheide umgeben, aber die Bastscheiden der benachbarten Bündel bleiben wie bei *E. aquaticum* getrennt.

Zur Erhöhung der Festigkeit des Stengels und gewissermassen zum Ersatz der fehlenden äusseren Sklerenchymstränge dienen nun eigenthümliche rindenständige Bündelgruppen, welche an die Verhältnisse bei rankenden Sapindaceen erinnern. Wir finden nämlich auch in der Rinde Gefässbündel in verschiedener Anzahl zu kleinen in sich geschlossenen Ringen oder Gruppen verbunden, durch eine gemeinsame sklerotische Scheide auf der Holzseite vereinigt und auf der Bastseite von unter sich getrennten Sklerenchymscheiden umgeben (s. Taf. XXIV, Fig. 4). Oft legen sich nur zwei Bündel mit den Holztheilen an einander und werden in eine gemeinsame Sklerenchymscheide eingebettet, es treten aber auch bis zu sieben Bündel

zusammen und stehen dann in einem Ringe, in dessen Mitte noch parenchymatisches Grundgewebe als ein Mark übrig bleibt, welchem alle Bündel ihre Holztheile zuwenden. Grössere solcher Gruppen oder Ringe liegen meist in einer Einbuchtung des grossen Bündelrings, eine regelmässige Anordnung ist dabei nicht wahrzunehmen.

Diese rindenständigen Bündelgruppen treten in gleicher Weise in der Inflorescenzaxe von *E. Decaisneanum* auf, doch ist dieselbe unschwer von der des *E. paniculatum* durch andere Eigenthümlichkeiten zu unterscheiden. Erstens nämlich ist hier keine zusammenhängende Collenchymschicht unter der Epidermis vorhanden, sondern ein collenchymatisches Hypoderma von einer Zelllage, unter welchem breitere Streifen collenchymatischen Gewebes mit schmäleren Streifen von chlorophyllführendem Pallisadenparenchym regelmässig abwechseln. Zweitens treten in der Rinde in ziemlich gleichen Abständen Luftcanäle auf, wie bei *E. aquaticum*, doch sind sie hier enger und zahlreicher als bei jenem. Drittens zeigt der Bündelring andere Verhältnisse dadurch, dass er weniger in die Rinde vorspringende Bündel enthält als vielmehr einzelne Bündel in das Mark hineindrängt. Auf dem Querschnitt betrachtet, besteht er aus einzelnen nach innen concaven Bögen von verschieden vielen Bündeln, die in einer gemeinsamen Sklerenchymscheide liegen. Die Bögen sind meist durch einen schmalen Streifen parenchymatischen Gewebes getrennt, seltener verschmolzen. Ein fernerer Unterschied von *E. paniculatum* liegt darin, dass auch die Sklerenchymbekleidungen auf der Bastseite der einzelnen Bündel sich zu einer gemeinsamen Scheide vereinigen. An vielen Bündeln selbst ist auffallend, dass die Grenze zwischen Holz und Bast eine nach aussen stark concave Linie bildet, der Holztheil also den Basttheil auf beiden Seiten umgreift. Einzelne Bündel, die jedoch auch Blattspurstränge sind, werden so weit in das Mark hineingedrängt, dass sie vollständig von dem grossen Bündelring abgeschlossen werden und in einer eigenen durch Markparenchym von den anderen getrennten Sklerenchymscheide liegen. Schliesslich sind auch die Harzgänge in grösserer Menge als bei *E. paniculatum* vorhanden: ihre Anordnung richtet sich theilweise nach den Gefässbündeln, indem ausserhalb und innerhalb fast jedes Bündels ein Harzgang gelegen ist, ausserdem liegt einer hinter jedem Collenchymstrang der Rinde, und finden sie sich in unregelmässiger

aber reicher Vertheilung im Mark. Die Inflorescenzzweige höherer Ordnung weichen etwas von dem oben beschriebenen Verhalten der Hauptaxe ab und zwar dadurch, dass das Pallisadenparenchym hier stärker als das Collenchym entwickelt ist, während dort das Entgegengesetzte der Fall war. Ferner hängen hier alle Gefässbündel des inneren Bündelringes durch sklerenchymatisches Gewebe vollständig zusammen und der Ring ist regelmässig eingebuchtet. Einzelne losgetrennte Bündel im Marke finden sich auch hier, aber die rindenständigen Gefässbündelgruppen fehlen gänzlich.

