

Vergleichende Anatomie

der

P r i m u l a c e e n

von

Dr. Fr. Kamiński.

Mit Tafel II—XI.

Vergleichende Anatomie der Primulaceen.¹⁾

Das Hauptziel, welchem die heutige Botanik auf Grund der allgemein anerkannten Descendenztheorie nachstrebt, ist die Auffindung der Verwandtschaft, welche unter den Pflanzen stattfindet, so wie auch die Darstellung dieser Verwandtschaft in der Form eines natürlichen Pflanzensystems.

Es wäre dieses Ziel nicht schwer zu erreichen, wenn wir die phyletische (historische) Entwicklung jeder Pflanze gründlich kennten, das heisst wenn wir wüssten, von welchen Urpflanzen und auf welche Weise die jetzt lebenden, die wir nach unseren jetzigen Begriffen, in Arten, Gattungen, Familien etc. gruppiren, sich entwickelt haben. — Wenn wir solche Entwicklungsgeschichten aller Pflanzenformen wüssten, könnten wir künftig einen vollständigen Pflanzenstammbaum aufstellen, dessen Endzweige uns die jetzt lebenden, auf Grund der wirklichen Verwandtschaft in ein natürliches System geordneten Pflanzen darstellten.

Unsere jetzigen Kenntnisse über die verstorbenen Pflanzenformen sind jedoch, um das oben genannte Ziel zu erreichen, zu ungenügend; die Pflanzenpaläontologie kann, wegen Mangels an Material und der damit verbundenen Unvollständigkeit der Forschungen, uns zu diesem Zwecke nur sehr wenige Dienste leisten. Es bleibt also nur ein einziger möglicher Weg — das ist: eine gründliche und allseitige Erforschung der jetzt lebenden Pflanzen, um daraus die sogenannten genetischen oder Verwandtschaftscharaktere anzufinden.

Vor allem stellt sich jedoch uns die Frage auf: was wir eigentlich unter genetischen Charakteren verstehen und worauf sich diese begründen; wie auch, wenn diese Charaktere von verschiedenem Werth sind, ob wir vermittelt derselben auch entsprechend ihre nähere oder entferntere Verwandtschaft bestimmen können?

Um die Frage zu beantworten, müssen wir uns zuerst die Art und Weise der Entstehung der Pflanzenformen verständlich machen und auf die Darwin'sche Theorie hinweisen.

¹⁾ Pamiętnik Akademii Umiejętności w Krakowie 1876.

Ich habe nicht die Absicht, die Darwin'sche Lehre, die sich einerseits auf die Wechselwirkung von Vererbung und Anpassung, andererseits auf den überall in der Natur nachweisbaren Kampf ums Dasein stützt, näher zu besprechen. Ich will nur das erwähnen, dass die Pflanzenformen in der historischen Entwicklungsreihe unter verschiedenen, oft wechselnden äusseren Einflüssen ¹⁾ oder Lebensbedingungen, sich verschieden zu den letzten anpassen, aber doch immer, durch Vererbung, gewisse Charaktere ihrer Mutterform behalten. Die letzteren, die auf Gestalten basirt sind (morphologische Charaktere), indem sie für gewisse in verschiedenen Lebensbedingungen entstandene Pflanzenformen gemeinschaftlich sind, die gemeinsame Abstammung von einer Mutterform zeigen und darum als Verwandtschaftscharaktere zu bezeichnen sein sollten.

Der Process der Entstehung neuer Pflanzenformen ist aber bei höher organisirten Pflanzen sehr complicirt. Die Phanerogamen, von welchen hier hauptsächlich die Rede sein wird, gehören zu sehr complicirten Organismen. Sie bestehen aus verschiedenen Organen, die auch verschiedene Functionen erfüllen; diese sind: Wurzel, Stengel, Blätter, Blüten, Früchte etc. Diese Organe sind unter gewissen Lebensbedingungen verschiedenen Functionen angepasst; sie ändern sich aber, wenn letztere sich ändern. Diese ungeänderten Formen der Organe sind in verschiedenem Grade vererbt, d. h. sie werden in verschiedenem Verhältnisse statirt. Daraus sehen wir, dass die Charaktere, die auf den Gestalten der verschiedenen Organe basirt

¹⁾ Nach Naegeli sind das die „inneren Ursachen“ der Formveränderung. Naegeli nämlich (Ueber den Einfluss äusserer Verhältnisse auf die Varietätenbildung im Pflanzenreiche. Sitzungsberichte der Königl. Bayr. Akad. der Wissensch. zu München 1865. I. Heft III. Seite 228) sucht nachzuweisen, dass die Varietätenbildung nicht von äusseren, sondern von inneren, uns völlig unbekanntem Ursachen abhängt. Naegeli behauptet, indem er mehrere Beispiele beifügt, dass Pflanzen, die sich in gleichen Lebensbedingungen, wie z. B. auf einem und demselben Erdbeet und in gleicher Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtstärke etc. befinden, oft abändern; die Ursache dieser Abänderungen soll aber innerhalb, nicht ausserhalb der Pflanze liegen. Insofern diese Anschauung Naegeli's über die Entstehung der Pflanzenformen und die Art und Weise der Beweisführung ein Zeichen der Genialität trägt, insofern aber kann sie relativ sein und im Grunde die Sache nicht geändert haben. Es kann doch Niemand behaupten, dass diese inneren unbekanntem Ursachen nicht in Vermittelung mit den äusseren stehen und die Folgen der letzten sind; die äusseren Einflüsse nämlich könnten im Wesen der Pflanze gewisse innere unbekanntem Aenderungen hervorrufen, welche erst später, in nächsten Generationen, in eigener unbekanntem Art zum Vorschein kommen oder sichtbare Veränderung der Formen verursachen.

sind, auch verschiedenen genetischen Werth besitzen; nämlich die, aus den Organen mit mehr veränderlichen Gestalten entnommenen Charaktere sind verhältnissmässig in der Verwandtschaftsbestimmung der Pflanzen von geringerem Werth, als die Charaktere, die aus den mehr vererbten Gestalten herstammen.

Es stellt sich also hier direkt die Frage, die wir schon oben erwähnt haben: von welchen Organen und Gestalten man die Charaktere nehmen soll, die in der Verwandtschaftsbestimmung den grössten Werth besitzen, d. h. welche Charaktere in der phyletischen Entwicklung der Pflanze die ältesten oder, was daraus folgt, die vererbtesten sind?

In dem Leben der Pflanzen finden wir zwei Hauptfunctionen, von denen die erste in der Lebenserhaltung des Pflanzenindividuums besteht — in dem Vegetiren der Pflanze; die andere in der Erhaltung der Pflanzenform, z. B. einer Species ausserhalb der Gränzen des Lebens eines Individuums — d. h. in der Fortpflanzung. Diese beiden Functionen, die das ganze Leben der Pflanze ausfüllen, werden von zwei Arten von Organen ausgeführt, welche das Pflanzenindividuum zusammensetzen und nach ihren Functionen die einen — Vegetationsorgane, die andern — Fortpflanzungsorgane¹⁾ genannt werden. Die Vegetationsorgane sind in den meisten Fällen, die wir hier berücksichtigen (bei den Phanerogamen): Wurzel, Stengel und Blätter; die Fortpflanzungsorgane — die Blüthe und die Frueht mit allen ihren Theilen.

Die Kenntniss der Lebenserscheinungen zeigt uns, wie mannichfaltig und complicirt die Ernährungsfunktionen sind und wie sie unter verschiedenen Bedingungen erfüllt werden. Fassen wir nur beispielsweise den Assimilationsprocess ins Auge, so ist er anders bei den Wasserpflanzen, anders bei den Landpflanzen; unter den letzteren findet er auf andere Weise bei den in trockenen, sandigen Standorten wachsenden statt, die immer dem Einfluss der Sonne ausgesetzt sind, als bei den Pflanzen, die in schattigen, feuchten Gebüschern leben und dergleichen. Die Vegetationsorgane werden auch verschieden umgestaltet und angepasst, indem sie den verschiedenen, oft wechselnden äusseren Einflüssen direkt und durch das ganze Leben des Individuums

¹⁾ Es wird hier nur von den geschlechtlichen Fortpflanzungsorganen geredet, weil die ungeschlechtlichen, wie Adventivknospen, Bulben, Knollen etc. keine integralen Theile eines morphologischen Pflanzenindividuums bilden, sie stellen nur Hilfsorgane dar, die zu der Entwicklung des Individuums nicht zu gehören brauchen.

preisgegeben sind. Es ist also leicht zu begreifen, dass die Gestalten der Organe und die daraus entnommenen Charaktere sehr veränderlich sein müssen.

In der That werden einerseits die Gestalten der Vegetationsorgane nicht immer ausserhalb der Species vererbt; ja sie werden auch oft, wie z. B. bei den amphibischen Pflanzen, die bald im Wasser bald ausserhalb desselben leben, auf einem und demselben Individuum umgeändert, je nachdem es von dem Wasserleben in das Landleben übergeht und umgekehrt. Andererseits, Pflanzen von verschiedener genetischer Abstammung und verschiedener Verwandtschaft, die sich in gleichen Lebensbedingungen und unter gleichen Einflüssen befinden, können ihre Vegetationsorgane gleichartig gestalten und anpassen. Das sehen wir in allbekannten Beispielen, wie in *Euphorbia officinalis* und einigen *Cereus*arten, *Myriophyllum* und *Batrachium* etc. Daraus folgt sehr evident, dass die Identität der morphologischen Charaktere, die auf den Vegetationsorganen gewisser Pflanzen basirt sind, nicht immer der Verwandtschaft dieser Pflanzen entspricht; man darf also diese Charaktere mit wenigen Ausnahmen nicht allgemein als genetische Charaktere betrachten.

Bei der Fortpflanzung aber steht die Sache ganz anders. Sie haben nur ein Hauptziel: den neuen Individuen, die den mütterlichen ähnlich sind, ihren Anfang zu geben oder durch die geschlechtliche Fortpflanzung die Mutterform (wie z. B. eine Art oder Varietät) zu erhalten. Die Funktionen, die die Fortpflanzungsorgane auf dem Wege zum oben erwähnten Ziel zu erfüllen haben, sind gleichartig und hängen von den äusseren Einflüssen wenig ab¹⁾. Die Blüthe, die sich nur periodisch in gewisser Zeitdauer in dem Leben der Pflanze zeigt, wenn die letztere nämlich sich in derselben Zeit immer in mehr oder weniger gleichen Lebensbedingungen befindet, und, ob sie gleich ein complicirtes Organ ist, doch aber kurz dauert und sehr schnell ihre Funktion ausfüllt — besitzt einen durchgehenden und zeitlichen, vielmehr ephemeren Charakter. Die Blüthe also unterliegt ohne Zweifel viel weniger

¹⁾ Mit Ausnahme vielleicht der Funktionen der Bestäubung, welche, obgleich sie von verschiedenen äusseren Einflüssen (Insecten, Wind, Wasser etc.) abhängt, doch für gewisse bestimmte Pflanzenformen mehr oder weniger so beständig und so einfach zu sein scheint, dass die Umänderung der Gestalten und Anpassung der Blüthenorgane die Verwandtschaftscharaktere nicht verwischt, die immer als solche in der Entwicklungsgeschichte der Blüthe aufzufinden sind. Oft können auch die, aus diesen Anpassungsgestalten entnommenen Charaktere, nämlich in dem Falle, wo sie schon längst vererbt sind, als Verwandtschaftscharaktere dienen.

irgend welchen äusseren und veränderlichen Einflüssen, als die Vegetationsorgane der Pflanze; gleichwie auch die länger vererbten Verwandtschaftscharaktere in den Blüthentheilen viel deutlicher und weniger durch allerlei Anpassungen verdeckt sind.

Die Fortpflanzungsorgane also sind die Träger der Verwandtschaftscharaktere, die den grössten Werth für Bestimmung der Verwandtschaft der Pflanzen mit einander besitzen; das sind die Grundlagen, auf welche das ganze natürliche System der Phanerogamen basirt werden soll und ist. Diese Charaktere fallen bei der näheren Kenntniss der Pflanzen so leicht ins Auge, dass man sie schon bei den frühesten Bemühungen der älteren Botaniker, ohne von der Descendenztheorie etwas zu wissen und sogar auf den, der letzteren ganz widersprechenden Basen, wie dem Dogma der Constanz der Arten, Pflanzensysteme zu gründen, hauptsächlich zur Charakteristik der Klassen angewendet hat.

Man hat erst in der letzten Zeit, in welcher die Pflanzenanatomie eine gewisse Individualität inzwischen den anderen Theilen der Botanik gewonnen hat, vielfach darauf hingewiesen, dass unsere jetzige Systematik, welche nur auf Blüthencharaktere gegründet ist, einseitig sei, und wenn die morphologischen Charaktere der Vegetationsorgane veränderlich sind, so soll doch bei der wirklichen Verwandtschaft das Erbliehkeitsgesetz sich im inneren, anatomischen Bau der vegetativen Organe geltend machen.

Schon fängt Mirbel¹⁾ im Jahre 1810 bei der Bearbeitung der Labiaten an, die Anatomie derselben in seinen systematischen Ansichten zu verwerthen. Dann will Chatin²⁾ ähnlich, wie in der Systematik der Thiere, dieselbe der Pflanzen auf die anatomische Struktur der letzteren basiren. Ausführlicher aber und vollständiger sind die Untersuchungen über den Werth der anatomischen Charaktere von Regnault³⁾, der in seiner Anatomie der Cyclopermeen zu der Ueberzeugung gekommen ist, dass „il est déjà permis de croire, que son importance est assez grande dans certains cas, puisque les recherches faites jusqu'à ce moment ont toujours montré que les particularités importantes de structure correspondent à des groupes parfaitement naturels“ (pag. 158).

¹⁾ Mirbel: Mémoire sur l'anatomie et la physiologie des plantes de la famille des Labiées (Annales du Muséum d'histoire naturelle. Tome quinzième. Paris 1810, pag. 213).

²⁾ Chatin: Application de l'anatomie comparée végétale à la classification. 1840. und Anatomie comparée des Plantes.

³⁾ Regnault: Recherches sur l'anatomie de quelques tiges de Cyclo-permées (Ann. des scienc. nat. Botanique 1860).

Nach Regnault sind in derselben Richtung viele anatomische Publikationen erschienen, in denen kleinere oder grössere natürliche Gruppen besprochen werden. Von diesen Publikationen kann ich nur auf die wichtigsten hinweisen und deren Hauptresultate kurz anführen.

Van Tieghem¹⁾ spricht in seiner klassischen Arbeit über Anatomie der Aroideen das Hauptresultat seiner Forschungen in folgenden Worten aus: „les grandes divisions fondées sur l'anatomie ne coïncident pas avec celles que l'on tire de l'organisation florale. Le milieu intervient ici d'une manière évidente pour donner la même structure fondamentale à des plantes dont les fleurs sont construites sur des types différents, pour imprimer au contraire une organisation végétative différente à des végétaux, qui ont la même forme florale“.

Dann gruppirt und bestimmt Reinke²⁾ die Verwandtschaft der verschiedenen Gunneraspecies mit anatomischen Charakteren dieser Species.

Vöchting³⁾ macht dasselbe mit den verschiedenen Species der Gattungen, die zu den Rhipsalideen gehören. Und schliesslich glaubt L. Radlkofer⁴⁾ in seiner Monographie der Gattung *Seriania* den wirklichen Werth für Systematik in bis jetzt vernachlässigten anatomischen Charakteren anzufinden. Er sagt nämlich: „Die Zukunft des Pflanzensystems liegt darin, dass es aus einem morphologischen ein biologisches werde. Alle biologischen Momente, alles, was den Lebensinhalt jeder Pflanze ausmacht, soll darin zur Geltung kommen, nicht blos ein solches Moment, und sei es auch, wie das in den morphologischen Verhältnissen sich darstellende, von besonders hoher Bedeutung. Vor allem gebührt, um von Anderem hier abzusehen, den anatomischen Verhältnissen neben den im eigentlichen Sinne so genannten morphologischen die Beachtung im Systeme, denn sie stehen diesen am nächsten und sind selbst, streng genommen, nichts Anderes, als feinere verborgene morphologische Verhältnisse“ (pag. III).

¹⁾ Van Tieghem: Recherches sur la structure des Aroidées (Ann. des scienc. natur. Botanique 1866).

²⁾ Morphologische Abhandlungen von Reinke: Untersuchungen über die Morphologie, die Vegetationsorgane von Gunnera.

³⁾ Vöchting: Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhipsalideen (Pringsheims Jahrb. Bd. IX. 1874.).

⁴⁾ L. Radlkofer: *Seriania Sapindacearum* Genus monographice descriptum. München 1875.

Aus den angeführten Resultaten der verschiedenen Arbeiten sehen wir leicht, dass sie einmal mehr oder weniger mit einander zusammenstimmen, ein anderes mal aber sind sie einander ganz entgegengesetzt.

Das Widersprechen oder Uebereinstimmen der Resultate kann höchstens das bedeuten, dass in verschiedenen kleineren oder grösseren Pflanzengruppen die anatomischen Charaktere bei der Bestimmung der Verwandtschaft der Pflanzen auch verschiedenen Werth besitzen.

Die Untersuchungen Van Tieghem's über Aroideen bestimmen am richtigsten den Werth der anatomischen Charaktere; sie zeigen namentlich, dass diese Charaktere sich in denselben Verhältnissen befinden, wie die morphologischen der vegetativen Organe. Die Untersuchungen der anderen Forscher aber, von welchen Regnault am deutlichsten eine ganz widersprechende Meinung geäußert hat, erschüttern die Van Tieghem'schen Untersuchungen in keiner Weise. Das Widersprechen der Meinungen dieser Forscher ist nur relativ und scheinbar, weil ja das Uebereinstimmen der anatomischen Charaktere der Vegetationsorgane mit denen der Blüthenorgane ganz andere Ursache, aber nicht nur die Verwandtschaft haben kann; es konnten nämlich die untersuchten Pflanzengruppen in der Zeit ihrer phyletischen Entwicklung in mehr gleichartigen und einförmigen Lebensbedingungen als die Aroideen sich gestalten; deswegen unterlag auch der innere Bau dieser Pflanzen nicht so verschiedenen Umänderungen.

Mit einem Wort: die vergleichenden anatomischen Untersuchungen aller dieser Forscher sind noch zu wenig ausreichend, um sicher und vollständig den wahren Werth der anatomischen Charaktere bei der Verwandtschaftsbestimmung der Pflanzen aufzufinden. Die Grenze solcher Untersuchungen geht sehr weit, und Regnault sagt ganz richtig, dass „la vie d'un seul botaniste ne suffirait pas sans doute pour les mener à bonne fin; mais les efforts réunis de plusieurs travailleurs peuvent hâter la solution du problème“ (pag. 31).

Die vorliegende Arbeit soll dazu theilweise wenigstens als Beitrag dienen.

Vor allen aber stellen sich uns hier zwei Fragen entgegen, welche die zwei einzigen möglichen Fälle in sich einschliessen: 1) Ob überhaupt die anatomischen Charaktere der vegetativen Pflanzentheile Verwandtschaftscharaktere sind, die mit denjenigen der Blüthen parallel gehen; d. h. ob die Aehnlichkeit dieser anatomischen Charaktere, so wie die der morphologischen Blüthencharaktere der Pflanzen auf ihre

Verwandtschaft hinweise? Oder umgekehrt 2) ob nur die Identität der anatomischen Charaktere, so wie die der morphologischen (zusammen oder von den letzten unabhängig) zeigen, dass nur die verglichenen Pflanzen sich in gleichen Lebensbedingungen befinden, oder mit anderen Worten: ob die anatomischen Charaktere nur Anpassungserscheinungen sind, die nach verschiedener Lebensweise und verschiedenen Lebensbedingungen der Pflanzen sich auch verschieden verhalten?

Diese zwei einzigen Möglichkeiten lassen sich nicht streng von einander trennen; ja sogar sie vereinigen sich in gewissen Punkten und hängen von einander so ab, dass eine die andere nicht ausschliesst.

Da aber der anatomische Bau der Pflanze theils sehr lange erblich oder zum Theil erst jetzt angeerbt sein kann, so dass er nur in gewissen Fällen mehr oder weniger den äusseren Einflüssen und Lebensbedingungen unterliegen kann, so kommt noch eine Frage hinzu: 3) Wenn der anatomische Bau von den äusseren veränderlichen Einflüssen abhängt, wie gross nun die Abhängigkeit ist und wie weit wir aus den anatomischen Charakteren der vegetativen Organe, wenn sie dem Vererbungsgesetze folgen, auf die Verwandtschaft der Pflanzen schliessen können. Man muss also die Dignität dieser Charaktere innerhalb einer Species, Gattung, Familie oder einer höheren Ordnung, welche Begriffe, wenngleich relativ, doch immer auf den verschiedenen Werth der Blüthencharaktere basirt, bestimmen.

Um die oben gestellten Fragen befriedigend zu lösen, muss man eine grössere Reihe anatomischer Untersuchungen unternehmen: einerseits über nahe verwandte Pflanzen, die aber möglicher Weise unter verschiedenen Bedingungen leben, andererseits über Pflanzen, welche in gleichen Lebensverhältnissen sich befinden, die aber im Systeme entfernt stehen.

In der vorliegenden Arbeit will ich die Resultate, die ich aus Untersuchungen der erstgenannten Art erhalten habe, angeben. Zu solchen Untersuchungen habe ich die Familie der Primulaceen, welche, ihrem verschiedenen Habitus, ihrer klimatischen und geographischen Verbreitung und ihren verschiedenen Standorten nach, möglichst verschiedene Lebensweise haben, doch aber, was ihre Verwandtschaft betrifft, eine natürliche Familie bilden, ausgewählt.

Das Material für meine Untersuchungen verdanke ich hauptsächlich den Herren: Professor Dr. A. de Bary, Direktor des botanischen Gartens in Strassburg, Professor Dr. Fr. Cohn in Breslau, Geheimrath Professor Dr. Göppert, Direktor des botanischen Gartens daselbst und Professor Dr. Alexandrowicz, Direktor des botanischen Gartens in Warschau. Zu ganz besonderem Danke fühle ich mich dem Herrn Prof. A. de Bary, unter dessen Leitung diese Arbeit begonnen und beendet wurde, sowie Herrn Prof. Fr. Cohn für wissenschaftliche Unterstützung im Laufe dieser Arbeit verpflichtet.

Die Primulaceen im Ganzen waren bis jetzt noch von Niemanden anatomisch bearbeitet; in der botanischen Literatur aber finden wir grössere und kleinere Aufsätze, die einzelne Species besprechen. Zwei Arbeiten nur verdienen nähere Aufmerksamkeit: die eine betrifft die Gattung *Primula*, in welcher sich eine ziemlich genaue, aber entwicklungsgeschichtlich nicht befriedigende und deswegen kein klares Bild gebende anatomische Beschreibung der Rhizome von *Primula sinensis*, *elatior et officinalis* und *Auricula*, von Vaupell¹⁾ befindet, die zweite über Keimung der Cyclamen und den Bau ihrer Knolle von Gressner²⁾ (ohne anzugeben, welche Species die Untersuchungen betreffen).

Ausführliche Referate der Vaupell'schen und Gressner'schen Arbeiten scheinen mir an dieser Stelle überflüssig zu sein; im Laufe dieser Arbeit werde ich mehrfach auf diese, wie auch auf andere Literaturangaben zurückkommen. —

Schliesslich muss ich noch hinzufügen, dass, aus Mangel an einer gründlichen Monographie der Primulaceen, ich mich bei der Verwandtschaftsbestimmung und systematischen Gruppierung dieser Pflanzen hauptsächlich an Endlicher³⁾ und De Candolle⁴⁾ gehalten habe.

¹⁾ Chr. Vaupell: Untersuchungen über das peripherische Wachstum der Gefässbündel der dicotyledonen Rhizome. Leipzig, 1855.

²⁾ Dr. Heinrich Gressner: Zur Keimungsgeschichte von Cyclamen (Botan. Zeitung. 1874. No. 50, 51 und 52).

³⁾ Endlicher: Genera Plantarum. 1836—50.

⁴⁾ De Candolle: Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis. Pars VIII. Auct. Duby.

I. Androsaceen.

Von den Androsaceen habe ich folgende Genera untersucht:

Primula.¹⁾

Verschiedene Arten der Gattung *Primula* verhalten sich im anatomischen Bau ihrer Vegetationsorgane sehr verschieden. Die Primeln, die ich untersucht habe, lassen sich in folgenden vier Typen unterbringen.

I. *Primula sinensis*.

Wurzel. Die Hauptwurzel der Keimpflanze geht bald zu Grunde und wird durch viele Nebenwurzeln ersetzt, welche ihrerseits wieder eine grosse Anzahl von Nebenwurzeln erzeugen; auf diese Weise bildet sich ein stark verzweigtes Wurzelsystem, deren einzelne Wurzelspitzen sehr dünn und klein bleiben.

Ein Längsschnitt durch den Vegetationspunkt der Hauptwurzel (Fig. 1. Taf. I.) zeigt, dass Bau und Wachsthum derselben dem zweiten (*Helianthus*-) Typus von Janczewski²⁾ entsprechen. Das nur aus wenigen Initialen (*v*) bestehende Plerom (*w*) lässt sich deutlich von dem, mit einer oder zwei nebeneinander liegenden Initialen wachsenden, Periblem (*l*) unterscheiden. Die Epidermis (*n*) umkleidet vollständig das Periblem und geht an der Spitze in eine wenig entwickelte (5 Zellen breite) calyptrogene Schicht über, welche eine sehr kleine, höchstens aus 3 Zellenlagen bestehende, Wurzelhaube (*h*) nach unten und Epidermis nach oben erzeugt. Die calyptrogene Schicht reducirt sich an kleinen Nebenwurzeln, welche sonst denselben Bau wie die Hauptwurzel haben, auf 2 oder sogar auf eine Zelle.