IV. Anatomie der Wurzel.

Die Hauptwurzel ist nur noch an jungen Keimlingen vorhanden, sie stirbt bald ab und wird ersetzt durch zahlreiche Adventivwurzeln, welche, wie bereits erwähnt, aus dem Rhizom entspringen. Der Bau derselben stimmt mit dem überein, welchen van Tieghem¹⁾ für die Adventivwurzeln der Umbelliferen beschreibt. Die Zellen der Epidermis sind in der Längsrichtung gestreckt und ungefähr ebenso hoch wie breit, ihre Aussenwände sind schwach verdickt. Die äusserste Zelllage der Rinde zeichnet sich vor dem übrigen Rindenparenchym dadurch aus, dass ihre Zellen in radialer Richtung eine grössere Ausdehnung als in tangentialer besitzen, was bei den andern nicht der Fall ist. Die Rinde entwickelt sich sehr stark und wird bei älteren Wurzeln von schmalen Luftgängen durchzogen.²⁾ Ihre Zellen liegen in radialen Reihen und concentrischen Kreisen, weichen aber schon sehr bald an den Ecken auseinander, so dass hier kleine luftgefüllte Intercellularräume gebildet werden. Im Parenchym und besonders häufig an den Rändern der Luftgänge treten

1) Van Tieghem. Symmetrie de structure des plantes (Annales des sciences naturelles. 5. Serie. Botanique 13).

2) Diese Luftgänge treten auch auf bei *Oenanthe Phellandrium* nach van Tieghem a. a. O.

in der Längsrichtung gekammerte Zellen auf, welche in jeder Kammer eine grosse Druse von oxalsaurem Kalk enthalten. Wir sehen also hier wiederum die schon oben (p. 400) erwähnte Erscheinung, dass die Drusen sich am häufigsten an der Grenze luftgefüllter Räume finden. Die innerste Zellenlage der Rinde bildet die innere Endodermis oder Schutzscheide, welche auf dem Querschnitte sehr deutlich in ihren radialen Wänden den charakteristischen schwarzen Punkt zeigt. Der innere Cylinder, den sie umschliesst, wird vom Pericambium umgeben. Schon sehr frühe finden in den Zellen desselben Theilungen statt, welche zur Bildung secrethaltiger Interzellularräume führen. Diese Oelgänge bilden sich noch vor der Anlage des Gefässbündels, aber so, dass vor jeder Gefässgruppe eine unpaare Anzahl von ihnen liegt: einer in der Mitte von vier Zellen und ein oder zwei an jeder Seite von drei Zellen begrenzt. Sie bilden sich auf folgende Weise: von den Aussenwänden zweier benachbarter, im Querschnitt etwa quadratischer, Pericambiumzellen ziehen sich Wände schräg nach demselben Punkte der gemeinsamen Wand, so dass in beiden Zellen je eine kleinere dreieckige und eine grössere fünfeckige Zelle abgeschnitten wird. Wo diese vier Zellen zusammenstossen, weichen sie zur Bildung eines Oelgangs auseinander. In den Zellen des Pericambiums, welche neben den fünfeckigen liegen, treten gleichfalls Wände auf, die sich von der Aussenwand schräg nach der dem ersten Oelgang zu gelegenen Radialwand ziehen, und so wird hier wiederum jede Zelle in eine kleinere dreieckige und grössere fünfeckige getheilt, die mit der benachbarten fünfeckigen den nun entstehenden Oelgang umgeben. Dies geschieht in einer oder zwei Zellen auf jeder Seite der mittleren zwei Zellen. Gerade unter dem mittelsten Oelgang wird das erste Gefäss des Holztheils ausgebildet. Die Anzahl der Gefässgruppen und somit auch der Gruppe von Oelgängen im Pericambium richtet sich nach der Stärke der Wurzel und schwankt zwischen zwei und neun. Meist werden in einem Theile des Holzkörpers nur drei Gefässe hintereinander angelegt. Zwischen ihnen und mit ihnen durch parenchymatisches Gewebe verbunden liegen die Bastgruppen, anfangs dicht an das Pericambium anstossend, bald aber durch eine von den Pericambiumzellen abgeschiedene Zelllage davon getrennt. Dass hier ein fünfeckiger, aussen von zwei Pericambiumzellen, innen von drei Bastzellen um-