Die weitere Entwicklung der einzelnen besprochenen Wurzelelemente geschieht in folgender Weise: Die Epidermiszellen theilen sich, wachsen in die Länge und bilden Wurzelhaare in Form langer einfacher Schläuche. Die Periblemzellen, und zwar besonders die mittleren, nehmen bedeutend an Grösse zu und gehen bald in Dauergewebe über — sie bilden die Wurzelrinde. Die innerste Zellschicht wird zur Schutzscheide (*s*), deren einzelne Zellen die charakteristischen wellenförmigen Membranen zeigen. Die Pleromzellen endlich, die sich vorwiegend der Länge nach

¹⁾ Fr. Kamiński: Zur vergleichenden Anatomie der Primeln. Strassburg. 1875.

²⁾ Janczewski: Das Spitzenwachsthum der Phanerogamenwurzel. Bot. Zeitung 1874.

theilen, nehmen eine langgezogene Form an und werden zu den einzelnen Elementen des Gefässbündelcylinders. Die äussersten Pleromzellen bilden Pericambium (*p*), in welchem die Nebenwurzeln ihren Ursprung nehmen.

Ein Querschnitt durch die Wurzel, einige Millimeter von der Spitze, zeigt den typischen Dikotyledonen-Wurzelbau. Fig. 2 (Taf. I.) stellt einen solchen Querschnitt vor: Unter der mit vielen Wurzelhaaren (*t*) versehenen Epidermis (*n*) liegt gewöhnlich eine aus 3—4 Zellschichten bestehende Rinde (*k*), deren äussere und innere Zellen wenig grösser als die Epidermiszellen sind, die mittleren dagegen die letzteren mehrfach an Grösse übertreffen. Die Schutzscheide (*s*), welche den Gefässbündelcylinder umhüllt, besteht aus Zellen, die etwas kleiner als die der daneben liegenden Rinde sind, und deren Scheidewände deutlich die schwarzen Caspary'schen Punkte zeigen. Der Gefässbündelcylinder, von dem einschichtigen Pericambium (*p*) umgeben, ist gewöhnlich di- selten triarchisch. Es sind zwei Holztheile (*x*), welche aus einigen Ringgefässen bestehen, und mit denselben alternirend zwei Basttheile (*ph*), in denen einige Siebröhren sich befinden.

Der einfache, typische Wurzelbau ist nur in jungen Wurzeln, nicht weit von der Spitze zu finden, später ist er durch secundäres Dickenwachsthum vollständig unkenntlich.

Wenn man mehr nach oben, weiter von der Wurzelspitze entfernt, Querschnitte macht, so bemerkt man, dass die Zellen, welche jeden Basttheil von beiden Holztheilen trennen, zahlreiche Theilungen zeigen und zwei Cambiumpartien bilden, die je einem Basttheil entsprechen. Durch Thätigkeit dieses Cambiums wird das Dickenwachsthum der Wurzel verursacht. Die neuen Holzelemente ordnen sich in der Weise, dass sie mit den beiden Holztheilen einen cylindrischen Holzkörper bilden. In derselben Zeit verschmelzen die beiden oben besprochenen Cambiumpartien vermittelst der nach aussen von dem diarchen Holzkörper liegenden Pericambiumzellen zu einem Cambiumring, welcher den inneren neu gebildeten Holzkörper umgibt. Nachdem dies geschehen, werden durch die Thätigkeit dieses Cambiumringes regelmässig nach innen Holz- und nach aussen Bastelemente abgelagert, hierdurch vergrössert der Gefässbündelcylinder der Wurzel beträchtlich seine Dicke und übt auf die anderen nach aussen liegenden Gewebe einen Druck aus, gegenüber welchem sich dieselben verschieden verhalten. Zuerst geben die äusseren Bastzellen diesem Drucke nach, indem sie sich tangential strecken und radial theilen; so verhalten

sich auch die Pericambiumzellen, welche sich später mit dem Baste vollständig vereinigen. Die Schutzscheide zeigt in diesem Falle ein merkwürdiges Verhalten: die Zellen derselben strecken sich auch tangential und theilen sich radial. Dies geschieht mit solcher Regelmässigkeit, dass die ursprünglichen Zellen in ihrer Lage noch sehr gut erkannt werden können. Die Schutzscheidezellen zeigen verdickte Membranen und bilden die äusserste Zelllage der Wurzel, weil die übrigen Gewebe, Rinde und Epidermis, welche dem Dickenwachsthum nicht folgen können, abgeworfen werden. Die Schutzscheide vertritt also an älteren Wurzeln gleichsam die Epidermis.

Betrachtet man den Querschnitt einer alten Wurzel, so ist es auf den ersten Blick nicht leicht, die Struktur derselben zu erklären. Das geschieht aber leicht, wenn man, wie oben gezeigt, die Entwicklungsgeschichte zur Hülfe nimmt.

Wie Fig. 3 (Taf. I.) zeigt, liegt in der Mitte der Wurzel der cylindrische Holzkörper (*x*), welcher aus Gefässen und ziemlich vielen Holzzellen besteht, und in welchem noch das primäre diarche Holz mit seinen durch geringere Querschnittsgrösse sich von anderen unterscheidenden Gefässen, zu bemerken ist. Dann kommt ein geschlossener Cambiumring (*c*), welcher den Holzkörper von dem nach aussen liegenden Bastring trennt. Der letztere (*ph*) besteht aus prosenchymatischen Zellen, deren Wände collenchymartig verdickt sind. Zwischen diesen liegen gruppenweise zerstreut sehr kleine Elemente, welche Siebröhren zu sein scheinen. Dies Alles umgibt die stark entwickelte Schutzscheide (*s*), deren grosse primäre Zellen durch Querwände in mehrere kleinere getheilt werden.

Bei alten Wurzeln findet oft Borkenbildung statt, indem im Bastringe eine Phellogenschicht entsteht, welche einen Theil des Bastes nach aussen abtrennt und die Wurzel mit einer Korkschicht umgibt.

Hypokotyles Stengelglied. Es ist schwer, bei einem Keimpflänzchen der *Primula sinensis* eine scharfe Grenze zwischen Wurzel und hypokotylen Gliede zu ziehen, weil die Wurzel ganz allmählich in das hypokotyle Glied übergeht. Der ganze Unterschied besteht darin, dass man an dem letzteren keine Nebenwurzeln bemerkt. Dieses Merkmal passt nicht nur auf die Keim-, sondern auch auf die ältere Pflanze, bei welcher das hypokotyle Stengelglied immer wurzellos bleibt oder doch nur sehr wenig Adventivwurzeln bildet.

Der anatomische Bau des hypokotylen Stengelgliedes unterscheidet sich auch nicht viel von dem der Wurzel. Erst nahe bei der Ansatzstelle der Kotyledonen

bemerkt man am Querschnitt in der Mitte des Holzkörpers einige Markzellen und sieht den Holzkörper und, dem entsprechend, den Bastring in zwei Theile sich gruppieren, um zwei Gefässbündel zu bilden, welche den Kotyledonen angehören.

Weiter nach oben, näher den Kotyledonen, spalten sich die zwei Bündel zuerst in drei, dann in vier und schliesslich dicht unter der Kotyledonenansatzstelle in fünf Gefässbündel, von welchen zwei Kotyledonar-, die anderen die Blattspurstränge der am Stengel erstentstandenen Blätter vorstellen.

In dem hypokotylen Stengelglied findet gerade so, wie in der Wurzel und im Stamm, von welchem weiter die Rede sein wird, Dickenwachsthum statt, wobei die Schutzscheide dasselbe Verhalten zeigt, wie an der Wurzel.

Stengel (Rhizom.) Der Stengel eines Keimpflänzchens von *Primula sinensis* im Längsschnitt Fig. 5. (Taf. I.). Der Vegetationspunkt (*v*) des Stengels ist klein und sehr wenig gewölbt oder flach; man bemerkt an demselben in spiraliger Anordnung die Blattanlagen, die sich bald zu jungen Blättern umwandeln.

Die histiologische Struktur des Vegetationspunktes bietet nichts Besonderes dar. Es ist ein meristematisches Gewebe, dessen äusserste Zellen als Epidermis zu bezeichnen sind, während die übrigen keine Sonderung in Plerom und Periblem im Hanstein'schen¹⁾ Sinne erkennen lassen.

Die Differenzirung der Gewebe in Vegetationspunkte, so wie die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel von *Primula sinensis* stimmt mit den Angaben von Sanio²⁾ und von Vöchting³⁾ überein. Es ist aber zu bemerken, dass auf entsprechenden Querschnitten die Differenzirung des Urmarks hier nicht vor der Entstehung des Verdickungsringes stattfindet, was wohl in der flachen Gestalt des Vegetationspunktes und in der raschen Entwicklung der Blätter seine Ursache haben mag. Auf dem in Fig. 1 (Taf. II) abgebildeten Querschnitte durch den Vegetationspunkt bemerkt man dicht unter der Epidermis an einer Stelle, welche der jüngsten Blattanlage entspricht, 2 oder 3 Zellen in rascher Theilung begriffen; bald darauf sieht man an zwei anderen Stellen, den nächst jüngsten, zwei Blattanlagen entsprechend, ähnliche Zelltheilungen eintreten, so dass drei Gruppen von kleinen Zellen

¹⁾ J. Hanstein: Die Scheitelzellgruppe im Vegetationspunkt der Phanerogamen. 1868.

²⁾ Sanio: Bot. Ztg. Nr. 47 ff. 1863.

³⁾ Vöchting: Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Rhypsalideen: Pringsheim's Jahrb. Bd. IX. 1874.

entstehen, welche sich schnell zu einem Ring (Fig. 2. Taf. II.) mit einander verbinden, indem zwischen ihnen neue Zelltheilungen stattfinden, welche von der Entstehung neuer Blattanlagen abhängen. Dieser Ring (Fig. 3. Taf. II.) ist nicht gleichmässig dick: an der Stelle, welche der jüngsten Blattanlage entspricht, besteht er nur aus einer Zelle, während er unter der ältesten Blattanlage ungefähr 5 Zellen dick ist und hier einen Procambiumstrang darstellt.

Auf einem in Fig. 3. (Taf. II.) gezeigten, mehr nach unten durchgeführten, Querschnitte kommt der älteste Procambiumbüdel fast zur vollen Entwicklung: er bekommt nämlich die ersten Siebröhren in Baste. Die zwei jüngeren Büdel findet man schon weit in der Entwicklung vorgeschritten, sie bilden aus kleinen Zellen bestehende Procambiumgruppen; aus den zwischen diesen Büdeln liegenden Zellen werden neue kleinzellige Gruppen — das Procambium der Interfascicularbüdel — gebildet.

Die weitere Entwicklung der Gefässbüdel aus einzelnen Procambiumsträngen zeigt nichts Besonderes; es muss aber hervorgehoben werden, dass es kein primär angelegtes Holz giebt. Die Holzgefässe kommen sehr spät zur Entwicklung. Erst nachdem die Bastgruppen (Fig. 4. Taf. I.) ihre vollständige Ausbildung erreicht haben und das Cambium (*c*), welches hier normal angeordnet ist, seine Thätigkeit begonnen hat, bilden sich aus den Zellen desselben die ersten Holzgefässe. Der eben erwähnte, auch für andere Primeln dieses Typus charakteristische, Vorgang ist sehr auffallend, da man auf Querschnitten weit unterhalb des Vegetationspunktes, wo schon alle Gefässbüdel zu einem Ring verschmolzen und viele Bastgruppen vorhanden sind, innerhalb der letzteren nur ein mehr oder minder entwickeltes Cambium, aber kein Holz zu sehen bekommt. Dieses tritt erst in den ältesten Blattspuren auf.¹⁾ Damit stimmt auch die nicht seltene Erscheinung überein, dass in der Lamina der älteren Blätter die Endnerven und ihre Anastomosen blos aus Bastbüdeln bestehen.

Die Entwicklung des Markes und der Rinde ist ganz einfach. Die innerhalb des Gefässbüdelringes liegenden Zellen vergrössern sich und bilden das Mark — das Parenchym mit verhältnissmässig sehr kleinen Intercellularräumen, die nach aussen wenig an Grösse zunehmen und zu Rindenzellen werden. Die innerste Zellschicht der Rinde bildet die Schutzscheide, deren Zellen etwas kleiner, aber mehr tangential gestreckt sind.

¹⁾ Ein ähnliches Verhalten habe ich im Rhizom von *Stachys palustris* gefunden.

Der Verlauf und die Anordnung der Gefässbündel, welche bald ihre Individualität verlieren und zu einem an wenigen Stellen unterbrochenen Ring zusammenschmelzen, hängt bei den Primeln, wo der Stengel aus ganz verkürzten Internodien besteht, mit der Blattstellung auf's innigste zusammen.

Fig. 4. (Taf. II.) stellt einen Stengelquerschnitt vor, wo man im Gefässbündelringe 6 Gefässbündelgruppen bemerkt, von denen 3 kleinere (1, 2, 3) die Blattspuren der nächstoberen Blätter sind, und 3 zwischen denselben liegende grössere (4+7, 5+8 und 6). Von diesen zeigen wiederum zwei eine deutliche Zusammensetzung aus 2 Gruppen (4+7 besteht aus 4 und 7 und 5+8 aus 5 und 8), so dass man im Ganzen auf dem Querschnitt 8 mehr oder minder gesonderte Gefässbündelgruppen zählt. Die Zahl spricht für die $\frac{3}{5}$ Blattstellung, was gerade mit dem bei dieser Stellung construirten Schema des Gefässbündelverlaufs und der Anordnung am Querschnitte vollständig übereinstimmt.

Ich habe noch versucht an Querschnitten die Winkel, welche die successiv in die Blätter eintretenden Blattspuren mit einander bilden, zu messen. — Die mittlere, aus vielen Messungen erhaltene Zahl ist 135° , welche der $\frac{3}{5}$ Stellung auch vollständig entspricht.¹⁾

Es sei hier noch bemerkt, dass an dem, aus den Blättern austretenden Gefässbündel drei Theile zu unterscheiden sind, so dass also eine Blattspur ursprünglich aus drei Gefässbündeln besteht.

Der Bau der Gefässbündel im fertigen Zustande stimmt mit dem der meisten Dikotylen überein; die Gestalt der Gefässbündel und Bestandelemente der letzten ist leicht aus der Fig. 4. (Taf. I.) zu erkennen. Der nach aussen liegende Bast (*ph*) besteht aus langen, der Grösse nach verschiedenen Zellen, deren Membranen schwach verdickt, aber weichbastartige Beschaffenheit besitzen, indem sie einen anderen Lichtbrechungscoefficient haben und im Querschnitt hell aussehen. Dazwischen liegen die oben besprochenen Siebröhrenguppen, deren Siebröhren ihrer ungemeinen Kleinheit wegen sehr schwer zu finden und später nicht mehr recht zu unterscheiden sind.

¹⁾ Dieser Gefässbündelverlauf entspricht demjenigen von *Androsace septentrionalis*, wovon wir später sprechen werden, mit dem Unterschied anderer Zahlenverhältnisse. Fig. 12. (Taf. VI.), welche ein Schema des Gefässbündelverlaufs von *Androsace septentrionalis* vorstellt, wird also für *Primula sinensis* dienen können; nur ist bei dieser letzten Pflanze dieses Schema durch Auftreten von vielen Interfascicularbündeln nicht so merklich und deutlich.

Das Holz (*x*) besteht aus Gefässen und Holzzellen. Die Gefässe sind Spiral- mit Uebergängen zu Ringtracheen und aus kurzen, nicht bedeutend langen, ursprünglichen Zellen zusammengesetzt. Die Holzzellen sind mit einfachen Tüpfeln versehene Zellen, deren Membranen schwach verdickt sind. Zwischen den beiden Elementen des Gefässbündels liegt, wie schon oben erwähnt, das stark entwickelte Cambium, welches durch seine Thätigkeit das Dickenwachsthum vermittelt. Nach aussen sind die Gefässbündel mit einer mehr oder minder undulirten Schutzscheide umgeben, welche beim Dickenwachsthum des Stengels dasselbe Verhalten, wie in der Wurzel, zeigt, indem die wenig entwickelte, aus einfachen parenchymatischen Zellen und mit vielen Intercellularräumen versehene Rinde, bei fortschreitendem Dickenwachsthum oft bis auf die Schutzscheide zerstört wird, und deren Spuren manchmal noch am Stengel zwischen den dicht stehenden Blättern haften bleiben. Der Bau des Markes ist ebenso einfach wie derjenige der Rinde. Es besteht aus parenchymatischen mässig grossen Zellen und erfüllt den grösseren inneren Theil des Stengels und stirbt bei lebendigen Pflanzen nie ab.

Ich will hier eine Anomalie nicht unerwähnt lassen, weil dieselbe sogar bei Vaupell als ein normaler Vorgang Erwähnung gefunden hat. Er sagt nämlich: „Die Kambialzellen befinden sich auch innerhalb der Gefässe (zwischen diesen und dem Mark), sowie zwischen den verschiedenen Gefässgruppen“¹⁾. Diese Anomalie, welche einen krankhaften Charakter hat, besteht darin, dass einzelne oder mehrere neben einander stehende Gefässe noch in ihrer Jugend mit einer gelben oder braunen, viel Gerbstoff enthaltenden Substanz sich erfüllen und von dem übrigen gesunden Gewebe durch eine meristematische, cambiumartige Schicht von den gesunden Theilen abgetrennt werden (Fig. 3. Taf. III.). Geschieht dies bei den dicht am Mark liegenden Gefässen, so werden diese durch das genannte cambiumartige Gewebe in das Mark hineingerückt, ein Umstand, welcher ein ungewöhnliches Aussehen hervorruft.

Zuweilen sind viele Zellen im Marke, in der Rinde und in den Gefässbündeln mit Gerbstoff und anderen chemisch nicht näher untersuchten Substanzen erfüllt.

Blätter. Der anatomische Bau der Blätter ist in seinen Hauptzügen folgender:

Die Gefässbündel gehen, wie schon oben bemerkt, in der 3 Zahl von dem Stengel in den Blattstiel über, indem sie zu einem Blattbündel verschmelzen. Der

¹⁾ Vaupell: l. c. pag. 6.

nach aussen, d. h. der unteren Blattfläche zugekehrte Bast biegt sich mit seinem Rande um den Holztheil in der Richtung der Blattoberfläche so nach innen, dass die Blattspur ungefähr eine halbmondförmige Gestalt annimmt, welche im weiteren Verlaufe der Gefässbündel (Blattnerven) in der Blattlamina nicht mehr zu sehen ist. Fig. 2. (Taf. III.) stellt eben so einen Bündel auf einem Blattstielquerschnitt dar. Die histiologische Zusammensetzung der Gefässbündel ist dieselbe, wie die im Stengel; nur dass im Holztheil die Spiraltracheen alle anderen Elemente vertreten und in den letzten Endigungen der Gefässbündel (Blattnerven) in den Blattzipfeln allein übrig bleibend eine pinselartige Anordnung aufweisen. Ein Cambium ist in den Blattspuren nicht vorhanden oder doch nur sehr schwach entwickelt. Es muss hier noch eine interessante anatomische Thatsache erwähnt werden, nämlich das Vorkommen einer mehr oder minder deutlichen, undulirten Schutzscheide um die Blattgefässbündel selbst bis weit in ihre Verzweigungen hinein.

Aus der Betrachtung der Blattquerschnitte und der in Kali durchsichtig gemachten Blattpräparate kann man sehr leicht die ganze Blattstructur ermitteln. Den grössten Raum des Querschnitts nimmt das Blattparenchym ein, welches oben ungefähr ein dreischichtiges Pallisadengewebe bildet, dessen Zellen nur wenig länger als breit sind und in ihrem inneren Wandbeleg viele Chlorophyllkörner enthalten. Das Parenchym der unteren Blattseite (Fig. 6. Taf. II.) besteht aus lockerem, wenig chlorophyllhaltigem Gewebe, dessen Zellen unregelmässig, etwas plattgedrückt, mit Auswüchsen versehen sind, mit welchen sie sich gegenseitig berühren und auf diese Weise grosse Inter-cellularräume bilden. Zwischen den beiden Theilen des Blattparenchyms liegen die Gefässbündel, welche, sich immer mehr verzweigend, kleiner und einfacher werden, so dass sie schliesslich an ihrem Ende auf eine Trachee reducirt werden. Die Epidermis der unteren Blattfläche besteht aus tafelförmigen Zellen, deren Scheidewände vielfach gewunden sind. Sie ist reichlich mit Spaltöffnungen versehen, deren Schliesszellen, der Dicke nach, viel kleiner als die Epidermiszellen sind und deren Oberfläche etwas hinausragt. Gestalt und Entstehung der Spaltöffnungen sind ganz einfach. Sie entstehen aus Epidermiszellen, welche nach zweimaliger Theilung Spaltöffnungsmutterzellen abschneiden, die sich wieder längs theilen und zwei länglich nierenförmige Schliesszellen, zwischen denen sich die Spalte befindet, bilden. Die Epidermis der Blattoberfläche unterscheidet sich von der Unterfläche nur dadurch, dass ihre Zellen grösser sind und weniger undulirte Membranen besitzen. Die Spaltöffnungen sind

hier in geringerer Zahl vorhanden und besitzen einen ganz einfachen Bau, wie dies Fig. 5. (Taf. II.) zeigt.

Interessant ist der Bau der Blattzipfel, deren Epidermis einige grosse nebeneinander liegende Spaltöffnungen enthält, unter denen ein paar Schichten kleiner parenchymatischer Zellen liegen, innerhalb welcher sich die oben beschriebenen pinselartig angeordneten Nervenenden befinden. Diese Spaltöffnungen gehören zu der Kategorie der s. g. Wasserspaltöffnungen; sie dienen nicht zum Athmen, sondern um den hydrostatischen Druck innerhalb der Pflanzengewebe zu reguliren, indem der Ueberfluss des Wassers, welches sich in den Gefässen einsammelt, durch diese Spaltöffnungen in Form von kleinen Wassertropfen ausgeschieden wird. Fig. 7. (Taf. II.) stellt nämlich einen zur Blattoberfläche parallelen Querschnitt eines kleinen Blattzipfels dar.

Es sei noch hier angeführt, dass an den Stellen, wo Blattnerven verlaufen, sowie auf dem Blattstiele, die Epidermis aus längsgezogenen Zellen besteht. Eine ähnliche Oberhaut bedeckt auch die sehr kleinen Theile der jungen Stengel zwischen den Blattansätzen, welche, wie oben schon gesagt, dicht an einander stehen.

Behaarung. Die Epidermis von *Primula sinensis* trägt zweierlei Köpfchenhaare, die auf beiden Blattoberflächen besonders reichlich vorkommen. Die genannten Haare (Fig. 8. Taf. I.) bestehen meistens aus zwei Zellen, von welchen eine kurze cylindrische untere die Stielzelle und eine kugelige obere das Köpfchen bildet. Die Zellen zeigen schaumigen Inhalt mit grossen Vacuolen und werden, wie die Epidermis, mit einer dünnen Cuticula überzogen, unter welcher eine dünne wohlriechende Substanz entsteht. Die Bildung dieser Substanz geschieht auf dem Gipfel des Haares und auf dieselbe Weise, wie es Hanstein¹⁾ bei *Syringa vulgaris* beschrieben hat. Fig. 8. (Taf. I.) stellt verschiedene Entwicklungsstadien dieser Flüssigkeit vor. Zuerst auf der Spitze des Köpfchens zwischen der Cuticula und der eigentlichen Membran der Zelle scheidet sich die subcuticulare Substanz aus. Das Quantum derselben wird immer grösser und die Cuticula immer mehr aufgeblasen (*b, c, d* und *e*), bis sie schliesslich platzt und die Substanz ausfliessen lässt. Dass die Substanz sich nicht etwa in der Zelle bildet, sondern ächt subcuticulären Ursprungs ist, kann man leicht nachweisen, wenn man allmählig die Substanz in verschiedenen Stadien der Entwicklung mit Alkohol auszieht. Fig. 8. (Taf. I.) *f, g* und *h* zeigt nämlich so behandelte Haare, wo *g* und *h*

¹⁾ Hanstein: Bot. Zeit. 1868. S. 697.

einige anomale Fälle darstellen; sonst sind die Zeichnungen von selbst vollständig genug und bedürfen keiner näheren Erklärung.

Meyen ¹⁾ hat schon im Jahre 1837 den Bau dieser Haare, für seine Zeit ziemlich vollständig, untersucht. Jetzt aber sind seine Beschreibungen ohne Werth, indem sie mit unseren jetzigen Begriffen über Zelltheilung nicht übereinstimmen. Bei der Ortsbestimmung der Bildung der subcuticularen Substanz sagt er: „Drüsenköpfchen in denjenigen Zuständen, wie sie in den Fig. 11, 12, 8 und 9 dargestellt sind, schwitzen dann die ätherische Flüssigkeit durch ihre Zellwände“ (pag. 28), was, wie wir aus dem oben Gesagten gesehen haben, nicht richtig ist.

Die anderen Haare sind den besprochenen sehr ähnlich, nur sitzen sie, wie Fig. 6. (Taf. I.) zeigt, auf einem langen Stiel, welcher aus 2, 3 bis 4 Zellen besteht, von denen die zwei untersten langausgezogen und etwas breiter als die übrigen sind; sie secerniren keine Substanz aus.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Haare ist sehr einfach. Sie entstehen aus auswachsenden Epidermiszellen, die sich in mehrere Zellen theilen, von welchen die oberste immer zu einem Köpfchen wird und die unteren den Stiel bilden. Fig. 7. (Taf. I.) stellt verschiedene Entwicklungsstadien dar.