gebener Oelgang liege, wie ihn van Tieghem¹⁾ für alle Wurzeln der Umbelliferen beschreibt, konnte ich nirgends finden. Innerhalb der Holz- und Bastgruppen liegt ein starker Markeylinder, welcher auch bei älteren Wurzeln erhalten bleibt. Das Dickenwachsthum der Wurzel geschieht in der Weise, dass von einem Holztheil zum andern in einem Bogen innen um den Bast die Zellen des dazwischen liegenden Gewebes sich tangential theilen und eine cambiale Thätigkeit entwickeln. Da sich auch die inneren grossen Zellen, die den über den primären Holzgefässen liegenden Oelgang begrenzen, tangential theilen, so wird eine ringsum zusammenhängende Cambiumzone gebildet, die nach aussen Bast, nach innen Holz abscheidet. Die Elemente des sekundären Holzes sind Holzfasern und weite mit schmalen quergestreckten Poren versehene Gefässe, während die primären Gefässe eng und spiralg verdickt sind. So entsteht ein zusammenhängender Holzring, welcher gegen das Mark zu kreisförmig begrenzt ist. Weitere Veränderungen des Dickenwachsthums sind, dass sich auch die kleinen dreieckigen Zellen, welche die mittleren Oelgänge von aussen begrenzen, tangential theilen, und dass die Schutzscheide, um der Ausdehnung zu folgen, in ihren Zellen radiale Theilungen, besonders über den Oelgängen erfährt; diese Theilwände entbehren aber des charakteristischen schwarzen Punktes, den die Wände der primären Schutzscheidezellen zeigen.

Im Vegetationspunkte lassen sich nur zwei Meristeme unterscheiden, nämlich das Plerom und dasjenige, aus welchem Periblem, Epidermis und Wurzelhaube ihren gemeinsamen Ursprung nehmen. Der Pleromkörper endet mit einer ziemlich starken Wölbung; seine äusserste Zelllage setzt sich als Pericambium deutlich von dem inneren Strang ab, der aus länger gestreckten Zellen gebildet wird; nur unmittelbar am Scheitel sind die inneren Zellen noch nicht in der Längsrichtung gestreckt. Ueber dem Pleromscheitel lässt sich die radiale Reihenanzordnung der Zellen bis in die Spitze der Wurzelhaube verfolgen; weiter nach aufwärts sind dann die Schichten des Periblems, die junge Epidermis und die Wurzelhaube als differenzirte Gewebe zu erkennen.

1) Van Tieghem: Sur les canaux sécréteurs des plantes. (Annales des sciences nat. 5. Serie. Botanique 16.)

Dieser Bau der Wurzelspitze, welcher sich sowohl bei europäischen als bei amerikanischen schmalblättrigen Arten findet, stimmt mit dem überein, wie er auch für andere Umbelliferen (*Selinum decipiens*, *Levisticum officinale*) beschrieben wird¹⁾.