Blüthenstandsaxe. Die Blüthenstandsaxe, welche auf ihrer Spitze den Blüthenstand trägt, ist ein Achselspross. Der anatomische Bau derselben unterscheidet sich von dem des Stengels dadurch, dass hier ein Sclerenchymring auftritt, welcher ausserhalb der einzelnen, nicht zu einem Ring verschmolzenen Gefässbündel, liegt, von welchen Fig. 1. (Taf. III.) einen zeigt, und sie zum Theil umgibt. Die Sclerenchymzellen sind Rinden- und Markstrahlencellen, die sehr stark verdickte, einfach getüpfelte Membranen besitzen und hier als spezifische mechanische Zellen in Schwendener's²⁾ Sinne fungiren, indem sie zur Unterstützung der langen, dünnen, aufrechtstehenden und an ihrem Gipfel die schwere Inflorescenz tragenden Spindel dienen.

Die Gefässbündel, deren Zahl sehr wechselt und oft 20 übersteigt, haben (auf dem Querschnitt) Keilform mit breitem nach aussen gekehrten Ende und unterscheiden sich im Bau nicht von denen des Stengels. Dies lässt sich auch von Mark und Rinde sagen. Eine der Schutzscheide entsprechende Zellschicht ist auch hier

¹⁾ F. J. Meyen: Ueber die Sekretionsorgane der Pflanzen. Berlin. 1837.

²⁾ Schwendener: l. c.

vorhanden. Sie liegt ausserhalb des Sclerenchymringes und führt Stärkekörner; die charakteristischen Caspary'schen Punkte sind hier auch zu bemerken. Die Epidermis, welche die Spindel bedeckt, unterscheidet sich nicht von der des Blattstiels. Sie trägt Spaltöffnungen und beiderlei Haare, von welchen die nicht secernirenden lang sind und oft aus 6—7 Zellen bestehen.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Gewebe der Blütenstandsaxe ist dieselbe, wie die des Stengels; hier wie da entsteht zuerst ein meristematischer Ring, in welchem einzelne Procambiumstränge sich differenziren, aus denen später Gefässbündel und aus dem dazwischen gebliebenen Gewebe Sclerenchym ausgebildet wird. In Fig. 4. (Taf. III.) sehen wir im Querschnitte die Entstehung der Procambiumstränge, in welchen schon die Protophloemzellen ausgebildet sind.

Folgende von mir untersuchte Primeln schliessen sich in ihrem anatomischen Bau an den obenbesprochenen Typus an:

Primula Boveana. Die Wurzel, wie der Stengel sind wie die der *P. sinensis* gebaut, mit dem Unterschied jedoch, dass die Wurzel am häufigsten triarche Holzkörper aufweist, der Bau des Stengels durch reichliche Wurzelbildung, welche ihren Sitz im Cambium hat, complicirt wird, und dass die Thätigkeit des Cambiums bei der Bildung des Holzes hier noch deutlicher als bei *Pr. sinensis* ist. Der Hauptunterschied besteht im Baue des Gefässbündelsystems des Blattstiels, dessen Querschnitt Fig. 5. (Taf. III.) zeigt. Hier besteht es aus drei getrennten, nicht wie bei *Pr. sinensis* verschmolzenen Gefässbündeln, die im Querschnitt eine keilförmige Gestalt besitzen und von einander durch einige Parenchymsschichten getrennt sind. Sie sind so angeordnet, dass sie mit ihren spitzen Enden ungetäher zusammenstossen. Was ihren Bau betrifft, so zeigen sie, wie wir aus der erwähnten Figur sehen, ein stark entwickeltes Cambium, welches dafür zu sprechen scheint, dass die Blätter nicht nach Verlauf einer kurzen Zeitperiode abfallen und durch neue ersetzt werden, sondern dass sie etwa perennirend sind, was auch mit der Beobachtung übereinstimmt.

Der Holz- und der Basttheil unterscheiden sich von denjenigen der *Primula sinensis* nicht; nur im Holztheile findet man verhältnissmässig mehr Holzzellen als Gefässe, von welchen die ersteren verdickte und mit einfachen Tüpfeln versehene Zellwände besitzen.

Primula corthusoides. Die Stengelinternodien sind kürzer als die der *Pr. sinensis*, so dass die Blätter noch mehr gedrängt stehen. In den Blattachseln bilden sich reichlich Seitenknospen, die sich bald, je älter sie werden, mit vielen Wurzeln am Boden befestigen und, sich von der Mutterpflanze ablösend, zu selbstständigen Pflanzen werden, wodurch ein rasenförmiger Wuchs bedingt wird.

Die Wurzeln haben denselben Bau, wie die der *Pr. sinensis*; ihr Gefässbündelcylinder ist gewöhnlich tetrarch. Das Dickenwachsthum geht auch auf dieselbe Weise vor sich. Fig. 1. (Taf. IV.) stellt einen Querschnitt von einer alten Wurzel vor, welche durch Dickenwachsthum ihre ursprüngliche Form schon geändert hat. Beim ersten Blick fällt sogleich die sehr kleine Quantität der Gefässe ins Auge; in der Mitte liegt ziemlich grosses parenchymatisches Wurzelmark; ein Cambiumring bildet neue Bast- und Holzelemente, in den letzten aber sind meist nur Holzzellen und wenige Gefässe enthalten, welche zwischen dem primären tetrarchen Holzkörper in 4 Partien gruppirt sind und einen vierstrahligen Stern bilden, welcher sich mit den primären Holztheilen kreuzt.

Der Bau der Stengel und Blätter ist von dem der *Pr. Boveanu* nicht zu unterscheiden, es ist jedoch zu bemerken, dass im Holztheil der Gefässbündel verhältnissmässig viel weniger Gefässe vorhanden sind als bei den obengenannten Primeln, und dass die Blattspur aus einem grossen, nierenförmigen Gefässbündel besteht, dessen Struktur dieselbe ist, wie bei *Pr. sinensis*. Das Charakteristische ist aber für *Pr. corthusoides* das Vorkommen der Sclerenchymzellen im Marke. Diese Zellen sind einfache, parenchymatische Markzellen, deren Membranen sehr stark verdickt und mit vielen verzweigten Tüpfeln versehen sind. Die Sclerenchymzellen sind gruppenweise (Fig. 6. Taf. III.) geordnet und füllen fast das ganze Mark aus bei kleineren Pflanzen. Sie begleiten oft noch eine kleine Strecke weit die in die Blätter eintretenden Gefässbündel, hören hier aber bald auf und sind nur vereinzelt im Blattstiel zu finden. Solche vereinzelt Sclerenchymzellen befinden sich auch in der Rinde des Stengels.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass die nicht secernirenden Haare viel länger sind und bis aus 10 Zellen bestehen.

II. *Primula elatior*.

Wurzel. Bei dieser Primel stirbt, wie bei den anderen, die Hauptwurzel bald ab und wird durch Adventivwurzeln ersetzt. Ich habe nicht Gelegenheit gehabt, die Hauptwurzel zu untersuchen. Die Adventivwurzeln sind zahlreich, viel dicker als bei den vorigen Primeln, nicht so stark verzweigt, sondern meist einfach. Die Wurzelspitze, die hier grösser ist, so dass die Initialen des Plerom, des Periblems und der calyptrogenen Schichte aus zahlreicheren Zellen bestehen, ist nach demselben Bau- und Wachstumtypus gestaltet. In ihrer weiteren Entwicklung verhalten sich die Wurzeln anders als die der *Pr. sinensis*, indem das Dickenwachsthum, wenn es überhaupt eintritt, so unbedeutend ist, dass die primäre Struktur der Wurzel immer deutlich zu erkennen bleibt. Ein Querschnitt durch eine junge Wurzel zeigt folgendes: In der Mitte liegt ein typischer, in der Regel pentarcher Gefässbündelcylinder, dessen Holztheile nicht zusammenstossen, sondern ein aus einer Anzahl parenchymatischer Zellen bestehendes Wurzelmark übrig lassen. Nach aussen liegen das schwach entwickelte Pericambium, die Schutzscheide, die Rinde, welche aus verhältnissmässig kleinen, aber zahlreichen Zellen besteht, und die Epidermis. Mit dem Alter, wie wir das aus der Fig. 2 (Taf. IV.) sehen, werden die eben beschriebenen Strukturverhältnisse nicht verändert, nur das Wurzelmark wird ganz sclerenchymatisch, indem seine Zellen stark ihre Membranen verdicken und einfache Tüpfel bekommen. Zwischen Bast und Holz bildet sich ein schwach entwickeltes Cambium, welches einige wenige Holzgefässe und Bastelemente erzeugt, die sich an die primären anlegen. Die übrigen nach aussen liegenden Gewebe, von welchen die Rinde hier die Hauptmasse der Wurzel bildet, gehen in Dauergewebe über, indem ihre Zellen etwas grösser werden und ihre Membranen sich schwach verdicken.

Stengel. Die Struktur des Stengels ist bei *Primula elatior* viel complicirter als bei *Pr. sinensis* und durch zahlreiche und sehr früh eintretende Adventivwurzel- und Achselsprossbildungen schwer verständlich. Um sich ein klares Bild über den Bau des Stengels und seiner Gefässbündel zu machen, müssen wir den Vegetationspunkt betrachten und die Entwicklungsgeschichte verfolgen. Dieser Vegetationspunkt ist in Gestalt und Bau von dem der *Pr. sinensis* nicht zu unterscheiden. Dasselbe gilt für die Differenzirung der Gewebe und die erste Anlage der Gefässbündelelemente. Hier findet man auch einen an den Stellen, wo sich die Blattspuren abtrennen,

unterbrochenen Gefässbündelring, dessen histiologische Zusammensetzung auch dieselbe ist, indem nach aussen Bast und nach innen Holz sich befindet und der mittelst eines normal liegenden Cambiums in die Dicke wächst. Es kommt aber eine Complication dazu, welche darin besteht, dass sich ein zweites Gefässbündelsystem bildet, welches in directer Verbindung mit dem der Adventivwurzeln steht, und das Blattspurbündelsystem von aussen in Form eines complicirten Netzes umgiebt. Wenn man Stengelquerschnitte, die nicht weit vom Vegetationspunkt gemacht sind (Fig. 3. Taf. IV.), betrachtet, so bemerkt man, dass ausserhalb der schon entwickelten Gefässbündel die dicht am Bast anliegenden Zellen sich tangential theilen und ein cambiumartiges Gewebe bilden, welches mit der weiteren Entwicklung der Gefässbündel den ganzen Gefässbündelring umgibt. Diese Art Cambium ist nicht gleichmässig entwickelt; in einigen Stellen, wo die Wurzeln entstehen, ist es bis 5 Zellen dick, in anderen viel weniger und auf 1—2 Zellen reducirt. Hiervon auch hängt seine grössere oder geringere Thätigkeit ab, welche darin besteht, dass seine inneren Zellen zu neuen Holz- und Bastelementen werden, die das obengenannte Gefässbündelsystem bilden. Diese Bündel bestehen in einigen Stellen aus lauter Holzgefässen, an anderen aus Holz- und Bastbündeln. In Anordnung und Verlauf zeigen sie eine sehr grosse Verschiedenheit und Unregelmässigkeit. Zuweilen verlaufen sie in derselben Richtung wie die Blattspurgefässbündel, was jedoch selten der Fall ist; meistens machen sie in ihrem Verlauf mit den letzteren einen mehr oder weniger grossen Winkel, so dass sie zur Richtung des Stengels fast perpendikulär verlaufen und auf Stengelquerschnitten (Fig. 4. Taf. IV.) in ihrem Längsschnitt in senkrechter Lage zu den Blattspurbündeln zu liegen kommen; auf Längsschnitten kehrt sich dies Verhältniss um: die ersteren sieht man alsdann in Längsrichtung, die zweiten in Querrichtung. Auf den in Kali durchsichtig gemachten Präparaten ist die Unregelmässigkeit des oben beschriebenen Verlaufs und das Verhältniss der secundären zu den primären Bündeln am deutlichsten zu sehen. Fig. 5. (Taf. IV.) stellt ein solches Präparat vor; hier kann man den Verlauf dieser Bündel ungefähr so bestimmen: sie gehen von der Wurzelbasis *b* nach allen Richtungen und vereinigen sich theils mit den Bündeln, die von anderen Wurzeln herkommen, theils aber, wie bei *d*, sich an Stengelgefässbündeln anlegen.

Die Adventivwurzeln des Stengels entstehen sehr früh im äusseren Cambium. Die Art und Weise der Entstehung in ihren ersten Anlagen konnte ich nicht mit

Genauigkeit verfolgen. Es ist nur das sicher, dass das Blattspurgefässbiündelsystem mit der Entstehung der Wurzel in keiner directen Beziehung steht und dass die Vermittelung zwischen beiden Gefässbiündelsystemen — des Stengels und der Wurzel — durch die oben beschriebenen, ausserhalb des ersteren liegenden Bündel des Stengels hervorgebracht wird, indem diese gerade da, wo die Wurzel anfängt, am meisten entwickelt sind und, sich zum Gefässbündelcylinder anordnend, direkt in die Wurzel eintreten.

In älteren Stengeltheilen und überhaupt da, wo keine Adventivwurzeln gebildet werden, hört die Thätigkeit des äusseren Cambiums schon früh auf; es kommt an diesen Stellen aussen eine Schutzscheide, deren Zellen sehr deutliche Undulationen der Membranen zeigen, zur Entwicklung.

Die Sclerenchymgruppen, deren Zellen, je nach Lage, kürzer oder länger sind und sich sonst von denjenigen der *Pr. corthusoides* nicht unterscheiden, stehen mit den Gefässbündeln in Verbindung. Sie liegen entweder innerhalb derselben im Marke oder zwischen den primären und secundären Gefässbündeln; sie treten mit den letzten in die Wurzel ein, um das oben beschriebene Wurzelmarksclerenchym zu bilden.

Der Bau des Markes und der Rinde ist bei *Pr. clatior* derselbe wie bei *Pr. sinensis*; nur ist hinzuzufügen, dass die äusseren Zellen des secundären Cambiums zur Rinde werden, indem sie sich regelmässig radial anordnen und eine ungefähr 4—5 Zellen dicke Schicht darstellen. Die Zellen dieser Gewebe und besonders die des Markes besitzen in ihrem Alter derbe, etwas verdickte und mit grossen einfachen Tüpfeln versehene Membranen.

Die Blätter sowie die nach Irmisch immer terminale Blütenstandaxe¹⁾ unterscheiden sich in ihrer Struktur nicht von denen der obengenannten Primeln, nur der Bau der Gefässbündel im unteren schmalen Ende der Blätter (die bekanntlich sitzend, nicht gestielt sind), welcher sonst, wie bei *Pr. corthusoides* gebaut ist, zeigt eine kleine Abweichung: sie sind nach aussen mit einem sclerenchymatischen Bogen umgeben, und nach innen ist die Einbuchtung des Holztheiles mit ähnlichen Sclerenchymzellen ausgefüllt.

¹⁾ Thilo Irmisch: Zur Morphologie der monokotylichen Knollen und Zwiebelgewächse. S. 184.

Die Behaarung ist auch dieselbe, nur sind die nicht secernirenden Haare länger und bestehen aus mehreren, bis 10 Zellen.

An diesen Bautypus schliesst sich unmittelbar *Pr. officinalis* an, welche durchaus in allen ihren Einzelheiten dieselbe Struktur wie die der *Primula elatior* besitzt.

III. *Primula Auricula*.

Wurzel. Die Hauptwurzel mit ihren Nebenwurzeln, welche von derjenigen der *Primula elatior* nur durch die geringe Zahl der Elemente verschieden ist, geht wie dort, bald zu Grunde und wird durch Adventivwurzeln ersetzt, die ebenfalls nur durch die Abwesenheit oder das seltene Vorkommen des Markscelerenchyms von denen der genannten Pflanze verschieden sind.

Das hypokotyle Stengelglied ist in seinem Bau die Fortsetzung der Wurzel mit dem Unterschied, dass im Gefässbündelcylinder zwei Basttheile um einen in der Mitte liegenden Holztheil auftreten, welcher Holztheil seinerseits weiter oben auch in zwei Theile zerfällt. Auf diese Weise entstehen zwei Bündel, welche plötzlich in die zwei Kotyledonen eintreten, indem sie in der Mitte ein einziges Stammbündel zwischen sich lassen.

Stengel. Die anatomische Struktur des Stengels weicht nicht nur von der der beiden vorhin beschriebenen Typen, sondern auch vom allgemeinen Dikotylen-typus ab und nähert sich, wie schon Vaupell¹⁾ gezeigt hat, der der Monokotylen.

Wenn man einen Stengelquerschnitt betrachtet, so bemerkt man keine Differenzierung zwischen Rinde und Mark, die ganze Schnittfläche stellt ein gleichmässiges Parenchym dar, welches demjenigen der Wurzelrinde in seiner histiologischen Zusammensetzung vollständig gleicht. In diesem Parenchym liegen einzelne Gefässbündel, welche in der Peripherie des Stengels in verschiedener Zahl (meistens 15—20) in einen Kreis geordnet sind, innerhalb dessen viele einzelne Gefässbündel zerstreut stehen (Fig. 6. Taf. IV.). Dicke, in Kali durchsichtig gemachte Präparate, von welchen eines in Fig. 1. (Taf. V.) abgezeichnet ist, zeigen, dass sowohl die peripheri-

¹⁾ Vaupell l. c. pag. 15.

sehen als auch die in der Mitte zerstreuten Gefässbündel einen sehr verschiedenen, unregelmässigen, meist schiefen, vielfach gebogenen Verlauf haben, indem sie noch mit einander zahlreiche Anastomosen bilden.

Um sich ein klares und verständliches Bild über diesen complicirten Verlauf der Gefässbündel zu machen, müssen wir mit dem Keimpflänzchen, wo die Verlaufsverhältnisse sich am einfachsten darstellen, anfangen.

In einer Keimpflanze (Fig. 2. Taf. V.), welche schon ungefähr sechs ausgebildete Blätter hat, sehen wir, dass die Blattspurbündel, welche je von einem Blatt kommen, sich direct an das nächst folgende legen, so dass wir im Stamm nur ein centrales Gefässbündel sehen. Bald aber treten mit dem Wachsthum des Stengels und der Entstehung neuer Blätter Complicationen ein. Die in den Stengel eintretenden Bündel behalten immer länger ihre Selbständigkeit, verlaufen einige Internodien weit nach unten, dabei oft einen Bogen nach rechts oder nach links beschreibend, und legen sich erst später an irgend ein anderes von ihnen getroffenes Gefässbündel an, oder begleiten dasselbe vorher durch mehrere Internodien abwärts; so z. B. in Fig. 7. (Taf. IV.), wo das Bündel *b* sich nicht an den mittleren, sondern an *a*, der mehr unten verläuft, anlegt. Die Stelle, wo sich die betreffenden Bündel anlegen, ist also keine bestimmte und hängt auch nicht mit der Blattstellung zusammen, welche bei dieser Aurikel $\frac{3}{8}$ zu sein scheint.

Dieser noch ziemlich einfache Gefässbündelverlauf wird bei älteren Stengeln, an denen sich viel mehr entwickelte und grössere Blätter befinden, viel complicirter. Die grösseren Blätter der Aurikel sitzen mit breiter, eine grosse Anzahl, bis 20 Gefässbündel enthaltenden, oft mehr als die Hälfte des Stengelumfangs umfassenden Basis dem Stengel an. Die medianen eingetretenen Blattspurbündel am Stengelquerschnitte (Fig. 6. Taf. IV.) sind im Kreise geordnet, die lateralen aber verlaufen im Stamme entweder ausserhalb des Gefässbündelkreises, — dies sind die kleineren jüngst entstandenen Bündel, — oder sie setzen sich sogleich an die (in Beziehung auf das Blatt) medianen Bündel an oder aber, was häufiger ist, sie treten durch die Maschen der letzteren in das Mark ein, um hier, nach mehr oder weniger langem Verlauf, mit einander und mit den medianen Bündeln durch zahlreiche Anastomosen sich zu verbinden. Auf diese Weise kommt der scheinbar ordnungslose, complicirte Verlauf der Gefässbündel der Aurikel zu Stande. Die in Kali durchsichtig gemachten Stengelpräparate von grösseren Keimpflänzchen (die schon wenigstens 20 Blätter

besitzen), von welchen Fig. 7. (Taf. IV.) eins zeigt, veranschaulichen diese Verlaufsverhältnisse ganz deutlich. Wir finden am untern Stengelende nur ein centrales Gefässbündel, welches nach oben sich vielfach verzweigt und dessen Zweige unter sich vielfach anastomosiren.

Aus dem oben Gesagten ergibt sich, dass wir hier keine stammeigenen Bündel haben, dass sogar die in der Mitte des Stengels verlaufenden Bündel Blattspuren sind. Damit stimmt auch die Thatsache überein, dass im Vegetationspunkte ausser den Gefässbündeln, welche unter jeder Blattanlage entstehen und welche zum Blatt gehören, keine anderen zu sehen sind.

Der ganz flache Vegetationspunkt der Aurikel besteht aus einem gleichmässigen, meristematischen, von Epidermis überzogenen Gewebe. Die Differenzirung der Gewebe weicht etwas von der oben für *Primula sinensis* beschriebenen ab, indem hier der Verdickungsring nicht nachzuweisen ist. Auf einem entsprechenden Querschnitte, welchen Fig. 3. (Taf. V.) darstellt, dicht unter dem Vegetationspunkte sieht man in dem gleichmässig vertheilten Gewebe an den, den jüngsten Blattanlagen entsprechenden Stellen einige Zellen in rascher Theilung begriffen, wodurch ein aus kleineren Zellen zusammengesetzter Procambiumstrang entsteht, welcher zum Gefässbündel wird. Die Ausbildung der Gefässbündel aus den Procambiumsträngen geht, wenn man von Einzelheiten absieht, auf folgende Weise vor sich. Zuerst bilden sich im äusseren Theile des Procambiumstranges, der auf dem Querschnitte eine abgerundete Form besitzt, die ersten Siebelemente des Bastes (Protophloemzellen von Russow¹⁾) (Fig. 4. *ph*, Taf. V.), die bald darauf auch an beiden Seiten des Stranges entstehen. Nicht viel später zeigen sich an der Innenseite die ersten Holzelemente (Protoxylemzellen nach Russow) (*c*) in Form von Spiralgefässen. Damit hat schon das Gefässbündel eine definitive Gestalt, welche wir in Fig. 4. (Taf. V.) sehen, bekommen, indem nach innen zu Holz zu liegen kommt, welches nach aussen und von beiden Seiten mit Bast umgeben ist. Die weitere Ausbildung des Gefässbündels beruht darauf, dass die Zahl der einzelnen Bast- und Holzelemente sich in der Richtung zur Mitte des Bündels vermehrt, wo ein schwach entwickeltes und vorübergehendes Cambium entsteht, welches ein geringes und bald erlöschendes Dickenwachsthum des Bündels

1) E. Russow: Vergleich, Untersuch. z. Histiol. d. Leitbündel-Kryptogamen und der Phanerogamen, insbesond. d. Marsiliaceen. Petersburg. 1872.

verursacht. Endlich muss ich noch bemerken, dass die Gefässbündel vollständig ringsherum mit einer typisch ausgebildeten Schutzscheide umschlossen sind, die nicht aus dem Procambium entsteht, sondern aus umgrenzenden, dem Stengelparenchym angehörenden Zellen, welche sich tangential zum Gefässbündel theilen (Fig. 4 Taf. V.); die inneren der durch diese Theilung entstandenen Zellen bekommen Wellungen an ihren Membranen und werden zu Schutzscheidezellen. Die Entstehung der Schutzscheide geht mit der definitiven Ausbildung der Gefässbündel aus den Procambiumsträngen parallel.

Die Struktur des Stengelparenchyms wurde schon oben besprochen, es erübrigt noch hinzuzufügen, dass an verschiedenen Stellen des älteren Stengels ähnlich wie bei *Primula corthusooides* und *clatior* Sclerenchymgruppen vorkommen, die hier wie dort aus Parenchymzellen mit stark verdickten Membranen bestehen. In Fig. 1. (Taf. V.) sind diese Sclerenchymgruppen mit *sk* bezeichnet. Auch in den Gefässbündeln selbst ist Sclerenchym zu finden, da wo an dieselben sich Adventivwurzeln anlegen, die in den äusseren Zellen des Bastes ihren Ursprung nehmen. Ueber die Entstehung der Adventivwurzeln habe ich keine näheren Untersuchungen angestellt.

Den jungen Stengel der Aurikel überzieht eine einfach gebaute, aus plattenförmigen, mit graden Seitenwänden versehenen Zellen bestehende Epidermis, welche mit einer ziemlich entwickelten Cuticula überzogen ist. Später wird diese Epidermis durch Periderm ersetzt.