Die Anlage der Nebenwurzeln (s. Taf. XXIV, Fig. 5) geschieht hier nicht, wie bei den meisten Dikotylen direkt vor den Holztheilen, sondern an dieser Stelle bleibt der mittlere Oelgang bestehen. Die lateralen Oelgänge werden aber, wenn eine Nebenwurzel angelegt werden soll, nicht ausgebildet. Es findet vielmehr an diesem Orte eine lebhaftere Tangentialtheilung des Pericambiums statt und es entsteht dadurch zunächst ein kleiner Höcker, welcher die Schutzscheide vor sich herschiebt. Diese folgt eine Zeit lang dem Wachsthum, indem ihre Zellen sich durch radiale Theilungen vermehren, und bleibt der äusserste Ueberzug der jungen Nebenwurzel, ohne sich an der Bildung der Wurzelhaube zu theilnehmen. An weiter vorgeschrittenen Nebenwurzeln ist die Schutzscheide nicht mehr zu erkennen und ist sie wahrscheinlich wie die im Wege liegenden Rindenzellen zerdrückt worden. Am Grunde der Nebenwurzel entsteht eine Zellschicht in dem noch undifferenzirten Gewebe des inneren Cylinders, welche durch wiederholte tangentialtheilungen immer neue Zellen nach aussen abscheidet und der Nebenwurzel hinzufügt. Diese treten aber nur zu dem Pleromstrang, während die übrigen Gewebeformen aus dem Pericambium hervorgehen. Die Holzgefässtheile, deren die Nebenwurzel meist zwei besitzt, legen sich an die beiden Holztheile der Hauptwurzel an, zwischen denen jene entsteht.

1) Dr. Jac. Erickson. Das Urmeristem der Dikotylenwurzeln. (Pringsh. Jahrb. XI. Bd. 1878.)

V. Uebersicht der Ergebnisse. Samen. Keimung.

Ueberblicken wir die im Vorhergehenden geschilderten Eigenthümlichkeiten der parallelernyigen Eryngien, so ergibt sich für sie offenbar ein merkwürdiges Gemisch aus den anatomischen Eigenschaften der Di- und Monokotylen, das sich am besten erkennen lässt, wenn wir den Aufbau der Pflanze verfolgen. Ihrem Habitus nach hätte man es für möglich halten können, dass die Monokotylen-ähnlichen Eryngien auch nur mit einem Kotyledon keimten, allein, wie sich schon aus der Untersuchung reifer Samen von *E. aquaticum* ergab, besitzt der Embryo zwei Kotyledonen, zwischen denen ein breiter Stammscheitel liegt (s. Taf. XXIV, Fig. 6). Die Kotyledonen der gekeimten Pflänzchen, auch die der ganz parallelernyigen, wie *E. Lasseauxi*, sind gestielt, verkehrt eiförmig, netzadrig und ganzrandig. Auch die ersten Laubblätter, welche mit jenen decussirt stehen, haben eine ähnliche Form, sind aber mit breiten Zähnen versehen (s. Taf. XXIV, Fig. 7); die späteren Blätter werden immer schmaler und ihre Zähne immer mehr auf stachelähnliche Gebilde reducirt; dabei verlaufen die Hauptgefässbündel parallel neben einander, sind aber noch durch netzadrige Anastomosen verbunden (s. Taf. XXIV, Fig. 8). Schon mit der Anlage der ersten Laubblätter treibt das hypokotyle Glied Adventivwurzeln, die sich bald stärker als die Hauptwurzel entwickeln. Diese enthält eine Gefässplatte, die in der Ebene der Kotyledonen liegt. Vor jeder Hälfte der Gefässplatte liegt ein Oelgang, während auf beiden Seiten eine Cambiumschicht und Bastgruppe vorhanden ist. Im hypokotylen Glied bleibt diese Anordnung bis fast zur Insertion der Kotyledonen erhalten, doch weichen die Gefässe etwas auseinander, so dass in der Mitte sich einige Markzellen einschalten können. Auch verschwinden hier Schutzscheide und Pericambium, die in der Wurzel deutlich hervortreten. Diese Verhältnisse stimmen also ganz mit denen überein, welche für andere Umbelliferen angegeben werden¹⁾. Dasselbe ist, wie ich hier gleich bemerken will, der Fall bei der

1) Vergl. van Tieghem: Sur les canaux sécréteurs des plantes. (Annales des sciences nat. 5. Serie. Botanique 16.)

anatomischen Beschaffenheit der Adventivwurzel. Auch der Vegetationspunkt der Wurzel ist so gebaut wie bei den bisher untersuchten Umbelliferen.