Blätter. Die anatomische Struktur der Blätter zeigt nichts Besonderes und stimmt im Ganzen mit der oben für *Primula sinensis* beschriebenen überein. Die Aurikelblätter sind bekanntlich sitzend und mit breiter Basis Stengel umfassend und lassen, wie oben schon gesagt, über 20 Blattbündel in den Stengel eintreten. Die Struktur dieser Bündel ist vollständig dieselbe wie bei *Primula sinensis* und von derselben mehr oder minder halbmondförmigen Gestalt. Wir sehen hier, dass die Gefässbündel im Stengel von denen der Blätter nur durch die mehr abgerundete Form und durch das unbedeutende Dickenwachsthum, welches auch manchmal im unteren Theile der Blätter nachzuweisen ist, verschieden sind. Aus den Blättern verlaufen dieselben direkt in den Stamm und behalten dabei immer ihre Selbständigkeit, sie bleiben isolirt und verschmelzen nicht, wie bei den meisten typischen Dikotylen, zu einem mittelst Cambium in die Dicke wachsenden Gefässbündelringe. Die Blätter sind succulenter als bei den oben genannten Primeln. Das Blattparenchym,

dessen Zellen hier mehr abgerundet sind und consistentere Membranen besitzen, ist hier stärker entwickelt. Das Pallisadenparenchym im basalen Theile des Blattes ist schwächer ausgebildet als in der Blattlamina. In der letzten besteht es aus wenigstens 3 Zellschichten, deren Zellen viel länger als breit sind. Die Zellen der Epidermis der unteren Blattfläche sind hier dicker als die der oberen; Spaltöffnungen sind auch weniger als auf der oberen Fläche zu zählen. Die an der unteren und oberen Blattfläche liegende Epidermis ist mit einer ziemlich stark entwickelten Cuticula überzogen, die eigenthümlich gefaltet erscheint dadurch, dass sie auf jeder besonderen Zelle gewisse streifenartige Vertiefungen und Erhabenheiten zeigt. Die Bereifung, die bei *Pr. Auricula* vorkommt, besteht nicht aus Wachs, sondern ist ein anderer Ueberzug und wie de Bary angibt, von Wachs „dadurch verschieden, dass er erstlich, wie schon Göppert¹⁾ fand, aus (krystallinischen) Theilchen von Körpern besteht, welche in kaltem Alkohol leicht löslich, und daher von Göppert als Harz, von Klotzsch²⁾ als Pseudo-Steoptene bezeichnet worden sind, und dass er ferner, wie Mettenius³⁾ für die in Frage kommenden Farne schon angab, ausschliesslich von der kugeligen Endzelle kopfiger Haare producirt wird.“⁴⁾

Die Behaarung ist bei der Aurikel sparsam. Es finden sich auch hier die beiden Sorten der Haare, die wir bei *Pr. sinensis* gesehen haben. Die aber, welche den längeren Haaren entsprechen, sind hier kurz, nur aus 3 Zellen bestehend, von denen die untere Stielzelle durch ihre breite Basis, mit der sie der Epidermis aufsitzt, auffällt. Diese Haare sind steif, und da sie hauptsächlich am Rande der Blätter sitzen, so verleihen sie dem Blattrande eine gewisse Rauigkeit.

Die Blüthenstandaxe, welche an ihrem Gipfel Blüthen trägt, ist in ihrer Struktur gar nicht von der der *Primula sinensis* verschieden.

An diesen Bautypus schliessen sich verschiedene, meist echte Gebirgsprimeln, die ich mehr oder minder, theils nach getrockneten, theils nach Spiritusmaterial untersucht habe, an.

¹⁾ Nova Acta Carol. Leopold. Vol. XVIII. Suppl. 1. p. 206.

²⁾ Vergl. Bot. Ztg. 1852. S. 200.

³⁾ Filices horti Lipsiensis pag. 42.

⁴⁾ Bot. Ztg. 1871. S. 131.

Primula Paliuura und *Pr. calycina* schliessen sich in ihrem Bau direkt an *Pr. Auricula* an.

Primula spectabilis unterscheidet sich von der Aurikel in dem Bau ihrer Wurzel und in deren Wachstumsart nicht wesentlich. Bei dieser Pflanze habe ich nicht wie bei den obengenannten Primeln ein aus Sclerenchym bestehendes Wurzelmark gefunden. Vielmehr treten hier an die Stelle eines bei jungen Wurzeln schwach entwickelten Markes, später Holzgefässe mit Holzzellen, welche den centralen Theil des Gefässbündelcylinders ganz ausfüllen.

Auch die anatomische Struktur des Stengels ist von der bei *Pr. Auricula* nicht verschieden; wir haben hier nur eine Vereinfachung im Gefässbündelverlauf, indem wir auf einem Stengelquerschnitte nur einen Gefässbündelkreis vorfinden, ausserhalb dessen noch einige zerstreute, kleinere Gefässbündel zu sehen sind (Fig. 5 u. 6. Taf. V.).

Es lässt sich hier der Verlauf der Gefässbündel unschwer bestimmen durch Vergleichung successiver Stengelquerschnitte und in Kali durchsichtig gemachter Präparate. Dieser Verlauf, der schematisch in Fig. 8. (Taf. V.) gezeichnet ist, ist folgender: Jedes Blattspurbündel, welches in den Stamm eintritt, nimmt von beiden Seiten zwei Bündel, die zu den nächst seitlichen oben liegenden Blättern gehören, auf und verläuft ein Internodium nach unten, wo es sich in 2 Schenkel gabelt, die sich an die beiderseits nächstliegenden zwei unteren Blattspurbündel anlegen. Wir bekommen also in der Längsansicht ein Netzwerk zu sehen, dessen Maschen eine kurze, spindelförmige oder rhombische Gestalt besitzen und von denen je eine einem Blatte entspricht, dessen Bündel in der unteren Ecke der Masche sitzt. Die 2 oberen Seiten jeder Masche werden von 2 Schenkeln, die durch Gabelung des von oben herabkommenden Bündels entstanden sind, gebildet, die 2 unteren auch von 2 Schenkeln, die aber zu verschiedenen Bündeln gehören, und sich an die zwischen sie eintretende Blattspur anlegen. Nehmen wir z. B. das, mit 7 in Fig. 8. (Taf. V.) bezeichnete Bündel zur Ansicht, so sehen wir, dass das Bündel, indem es in den Stengel eintritt, von jeder Seite je einen Schenkel des Bündels 4 und 2, einnimmt und seinerseits im weiteren Verlauf sich in zwei Schenkel gabelt, die sich mit Bündel 10 und 12 vereinigen. Auf einem (Fig. 5. Taf. V.) durch die Blattansatzstelle geführten Stengelquerschnitte erscheinen 8 Bündel in einen Kreis geordnet; etwas unter der Blattansatzstelle sieht man zuerst ein, bald darauf ein zweites derselben schwinden, so dass nur noch 6 Bündel übrig bleiben (Fig. 6. Taf. V.). Dieser Umstand findet darin

seine Erklärung, dass die neu in den Stengel eingetretene Blattspur sich mit zwei seitlichen zu einem Bündel vereinigt. Weiter unten wird die Achtzahl wieder hergestellt, indem sich eines der Gefässbündel in 2 Schenkel spaltet und an der nächsten Blattansatzstelle ein neues Blattspurbündel dazu kommt. Die Zahlen der Gefässbündel auf dem Querschnitte scheinen für die $\frac{3}{8}$ Blattstellung zu sprechen; auch stimmt das für dieselbe construirte Schema des Gefässbündelverlaufes mit dem bei *Pr. spectabilis* beobachteten und oben beschriebenen vollständig überein.

Ein solches Schema stellt Fig. 8. (Taf. V.) vor, welches zugleich ein vollständiges Bild des Gefässbündelverlaufs, in einer Fläche ausgebreitet, zeigt. Die horizontalen Linien entsprechen den Ansatzstellen der Blätter, die senkrechten den Orthostichen, deren wir 8 zählen.

Hier, wie bei der Aurikel, kommen ausser den medianen Blattgefässbündeln auch seitliche vor, aber in viel geringerer Zahl. Diese gehen aber nicht in die Mitte des Stengels (Fig. 5 und 6. Taf. V.), sondern sie legen sich an das oben beschriebene Gefässbündelsystem an, indem sie sich mit den medianen direkt verbinden oder in den Maschen derselben vielfach anatomisiren, wodurch der oben beschriebene Verlauf einigermassen unkenntlich wird.

Die histiologische Zusammensetzung des Stengelparenchyms und der Gefässbündel ist derjenigen der Aurikel ganz ähnlich; nur in dem Stengelparenchym habe ich keine Sclerenchymbildungen gesehen, dagegen kommen solche sehr oft in den Gefässbündeln vor. Die in den Stengel eintretenden Gefässbündel pflegen gewöhnlich dieselbe mehr oder minder halbmondförmige Gestalt, die sie im basalen Theile der Blätter haben, zu behalten. Die Einbuchtung, die bei solcher Gestalt das Holz besitzt, ist immer mit Sclerenchym gefüllt, so dass sich der Querschnitt der kreisrunden Form nähert. Dass diese kurzprosenchymatischen Sclerenchymzellen nicht zum Stengelparenchym, sondern zum Gefässbündel gehören, schliesse ich daraus, dass sie sammt dem ganzen Gefässbündel von einer deutlich ausgebildeten Schutzscheide umschlossen sind.

Was die Struktur der Blätter und die Behaarung betrifft, so ist sie im Wesentlichen ganz der der Aurikel ähnlich.

An *Primula spectabilis* schliessen sich durch ihre anatomischen Merkmale direkt an: *Primula latifolia*, ferner *Pr. marginata*, die durch ihre sparsame Behaarung

und *Pr. villosa*, die durch ihre steifen, stark ausgebildeten, am Rande der Blätter dicht stehenden Haare, auffallend sind.

An *Primula spectabilis* schliesst sich auch *Pr. minima* an. Die Wurzel dieser Pflanze zeigt aber ein schwaches Dickenwachsthum, welches jedoch, wie bei den vorigen Primeln dieses Bautypus, die primäre Struktur derselben nicht vermischt. Die Stengelstruktur ist die der *Pr. spectabilis*; die Sclerenchymbildung findet aber frühzeitig und viel reichlicher statt, so dass oft das ganze Gefässbündel auf einige Gefässe mit den entsprechenden Bastelementen reducirt ist und seine Hauptmasse aus Sclerenchym besteht. Der Gefässbündelverlauf ist derselbe wie bei *Pr. spectabilis*, aber weit regelmässiger. Die seitlichen Blattspurbündel, welche fast dieselbe Grösse und denselben Entwicklungsgrad haben, wie Fig. 9. (Taf. V.) zeigt, legen sich hauptsächlich an den unteren rechten¹⁾ Rand jeder Masche des Gefässbündelnetzes an, so dass diese Ränder, die desshalb stärker entwickelt sind als die anderen, und der $\frac{3}{5}$ Blattstellung entsprechend, als drei von links nach rechts gewundene, dicht mit Blattspuren besetzte Spiralen erscheinen. Die in Kali durchsichtig gemachten Stengelpräparate stellen dieses Verhältniss am klarsten und schönsten dar. Die Blattstruktur ist dieselbe wie bei *Primula spectabilis*, nur sind die Blattspurbündel im Querschnitte nicht halbmondförmige, sondern nehmen mehr keilförmige Gestalt an.

Schliesslich gehören hierher noch einige kleinere Primeln, wie *Primula Mistassinica*, bei welcher die Vereinfachung im Gefässbündelverlaufe noch weiter geht, indem hier keine seitlichen Blattgefässbündel vorhanden sind, sondern nur mediane, die nach der $\frac{2}{5}$ Blattstellung verlaufen. Auf Querschnitten haben wir hier 3 (Fig. 10. Taf. V.) oder 2 (Fig. 11. Taf. V.) Gefässbündel, nachdem der Schnitt durch die Ansatzstelle oder unterhalb der letzten geführt ist.

IV. *Primula farinosa*.

Wurzel. *Primula farinosa* ist in ihrem Wurzelbau der *Primula Auricula* und *Pr. elatior* darin ähnlich, dass kein oder nur ein ganz schwaches Dickenwachsthum stattfindet, so dass die primäre Struktur immer deutlicher zu erkennen bleibt. Die

¹⁾ Der Stengel wird vor uns mit seinem Gipfel nach oben gekehrt, gedacht.

Wurzel dieser Pflanze ist aber dadurch von denen der oben erwähnten Primeln verschieden, dass ihre Gewebe viel zarter aussehen und auch im Alter die Membranen der Zellen nicht so stark verdickt erscheinen. Die unter der Epidermis liegende Rindenzellenschicht (Fig. 1. Taf. VI.) zeigt in ausgezeichnetster Weise die auch bei anderen Primeln in geringerem Grade vorkommende Eigenthümlichkeit, dass ihre dicht nebeneinander stehenden Zellen auffallend radial ausgezogen und sehr dünnwandig sind. Diese Rindenschicht, obwohl von sehr zartem Aussehen, scheint hier die sehr hinfallige und bald zu Grunde gehende Epidermis zu ersetzen. In dem gewöhnlich tetrarchen Gefässbündelcylinder konnte ich kein Sclerenchym finden, obgleich das Wurzelmark hier sehr stark entwickelt ist. Das Pericambium ist stark entwickelt, zwei- oder dreischichtig (Fig. 2 p, Taf. VI.). Das Wachstum der Wurzelspitze geschieht gerade so, wie bei andern Primeln.

Stengel. Der Stengel von *Primula farinosa*, welche ähnlichen rosenförmigen Wuchs, wie *Pr. Corthusoides* besitzt, ist auffallend kurz, dicht mit Blättern besetzt und zeigt im Längsschnitte eine kurzkeilförmige Gestalt. Das breite Ende ist nur etwas nach oben gewölbt und trägt viele Achsel sprossen; das spitze Ende ist der abgestorbene untere Theil des Stengels.

Die Gewebedifferenzirung in dem flachen, kleinen und zwischen dicht stehenden Blättern, reichlichen Seitensprossen, axillären Inflorescenzen und frühzeitig sich entwickelnden Adventivwurzeln verborgenen Stengelvegetationspunkt ist schwer zu beobachten. Es scheinen dieselben Vorgänge wie bei der Aurikel stattzufinden; über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein eines Verdickungsringes vermag ich aber kein Urtheil auszusprechen.

Primula farinosa scheint in ihrem Stengelbau die Mitte zwischen *Pr. spectabilis* und *Pr. sinensis* zu halten, indem die jüngeren Stengeltheile dem Aurikelsystem sich nähern; die älteren dagegen an *Pr. sinensis* erinnern. Um den schwer verständlichen Stengelbau dieser Primel sich einigermaßen klar zu machen, müssen wir mit den aus den Blättern in den Stengel eintretenden Gefässbündeln beginnen. Ein Querschnitt durch den basalen Theil des Blattes zeigt nur ein Blattbündel, dessen Struktur dem der *Pr. Auricula* ganz ähnlich ist. Es hat eine breite halbmondförmige Gestalt und ist mit einer Schutzscheide umgeben, deren Zellen sich von dem benachbarten Blattparenchym und von den Bastzellen nicht auffallend unterscheiden und leicht übersehen werden können; nur an recht glatten und dünnen Querschnitten kann

man dieselbe an der wellenförmigen Beschaffenheit der Membranen deutlich erkennen. Diese Blattspurbündel nehmen allmählig etwas tangential ausgezogene Form an, indem sie in den Stengel eintreten, wo sie sich kreisförmig anordnen. Auf Stengelquerschnitten bekommen wir also einen Gefässbündelkreis, der je nach dem Schnitte, wie bei *Pr. spectabilis*, aus 6 oder 8 Bündeln besteht. Die letzteren aber weichen etwas in ihrer Form von denen der *Pr. spectabilis* ab, indem sie dieselbe oben beschriebene Struktur, welche sie in den Blättern gehabt haben, bewahren. Im weiteren Verlauf nach unten nähern sich die Gefässbündel einander immer mehr, indem sie tangential an Breite zunehmen. Ihre Ränder aber sind immer zurückgeschlagen, so dass der Bast auch hier nach innen zu liegen kommt (Fig. 3. Taf. VI.). Am unteren gewöhnlich absterbenden Ende des Stengels sind die Gefässbündel zu einem Ring verschmolzen. Interessant ist bei diesem Vorgang das Verhalten der Schutzscheide, welche, wie oben schon bemerkt, das ganze Blattspurbündel von allen Seiten umgibt. Im weiteren Verlauf nach unten, wo die Gefässbündel sich immer mehr nähern, ist die Schutzscheide an der inneren Seite nicht mehr nachweisbar und begleitet nur noch die zurückgebogenen Ränder (Fig. 3. Taf. VI.). Schliesslich verschwindet sie vollständig an der Innenseite und umgibt den verschmolzenen Gefässbündelring nur von aussen. Das Dickenwachsthum ist auf ältere Stengeltheile beschränkt, wo secundärer Bast und gewöhnlich regelmässig radial geordnete Holzelemente durch die Thätigkeit eines ziemlich stark ausgebildeten Cambiums gebildet werden.

Was Mark und Rinde betrifft, so sind sie nur da getrennt, wo die Gefässbündel in einen geschlossenen Ring übergehen; ihre histiologische Struktur gleicht der der Aurikel, nur sind die Membranen der parenchymatischen Zellen viel dünner und zarter. Im Marke kommen, wie bei *Primula corthusoides*, Sclerenchymgruppen vor.

Die Anatomie der nach der $\frac{3}{8}$ Blattstellung geordneten Blätter und der Blütenstandaxe ist ganz wie bei *Pr. sinensis*. Die für *Pr. farinosa* charakteristische Bereifung gehört, nach de Bary¹⁾, in dieselbe Kategorie wie die von *Pr. Auricula*, wovon oben die Rede war. Die Behaarung ist dieselbe, wie bei *Pr. sinensis*; die nichtsecernirenden Haare sind hier klein und von den secernirenden an Grösse und Gestalt wenig verschieden.

¹⁾ de Bary: l. c. pag. 129.

An *Primula farinosa* schliessen sich viele andere habituell mehr oder weniger ähnliche, und nur mit kleinen Verschiedenheiten, die von relativer Grösse, allgemeiner Gestalt der Pflanzen etc. abhängen, versehene Primeln an, wie *Pr. stricta*, *Pr. sibirica* mit in der Regel triarchen Wurzeln, *Pr. longiflora* etc.

Primula denticulata zeigt auch im Wesentlichen dieselbe Struktur, wie *Pr. farinosa*. Die Blattgefässbündel besitzen im unteren Theil der Blätter die Eigenthümlichkeit, dass neben der Einbuchtung des Holztheiles sich ein kleines Gefässbündel befindet (Fig. 4. Taf. VI.), dessen Holz- und Basttheile in umgekehrter Lage angeordnet sind, so dass das Holz nach aussen, der Bast nach innen zu liegen kommt. Die Gefässbündel im Stengel zeigen die Umbiegung der Ränder nach innen in sehr starker Weise, so dass sie sich dem Bau der Gefässbündel der Aurikel nähern. Sie verschmelzen auch im älteren unteren Stengeltheile zu einem geschlossenen Ring, innerhalb dessen im Marke kleine Gefässbündel sich vorfinden, welche zum Gefässbündelring ähnlich gelagert sind, wie die im Blatte vorkommenden (Fig. 5. Taf. VI.), über deren Bedeutung und Entstehung ich aber, wegen Mangels an entsprechendem Material, keine Untersuchungen anstellen konnte.

Androsace.

Diese Primulaceengattung, welche nach *Primula* die speciesreichste ist, wird durch viel grössere Einförmigkeit im anatomischen Baue als die vorige charakterisirt, weshalb wir hier keine so verschiedenartigen Bautypen finden, wie wir sie bei den Primeln gesehen haben. Die Unterschiede im Baue einzelner Androsacespecies gehen nicht über die Gränze des Bautypus von *Primula sinensis* hinaus und stehen in einem solchen Verhältniss, wie einzelne zu diesem Typus gehörende Primeln. Die Bautypen bei *Androsace* haben andere Bedeutung, wie bei Primeln, sie sind viel ähnlicher, weniger von einander begränzt und mit verschiedenen Uebergangstformen verbunden.

Von dieser Gattung hatte ich Gelegenheit, nur einige Species im frischen Zustande zu untersuchen, sonst benutzte ich grösstentheils getrocknete Exemplare und von *Aretien* sogar ausschliesslich die letzteren.

Die untersuchten Species nach dem Bau der Haare, welcher mannigfache Verschiedenheiten darstellt, lassen sich in nachfolgende Typen gruppiren.

I. *Androsace septentrionalis*.

Die *Androsace septentrionalis* ist einjährig. Eine junge Keimpflanze, deren Dickenwachsthum viel grösser als ihr Längenwachsthum ist, wodurch sie einen ganz flachen Vegetationspunkt und eine fast isodiametrische Gestalt des Stengels erhält, welcher sich unter der Ansatzstelle der Kotyledonen plötzlich nach unten verdünnt, indem sie zuerst ein hypokotyles Stengelglied und weiter, ähnlich wie bei *Primula sinensis*, eine stark verzweigte Pfahlwurzel bildet. Der Bau der kleinen und feinen Wurzelenden ist einfacher als bei *Primula sinensis*, weil sie aus einer kleineren Anzahl von Zellen bestehen. Das Dickenwachsthum findet hier gerade so wie da statt.

Der dicht mit spiralig angeordneten Blättern besetzte Stengel hat einen einfachen, den der *Primula sinensis* und damit der meisten Dikotyledonen ähnlichen Bau. Am Stengelquerschnitte finden wir bis 20 Gefässbündel, welche, mit Ausnahme einiger, die in der Querschnittsstelle von den Blättern herabkommen, so dicht neben einander gestellt sind, dass sie fast einen geschlossenen Ring bilden; dieser Gefässbündelring ist nach aussen von der Rinde mit einer deutlichen Schutzscheide abgetrennt. Was den anatomischen Bau der Gefässbündel betrifft, so lässt sich von demselben fast nichts weiter bemerken, als was von dem der *Primula sinensis* gesagt ist.

Die einzelnen Bast- und Holzelemente sind hier viel regelmässiger angeordnet, indem sie der radialen Anordnung der Zellen des Cambiums, welches hier ziemlich stark entwickelt ist, entsprechen.

Im Holztheile sind die Gefässe nicht zahlreicher als die dünnwandigen Holzzellen; die Gefässe (spiralige) selbst sind aus kurzen, durch grosse, die ganzen Querwände einnehmende Tüpfel kommunikirende Zellen zusammengesetzt (Fig. 7 a und b, Taf. VI.). Diese Erscheinung, dass die Gefässe kurzellig sind, lässt sich ohne Zweifel durch sehr kleinen Längenwachsthum des Stengels erklären, wodurch die entstehenden Gefässe keine Gelegenheit haben, sich mit der Streckung der Stengelinternodien zu verlängern.

Hier, wie bei *Primula sinensis*, findet Dickenwachsthum mittels eines Cambiums statt, wobei die Schutzscheide und die Rinde sich in derselben Weise verhält, wie bei der erwähnten Primel.

Es ist schwer, die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel im Verhältniss zu den anderen Geweben im Vegetationspunkte zu verfolgen, was in der Gestalt des

letzteren und selbst des Stengels seine Ursache hat. Im Querschnitte verlaufen die procambialen Zellen, indem sie sich parallel zur Peripherie des Stengels ausstrecken, schief, wodurch unter dem Mikroskop sogar in den feinsten Schnitten ein unklares Bild entsteht.

Die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündelelemente kann man am besten in den Ansatzstellen der Blätter, auf einem dicht über dem Vegetationspunkt geführten Querschnitt, welcher in Fig. 8. (Taf. VI.) abgebildet ist, verfolgen; hier haben wir auf einmal alle successiven Entwicklungsstadien der Blattspurbündel, von der ersten Blattanlage bis zu dem vollständig entwickelten Blatte, vor uns. Am Querschnitte der jüngsten Blattanlage finden wir ein noch undifferenziertes, meristematisches Gewebe, dessen äussere Schicht Epidermis bildet. Am Querschnitt der nächsten (Fig. 9. Taf. VI.) in Fig. 8. (Taf. VI.) z. B. mit der Zahl 2 angezeichneten Anlage fangen einige in der Mitte des meristematischen Gewebes liegende Zellen an, sich stärker als die anderen zu theilen. In den folgenden differenziert sich aus diesen Zellen in der Mitte des Querschnittes eine Gruppe von einem kleinzelligen Gewebe; das ist der Procambiumstrang, aus welchem später Bast- und Holzelemente ausgebildet werden. Diese erscheinen in den nächsten Entwicklungsstadien nicht gleichzeitig: zuerst differenzieren sich (Fig. 10, *ph*, Taf. VI.) an der Peripherie des Bündels nach aussen die ersten Siebröhren, dann die ersten Spiralgefässe (Fig. 11, *x*, Taf. VI.).

Danach ist der Gefässbündel schon fertig, und die weitere Entwicklung beruht auf der Vermehrung der Siebröhren und der Gefässe und auf der Entstehung der Schutzscheide. Der Bau der ausgebildeten Gefässbündel unterscheidet sich nicht von dem der *Primula sinensis* in der Blattbasis, wo die Bündel eine halbmondförmige Gestalt annehmen, sowie auch in dem Stengel selbst.

Der Gefässbündelverlauf ist gerade so, wie bei *Primula spectabilis*, mit einem unwesentlichen, von der dichten Stellung und Anordnung der Blätter herkommenden Unterschiede. Die Blattstellung bei der *Androsace septentrionalis* ist $\frac{5}{13}$, das 14te Blatt liegt also gerade unter dem ersten. Fig. 12. (Taf. VI.) stellt ein nach denselben Gesetzen wie bei *Primula spectabilis* (Fig. 8, Taf. V.) aber bei $\frac{5}{13}$ Blattstellung construirtes Schema dar. Wenn man dasselbe mit den in KHO durchsichtig gemachten Stengelpräparaten der *Androsace septentrionalis* vergleicht, kann man sich leicht überzeugen, dass dieses Schema dem factischen Gefässbündelverlauf dieser Pflanze vollständig entspricht.

Sehr charakteristisch ist der Bau des Markes der *Androsace septentrionalis*, was in Fig. 6. (Taf. VI.) abgebildet ist. Die Markzellen liegen so dicht nebeneinander, dass sie keine Intercellarräume bilden; das Wachsthum der Zellwände ist in der Jugend besonders so stark, dass sie, um grösseren Raum zu gewinnen, sich verschieden ausstrecken und ausbiegen. In älteren Stengeln werden die Markzellen nur ein wenig abgerundet.

Der Blätterbau der *Androsace septentrionalis* ist genau derselbe wie bei *Primula sinensis*. Die Cuticula ist ähnlich gestaltet, wie bei *Primula Auricula*; die Haare sind auch von zweierlei Gestalt: die einen, welche die subcuticulare Substanz absondern, unterscheiden sich nicht von denen der Primeln, die anderen aber, mehr complicirt, sind dadurch charakteristisch, dass sie verschiedenartig verzweigt sind. Eine ausführliche Beschreibung der mannigfaltig verzweigten, dornartigen Haare würde uns zu weit geführt haben und scheint auch überflüssig zu sein, deswegen habe ich in Fig. 13. (Taf. VI.) die am häufigsten vorkommenden Formen dieser Haare von den einfachsten, wie *a*, bis zu den complicirtesten, wie *l*, abgebildet. Sie sind alle mit einer runzeligen starken Cuticula bekleidet. Die Entwicklungsgeschichte dieser Haare ist sehr einfach: jedes Haar nämlich wird aus einer Epidermiszelle, die sich so theilt, dass immer in der Haarspitze die jüngste Zelle bleibt, gebildet; manchmal kommen zusammengesetzte Formen, wie *k*, vor, die aus einigen Epidermiszellen gebildet werden und als Haarcomplexe betrachtet werden können.

Der Bau der Blüthenstandaxe ist wesentlich derselbe wie der der Primeln.

Zum Bantypus der *Androsace septentrionalis* können folgende annuelle und biannuelle Androsacearten gerechnet werden:

Androsace maxima. Der Bau der Wurzel ist der der vorhergehenden Species. Von dem Stengelbau lässt sich fast dasselbe sagen; der Stengel aber ist mehr verlängert und mehr einem Cylinder ähnlich, wodurch die Gefässbündel senkrechter verlaufen und die Internodien viel länger werden. Der Gefässbündelverlauf ist auch derselbe mit diesem Unterschiede, dass von jedem Blatte nicht ein, sondern drei Bündel herabkommen, die aber, indem sie in den Stengel eintreten, sich zu einer Blattspur vereinigen. Es ist noch zu bemerken, dass die Blattstellung hier einfacher als bei *Androsace septentrionalis* ist und $\frac{3}{8}$ beträgt.

Die histiologische Struktur der Gefässbündel zeigt sich auch als dieselbe, wie bei der vorhergehenden Species; sie sind aber einander mehr genähert, fast zu einem Ring verschmolzen. Das Mark ist aus abgerundeten Zellen zusammengesetzt und enthält dadurch grosse und zahlreiche Intercellularräume. Auch die Blätter unterscheiden sich nicht von denen der vorhergehenden Species. Die Behaarung ist hier sehr sparsam und die Haare sind einfach, nicht verzweigt (Fig. 1. Taf. VII.), ziemlich lang und ungefähr aus 12 cylindrischen Zellen zusammengesetzt.

Die anderen *Androsacespecies* habe ich nur in getrockneten Exemplaren untersuchen können; es sind folgende, die hierher zu rechnen sind:

Androsace elongata charakterisirt sich durch ganz einfache, conische, aus zwei oder drei Zellen zusammengesetzte Haare (Fig. 2. Taf. VII.), die nicht zahlreich zwischen den Köpfchenhaaren zerstreut sind.

Die zweijährigen Arten gehören auch hierher:

Androsace lactiflora unterscheidet sich nicht von *Androsace septentrionalis*; die einfachen Haare sind denen der vorhergehenden Species ähnlich.

Androsace multiscapa und *Androsace armena* Duby haben ähnliche, wie bei *Androsace septentrionalis*, aber stärker verzweigte Haare; die Haarzellen sind mehr verlängert, weshalb die Haare viel schlanker und lockerer aussehen (Fig. 3. Taf. VII.).

II. *Androsace lactea*.

Diese Species gehört zu den peremirenden, welche ihren Stengel in dem Gipfel mit jeder eintretenden Vegetationsperiode — im Frühjahr — auf die Weise verjüngen, dass das erste neu entwickelte Internodium sich sehr stark verlängert und am Ende eine der vorjährigen ähnliche Blattrosette bildet. So wird der Stengel verlängert und in gewissen Abständen dicht mit Blättern besetzt.

Was den anatomischen Bau des Stengels dieser Pflanze betrifft, so ist er von dem der vorhergehenden ein- und zweijährigen Arten nicht verschieden. Der Gefässbündelverlauf ist hier gerade so, wie bei *Androsace septentrionalis*; die Gefässbündel aber in den verlängerten Internodien sind zu einem geschlossenen Ring verbunden. In Fig. 4. (Taf. VII.) sehen wir ein in KHO durchsichtig gemachtes Präparat von einem Stengeltheil, in welchem *a* der Ansatzstelle der Blattrosette entspricht, die ein Jahr älter ist, von der ähnlichen bei *b*.

Der histiologische Bau der Stengelgewebe der *Androsace lactea* ist nicht anders, als der der *Androsace septentrionalis*.

Bei *Androsace lactea* so wie bei den andern perennirenden Arten werden in der Blattachsel zahlreiche seitliche Ausläufer gebildet, die später, wie der Hauptstengel, in dem Gipfel sich jedes Jahr erneuern und wieder verzweigen, wodurch die *Androsace*-species und besonders die echten Gebirgsarten einen charakteristischen rasenförmigen Wuchs erhalten. Der Bau der neuen Ausläufer, nämlich des blattlosen Theils derselben, ist ein wenig von dem des Stengels verschieden. Dieser Unterschied besteht darin, dass die Bündel unabhängig von einander verlaufen, sich nicht in einen geschlossenen Ring vereinigen und kein Dickenwachsthum aufweisen, wodurch die Rinde mit der Epidermis nicht abgeworfen wird. Diese zwei letzteren Gewebe sind in Fig. 5. (Taf. VII.) an einem Querschnitt dargestellt. Die Epidermis, aus einfachen, mit dicken Aussenwänden versehenen Zellen zusammengesetzt, ist von stark entwickelter, gefalteter Cuticula bedeckt. Auf der Epidermis befinden sich zerstreute Haare, die denen der *Androsace multiscapa*, nur weniger verzweigt, ähnlich sind. Die Rinde ist dadurch charakteristisch, dass drei oder vier Zellschichten zu Sclerenchym werden.

Der Blätterbau ist der der *Androsace septentrionalis*. Die braunen Flecken und Punkte auf den Blättern kommen von einer chemisch näher nicht untersuchten Substanz her, welche ganze Zellgruppen des Blattparenchyms anfüllt. Die Behaarung ist sehr sparsam; die Haare befinden sich nur an den Blattspitzen, selten an den Blatträndern; sie sind einfach oder schwach verzweigt und mit warzenförmiger Cuticula bekleidet.

Zu demselben Bautypus gehören:

Androsace ciliata Pour. mit ähnlichen, wie bei *Androsace septentrionalis*, aber schwächer verzweigten Haaren, die an den Blatträndern sitzen, wie auch *Androsace Lehmanni*, *Andr. pennina* und *Andr. sarmentosa*; die letztere ist mit langen einfachen Haaren, die aus wenigen starkdickwandigen Zellen bestehen (Fig. 6. Taf. VII.), besetzt. Aehnliche, aber aus mehreren Zellen zusammengesetzte Haare (Fig. 7. Taf. VII.) besitzt *Androsace villosa* und *Andr. arachnoidea*. Die *Androsace Chamaejasme*, welche mit sehr langen, ungefähr aus 12 dickwandigen Zellen bestehenden, mit warziger Cuticula bekleideten und am Rande der Blätter stehenden Haaren versehen ist, gehört auch hierher.

Endlich muss ich hier *Androsace cylindrica* erwähnen, die sich von den oben besprochenen *Androsacespecies* dadurch unterscheidet, dass sie keine Ausläufer bildet, sondern der Stengel, der eine lange, walzenförmige Gestalt hat, ist dicht gleichmässig, ähnlich wie bei *Andr. septentrionalis*, mit Blättern besetzt. Dieser Stengel, der immer an der Spitze wächst, verzweigt sich ziemlich stark und unterscheidet sich sonst nicht in dem Baue von *Androsace Chamaejasme*. Die Behaarung ist auch die der letzteren *Species*.

Dionysia.

Aus dieser Gattung habe ich nur eine *Species* untersucht, nämlich *Dionysia Aucheri* Duby. Diese Pflanze ist perennirend und besitzt einen strauchartigen Stengel, dessen Bau sich anfangs nicht von dem der *Andr. septentrionalis* unterscheidet, später aber mittels eines sehr entwickelten Cambiums stark in die Dicke wächst. Der Querschnitt von einem alten Stengel erweist, dass die Gefässbündel in einem vollständig geschlossenen Ring, dessen Bast oder vielmehr Holz beträchtliche Dicke besitzt, verschmolzen sind. Diese Pflanze entwickelt keine Ausläufer. Die Behaarung ist dieselbe, die wir oben bei *Primula sinensis* gesehen haben, es sind hier also beide Arten von Köpftchenhaaren vorhanden.

Cortusa.

Die einzige *Species* dieser Gattung, *Cortusa Matthioli* L., unterscheidet sich im Baue der Gefässbündel, des Markes und des in diesem sich befindenden Sclerenchym, so wie auch im Baue der Blätter, in der Behaarung etc. von *Primula cortusoides* nicht wesentlich, die Beschreibung des anatomischen Baues der *Cortusa Matthioli* scheint mir also hier überflüssig zu sein. Die ganze Charakteristik dieser Pflanze besteht in der Wurzel, welche sich im Baue von der der *Primula farinosa* nicht unterscheidet; hier wie da ist das Pericambium, in den neben den triarchen Holztheilen des Gefässbündelcylinders liegenden Stellen, mehrschichtig: die Zahl der Zellschichten ist wechselnd und beträgt ungefähr 3 bis 4.

Dodecatheon.

Gerade so, wie die vorhergehende Pflanze in ihrem Baue, mit Ausnahme der Wurzel, sich nicht von der *Primula cortusoides* unterscheidet, ebenso wird *Dodecatheon Meadia* von *Primula elatior* auch nicht wesentlich unterschieden. Nur das ist zu bemerken, dass die äusseren Wurzelgefässbündel, indem sie in den Stengel eintreten, keinen so complicirten Verlauf, wie bei der letzterwähnten Primel besitzen, sondern diese gehen mehr oder weniger eine kurze Strecke ausserhalb der Stengelbündel und vereinigen sich bald mit den letzteren. Der Bau der Wurzel ist auch vollständig derselbe wie bei *Primula elatior*. Die Behaarung ist sehr sparsam, es finden sich auf dem Blüthenstandstiel und den Blättern nur sehr zerstreut einzelne Köpfchenhaare.

Interessant sind die morphologischen Verhältnisse bei der Keimung der Samen dieser Pflanze. Die Keimpflänzchen, die ich aber leider zur Ansicht nicht bekommen konnte, hat Bernhardt¹⁾ schon längst beschrieben und abgebildet. Nach diesem Forscher sind die Cotyledonenstiele zu einer langen Röhre, aus welcher der Stengel herauswächst, verwachsen.

Ich habe keine Gelegenheit gehabt, die anderen Species dieser Gattung zu untersuchen.

Cyclamen.

Von allen Primulaceengenera hat *Cyclamen* durch seinen Bau des Embryo und des knollenartig verdickten Rhizoms am meisten die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gezogen. Bekanntlich keimt *Cyclamen* mit einem Blatt, dessen morphologische Deutung man verschiednen zu erklären gesucht hat. Ich habe nicht die Absicht, die verschiedenen Meinungen der Forscher über diesen Gegenstand zu kritisiren und der Literatur hier zu erwähnen, weil dieselbe ausführlich in der letzten Arbeit von Gressner²⁾ zusammengestellt ist. Dieser Forscher nämlich nimmt die kleine Protuberanz, die dem ersten Blatte gegenüber neben dem Vegetationspunkte liegt, für das zweite Cotyledon an, gleichwerthig mit diesem Blatte, welches den einen Cotyledon darstellen soll.

¹⁾ Bernhardt: Ueber die merkwürdigsten Verschiedenheiten des entwickelten Pflanzenembryo und ihren Werth für Systematik. *Linnaea* 1832.

²⁾ Dr. Heinrich Gressner: Zur Keimungsgeschichte von *Cyclamen*. *Botan. Zeitung* 1874. Nr. 50, 51 und 52.

Gressner sagt nämlich: „*Cyclamen* hat zwei Cotyledonen, von denen der eine vollständig ausgebildet ist und die Funktion eines Saugorgans zum Zwecke der Ueberführung der Reservenernährung aus dem Albumen in die Keimpflanze ausübt — der andere jedoch in seiner Entwicklung zurückgeblieben und beim ruhenden Embryo nur der Anlage nach vorhanden ist. — Jener erste als Saugorgan dienende Cotyledon entwickelt sich zum ersten, jener zweite zurückgebliebene Cotyledon entwickelt sich zum zweiten grünen Blatt an der Pflanze“.¹⁾

Meine Untersuchungen darüber, dass diese Protuberanz oder Anlage, von welcher die Rede ist, zu einem zweiten Blatte auswächst, stimmen vollständig mit dem oben angeführten Satze überein; die Frage aber, ob das erste und zweite Blatt bei der Keimung der *Cyclamen* morphologisch den Cotyledonen entspricht, kann nur die Embryoentwicklungsgeschichte definitiv lösen.

Ueber die morphologische Deutung der *Cyclamen*knolle finden wir in der Literatur verschiedene Meinungen, welche auch in der oben citirten Arbeit von Gressner besprochen sind. Gressner giebt auf die Frage: „welcher Theil des Embryo ist es, der sich zur Knolle umbildet?“²⁾ die richtige Antwort, „dass das hypocotyle Glied Sitz der knolligen Verdickung bei *Cyclamen* ist“³⁾.

Alle oben erwähnten Untersuchungen betreffen hauptsächlich *Cyclamen europaeum* und *Cyclamen persicum*, welche auch der Gegenstand meiner Untersuchungen über Keimung dieser Pflanze waren. Gressner giebt die Species nicht an, welche er untersucht hat, aber seine Resultate lassen sich auf die ganze Gattung, die sich im Baue überhaupt durch Gleichmässigkeit charakterisirt, beziehen.

Die *Cyclamen*arten, so wie sie habituell und morphologisch ähnlich sind, stellen auch anatomisch keine grossen Verschiedenheiten dar. Ich habe folgende Species anatomisch untersucht:

I. *Cyclamen persicum*.

Die Hauptwurzel funktionirt nicht lange und wird bald von vielen Nebenwurzeln ersetzt. Der anatomische Bau der Wurzel ist sehr einfach und entspricht in den Hauptzügen dem der *Primula elatior*; hier aber sind die einzelnen Gewebe

¹⁾ Ibid. pag. 837.

²⁾ Ibid. pag. 823.

³⁾ Ibid. pag. 824.

zarter und schwächer entwickelt. Im Gefässbündelcylinder sind die Holztheile zu einem Stern mit einer unbeständigen Zahl der Strahlen geordnet, so dass sie gewöhnlich einen tri-, tetra-, penta- oder heptarchischen Bau darstellen; in der Mitte bleibt ein, gewöhnlich aus wenigen Zellen, die später dickwandig werden, bestehendes Mark. Die Schutzscheide und das Pericambium sind typisch entwickelt. Das Cambium ist selten vorhanden und dann ist seine Thätigkeit sehr klein. Die Rinde ist schwach entwickelt, sie besteht aus dünnwandigen Zellen, die im Alter grösstentheils mit einer braunen, gerbstoffhaltigen Substanz erfüllt sind; diese Substanz befindet sich auch in den Zellen der Schutzscheide und der Epidermis, die für diese Pflanze charakteristisch ist: sie besteht nämlich aus kleinen Zellen, die sämmtlich Wurzelhaare ausbilden, wodurch die ganze Wurzeloberfläche dicht behaart ist.

Das hypokotyle Stengelglied ist nämlich dasjenige, welches die knollige Verdickung der Cyclamen bildet. Der anatomische Bau der Knolle ist im Querschnitte in Fig. 8. (Taf. VII.) dargestellt. Wir sehen, dass das Wesentliche der Knolle ein homogenes Parenchym bildet, dessen Zellen sich nach allen Richtungen theilen. In einer gewissen Entfernung von der Peripherie liegt die Schutzscheide, indem sie einen geschlossenen Ring bildet, der die ganze Querschnittsfläche in zwei Theile scheidet: nach aussen ist die Rinde, und nach innen eine kreisförmige Scheibe, in welcher zerstreute Gefässbündel liegen. Die Schutzscheide (Fig. 8. s. Taf. VII.), welche von Gressner unrichtiger Weise für Pericambium gehalten und in seiner Fig. 8 und 9 mit Buchstaben *pi* bezeichnet wird, stellt auf dünnen und reinen Querschnitten (Fig. 8. s. Taf. VII.) sehr deutlich die schwarzen Caspary'schen Punkte dar. Die Zellen der Schutzscheide sind in der tangentialen Richtung gestreckt und, indem die Knolle in die Dicke wächst, theilen sie sich in die Quere und Länge. Dabei vereinigen sich die durch tangentielle Theilung neu entstandenen Zellen nach aussen mit der Rinde so, dass die Schutzscheide ihre Peripherie vergrössert, aber immer einschichtig bleibt. Die Ursache solcher Theilung ist die, dass die Zellen dieser Gewebe nach innen etwas dickwandig werden, die radialen Scheidewände aber sind, wie Fig. 13. (Taf. VII.) zeigt, charakteristisch gefaltet.

Im Innern des durch die Schutzscheide geschlossenen Theils der Knolle befinden sich schwach entwickelte, einzeln zerstreute Gefässbündel, von welchen die bei der Differenzirung der meristematischen Gewebe des Keimpflänzchens erstentstandenen besondere Aufmerksamkeit verdienen. Das sind eigentlich nur einzelne

Spiralgefäße, die in Vierzahl, in vier entsprechenden Stellen, an den Enden der zwei Diagonalen, in der Gegend der Schutzscheide entstehen. Solche Gefäße werden auch später an verschiedenen Stellen des von der Schutzscheide geschlossenen Parenchyms gebildet.

Die nächstfolgenden sind typisch gebaute Gefässbündel: der Holztheil besteht aus einer geringen Anzahl von Spiralgefässen, der Basttheil aus wenigen Siebröhren und Bastzellen; in älteren Bündeln kommt ein schwaches Dickenwachsthum mittels eines Cambiums vor. Der Entstehungsort dieser Bündel lässt sich gut bestimmen. Gressner aber ist in dieser Beziehung zu ganz anderen Resultaten als ich gekommen. Er sagt nämlich: „Während diese ersten Gefässstränge unmittelbar aus dem Procambium hervorgehen, differenziren sich die folgenden aus dem Pericambium. (Die Zellen desselben sind tangential gestreckt, die Streckung nimmt mit der Vergrößerung der Knolle zu).“¹⁾

Dieser Forscher hat hier zwei Fehler gemacht: zuerst, wie ich oben erwähnt habe, indem er die Schutzscheide für Pericambium ansieht, weil ja Pericambium bekanntlich eine äussere Zellschicht des Gefässbündelcylinders der Wurzel ist, wo die Nebenwurzeln ihren Ursprung nehmen, aber nicht mit der Schutzscheide identisch. Zweitens entstehen aus diesem Gewebe, von welchem die Rede ist (der Schutzscheide), wie oben gesagt, durch tangentielle Theilung nach aussen neue Rindenschichten und die nach innen liegende Zellschicht erzeugt immer nur die Schutzscheide. Nach meinen Untersuchungen sind immer die, der Schutzscheide anliegenden Zellen des inneren Parenchyms, der Entstehungsort neuer Gefässbündel (Fig. 8, *g*, Taf. VII.). Hier theilen sich eine oder einige neben einander liegende Zellen und dadurch wird ein Procambiumstrang gebildet, in welchem ein von Gressner mit dem Namen „Bildungsgewebe“²⁾ vollständig unrichtig benannter Basttheil zuerst und dann später die ersten Gefäße, als zweiter Bestandtheil der Gefässbündel, entsteht. Bei *Cyclamen persicum* kann man oft zerstreute kleine Bastbündel finden.

In der Gefässbündelanordnung auf dem Querschnitte meint Gressner bestimmte Regelmässigkeit zu sehen und sogar gewisse Gesetze, mit welchen meine Unter-

¹⁾ Ibid. pag. 825.

²⁾ „Mit Ausnahme der ersten vier enthalten sämtliche Fibrovasalbündel an der dem Procambium zugekehrten Seite Bildungsgewebe“. Ibid. pag. 825.

suehungen nicht übereinstimmen, aufgefunden zu haben: Er sagt nämlich: „Zunächst entstehen wieder 4 Stränge, welche so geordnet sind, dass je einer ausserhalb zweier vorhandener der ersten Gruppe zu liegen kommt (vergl. Fig. 9.). Diese Gefässstränge 2. Ordnung liegen ebenfalls symmetrisch, je 2 einander gegenüber. Die 3. Gruppe der Gefässstränge wird abermals an vier (ausserhalb der Gefässstr. 1. und 2. O. liegenden) symmetrisch, orientirten Punkten angelegt, je zwei Stränge einander gegenüber ungefähr an den Eckpunkten eines Quadrates u. s. f. Dasselbe Gesetz, welches für die Entstehung der Gefässstränge 1, 2. und 3. O. galt, gilt auch für Entstehung der folgenden Gruppen (vgl. die schematische Darstellung Fig. 5—7.).“¹⁾

In der That entstehen die ersten ausgebildeten Gefässbündel in der Zahl vier ungefähr zwischen den ersten oben beschriebenen Gefässen. Diese vier Gefässbündel gehören zu den am stärksten entwickelten, so dass sie immer, auch in sehr alten Knollen, an dem Querschnitte leicht zu ermitteln sind (Fig. 9. a. Taf. VII.). Die nächststehenden Bündel sind ganz ohne Ordnung zerstreut, so dass ich in keinem aus den zahlreichen durchgesehenen Präparaten die oben citirten Gressner'schen Gesetze anwenden konnte.

Die Knolle wächst sehr stark in die Dicke; der Dickenwachsthum ist hier aber nicht genau localisirt, weil, wie wir das in Fig. 8. (Taf. VII.) sehen, fast alle Parenchymzellen sich in verschiedene Richtungen theilen; der Hauptsitz aber des Dickenwachsthums scheint ungefähr an der Peripherie des mit der Schutzscheide geschlossenen Theils der Knolle zu liegen. Wir sehen auch in Fig. 8. (Taf. VII.), dass die Zellen dieser Gegend viel häufiger getheilt werden und dadurch kleiner aussehen, als die inneren. Auf diese Weise verändern die einst entstandenen Gefässbündel ihren Ort fast gar nicht und die neu gebildeten kommen immer ausserhalb der älteren zu liegen; die mehr innerhalb liegenden Bündel sind also die ältesten, die nach aussen die jüngsten.

Der Gefässbündelverlauf in der Knolle ist in der Längsrichtung sehr einfach: alle Bündel gehen aus dem Gipfel der Knolle, in welcher sie bogenartig nach unten verlaufen und dann vereinigen sie sich in einem Gefässbündelcylinder in der Wurzel. Die jüngeren Bündel sind stärker zur Peripherie gebogen, die älteren nähern sich mehr einer geraden Linie. Der Gefässbündelverlauf, wie das Fig. 10. (Taf. VII.) zeigt,

¹⁾ Ibid. pag. 825.

ist nicht gleichmässig, weil die Bündel sich verschiedenartig ausbiegen und sich oft mit Anastomosen vereinigen.

In dem Gipfel der Knolle, wo der Vegetationspunkt liegt und wo junge Blätter entstehen, verlaufen die Blattspurbündel vollständig regellos. Fig. 11. (Taf. VII.) zeigt nämlich diesen Verlauf der Bündel von der Vegetationspunktansicht; die Blätter, hier spiralig nach $\frac{1}{3}$ geordnet, sind abgeschnitten. Die Blattspurbündel der neu entstehenden Blätter legen sich, indem sie in die Knolle eintreten (weil bekanntlich *Cyclamen persicum* keinen oberirdischen Stengel bildet), direkt an die anderen regellos an.

Von der Rinde ist schon oben gesprochen worden.

Epidermis bedeckt nur in der Jugend die Knolle, später wird sie abgeworfen und durch Periderm ersetzt (Fig. 8. d. Taf. VII.); sie besteht aus platten parenchymatischen, sonst ganz gewöhnlichen Zellen und ist mit wenigen, etwas über die Epidermisoberfläche erhabenen Spaltöffnungen und zahlreichen Haaren versehen. Die letzteren gehören zur Kategorie der Köpfchenhaare, die, ähnlich wie bei *Primula sinensis*, subcuticulare Substanz absondern. Das Köpfchen des, in Fig. 12. (Taf. VII.) abgebildeten Haares ist aus zwei Zellen zusammengesetzt, die durch Längstheilung der Endzelle entstanden sind. Diese beiden Zellen stehen dicht nebeneinander und sind walzenförmig verlängert; die subcuticulare Substanz wird zuerst auf dem Gipfel dieser Zellen von ihrer Verwachsungsstelle an abgesondert. Im Alter werden die einzelnen Zellen der Haare, der Epidermis und sogar der inneren Gewebe der Knolle und Blätter mit einer braunen, gerbstoffhaltigen Substanz erfüllt.

Bei *Cyclamen persicum* ist bekanntlich kein Stengel vorhanden. Der Vegetationspunkt, wie schon oben gesagt, liegt an dem Scheitel der Knolle und erzeugt nach $\frac{1}{3}$ angeordnete Blätter, was in Fig. 11. (Taf. VII.), wo die Zahlen die abgeschnittenen Blätter bezeichnen, zu sehen ist. Der Vegetationspunkt nebst den jüngsten Blattanlagen sind zwischen dichten, braunen, oben beschriebenen Haaren verborgen.