Das junge Stämmchen wächst zunächst in normaler Weise in die Dicke und wird dabei zu einem verkehrt kegelförmigen Gebilde, einem Rhizom, das uns wiederum in seinem äusseren Ansehen an die analogen Gebilde mancher Monokotylen, wie z. B. an den Stamm von *Veratrum*, oder, wie oben (p. 407) erwähnt, an den von *Pandanus* erinnert, und so gleichen auch die kriechenden Verzweigungen, welche daraus entstehen, auffallend denen gewisser Monokotylen, z. B. *Iris*. Was die anatomische Beschaffenheit des Rhizoms betrifft, so entspricht zwar der Bau der Gefässbündel und die Anordnung derselben in einen Ring dem normalen Verhalten der Dikotylen, aber zwei Eigenthümlichkeiten sind hier vorhanden, die den Monokotylen entlehnt zu sein scheinen. Einmal nämlich das Einbiegen mancher Blattspurstränge in das Mark vor der Vereinigung mit dem gemeinsamen Bündelring, wie es für den Gefässbündelverlauf der Palmen so charakteristisch ist, und sodann das anomale sekundäre Dickenwachsthum, das durch einen zweiten extrafascicularen Verdickungsring bewirkt wird. Letzteres, wenn auch von ganz spezifischem Verhalten, kommt der bekannten Erscheinung bei *Yucca*, *Dracaena* u. ähnl. am nächsten, schliesst sich also wiederum den Monokotylen an.

Wenden wir uns nun zu den Blättern, so kommen wir zu dem Punkt, worin zuerst die auffallende Aehnlichkeit der betreffenden Eryngien mit Monokotylen constatirt wurde, wie dies in der Einleitung hervorgehoben ist. Es sei hier nur noch darauf aufmerksam gemacht, dass schon in den Namen verschiedener Species diese Aehnlichkeit ausgedrückt ist, wie *E. yuccifolium* (syn. *aquaticum* L.), *E. bromeliaefolium* Delar., *E. pandanifolium* Cham., *E. luzulaefolium* Cham., *E. junceum* Cham. und *E. scirpinum* Cham. Dabei ist nicht nur die Form, sondern auch die bedeutende Grösse, welche einzelne dieser Blätter erreichen können, auffallend, denn für *E. pandanifolium* giebt Chamisso an, dass die Wurzelblätter bei einer Breite an der Basis von 18 Linien fast 5 Fuss lang werden. Es hat sich denn auch gezeigt, dass der anatomische Blattbau solcher Arten durchaus von monokotylen Typus ist. Zuerst wurden dafür