Der anatomische Bau der Blätter (auch das erste nicht ausschliessend) ist dem der *Primula sinensis* ähnlich. Der Gefässbündelbau in den Blattstielen ist auch derselbe. Erst steigt in grösseren Blättern im Blattstiel die Zahl der Bündel bis auf drei, bei welchen zwischen dem Holz- und Basttheil ein normal entwickeltes Cambium entsteht.

Die rothe Farbe der unteren Blattfläche und der Blatt- und Blütenstiele rührt von einem Farbstoff im Innern der Epidermiszellen her.

II. *Cyclamen hederacifolium*.

Diese *Cyclamenspecies* unterscheidet sich im anatomischen Baue nicht viel von dem der vorigen *Species*. Die Hauptwurzel stirbt hier sehr früh ab, und wird durch viele Adventivwurzeln, die an der ganzen Oberfläche der Knolle austreten, ersetzt. Auf Grund dieses letzten Umstandes hat Richard Müller ¹⁾ die Gattung *Cyclamen* in zwei Theile getheilt: zum ersten Theil gehören nach ihm die *Species*, bei welchen die Wurzeln nur unterseits der Knolle entstehen, zum zweiten diejenigen, bei denen die ganze Oberfläche der Knolle mit Wurzeln besetzt ist.

Der Bau der Knolle der *Cyclamen hederacifolium* unterscheidet sich nur dadurch von dem der vorigen Art, dass die Unregelmässigkeit im Verlaufe und der Anordnung der Gefässbündel hier viel grösser ist: sogar die ersten vier Bündel, von welchen oben die Rede war, sind hier auf dem Querschnitte nicht mehr von anderen zu unterscheiden. Da ich keine ausführlichen Untersuchungen über die Entstehung der Adventivwurzeln vorgenommen habe, kann ich nur das sagen, dass die Wurzeln in derselben Geweberegion, in welcher neue Gefässbündel ihren Ursprung nehmen, entstehen; innerhalb der Schutzscheide, fast gleichzeitig mit der Wurzelentstehung, wird ein Gefässbündel, das mit dem Gefässbündelcylinder der Wurzel sich vereinigt, gebildet.

An dem Scheitel der Knolle entsteht ein dicht mit Blättern besetzter, oft einige Zoll langer Stengel, dessen Gestalt und Bau wesentlich derselbe ist, wie der der *Primula sinensis*. Auf einem Querschnitt haben wir hier auch einen Gefässbündelring, der nur in den Antrittsstellen der Blattspuren unterbrochen ist. Die Differenzirung der Gewebe im Vegetationspunkt ist auch dieselbe, wie bei den erwähnten Primeln.

Der Blätterbau ist der der vorhergehenden Art ähnlich.

¹⁾ Richard Müller: Ueber *Cyclamen*. Sitzungsberichte der Gesellschaft Isis in Dresden 1871, Januar, Februar, März, pag. 18.

Von den anderen Cyclamenspecies habe ich noch *Cyclamen neapolitanum* und *Cyclamen europaeum* untersucht. Diese beiden Arten unterscheiden sich im anatomischen Baue von *Cyclamen hederacifolium* nicht; der Stengel von *Cyclamen europaeum* ist nur viel stärker entwickelt, oft kriechend und verzweigt, so wie auch die Bündel stärker entwickelt sind.

Soldanella.

Von einigen Species dieser Gattung habe ich nur Gelegenheit gehabt, *Soldanella alpina* L. und *Soldanella montana* W. zu untersuchen und mich überzeugt, dass die beiden Species im anatomischen Baue keinen Unterschied darstellen.

Der Wurzelbau ist der von *Primula elatior*; die Wurzelrinde, deren Zellen, so wie auch die Schutzscheidezellen, etwas verdickt sind, ist stark entwickelt. In der Mitte zwischen den 5strahlig geordneten Holztheilen befindet sich das, aus wenigen dünnwandigen Zellen gebildete Wurzelmark.

Der kriechende Rhizom ist stark verzweigt und bildet zahlreiche Adventivwurzeln. Der anatomische Bau des Rhizoms ist fast derselbe der *Primula sinensis*; die Gefässbündel sind auch hier zu einem Ring geschlossen; der Hauptunterschied besteht in dem Mark- und Rindenbau.

Die Rinde dieser Pflanze ist stark entwickelt und wird nicht abgeworfen; die Zellen werden abgerundet und ziemlich stark dickwandig. Die Epidermis, die zahlreiche Ausläufer bekleidet, besteht auch aus dickwandigen Zellen und ist mit starken gefalteten Cuticula bekleidet. Die Schutzscheide, die hier typisch ausgebildet ist, wie dies Fig. 14. (Taf. VII.) zeigt, verdickt ihre Zellen noch stärker als die Rinde, so dass das Lumen derselben mehr als um die Hälfte verkleinert ist. Das Mark wird dadurch charakteristisch, dass sich hier, ähnlich wie bei *Primula cortusoides*, kleine oder grössere Gruppen von Sclerenchymzellen, die manchmal das ganze Mark anfüllen, befinden.

Die Haare, die auf jungen Blättern und Ausläufern zerstreut stehen, sind denen der *Primula sinensis*, welche subenticulare Substanz absondern, ähnlich.

II. Lysimachieen.

Die hierher gehörenden Primulaceen unterscheiden sich dadurch von den vorigen, dass sie einen oberirdischen, mit ausgestreckten Internodien und quirlständigen, selten spiraligen Blättern versehenen, Stengel besitzen.

Lysimachia.

Die Lysimachieenspecies, die ich untersucht habe, sind folgende:

I. Lysimachia vulgaris.

Sehr interessant sind die morphologischen Untersuchungen von Thilo Irmisch¹⁾ über die Keimung dieser Pflanze, die ich hier vollständig bestätigen kann.

Der hypokotyle Stengeltheil des Keimpflänzchens ist klein und geht allmählig nach unten in die Wurzel über; die Kotyledonen sind klein, elliptisch oder eiförmig und sonst von den Stengelblättern nicht verschieden. Der mit opponirten Blättern besetzte Hauptstengel ist auch klein und erreicht nur einige Zoll Höhe. Sehr früh entsteht in der Achsel der beiden Kotyledonen je ein Ausläufer, der sich zuerst in seiner Spitze nach unten biegt und dann eine kleine Strecke, indem er einige Internodien ausbildet, auf der Erde kriecht. Dann krümmt sich der Gipfel des Ausläufers plötzlich nach oben und wächst zu einem Stengel aus; gleichzeitig werden in der Krümmungsstelle zahlreiche Wurzeln gebildet, mit welchen der neue Stengel an den Boden angeheftet wird. Der Hauptstengel und die Hauptwurzeln werden dabei nicht weiter entwickelt und sterben bald ab.

Der Wurzelbau ist von dem der *Primula elatior* nicht verschieden; aber die einzeln zerstreuten Zellen der Epidermis, der Rinde, der Schutzscheide und des Gefässbündelcylinders sind mit einer festen krystallinischen (in der Form von Sphaerokrystallen), in Alkohol löslichen, dunkelrothen Substanz erfüllt, die aus nadelförmigen radial angeordneten Krystallen besteht.

Der Bau des hypokotylen Stengeltheils hat nichts Charakteristisches; die Rinde ist dünner als die in der Wurzel, sie besteht nur aus einigen Schichten von ziemlich grossen Zellen. In der Mitte des Querschnitts zeigt sich ein wenigzelliges

¹⁾ Thilo Irmisch: Botan. Zeitung 1861. pag. 112.

Mark und in dem Uebergang von der Wurzel ins hypokotyle Stengelglied werden zuerst zwei, dann drei Gefässbündel, von denen zwei den Kotyledonen angehören, gebildet.

Der Stengel von *Lysimachia vulgaris* ist einige Fuss hoch und mit spiralig, opponirt oder quirlständig zu 3 oder 4 angeordneten Blättern besetzt. Diese verschiedenartige Blattstellung hängt nicht von der ungleichmässigen Entwicklung der Internodien ab, wie das bei vielen anderen Pflanzen der Fall ist, sondern sie weist sich dirckt schon im Vegetationspunkte aus, wo bei dem Stengel mit spiralig gestellten Bättern die letzten spiralig nach $\frac{3}{5}$ angelegt werden; bei denselben mit dreiblättrigen Quirlen, wie das Fig. 1. (Taf. VIII.) zeigt, entstehen gleichzeitig in Form von einem Dreieck, 3 Blattanlagen. Schliesslich werden an den Stengel mit opponirten Blättern und vierblättrigen Quirlen die Blätter im Vegetationspunkte immer paarweise opponirt angelegt; nur, wenn alle Internodien gleichmässig ausgebildet sind, bekommen wir opponirte Blätter, wenn aber nur je das zweite Internodium zur Ausbildung kommt, entstehen vierblättrige Quirle an dem Stengel.

Alle diese Blattstellungen können oft auf einem und demselben Individuum vorkommen, so dass am Hauptstengel die Blätter spiralig und an den Zweigen opponirt oder in Quirlen u. dgl. stehen.

Der anatomische Bau des Stengels ist typisch dikotyledonisch. Auf einem durch einen alten Stengel geführten Querschnitt nimmt das Mark den grössten Theil in der Mitte ein, welches aus, in der Richtung des Stengels etwas gestreckten und abgerundeten Zellen besteht, so dass die letzteren grosse Intercellularräume bilden. Die Gefässbündel sind zu einem vollständig geschlossenen Ring, welcher mit stark entwickeltem Cambium (Fig. 2. c. Taf. VIII.) in die Dicke wächst, verschmolzen. Der Holztheil charakterisirt sich besonders durch die grossen Gefässe, von welchen die älteren oder von der Markseite liegenden spiralig, die mehr nach aussen mit gehöften Tüpfeln (Fig. 3. Taf. VIII.) versehen sind. Zwischen den Gefässen liegen zahlreiche Holzzellen, die verdickte Wände und sich kreuzende längliche Tüpfel (Fig. 4. Taf. VIII.) besitzen. Ausserdem kommen die Uebergangsformen zwischen den Holzzellen und Gefässen vor. Im Basttheile besitzen die Zellen, die an der Schutzscheide, welche den ganzen Gefässbündelring umgiebt, anliegen, sehr dicke Wände, auch bilden diese Zellen zahlreiche grössere oder kleinere Sclerenchymgruppen (Fig. 2. sk, Taf. VIII.).

Die Rinde (Fig. 2. *k*, Taf. VIII.) ist schwach entwickelt, mit grossen und zahlreichen Intercellularräumen versehen. Die Epidermis (Fig. 2. *n*, Taf. VIII.) ist mit starken, besonders bei der Berührungsstelle gefalteten Cuticula bedeckt.

Die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel im Vegetationspunkte ist wesentlich dieselbe, wie bei *Primula sinensis*. Der Vegetationspunkt ist, wie Fig. 5. (Taf. VIII.) zeigt, entweder flach, klein und eng oder, wie wir aus der Fig. 6. (Taf. VIII.) sehen, breit und etwas erhaben. Die Blattanlagen werden verschieden, grösstentheils aber bei der opponirten Stellung, auf dieselbe Weise, wie die beiden oben erwähnten Figuren zeigen, gebildet. Sie entwickeln sich sehr schnell und veranlassen die Gestalt des Vegetationspunktes. So haben wir den Vegetationspunkt in Fig. 6. (Taf. VIII.) etwas erhaben, indem aber zwei neue Blattanlagen entstehen, wird derselbe wegen raschen Wachstums der letzteren zuerst verengt und schmal, wie Fig. 5. (Taf. VIII.) vorstellt, bis er zu der ursprünglichen Form kommt.

Der histiologische Bau dieses Vegetationspunktes ist, wie wir aus den beiden Figuren sehen, folgender: Der ganze Vegetationspunkt ist von der Epidermis bekleidet, unter welcher sich ein meristematisches Gewebe befindet, dessen in der Mitte liegende Zellen abgerundet und zu Markzellen ausgebildet werden, die unterhalb der Blattanlagen, indem sie sich vorwiegend längs theilen, Procambiumstränge vorstellen.

An den Querschnitten, die durch die Stammspitze geführt sind, befinden sich in den, den Blattanlagen entsprechenden Stellen kleinzellige Gruppen — die Procambiumstränge — zwischen welchen bald andere kleinere procambiale Stränge, aus denen Interfascicularbündel ausgebildet werden, entstehen und auf diese Weise einen geschlossenen Gefässbündelring bilden.

Die Ausbildung der einzelnen Holz- und Bastelemente aus dem Procambiumgewebe ist dieselbe, wie bei *Primula* oder *Androsace septentrionalis*, natürlich mit dem Unterschiede, der von der Gestalt der Bündel selbst abhängt.

Alles, was ich von der Differenzirung der Gewebe im Vegetationspunkte gesagt habe, bezieht sich auf den spiralig beblätterten Stengel; in anders beblätterten Stengeln ist gerade dasselbe der Fall, nur mit Umänderung der Zahlverhältnisse und Stellung der Bündel. Die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel in dem Stengel mit opponirten Blättern unterscheidet sich nicht von der der *Lysimachia nummularia*, wovon später die Rede sein wird.

Der Gefässbündelverlauf bei *Lysimachia vulgaris* ist verschieden in den verschiedenartig beblätterten Stengeln. Im Stengel mit spiralig angeordneten Blättern verläuft jedes Bündel, das von einem Blatte kommt, frei drei Internodien nach unten, in dem vierten vereinigt es sich mit einem benachbarten Bündel und, indem es noch weiter durch fünf Internodien durchgeht, legt es sich an die nächst benachbarten Bündel an. Dieser Verlauf ist nicht immer so regelmässig und deutlich und wird bald durch Auftreten der Interfascicularbündel, bald durch Entstehung eines Gefässbündelringes verdeckt. Mehr charakteristisch ist der, in den quirlständig beblätterten Stengeln vorkommende Gefässbündelverlauf, dessen Schema Fig. 8. (Taf. VIII.) und für solche mit dreiblättrigen Quirlen Fig. 7. (Taf. VIII.) vorstellt. Wenn wir diese beiden Figuren mit Fig. 8. (Taf. V.), die ein Schema für Gefässbündelverlauf der *Primula spectabilis* zeigt, vergleichen, so sehen wir den ganzen Unterschied nur in der anderen Blattanordnung und verschiedenen Internodienentwicklung. Bei *Lysimachia* geht jedes Bündel, das vom Blatte in den Stengel eintritt, frei nach unten bis zu dem nächsten Knoten, wo er von beiden Seiten je einen Schenkel der zwei benachbarten Bündel annimmt und so bis zu dem zweiten Knoten verläuft und sich dort in zwei Schenkel gabelt, die mit zwei nebenverlaufenden Bündeln vereinigt werden. Im älteren Stengel werden die Gefässbündel zu einem geschlossenen Ring verschmolzen, wodurch, wie schon oben bemerkt, der primäre Gefässbündelverlauf nicht mehr deutlich zu erkennen ist.

Der Blätterbau bei *Lysimachia vulgaris* ist wesentlich von dem der Primeln nicht verschieden. Das Blattstielbündel ist dem der *Primula elatior* ähnlich, besitzt aber kein Sclerenchym. Sehr charakteristisch sind die von verschiedener Grösse in der Blattspitze von beiden Seiten des Hauptnerves liegenden und auch auf der ganzen Blattfläche zerstreuten, rothen Punkte, welche schon längst die Aufmerksamkeit der Forscher, wie Link¹⁾, Moldenhawer²⁾ und Meyen³⁾, auf sich gezogen haben. Der letztere hat erst den Bau derselben näher untersucht; er behauptet aber unrichtig, dass die rothe Substanz, die die rothen Punkte verursacht, innerhalb der Zellen gebildet wird. Diese Substanz, von deren Consistenz schon bei der Beschreibung

1) Link: Grundlehre der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. pag. 9, §. 2.

2) J. P. Moldenhawer: Beyträge zur Anatomie der Pflanzen. 1812. pag. 162.

3) Meyen: l. c. pag. 61. Taf. IV. Fig. 26—31.

der Wurzel die Rede war, füllt kleinere oder grössere circumscisse, intercelluläre Räume oder Behälter, die man gewöhnlich innere Drüsen nennt. Diese Drüsen entstehen hier sehr früh, schon in noch ganz unentwickelten Blättern; um ihre Entwicklungsgeschichte zu verfolgen, muss man deswegen sehr junge Blätter zur Untersuchung benutzen.

Die Quer- und Längsschnitte sehr junger Blätter zeigen, dass diese Drüsen aus einer Zelle bestehen, die zuerst mit einer Scheidewand in zwei Fig. 9. *a'*, (Taf. VIII.), dann mit zwei zu jener perpendikulären Wänden in 8 Zellen getheilt wird, die so angeordnet sind, wie Quadraten der Kugel oder vielmehr, indem sie cubische Form annehmen, wie 8 Würfel, von welchen von der Seite, wie auf Fig. 9. *a*, (Taf. VIII.), nur 4 zu sehen sind. In der Berührungsstelle aller acht Zellen bildet sich, indem sie auseinander weichen, ein Intercellularraum, der sich sogleich mit rother Substanz ausfüllt (Fig. 9. *b*, Taf. VIII.). Das Herkommen dieser Substanz lässt sich nicht leicht genau bestimmen, ich konnte nämlich nicht constatiren, ob diese Substanz aus den benachbarten Zellen in den Intercellularraum durch die Zellwände ausgeschieden, oder, ähnlich wie die subcuticulare Substanz in Köpfchenhaaren, durch die chemische Umänderung der Zellwandschichte in der Berührungsstelle der Zellen gebildet wird. Die erste Voraussetzung scheint mir jedenfalls viel wahrscheinlicher zu sein, wenn man unter anderem beachtet, dass die Quantität dieser Substanz sehr beträchtlich wird; sie kann möglicher Weise nicht nur aus den Zellen, sondern auch aus den benachbarten Geweben durch Filtration von einer Zelle in die andere, sich in die Drüse einsammeln. Ich muss aber darauf aufmerksam machen, dass das Vorhandensein dieser Substanz sich nicht innerhalb der den Intercellularraum begrenzenden Zellen mikroskopisch nachweisen lässt, die definitive, also chemische Ausbildung der Substanz muss im Innern der Drüse stattfinden. Die Substanz entwickelt sich sehr schnell und die Drüse kommt zu solcher Ausdehnung, dass man sie mit blossen Augen leicht sehen kann. Bei der Vergrösserung der Drüse werden die begränzenden Drüsenzellen passiv in der Richtung der Oberfläche ausgezogen und dadurch tafelförmig; auch werden sie mit Querwänden in einige Zellen getheilt (Fig. 9. *c*. Taf. VIII.). Oft theilen sich die noch jungen Drüsenzellen wie ihre Mutterzellen in 8 neue und so werden neue Behälter der rothen Substanz gebildet, die sich, indem sie immer grösser werden, mit daneben liegenden zu einer grossen, zusammengesetzten Drüse vereinigen. Zwei solche zusammengesetzte Drüsen bilden die zwei grossen rothen Flecken, die in den

Blatt- und Kelchblattzipfeln sich befinden. Es kommen auch verschiedene Abweichungen von der oben beschriebenen Entwicklungsgeschichte der Drüsen vor. Ich finde sie unwesentlich und will nur das bemerken, dass die Abweichungen nur auf der verschiedenen Anordnung der Zellen, ihrer Zahl etc. beruhen. Fig. 9. d. (Taf. VIII.) stellt eine aus zwei, Fig. 9. e. (Taf. VIII.) aus drei Zellen entstehende Drüse dar.

Die Blätter und der Stengel sind in der Jugend mit Haaren von zweierlei Art, ähnlich wie bei *Primula sinensis*, besetzt. Die Köpfchenhaare, welche subcuticulare Substanz absondern, stellt Fig. 15. (Taf. VII.) vor; das Köpfchen besteht hier aus zwei, ähnlich wie bei *Cyclamen* gebildeten, Zellen, die aber eine etwas andere Gestalt besitzen und in ihrer Berührungsstelle eine kleine Quantität der Substanz absondern. Die anderen Haare bedecken den Stengel ziemlich dicht und sind ganz einfach gebaut; sie bestehen nämlich aus einer Reihe von wenigen Zellen, von denen die Endzelle etwas abgerundet ist.

Meyen¹⁾ hat die Haare von *Lysimachia vulgaris* in seiner oben erwähnten Arbeit genau beschrieben und abgebildet.

Der anatomische Bau der Ansläufer unterscheidet sich durch die stärkere Ausbildung der Rinde von der des Stengels. Die Epidermis ist mit zahlreichen Spaltöffnungen und kurzen Haaren versehen. Die Gefässbündel, die hier auch zu einem Ring verbunden sind, haben einen sehr schwach entwickelten Holztheil und einen viel stärker ausgebildeten, aber zarten Basttheil. Die Schutzscheide, die den Gefässbündelring umgiebt, ist mit sehr deutlichen schwarzen Caspary'schen Punkten versehen.

In der Rinde besonders, nicht weit von der Epidermis entfernt, sind die oben besprochenen inneren Drüsen zerstreut.

Lysimachia punctata hat im Allgemeinen denselben Bau, wie *Lysimachia vulgaris*; die Wurzel aber wird durch den stärker ausgebildeten Gefässbündelcylinder charakterisirt und die, mit rother Substanz erfüllten Zellen sind hier viel zahlreicher.

In dem Stengel sind die Sclerenchymgruppen, die in dem Bast vorkommen, nur einzeln zerstreut und sogar in vielen Fällen nicht vorhanden.

¹⁾ Meyen: l. c. pag. 31. Taf. II. Fig. 42.

Die inneren Drüsen, die hier von Link, wie oben bemerkt, zuerst erkannt worden und die von den bei *Lysimachia vulgaris* nicht zu unterscheiden sind, befinden sich auch sehr zahlreich im Marke. Ueberhaupt sind diese Drüsen hier überall vorhanden, wovon auch der Speciesname der *Lysimachia punctata* kommt.

Die Haare sind auch dieselben wie bei der vorigen Art, sie sind aber länger und dichter stehend.

Die folgenden, nach getrockneten Exemplaren untersuchten Species haben sich als wesentlich im Baue von *Lysimachia vulgaris* nicht verschieden erwiesen:

Lysimachia clethroides Duby und *Lysim. angustifolia* Mich. Beide werden durch grosse und zahlreiche Gefässe in den Stengelbündeln und den entwickelten Sclerenchymring charakterisirt; *Lysimachia lobelioides* Walt. und *Lysim. cuspidata* Blum. besitzen das Sclerenchym schwach ausgebildet und das aus grossen parenchymatischen Zellen bestehende Mark.

II. *Lysimachia nummularia*.

Die Wurzel dieser Pflanze ist nur durch seltenes Vorkommen der rothen Substanz in den Zellen von der der *Lysimachia vulgaris* verschieden.

Der Stengel ist bekanntlich kriechend und mit zahlreichen Adventivwurzeln, die an den Stengelknoten entstehen, an den Boden fixirt. Der anatomische Bau des Stengels ist wesentlich der der *Lysimachia vulgaris*, nur die Grössenverhältnisse der einzelnen Gewebe sind anders.

Die aus parenchymatischen, in der Richtung des Stengels etwas ausgezogenen, im Alter etwas verdickten Zellen bestehende Rinde nimmt den grössten Theil der Querschnittsfläche ein. In der Rinde befinden sich hier und da einzelne mit rother Substanz erfüllte Drüsen, die, wie ich schon bemerkt habe, für alle *Lysimachia*arten charakteristisch sind.

In den vier Kanten oder Leisten des Stengels, die zu zwei etwas genähert sind, ist aus wenig verdickten Zellen bestehendes Collenchym vorhanden. Die Gefässbündel auf dem Stengelquerschnitt sind zu einem elliptischen Ring verschmolzen, der in der Mitte nur aus wenigen Zellen bestehendes Mark umschliesst. Der histologische Bau des Gefässbündelringes ist von dem der *Lysimachia vulgaris* nur durch Abwesen-

heit des Sclerenchym's verschieden. Dieser Umstand lässt sich dadurch leicht erklären, dass der am Boden kriechende Stengel der *Lysimachia nummularia* keine Verstärkung der Stengelgewebe braucht, was natürlich bei der mit einem hohen, aufrecht stehenden Stengel versehenen *Lysimachia vulgaris* fast unmöglich wäre. Zwischen Holz und Bast befindet sich ein, nicht zahlreiche Gefässbündelelemente erzeugendes Cambium; nach aussen des Ringes liegt eine deutlich entwickelte, aus kleinen Zellen bestehende Schutzscheide.

Der Gefässbündelverlauf im Stengel ist sehr einfach und von dem der mit opponirten Blättern versehenen *Lysimachia vulgaris* nicht verschieden. Hier wie da verwischen die Interfascicularbündel den primären Gefässbündelverlauf; man kann aber doch immer die zwei, dem nächst oben liegenden Blattpaar entsprechenden Bündel, die am Ende der kleineren Ellipsisaxe liegen, unterscheiden.

Der Vegetationspunkt ist klein und flach und die jungen Blattanlagen entstehen gleichzeitig paarweise, so dass jedes Paar mit dem folgenden um 90° gedreht ist, wie wir das in Fig. 10. (Taf. VIII.) sehen können.

Die Differenzirung der Gewebe im Vegetationspunkte unterscheidet sich im Allgemeinen nicht von der, welche bei *Lysimachia vulgaris* beschrieben war.

Fig. 11. (Taf. VIII.) stellt einen Vegetationspunktquerschnitt vor, in welchem wir die, den zwei Blattanlagen entsprechenden, zwei kleinen Procambiumbündel erblicken. Auf dem mehr nach unten durchgeführten und in Fig. 12. (Taf. VIII.) abgebildeten Querschnitt sind die ersten Procambiumbündel schon sehr stark ausgebildet und ausserdem krenzweise mit den letzteren zwei neue, dem jüngsten nächststehenden Blattpaare angehörenden, Procambiumbündel entstanden; zwischen diesen 4 Bündeln ist ein die letzteren zu einem Ring verbindendes kleinzelliges Gewebe gebildet, in welchem interfasciculäre Bündel entstehen.

Auf derselben Figur sehen wir die ersten Entstehungsstadien der Schutzscheide. An einigen Stellen ausserhalb der Procambiumbündel liegende Rindenzellen theilen sich tangential und die dadurch gebildeten, nach innen liegenden Zellen werden zu Schutzscheidezellen, die nach aussen sich mit der Rinde verbinden.

Die weitere Ausbildung der Bündel aus ihrem Procambium geht auf dieselbe Weise, wie bei *Lysimachia vulgaris*, weiter vor sich.

Im Blätterbau der *Lysimachia nummularia* finden wir nichts Charakteristisches und das, was ich von *Lysimachia vulgaris* gesagt habe, kann man auch hier wieder-

holen; das muss ich aber erwähnen, dass im Blattstielbündel, ähnlich wie bei *Primula elatior*, Sclerenchym vorkommt. Die mit rother Substanz erfüllten Behälter sind hier nicht zahlreich, aber die zwei in der Blattspitze liegenden sind durch ihre Grösse auffallend.

Die sehr sparsame Behaarung besteht nur aus kurzen Köpfchenhaaren, deren in Fig. 13. (Taf. VIII.) abgebildete Köpfchen nicht aus zwei, wie bei *Lysimachia vulgaris*, sondern aus vier Zellen zusammengesetzt sind.

Lysimachia ephemerum ist ähnlich wie *Lysin. nummularia* gebaut; sie unterscheidet sich aber durch grosse Rindenzellen und Intercellularräume, sowie durch zahlreich in dem Stengel, den Blättern und der Wurzel vorkommende innere Drüsen. Schliesslich gehört auch *Lysimachia quadrifolia* hierher.

III. *Lysimachia nemorum*.

Der Wurzelbau ist dem der vorhergehenden Art ähnlich. Der Gefässbündelcylinder, welcher stark entwickelt ist und mittels eines Cambiums sehr schwach in die Dicke wächst, ist in der Mitte reichlich mit Sclerenchym ausgefüllt. Die rothe Substanz kommt in der Wurzel selten vor.

Der Stengel ist in seinem anatomischen Bau dadurch von der vorhergehenden *Lysimachiaspecies* verschieden, dass am Stengelquerschnitt die Gefässbündel keinen geschlossenen Ring bilden, sondern, wie Fig. 1. (Taf. IX.) zeigt, in vier Gruppen, die mit Sclerenchymstrichen zu einem Kreis verbunden, geordnet sind. Der Querschnitts-unriss ist ungefähr dem der *Lysimachia nummularia* ähnlich; hier aber bildet die Rinde eine viel kleinere äussere Schicht, die keine Collenchymzellen besitzt; das Mark dagegen ist stärker entwickelt und besteht aus grossen abgerundeten Zellen. Die vier Gefässbündel, die mehr oder weniger regelmässig in der Richtung der vier Kanten des Stengels liegen, haben vollständig denselben histologischen Bau, wie bei der vorigen *Lysimachiaspecies*; das Cambium, obgleich schwach entwickelt, ist hier auch vorhanden. Die, im Vergleich mit den anderen *Lysimachieen*, kleine Quantität der harten Holzelemente ist hier durch vier Sclerenchymtheile, welche die Holztheile

mit einander zu einem geschlossenen Ring verbinden, ersetzt. Das Sclerenchym, welches nie in den Basttheil eintritt, besteht aus kleinen, aber dickwandigen Zellen, die mit zahlreichen einfachen Tüpfeln versehen sind. Interessant ist folgendes Factum, welches sehr deutlich die mechanische Bedeutung des Sclerenchym in dem Stengel zeigt: Ich habe sehr oft bemerkt, dass in denjenigen Stengeltheilen, die mehr frei und aufsteigend in die Höhe wachsen, die Sclerenchymzellen stärker dickwandig sind als bei den auf dem Boden kriechenden Stengeln, wo das Sclerenchym sehr schwach und manchmal gar nicht entwickelt ist. Schliesslich muss ich das zugeben, dass ausserhalb der Bündel und des Sclerenchym eine aus kleinen dünnwandigen Zellen bestehende Schutzscheide liegt.

Die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel ist dieselbe wie bei *Lysimachia nummularia*; ihr Verlauf aber ist hier sehr charakteristisch und verlangt deshalb nähere Besprechung.

Auf den successiven Querschnitten durch den Stengel kann man den Gefässbündelverlauf am besten verfolgen. Auf einem nicht weit über der Ansatzstelle des Blattpaares durchgeführten Querschnitt (Fig. 2. Taf. IX.) sehen wir drei Blattstielbündel, von denen der mittlere, in dem nächsten mehr unten geführten Querschnitt (Fig. 3. Taf. IX.), sich in zwei Schenkel theilt und bald mit dem seitlichen sich vereinigt. Wir bekommen auf diese Weise (Fig. 4. Taf. IX.) aus jedem Blatte zwei Bündel in den Stengel eintretend, die sich an die im Stengel verlaufenden nächstliegenden Bündel anlegen, so dass wir (Fig. 5. Taf. IX.) wieder dieselben vier Bündel haben, die in den oberen Internodien verlaufen sind.

Fig. 6. (Taf. IX.) stellt uns ein, aus den successiven Querschnitten und in KHO durchsichtig gemachten Stengelpräparaten construirtes Schema des Gefässbündelverlaufs dar, an welchem wir sehen können, dass die Lage der vier in den Stengel verlaufenden Bündel sich nicht ändert und nur die aus den Blättern kommenden Bündel, nach den oben angegebenen Regeln, an sie angelegt werden.

Im Blätterbau der *Lysimachia nemorum* ist nichts Charakteristisches; die Rauigkeit der Blattränder kommt davon, dass die mit starken Cuticula bedeckten Randzellen der Epidermis in Form von kleinen Zähnechen auswachsen. Die Behaarung ist sehr sparsam und von der der *Lysimachia nummularia* nicht verschieden.

Denselben anatomischen Bau wie die *Lysimachia nemorum* hat die mit starker Sclerenchymansbildung sich charakterisirende *Lysimachia lanceolata* Walt.

Naumburgia.

Die einzige nach getrockneten Exemplaren untersuchte Species dieser Gattung, *Naumburgia thyrsiflora*, ist in ihrem anatomischen Bau nicht von *Lysim. vulgaris* verschieden; ich halte es deswegen für überflüssig, von dieser Pflanze ausführlicher zu sprechen.

Lubinia.

Lubinia spathulata, die ich auch nur in getrockneten unvollständigen Exemplaren untersucht habe, ist dadurch verschieden, dass in ihren verkehrt eiförmigen Blättern die Behälter der rothen Substanz, so wie auch zahlreiche Spaltöffnungen, besonders auf der unteren Fläche gleichmässig zerstreut sind.

Glaux.

Die Wurzel der *Glaux maritima* wird durch die starke Entwicklung der Rinde charakterisirt. Die aus grossen, dünnwandigen, parenchymatischen Zellen bestehende Rinde nimmt den grössten Theil des Querschnitts ein; die äusseren Schichten der Rinde bilden etwas kleinere und dickwandige Zellen, die hier die schwach entwickelte, zarte und hinfällige Epidermis ersetzen.

Der mit opponirten Blättern dicht besetzte Stengel zeigt einen, dem der *Lysimachia nummularia* ähnlichen anatomischen Bau; die Differenzirung der Gewebe im Vegetationspunkte ist auch fast dieselbe. Die, wie in der Wurzel, stark entwickelte Rinde ist aus ähnlichen dünnwandigen, aber etwas kleineren Zellen zusammengesetzt. Die Gefässbündel, die in einem geschlossenen Ringe verbunden und nach aussen mit einer Schutzscheide bekleidet sind, besitzen denselben Bau wie die erwähnte *Lysimachia*. Der ganze Unterschied besteht in dem Bau des Holztheils und dem Vorhandensein des Cambiums. Den Holztheil setzen zahlreiche, mässig grosse und sehr regelmässig radial angeordnete Spiralfässer und ähnliche, wie bei *Lysimachia nummularia*, aber selten so dickwandige Holzzellen zusammen; ausserdem kommen Tüpfelgefässe

von verschiedener Gestalt vor. Das Dickenwachsthum mittels stark entwickelten Cambiums ist insofern charakteristisch, als es die tangentiale Streckung der Schutzscheidezellen, die auch mit wenigen radialen Zellwänden getheilt werden, verursacht. Am meisten charakteristisch ist das Mark, welches aus wenigen grossen, etwas dickwandigen, getüpfelten Zellen besteht, die so dicht aneinander liegen, dass sie keine Intercellularräume bilden.

Was den Gefässbündelverlauf betrifft, kann ich hier nur dasselbe wiederholen, was ich von *Lysimachia nummularia* gesagt habe. Auch der Bau der Blätter ist derselbe. Die Haare, die auf dem Stengel und den Blättern sehr zerstreut stehen, sind denjenigen der *Samolus littoralis* ähnlich, wovon weiter unten die Rede sein wird.

Die Behälter der rothen Substanz sind hier nicht vorhanden, nur einige einzelne Zellen, von verschiedenen Geweben, sind, wie bei allen anderen Primulaceen, mit brauner gerbstoffhaltiger Substanz erfüllt.

Asterolinum.

Asterolinum Linum stellatum gehört zu den kleinsten Primulaceenarten. Die Hauptwurzel dieses kleinen, höchstens zwei Zoll hohen Pflänzchens ist dadurch unterschieden, dass ihr Gefässbündelcylinder mittels eines Cambiums, ähnlich wie bei den Androsacearten, ziemlich beträchtlich in die Dicke wächst. Dabei wird der primäre, gewöhnlich diarche, Bau des Gefässbündelcylinders der Wurzel durch Zuwachs der neuen Bast- und Holzelemente verwischt, die Epidermis und die aus wenigen Schichten von grossen Zellen bestehende Rinde werden abgeworfen und die Schutzscheidezellen werden tangential ausgezogen und getheilt. Der Bau des Holzes und des Bastes bietet nichts Charakteristisches, nur im Holztheile befinden sich ähnliche, wie bei *Lysimachia vulgaris* beschriebene Tracheiden.

Der Stengel des *Asterolinum Linum stellatum* ist, ähnlich wie bei *Glaux maritima*, dicht mit opponirten Blättern besetzt, seine Gestalt aber und sein Bau nähern sich viel mehr den der *Lysimachia nemorum*. Die Rinde, die verhältnissmässig einen kleinen Theil des Stengels einnimmt, besteht aus parenchymatischen Zellen, deren Wände immer dünner als die der Epidermis sind; die vier, ähnlich wie bei *Lysimachia nemorum* geordneten, Gefässbündel unterscheiden sich im anatomischen Baue dadurch, dass ihr Holz hauptsächlich aus Spiralgefässen und dünnwandigen Holzzellen besteht.

Sehr charakteristisch ist das Vorkommen des sehr früh in Gefässbündeln entstehenden Cambiums, welches nicht nur zwischen den Holz- und Basttheilen, sondern auch zwischen den einzelnen Bündeln in Form eines cambialen Ringes am Stengelquerschnitt zu sehen ist. In den letzterwähnten Stellen ist es schwächer entwickelt und erzeugt nur wenige und einzelne Bastgruppen, aber keine Holzelemente. Dasselbe Verhältniss finden wir bei *Trientalis*, wovon wir später Gelegenheit haben werden zu reden.

Der Gefässbündelverlauf ist vollständig derselbe wie bei *Lysimachia nemorum* und das in Fig. 6. (Taf. IX.) abgebildete Schema lässt sich hier vollständig anwenden.

Der Bau der Blätter ist nicht von dem der *Lysimachia nemorum* verschieden, ja sogar die Zähne an den Rändern der Blätter sind hier ebenfalls vorhanden.

Die Behaarung ist wie bei *Lysimachia nummularia*.

Trientalis.

Trientalis europaea bildet kriechende, mit vielen Wurzeln besetzte Rhizome, welche mit jedem Frühjahr junge, an der Basis etwas knollig verdickte Sprossen, die in oberirdische Stengel auswachsen, erzeugt. Dieser Stengel ist mit spiralig gestellten Blättern besetzt, welche an der Spitze des Stengels, durch die Verkürzung der Internodien rosettenartig, gedrängt stehen.

Der Wurzelbau der *Trientalis europaea*, der sich durch Abwesenheit des Cambiums charakterisirt, ist dem schon öfter bei anderen Primulaceen erwähnten Baue ähnlich.

Die Wurzelrinde ist mässig entwickelt und besteht aus etwas dickwandigen Zellen; nur die dicht unter der Epidermis liegende Aussenschicht bilden dünnwandige Zellen, die von den Epidermiszellen nicht verschieden sind. Die Schutzscheidezellen sind denen der Rinde ähnlich, aber kleiner und wenig tangential verlängert. Der gewöhnlich triarchisch gebaute Gefässbündelcylinder besitzt kein Wurzelmark.

Der Stengel stellt einen, wie bei *Glaux maritima* ähnlichen anatomischen Bau dar, welcher von Sanio untersucht und in seiner Arbeit: „Ueber endogene Gefässbündelbildung“ beschrieben worden ist. Dieser Forscher sagt nämlich: „Bei *Trientalis europaea* ist die Aussenscheide gleichfalls sehr entwickelt, sie besteht aus 3–4 Reihen stark verdickter und verholzter Zellen. Ueber ihr liegt eine zur Rinde gehörige Zellreihe, von den übrigen Rindenzellen schon durch geringe Grösse verschieden;

sie stellt die Caspary'sche Schutzscheide vor, und hat hier sogar den dunklen Caspary'schen Punkt auf den radialen Wandungen. Bemerkenswerth ist, dass bei *Trientalis* die Cambiformbündel nicht allein über den Gefässbündeln¹⁾ vorkommen, sondern sich auch zwischen denselben finden.²⁾ Es bleibt nur noch übrig, dazu einen in Fig. 8. (Taf. IX.) abgebildeten Theil des Stengelquerschnitts zu geben und das noch zu bemerken, dass hier die Gewebe sehr zart gebaut sind und die mehr innerhalb liegenden Sclerenchymzellen, ähnlich wie bei *Glauc. maritima*, verschiedenartig getüpfelte Gestalten aufweisen.

Die Entwicklungsgeschichte der Gefässbündel in dem flachen oder kaum erhabenen Vegetationspunkte unterscheidet sich nicht von der der *Lysimachia* und *Glauc.* Sehr charakteristisch und viel deutlicher als bei den anderen Primulaceen ist hier die Bildung der Schutzscheide. Fig. 7. (Taf. IX.) stellt einen Theil des nicht weit von dem Vegetationspunkt nach unten gemachten Stengelquerschnitts vor, in welchem die Zellen der ausserhalb der Procambiumbündel liegenden Rindenschicht sich tangential theilen und dadurch nach innen die Schutzscheide *s—s* abtrennen.

Der Bau des unterirdischen Stengels unterscheidet sich von dem des oberirdischen durch die stärkere Entwicklung der Rinde und die schwächere des Sclerenchym. Was den Gefässbündelverlauf betrifft, so lässt sich von ihm dasselbe sagen, was von *Primula sinensis* gesagt wurde, weil hier wie dort die Bündel sehr früh zu einem geschlossenen Ring verwachsen sind und die spiralige Blattstellung auch der $\frac{3}{8}$ Divergenz entspricht.

In dem Baue der Blätter finden wir wesentlich nichts Charakteristisches; der Sclerenchymring umgiebt ähnlich wie bei *Primula elatior* den in dem Blattstiel verlaufenden Bündel. Die mit gefalteter Cuticula bekleidete Epidermis, von demselben Baue wie bei *Lysimachia vulgaris*, trägt zerstreute Köpfchenhaare, deren Zellen gewöhnlich länger und wie bei *Cyclamen* mit brauner gerbstoffhaltiger Substanz erfüllt sind.

Die aus den getrockneten Exemplaren untersuchte *Trientalis americana* Purck. unterscheidet sich nicht im anatomischen Baue von der vorhergehenden Species.

¹⁾ Unter dem Gefässbündel versteht Sanio hier nur den Holztheil; nach jetzigen anatomischen Begriffen ist aber ein Gefässbündel aus zwei Bestandtheilen, aus Holz und Bast, zusammengesetzt.

²⁾ Sanio: Ueber endogene Gefässbündelbildung. Botan. Zeitung 1864, pag. 222.

Coris.

Die halbstrauchartige Species dieser Gattung, *Coris monspeliensis*, stimmt, soweit ich dies aus den Untersuchungen der getrockneten Exemplare beurtheilen kann, in ihrem anatomischen Bau mit *Lysimachia vulgaris* wesentlich überein, nur mit dem Unterschied, dass im Stengel kein Sclerenchym vorkommt und dass das starke Dickenwachsthum mittels eines Cambiums stattfindet. Das Holz dieser Pflanze ist sehr stark entwickelt und zeigt dicke jährliche Zuwachsringe, deren ich in den von mir untersuchten Exemplaren 4 bis 5 gezählt habe.

Die für *Coris* charakteristischen schwarzen, längs des Hauptnervs der linealisch-länglichen Blätter liegenden Flecken scheinen, wie bei den *Lysimachien*, von ähnlichen mit schwarzer Substanz erfüllten inneren Drüsen herzukommen. Die in der Jugend die Pflanze bedeckenden Haare sind Köpfchenhaare, die sich von denjenigen der *Lysimachia vulgaris* nur durch einen längeren, bis aus 7 Zellen bestehenden, Stiel unterscheiden.

III. Anagallideen.

Anagallis.

Sehr zahlreiche Species dieser Gattung stellen im anatomischen Baue keine grossen Unterschiede vor, sie verhalten sich untereinander ungefähr gleichmässig.

Anagallis arvensis.

Die hier angegebenen Resultate beziehen sich hauptsächlich auf *var. caerulea*, die sich in keiner Weise von der typischen *Anagallis arvensis* unterscheidet.

Diese Pflanze keimt auf dieselbe Weise, wie der grösste Theil der typischen Dikotylen; die nach unten wachsende Hauptwurzel bleibt durch das ganze Leben der Pflanze und erzeugt sehr zahlreiche Nebenwurzeln; in dem Gipfel zwischen den beiden Kotyledonen wächst der, mehrere lange und niederliegende seitliche Zweige erzeugende Hauptstengel hervor. Besondere Aufmerksamkeit aber verdient hier das ziemlich lange hypokotyle Stengelglied, auf welchem zahlreiche, in seitlichen Ausläufern auswachsende Adventivknospen entstehen. Diese Ausläufer hat zuerst Wydler¹⁾ beobachtet und beschrieben und sich überzeugt, dass sie auch in dem

¹⁾ H. Wydler: Ueber subkotyledonäre Sprossbildung. Flora 1850, pag. 337.

blühenden Stengel auf der ganzen Strecke zwischen der Wurzel und Kotyledonenansatzstelle ordnungslos entstehen.

Die Entwicklungsgeschichte dieser subkotyledonären Knospen der *Anagallis arvensis*¹⁾, die ich verfolgt habe, ist deswegen sehr interessant, weil sie beweist, dass diese Knospen ausschliesslich aus den Epidermiszellen²⁾ gebildet werden.

Eine solche Knospe entsteht aus einer Zelle, die mittels 3 zu einander perpendikulärer, successiver Scheidewände zuerst in 8 Zellen zerfällt, die ähnlich wie die Mutterzelle getheilt werden. Auf diese Weise wird aus einer Epidermiszelle, an welche sich durch unregelmässige Theilung benachbarte anschliessen, ein meristematisches Gewebe (Fig. 9. a, Taf. IX.) gebildet. In den nächsten Entwicklungsstadien theilen sich die Zellen dieses Gewebes in verschiedene Richtungen und bald kann man nach aussen Epidermis, die den gebildeten Vegetationspunkt der Knospe bedeckt, und nach innen einige sich in der Längsrichtung der Knospe theilende Zellen sehen, die den Ursprung der Procambiumbündel geben. Fig. 10. (Taf. IX.) stellt nämlich dieses Entwicklungsstadium vor, wo wir ausserdem zwei sehr junge opponirte Blattanlagen in Form von kleinen Protuberanzen erblicken. In der weiteren Entwicklung verlängert sich die Knospe und geht in einen Ausläufer über, welcher an der Spitze mit einem Vegetationspunkt, der immer neue Blattpaare erzeugt, in die Länge wächst. Bei der Adventivknospenentstehung wird ausschliesslich nur Epidermis des hypokotylen Stengelgliedes betheilig, die Rinde ist dabei ausgeschlossen; sie bildet nur die Vermittelung zwischen dem Gefässbündelsystem der Knospe mit dem des hypokotylen Stengeltheils. Die unmittelbar unter der aus der Epidermis gebildeten Adventivknospe liegenden Rindezellen, in dem Stadium, welches ungefähr Fig 11. (Taf. IX.) zeigt, theilen sich in der Längsrichtung der Knospe; diese Theilung schreitet immer weiter

1) Das Material zu dieser Untersuchung verdanke ich Herrn Ernst Junger, Kunstgärtner in Breslau, der mir dasselbe und besonders verschiedene Keimpflänzchen der Primulaceen mit grosser Freundlichkeit zu Gebote stellte.

2) Aehnliche aus den Epidermiszellen entstehende Knospen waren von Carnell (Nota su di una trasformazione di pili in Gemme. Nuovo Giornale botanico italiano. 1875, Nr. 3. pag. 292) bei *Begonia phyllomaniaca* und von Naudin (Note sur les bourgeons nés sur une feuille de *Drosera intermedia*. Ann. d. sc. nat. Bot. sér. II. tom. XIV. pag. 14) und Nitschke (Wachstumsverhältnisse des runden blättrigen Sonnenthaues. Bot. Ztg. 1860, pag. 57) bei *Drosera*, sowie auch bei anderen Pflanzen von anderen Autoren untersucht.

nach innen und schliesslich in die Zelle der Schutzscheide vor und geht selbst in den Gefässbündelcylinder über. Auf diese Weise entsteht ein aus dünnen, langen Zellen zusammengesetzter Procambiumstrang, aus dem später ein Verbindungsbündel ausgebildet wird. Dieses Bündel ist ganz einfach, später aber verzweigt es sich selbst in der Knospe (Fig. 12. Taf. IX.) und stellt die zwei ersten Blattspurbiündel dar; die nächststehenden Bündel verlaufen normal wie im Hauptstengel nach der Regel, von welcher weiter unten die Rede sein wird.

Der Wurzelbau unterscheidet sich von dem des *Asterolinum* nicht, hier wie da findet das Dickenwachsthum der Wurzel mittels eines Cambiums statt, wobei die Rinde mit der Epidermis abgeworfen wird.

Der Stengelbau ist dem der *Lysimachia nemorum* wesentlich ähnlich; der ganze Unterschied besteht darin, dass die aus wenigen dünnwandigen Zellen bestehende Rinde und die zarte Epidermis, gewöhnlich im Alter, abgeworfen werden. Die Gefässbündel sind in den mit spiralig beblätterten Exemplaren an dem Stengelquerschnitt zu vier gestellt, sie besitzen, wie bei der erwähnten *Lysimachia*, denselben Bau und sind mit Sclerenchym zu einem Ring verbunden. Ausserhalb aber des Sclerenchyms ist ein schwach entwickeltes Cambium zu sehen, welches unbedeutende Bastgruppen erzeugt. Die Schutzscheide ist stark entwickelt, sie umgiebt nach aussen die Gefässbündel mit Sclerenchym und, indem die Rinde abgeworfen wird, theilen sich die Schutzscheidezellen und verdicken ihre Wände.

Der Gefässbündelverlauf ist von Naegeli¹⁾ ausführlich untersucht und beschrieben worden. Es wäre überflüssig, diese ganze lange Beschreibung der verschiedenen Stengelquerschnitte der *Anagallis arvensis* hier zu geben; ich werde nur die Naegeli'schen und meine Resultate im Kurzen hier anführen.

An einem entwickelten Spross sind die Blätter opponirt oder in 3-, selten in 4zählige Quirlen gestellt. In dem Vegetationspunkt stehen die Blattanlagen oft genau spiralig, oft auch zeigen sie eine zwischen der Spiral- und Quirlstellung mittlere Anordnung; ich habe am meisten, wie bei *Lysimachia*, das letztere gesehen. Verfolgt man die Entwicklung von dem Knospenzustande an, so ist die Verwandlung der Spiral- in die Quirlstellung überaus deutlich. Sie geschieht dadurch, dass erstens einzelne

¹⁾ Naegeli: Beiträge zur Wissensch. Botanik. Das Wachsthum des Stammes und der Wurzel der Gefässpflanzen und die Anordnung der Gefässstränge im Stengel.

Internodien sich in die Länge strecken, während die übrigen verkürzt bleiben, und dass zweitens die Horizontalabstände zwischen den beisammen bleibenden Blättern sich ausgleichen. Der Gefässbündelverlauf ist fast derselbe wie bei *Lysimachia nemorum*, mit diesem Unterschied aber, dass nach Naegeli die zwei Blattstränge, die aus dem Blatte in den Stengel eintreten, nach unten auseinander weichen und innerhalb der Stengelknoten durch zwei Internodien abwärts gehen. Man findet daher auf dem Querschnitte unter der Terminalknospe 8 Stränge paarweise in jeder Stengelkante genähert. Das Schema dieses Gefässbündelverlaufs hat Naegeli für *Stachys angustifolia* Biberst., wo dieselben Bündelverlaufsverhältnisse, wie bei *Anagallis arvensis* stattfinden, abgebildet. Die in den Stengelkanten bei *Anagallis arvensis* stehenden Bündel verwachsen so schnell mit einander zu einem Bündel, dass man annehmen kann, dass die zwei Blattbündel beim Eintritt in den Stengel sich direkt an die in Stengelkanten verlaufenden Bündel anlegen, und das Schema, welches ich Fig. 6. (Taf. IX.) für *Lysimachia nemorum* gezeichnet habe, lässt sich auch hier anwenden.