nur angeführt¹⁾ die longitudinalen von Querplatten unterbrochenen Luftkanäle, wie sie sich z. B. bei *Musa* wiederfinden. Dazu kommen aber noch Analogien in der Vertheilung und Zellform der einzelnen Gewebe. In der Epidermis zunächst finden wir eine regelmässige Reihenanordnung der Zellen und eine bestimmte Richtung in den Poren der Spaltöffnungen, welche selbst auf eine von der bei europäischen *Eryngien* abweichende Art entstehen. Sogar solche Einzelheiten, wie das Vorhandensein von einzelligen Trichomen, das sonst bei manchen Gräsern beobachtet wird, zeigt sich wieder bei *E. erio-phorum* und *E. junceum*, Arten mit ganz schmalen grasähnlichen Blättern. Ferner tritt das chlorophyllführende Gewebe ziemlich gleichmässig auf beiden Seiten auf und lässt ein starkes chlorophyll-freies Parenchym zwischen sich, in dem die Gefässbündel verlaufen. Ausser diesen dienen zur mechanischen Verstärkung subepidermale Sklerenchymstränge oder -platten, welche auffallend an die mechanischen Einrichtungen bei Blättern von Monokotylen erinnern. Für die Gefässbündel lassen sich ganz besondere Eigenthümlichkeiten constatiren. Wir sehen nämlich zwar z. B. bei *Dasylium* auch in regelmässiger Weise zwei Gefässbündel über einander auftreten, aber immer sind beide normal orientirt. So scheint denn die verkehrte Lage des oberen Bündels, das dem unteren seinen Holztheil zuwendet, wie dies der Fall bei der zuletzt beschriebenen Gruppe von *Eryngien*blättern ist, eine selten auftretende Erscheinung zu sein. Man könnte daran denken, dass die verkehrte Lage des oberen Bündels zur Unterstützung der Ansicht diene, die Blätter als umgebildete Blattstiele aufzufassen, da ja in diesen die Bündel häufig im Kreise liegen und sich folglich ihre Holztheile zuwenden. Aber gerade bei den ganz schmalblättrigen Arten, wie *E. scirpinum*, *junceum* u. a., deren Blätter man mit noch grösserem Rechte als Blattstiele betrachten könnte, liegen beide Bündel normal, d. h. beide den Holztheil nach oben wendend. Wir müssen also jene verkehrte Bündellage einfach als eine Eigenthümlichkeit der breiteren parallelnervigen Arten betrachten und werden richtiger ihre Blätter als eigenthümlich umgestaltete Blattflächen, deren Fiederlappen auf Zähne reducirt sind, auffassen, umsomehr, als diese Zähne, wie

1) Decaisne, a. a. O.

oben gezeigt wurde, vollständig die Struktur des Blattes wiederholen können. Ausserdem sehen wir, dass Uebergänge von breiten fiederartigen Blättzähnen, wie z. B. bei *E. elegans* zu ganz schmalen stachelähnlichen Bildungen wie bei *E. stenophyllum* und vielen anderen vorhanden sind. Wir finden dann auch Uebergänge von unseren einheimischen Arten mit zertheilten Blättern bis zu den rein parallelnervigen, ebensowohl in der äusseren Blattform als auch in den anatomischen Eigenthümlichkeiten des Blattbaues, wie dies bei der ausführlichen Beschreibung desselben hervorzuheben gesucht wurde.

Wie die Blätter, so zeichnen sich auch die Blütenstände der am meisten vom Habitus der Dikotylen abweichenden Eryngien durch ihre Grösse aus; eine Analogie mit Monokotylen kann aber bei ihnen nicht gefunden werden. Dagegen treten in der Inflorescenzaxe bei *E. paniculatum* und *E. Decaisneanum* — wahrscheinlich also auch bei den diesen nächststehenden Arten — merkwürdige Verhältnisse in der Anordnung der Gefässbündel auf, wie sie in ähnlicher Weise bisher nur an einigen Sapindaceen beobachtet worden sind: nämlich neben einem grossen Bündelring in der Mitte vollständig in sich geschlossene kleine Bündelringe in der Rinde von einem höchst charakteristischen Aussehen.

Die Blüten selbst sind es gerade, nach welchen auch diese Eryngien in die Klasse der Umbelliferen eingereiht werden müssen, also ist an ihnen nichts Bemerkenswerthes oder Abweichendes zu finden.

So ergibt sich denn, dass die Aehnlichkeit der parallelnervigen Eryngien mit Monokotylen nur in den Blättern und im Rhizom liegt, dass diese aber nicht bloss äusserlich vorhanden ist, sondern sich auch auf den anatomischen Bau erstreckt. Wenn es weniger zu verwundern ist, dass den morphologischen Verhältnissen die anatomischen entsprechen, so ist es um so auffallender, dass bei keiner bemerkenswerthen morphologischen Eigenthümlichkeit anatomische Merkwürdigkeiten, nämlich die rindenständigen Bündelgruppen im Stengel, auftreten. Das Fremdartige, was die parallelnervigen Eryngien anderen Dikotylen und speciell Umbelliferen gegenüber schon durch ihren Habitus darboten, wird also durch ihre anatomischen Eigenthümlichkeiten nur noch vermehrt.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII.

Fig. 1. Habitusbild von *E. paniculatum*.

Fig. 2. Blattrand mit Zähnen von *E. floribundum* (nat. Gr.)

Fig. 3. Blattrand mit Zähnen von *E. eburneum* (nat. Gr.).

Fig. 4. Schematischer Querschnitt durch den vierten Theil des Rhizoms von *E. Lasseauxi*. m = Mark, a = innerer Bündelring; b = sekundäre Zuwachszone, r = Rinde, welche von Blattspursträngen in verschiedener Richtung durchzogen wird. Die einfachen Striche und Punkte bezeichnen die Oelgänge.

Fig. 5. Anlage des extrafascicularen Cambiums (Querschnitt).

Fig. 6. Extrafascicularer Verdickungsring (Querschnitt).

In Fig. 5 und 6 ist r = Rinde, b = Bast, c = Cambium, h = Holz des extrafascicularen Verdickungsringes; pr. B = primärer Bast, s. B = sekundärer Bast, C = Cambium, s. H = sekundäres Holz des inneren Bündelrings.

Tafel XXIII.

Fig. 1. *E. Lasseauxi*, Querschnitt durch eine Längsscheidewand des Blattes.

Fig. 2. *E. Lasseauxi*, Flächenansicht der Epidermis mit Spaltöffnungen von der Unterseite des Blattes.

Fig. 3. *E. Lasseauxi*. Querschnitt durch eine Spaltöffnung.

Fig. 4—12 Schematische Querschnitte. Weiss = Parenchym, Gelb = Sklerenchym (resp. Collenchym), Grün = Chlorophyllführendes Gewebe, einfach schraffirt = Bast, doppelt schraffirt = Holz. Die kleinen Kreise bedeuten die Oelgänge.

Fig. 4. *E. Lasseauxi*. Anastomosen der Gefässbündel in zwei Diaphragmen des Blattes. l = lacunöses Gewebe der Diaphragmen, das übrige Gewebe nicht differenziert gezeichnet.

Fig. 5. *E. Lasseauxi*. Starker Blattzahn.

Fig. 6. *E. aquaticum*. Blattspreite.

Fig. 7. *E. paniculatum*. Dasselbe.

Fig. 8. *E. Decaisneanum*. Dasselbe.

Fig. 9. *E. floribundum*. Dasselbe.

Fig. 10. *E. pristis*. Dasselbe.

Fig. 11. *E. scirpinum*. Dasselbe.

Fig. 12. *E. campestre*. Mittelrippe des Blattes.

Tafel XXIV.

Fig. 1. *E. aquaticum*. Querschnitt der Inflorescenzaxe.

Fig. 2. *E. paniculatum*. Dasselbe.

Fig. 3. *E. Decaisneanum*. Dasselbe.

In Fig. 1—3 ist das parenchymatische Grundgewebe grau gezeichnet; sonst bedeuten die Farben dasselbe wie in Fig. 4—12 der Tafel XXIII.

Fig. 4. *E. paniculatum*. Querschnitt durch einen rindenständigen Bündelring der Inflorescenzaxe.

Fig. 5. *E. Lasseauxi*. Anlage einer Nebenwurzel. Querschnitt. s = Schutzscheide, o = Oelgänge, g = Gefässe.

Fig. 6. Reifer Samen mit Embryo von *E. aquaticum*.

Fig. 7. Keimpflänzchen von *E. Lasseauxi* (?).

Fig. 8. Dasselbe in älterem Zustande.

Fig. 9. Blattquerschnitt von *E. Lasseauxi* in einem noch etwas älteren Zustand als Fig. 8 (die Mittelrippe enthaltend).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Möbius (Moebius) Martin

Artikel/Article: [Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der Monokotylen-ähnlichen Eryngien. 379-425](#)