Bei den 3 zähligen Quirlen und 6 kantigen Internodien beobachtet man zuweilen einen ähnlichen Verlauf und 6 Strangpaare auf dem Querschnitt, die später durch Vereinigung zu 6 Strängen werden. Da indess eine Stengelseite gewöhnlich mehr oder weniger verkümmert ist und die Internodien 5 kantig sind, so treten 2 Paare zusammen und wir bekommen schliesslich nach der Verschmelzung bloss 5 Bündel, jedes innerhalb einer Ecke. Auch in den 4 kantigen Stengelinternodien tritt die Vereinigung der 4 Paare zu 4 Strängen ein.

Die Gewebedifferenzirung unterscheidet sich von derjenigen der *Lysimachia* nicht.

Der Blätterbau hat nichts Charakteristisches, er ist dem von *Asterolinum* ganz ähnlich. Die Behaarung auf dem Stengel und den Blättern ist in der Jugend dicht; die Haare sind kurz und wie bei *Lysimachia vulgaris* mit Köpfchen versehen. Die sehr zahlreichen rothen Punkte, welche die Blätter zeigen, sind einfache mit rothem Farbstoff ausgefüllte Zellen.

Von der anderen *Anagallis*species habe ich folgende in getrockneten Exemplaren untersucht:

Anagallis reptans DC. und *Anagallis latifolia* L., die sich wesentlich von der vorhergehenden Species nicht unterscheiden; *Anagallis alternifolia* Car. charakterisirt

sich durch eine stark entwickelte Rinde und durch einen verhältnissmässig kleinen, starken, aber mittels des Cambiums in die Dicke wachsenden Gefässbündelring, der ein wenigzelliges Mark umschliesst. Ausserdem sind zahlreiche Rinden und Markzellen mit einer rothen Substanz angefüllt.

Anagallis tenella L. besitzt auch denselben anatomischen Bau wie *Anagallis arvensis*, unterscheidet sich aber in allen Theilen durch viel zartere und wenigzellige Gewebe, so wie durch ein schwach entwickeltes Cambium.

Centunculus.

Die untersuchte europäische Species — kleine einjährige Pflanze — *Centunculus minimus* lässt sich in Bezug auf ihren anatomischen Bau bei demselben Typus wie *Anagallis arvensis* unterbringen.

In der Wurzel findet kein Dickenwachsthum statt, wodurch sie immer typischen primären Bau ausweist.

In dem Stengel befindet sich auch kein Cambium; in den Gefässbündeln ist der Basttheil zum Theil mit Sclerenchym, dessen Zellen schwach verdickt sind, ersetzt.

Der Blätterbau und die Behaarung sind vollständig dieselben, wie bei *Lysimachia nummularia*; die rothen Punkte, die sich auf den Blättern befinden, rühren von denselben Ursachen her, wie bei *Anagallis arvensis*.

IV. Hottonieen.

Hottonia.

Diese Gattung ist die einzige unter den Primulaceen, welche aus Wasserpflanzen besteht. Aus wenigen Species dieser Gattung habe ich nur die gemeine europäische Art *Hottonia palustris* untersucht. Im anatomischen Baue unterscheidet sie sich in einigen Punkten von anderen Primulaceen und nähert sich mehr einigen Wasserpflanzen.

Hottonia palustris besitzt einen langen, im Wasser untergetauchten und mit alternirenden oder häufiger quirlständigen Blättern versehenen Stengel, der mit zahlreichen langen, aber nicht tief in der Erde stehenden Adventivwurzeln an den Boden

befestigt ist. Der Stengel verzweigt sich, indem in der Blattachsel Sprossen gebildet werden, die, wenn das Wasser austrocknet und die Pflanze nur auf dem nassen Boden bleibt, in ähnliche Ausläufer auswachsen, wie bei *Lysimachia vulgaris*. Ueberhaupt verändert diese Pflanze, wenn sie ausserhalb des Wassers auf dem Boden zu wachsen gezwungen ist, ihren Habitus: der Stengel wird dann viel kürzer und dichter mit kleineren, schwächer fiederspaltigen, mit kürzeren und breiteren Fiedertheilen versehenen Blättern besetzt, die an dem Gipfel des Stengels eine Blattrosette bilden.

Die Wurzel und besonders das Ende derselben charakterisirt sich durch grosse Regelmässigkeit im anatomischen Baue. Fig. 1. (Taf. X.) stellt den medianen Längsschnitt des Wurzelendes vor, woraus sich erweist, dass der Bau des letzteren im Hauptrisse dem der *Primula sinensis* und der anderen Primulaceen ganz ähnlich ist und dem Janzezewski'schen¹⁾ Helianthustypus entspricht. Die stark und regelmässig entwickelte calyptrogene Schicht bildet nach aussen eine ziemlich grosse und weit das Wurzelende umhüllende Wurzelhaube, nach innen — die Epidermis; die Rinde und der Gefässbündelcylinder wachsen an der Spitze unabhängig von einander. Die weitere Entwicklung der Wurzel und ihre vollkommenê Ausbildung unterscheiden sich nicht von denen der *Cortusa* oder der *Primula farinosa*. Hier ist das Pericambium auch stark entwickelt und wird bis zwei Zellen dick. Die Siebröhren und die Bastzellen des gewöhnlich pentarch oder heptarch gebauten Gefässbündelcylinders sind fast so gross wie die des Pericambiums und die Holztheile sind in der Mitte so miteinander vereinigt, dass sie kein Mark zwischen sich lassen.

Hottonia palustris ist im anatomischen Bau des Stengels den anderen Wasserpflanzen und besonders dem von Vöchting²⁾ sehr genau und ausführlich beschriebenen *Myriophyllum* ähnlich. Der Vegetationspunkt, wie Fig. 2. (Taf. X.) zeigt, ist erhaben, sogar ziemlich verlängert und erzeugt nach $\frac{3}{8}$ geordnete Blattanlagen (a). Die Blätter werden durch eine unregelmässige Internodienentwicklung, ähnlich wie bei *Anagallis*, in Quirlen geordnet. Den histologischen Bau der Stengelspitze zeigt auch Fig. 2. (Taf. X.), wo wir die Epidermis den ganzen Vegetationspunkt mit den Blattanlagen bedeckend sehen; unter der Epidermis liegt ein meristematisches

1) Janzezewski l. c.

2) H. Vöchting: Zur Histologie und Entwicklungsgeschichte von *Myriophyllum*. Nova Acta acad. Caes. Leop. Carol. Dresden, 1873.

undifferenziertes Gewebe, dessen peripherische Zellen sich vergrössern und in Dauer-
gewebe der Rinde übergehen; die mittleren dagegen theilen sich in der Entfernung
von mehr als 10 Zellen von der Spitze längs und sind der Anfang eines Procambium-
strangs.

Der Procambiumstrang entsteht, wie der entsprechende Querschnitt, der unter-
halb der letzten Blattanlage durch den Vegetationspunkt geführt und in Fig. 3. (Taf. X.)
abgebildet ist, zeigt, fast immer in der Mitte des Stengels. Dass der Gefässbündel-
strang stammeigen ist, lässt sich nicht nachweisen, weil er immer unterhalb der
jüngsten Blattanlage entsteht; das ist aber sicher, dass die Procambien der Blatt-
spuren dicht unter den Blattanlagen gebildet werden und sich dann später
zu dem centralen Procambiumbündel vereinigen. Auf den successiven mehr nach
unten geführten Querschnitten sieht man, dass die peripherischen Zellen des centralen
Procambiumbündels, wie Fig. 4. (Taf. X.) zeigt, sich viel stärker theilen als die
mittleren und dadurch einen aus kleinzelligen Geweben bestehenden Ring bilden.
Damit sind die zwei Bestandtheile des centralen Procambiumstranges differenziert: der
oben erwähnte Ring nach aussen, welcher dem Basttheil entspricht, umschliesst den
in der Mitte liegenden Holztheil. Die Ausbildung der einzelnen Gefässbündelele-
mente geschieht nicht gleichzeitig: zuerst entstehen von der Seite der am meisten
entwickelten dicht oben liegenden Blattanlage die Protophloemzellen und dann
später die ersten Spiralgefässe. Auf diese Weise wird in weiterer Entwicklung ein
aus zerstreuten Gefässen und dünnwandigen Holzzellen bestehender centraler Holz-
cylinder gebildet, der nach aussen von Bastgruppen, die zu einem Ring verschmolzen
sind, umgeben ist.

Fig. 13. (Taf. IX.) stellt einen Stengelquerschnitt vor, auf welchem alle Gewebe
schon vollständig ausgebildet sind; wir sehen hier die gegenseitige Anordnung der
letzteren. Es bleibt noch zu erwähnen, dass in älteren Stengeltheilen in der Mitte
des Holzcylinders sich oft ein parenchymatisches Mark entwickelt, wodurch die Gefässe
nach der Peripherie etwas verschoben werden. Die, den ganzen centralen Gefäss-
bündelcylinder umgebende Schutzscheide entsteht aus den innersten Rindezellen auf
dieselbe Weise, wie ich schon bei den Lysimachieen und anderen Primulaceen oben
beschrieben habe. Zwischen dem Holz und Bast wird im Alter eine Cambiumzone
gebildet, die einen schwachen Dickenwachstum hervorruft.

Von dem Gefässbündelverlauf kann hier nicht die Rede sein, weil die beiden Bestandtheile der Bündel einen ganz von einander verschiedenen Verlauf ausweisen. Der Holztheil verläuft in der Mitte des Stengels unabhängig von dem Blattbündel, dessen Holztheile sich direkt an den centralen anlegen, dagegen setzen die Basttheile der Blattbündel den Basttheil des centralen Stengelbündels zusammen und verlaufen hier vollständig nach demselben Schema, das ich in Fig. 7 und 8. (Taf. VIII.) für *Lysimachia vulgaris* abgebildet habe.

Sehr charakteristisch ist hier der Bau der Rinde, die, wie man in Fig 13. (Taf. IX.) sehen kann, in einem mit grossen Intercellularräumen versehenen Gewebe erscheint. Diese Räume, gewöhnlich mit Luft ausgefüllt, sind durch einfache Zellschichten, die im Querschnitte wie netzartige Zellfäden aussehen, von einander getrennt; in den äusseren und inneren Rindenschichten sind die Zellen viel dichter und lassen nur kleine Intercellularräume zwischen sich. Die Entwicklungsgeschichte der Rinde ist sehr einfach: sie entsteht aus der oben erwähnten peripherischen Zellschicht des meristematischen Vegetationspunktgewebes, in welchem in denselben Richtungen durch Wachstum und Theilung der einzelnen Zellreihen meist kleine Intercellularräume (Fig. 4. Taf. X.), die sich vielfach vergrössern, gebildet werden. Diese Intercellularräume verlaufen durch das ganze Internodium und bei der Ansatzstelle der Blätter werden sie durch Querlamellen der parenchymatischen Rinde geschlossen. Die den Stengel bedeckende Epidermis hat nichts Charakteristisches.

Der Bau der Blätter ist dadurch verschieden, dass sich auch hier im Blattparenchym zahlreiche und grosse Intercellularräume und besonders an der Spitze der Fiedertheile viele und grosse Wasserspaltöffnungen befinden, von welchen ich bei der Blattbeschreibung der *Primula sinensis* gesprochen habe; diese Spaltöffnungen wurden hier zuerst von Askenasy¹⁾ entdeckt und für rudimentäre Organe gehalten. Die sparsame Behaarung der *Hottonia palustris* besteht aus Köpfchenhaaren, die denselben Bau wie bei *Primula sinensis* haben. Die einen Haare aber unterscheiden sich durch etwas verlängerte, die anderen durch abgerundete, kugelförmige Köpfchen. Merkwürdig ist es, dass diese Haare die subcuticulare Substanz, gleichviel ob die Pflanze

¹⁾ Dr. E. Askenasy: Ueber den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen. Bot. Zeitung 1870, pag. 235.

Abh. d. naturf. Ges. zu Halle. Bd. XIV.

tief unter dem Wasser oder ausserhalb des letzteren wächst, in derselben Quantität und Vollkommenheit absondern, wie bei der erwähnten Primel.

V. Samoleen.

Samolus.

Aus vielen Arten dieser Gattung konnte ich nur zwei: die neuholländische *Samolus litoralis* R. Brown und die kosmopolitische *Samolus Valerandi* L. untersuchen.

Samolus litoralis R. Brown.

Diese perennirende Species besitzt ein mit zahlreichen Wurzeln versehenes Rhizom, das einige oberirdische, mit spiralig angeordneten Blättern besetzte Stengel bildet, die an ihrem Gipfel Inflorescenzen tragen.

Der anatomische Wurzelbau unterscheidet sich von dem der *Lysimachia vulgaris* nur durch grössere Regelmässigkeit und stärkere Ausbildung des Sclerenchyms, welches das Wurzelmark bildet.

Der Bau des Rhizoms ist auch dem der *Lysimachia vulgaris* ähnlich, aber mit diesem Unterschied, dass der Holztheil der Gefässbündel bei *Samolus litoralis* verhältnissmässig ziemlich dick und strahlartig gebaut ist und dass in der Rinde und in dem Mark nur einzelne mit dicken Wänden versehene Sclerenchymzellen sind. Der oberirdische Stengel charakterisirt sich hauptsächlich durch die am Querschnitt im Kreise angeordneten, nicht aber zu einem Ringe verwachsenen 8 Gefässbündel, von welchen eins in Fig. 5. (Taf. X.) abgebildet ist.

Die Gestalt des Bündels ist mehr oder weniger die, wie sie für die im Blütenstandstiel bei *Primula sinensis* angegeben wurde; das Cambium ist schwach entwickelt und die jüngst gebildeten Gefässe sind vielmals grösser als die zuerst entstandenen, am meisten nach innen liegenden. Diese Bündel vereinigen sich mit einander mittels stark entwickelten Sclerenchym, das sich zuerst ausserhalb der Bündel, später weiter nach innen ausbildet und schliesslich vollständig die Bündel umgiebt und einen geschlossenen Ring bildet. Ausserhalb des letzteren liegt die mit deutlichen Caspary'schen Punkten versehene Schutzscheide. Die Entwicklungsgeschichte der

Gewebe unterscheidet sich im Vegetationspunkte von der der *Lysimachia vulgaris* nicht; das Sclerenchym entsteht aus dem kleinzelligen die Bündel umgebenden Gewebe.

Der Gefässbündelverlauf ist hier sehr einfach: an dem Stengelquerschnitte sind, wie schon oben erwähnt, 8 Bündel vorhanden, was der $\frac{3}{8}$ Blattstellung entspricht. Fig. 6. (Taf. X.) stellt ein Schema des Gefässbündelverlaufs dar, welches aus den auf den Stengelquer- und -längsschnitten erhaltenen Resultaten construiert wurde. Es zeigt sich daraus deutlich, dass jedes Blattspurbündel, das durch Vereinigung des mittlern und zweier seitlichen entsteht, in dem Stengel durch vier Internodien abwärts verläuft und sich an ein nächstliegendes anlegt.

Der Bau der Blätter ist wesentlich dem der *Lysimachia nummularia* ähnlich und nur insofern verschieden, als die Gestalt der Blätter verschieden ist; sie sind nämlich bei *Samolus litoralis* kurz, eng und wegen des stark entwickelten Blattparenchyms dick. Die Epidermis ist hier ziemlich charakteristisch, sie besteht aus Zellen, die am Blattquerschnitte eng und mit starken und dicken Cuticula bedeckt sind (Fig. 8. Taf. X.). Die sehr zerstreut an dem Stengel und den Blättern stehenden Haare sind wie bei *Lysimachia nemorum* kurz mit in mehrere Zellen getheilten Köpfchen (Fig. 9. Taf. X.) und ganz in besondere Epidermisvertiefungen eingesenkt (Fig. 7. t. Taf. X.).

Samolus Valeraudi L.

Diese Art ist einjährig und unterscheidet sich nicht viel von der vorigen. Das Rhizom ist klein, kurz und entwickelt eine aus grossen und zahlreichen Blättern bestehende Rosette, aus deren Mitte ein spiralig beblätterter, an seinem Gipfel (wie bei der vorhergehenden Species) Inflorescenz tragender oberirdischer Stengel auswächst. Was den anatomischen Bau betrifft, so ist er wie bei *Samolus litoralis*, nur dass hier die Gewebe der Wurzel und des Stengels viel zarter sind und das Sclerenchym schwächer ausgebildet ist; es besteht aus nicht stark verdickten Zellen. Das letztere befindet sich nur im oberirdischen Stengel, wo es ausserhalb der Bündel auf einem Querschnitt einen geschlossenen Ring bildet und demselben ein in der Blütenstandaxe der *Primula sinensis* ähnliches Ansehen giebt. Das Cambium, welches auch hier vorhanden, ist viel schwächer als bei der vorhergehenden Species entwickelt. Schliesslich ist der Blätterbau dem der *Samolus litoralis* ganz ähnlich, das Blattparenchym

ist aber hier viel schwächer ausgebildet und die Haare, die auch denselben Bau besitzen, sind nicht eingesenkt, sondern sie stehen einzeln auf der Oberfläche der zarten und dünnen Epidermis.

Zusammenstellung der anatomischen Hauptresultate.

Wenn wir einen Blick auf den oben geschilderten anatomischen Bau der Primulaceen werfen, so kommen wir zu den folgenden Resultaten:

Das Spitzenwachsthum der Wurzel ist bei allen Primulaceen dem bei *Primula sinensis* beschriebenen ähnlich. Der ganze Unterschied besteht in der grösseren (*Hottonia*, etc.) oder kleineren (*Primula sinensis*, *Androsace*, etc.) Ausbildung der Wurzelbestandtheile. Der Wurzelbau zeigt zwei verschiedene Formen: 1) Die bei *Primula sinensis* näher beschriebene Wurzel mit mächtigem Dickenwachsthum mittels eines Cambiumringes, wodurch die primäre Struktur der Wurzel im Alter verwischt wird. Solche Wurzeln besitzen die zu dem Bautypus der *Primula sinensis* gehörenden Primeln, *Androsace*, *Dyonisia* und zum Theil auch *Asterolimum* und *Anagallis*. 2) Wurzeln, bei welchen kein, oder doch nur ein sehr unbedeutendes, die primäre Struktur nicht verwischendes Dickenwachsthum stattfindet. Solche Wurzeln, die ich bei *Primula elatior* näher beschrieben habe und die ausserdem bei Primeln des Aurikeltypus zu finden sind, kommen auch den übrigen untersuchten Primulaceen zu. Man muss aber bei den letzteren auf den Unterschied aufmerksam machen, welcher *Primula farinosa*, *Cortusa* und *Hottonia* charakterisirt und in der stärkeren Ausbildung des Pericambiums besteht.

Der Stengel der Primulaceen stellt uns zwei verschiedene Formen dar, die von der Internodienentwicklung abhängen. Der Stengel der Androsaceen ist verhältnissmässig kurz, unterirdisch (Rhizom) und dicht mit Blättern, die am Stengelgipfel eine Rosette bilden, besetzt; dagegen sind die Lysimachieen, Anagallideen, Hottonieen und Samoleen ausserdem mit einem oberirdischen, gewöhnlich quirlständig, seltener spiralig beblätterten, oft aufrechten Stengel versehen. Der anatomische Bau entspricht diesen zwei morphologischen Unterschieden des Stengels nicht, so dass zwischen den nur das Rhizom besitzenden und den mit oberirdischem Stengel versehenen Species sehr grosse anatomische Unterschiede vorkommen; umgekehrt finden wir in den morphologisch verschiedenen Formen einen gleichen anatomischen Bau.

Im Baue des Stengels habe ich 5, davon 4 bei der anatomischen Beschreibung der Primeln angegebene, Typen gefunden, wobei einzelne Gewebetheile des Stengels sich verschieden verhalten: 1) Der Typus der *Primula sinensis*, zu welchem sich der grösste Theil der Primulaceen mit unbedeutenden Unterschieden zählen lässt, besitzt einen typischen dikotyledonischen, anatomischen Bau. 2) Der Typus der *Primula Auricula* unterscheidet sich nicht nur von allen übrigen Primulaceen, sondern auch von dem der meisten Dikotylen. 3) Ganz isolirt steht hier *Primula elatior* mit ihren äusseren Gefässbündeln, welche die der Wurzel mit denen des Stengels vereinigen. 4) Einen Uebergangstypus zwischen dem Aurikeltypus und *Primula sinensis* scheint *Primula farinosa* zu bilden, indem sie sich, wie oben beschrieben, in dem oberen Theil des Stengels wie die erste, im unteren wie die zweite verhält. Schliesslich 5) ist der Typus der *Hottonia palustris* nur dieser Wasserprimulacee eigenthümlich.

Im Gefässbündelbaue an den Querschnitten zeigt sich grosse Verschiedenheit. Entweder sind die Gefässbündel zu einem Ringe, der mittels Cambiums in die Dicke wächst, verbunden, wie bei den perennirenden *Primula sinensis* etc., *Androsace*, *Cortusa*, *Cyclanen europaeum* etc., *Soldanella*, *Coris*, *Lysimachia vulgaris* etc., oder es kommt, wie bei den meisten annuellen Primulaceen, kein Cambium vor. Dieser Gefässbündelring wird an mehreren Stellen unterbrochen, oder vielmehr, die Gefässbündel verschmelzen sich nicht mit einander, sondern stehen vereinzelt am Stengelquerschnitte im Kreise, wie bei *Primula mistassinica*, einigen *Androsace*arten, etc. *Glaux* und *Trientalis* sind die Uebergangsformen, indem die zwischen den Gefässbündeln liegenden Bastgruppen die letzteren zu einem geschlossenen Ringe vereinigen. Die einfachen Gefässbündel können mit einander mittels Sclerenchymis verbunden sein, wie das bei *Lysimachia nemorum*, *Anagallis*, *Soldanella* der Fall ist. Es kommen auch oft im Kreise angeordnete, im Marke und Rinde zerstreute Gefässbündel vor, wie bei *Primula Auricula*, *Prim. spectabilis*. Schliesslich finden wir bei *Hottonia* ein centrales zusammengesetztes Gefässbündel.

Der Verlauf der Gefässbündel ist, wie der Bau derselben, sehr mannichfaltig. Bei fast allen *Androsaceen* ist der Verlauf mehr oder minder mit dem, welchen ich für *Primula spectabilis* und *Androsace septentrionalis* beschrieben habe, identisch, wird aber verschieden complicirt. Das eine Mal sehen wir, wie in dem Aurikeltypus zwei Gefässbündelsysteme auftreten: ein System, in welchem die Bündel vielfache Unregelmässigkeiten in ihrem typischen Verlauf zeigen, bilden die medianen Bündel der

Blätter, ein anderes die seitlichen. Die letzteren sind nur bei grösseren Formen zahlreich ausgebildet, bei kleineren weniger und bei *Primula mistassinica* fehlen sie vollständig. Ein anderes Mal verschmelzen die Bündel zu einem geschlossenen Cylinder, wie z. B. bei *Primula sinensis*. Wieder eine andere Art des Gefässbündelverlaufs zeigen die caulescenten Primulaceen; hier finden wir bei einigen Species einen wie bei *Lysimachia nemorum* und *Anagallis* ähnlichen Verlauf, bei anderen, mit spiralig gestellten Blättern versehenen Arten wie bei *Samolus*; und schliesslich haben wir den eigenthümlichen bei *Hottonia*, wo die Holztheile anders als die Basttheile verlaufen.

Interessant ist das Vorkommen der Schutzscheide, die hier nicht nur in der Wurzel, sondern auch im Stengel und in den Blättern zu finden ist. Da, wo die Gefässbündel einen geschlossenen Ring bilden, umgiebt diesen die Schutzscheide von aussen, indem sie den Bast von der Rinde trennt; wo aber die letztere durch Dickenwachsthum abgeworfen wird, liegt die Schutzscheide nach aussen.

Bei den Primeln, die dem Aurikeltypus angehören, sind die einzelnen Gefässbündel ringsum von einer Schutzscheide umschlossen. *Primula farinosa* stellt hier wieder den Uebergang dar, indem die Schutzscheide einmal die Gefässbündel vollständig umgiebt, ein anderesmal sie nur von aussen bekleidet. In den Blättern ist sie auch immer vorhanden, sie umgiebt die Blattgefässbündel im Blattstiel oder im basalen Blatttheil und geht weit in die Blattlamina, fast bis zu den letzten Gefässbündelverzweigungen, wo sie allmählig verschwindet. Die Schutzscheide ist bei allen Primulaceen¹⁾ nachweisbar, wo sie immer an recht dünnen und glatten Querschnitten an den charakteristischen schwarzen Caspary'schen Punkten zu erkennen ist. Manchmal aber sind die Undulationen der Membranen so schwach, dass man die eben genannten Punkte auf den Querschnitten nicht sieht; dann ist jedoch die Schutzscheide immer erkennbar an der Gestalt und der Lage ihrer Zellen, die auffallend anders aussehen, als die benachbarten Rinden- und Bastzellen, indem sie oft grösser und tangential gestreckt sind und charakteristisch verdickte Membranen besitzen — Struktureigenthümlichkeiten, die besonders an in Kali durchsichtig gemachten Längsschnitten deutlich hervortreten.

¹⁾ Auch bei vielen anderen Pflanzen aus verschiedenen Familien, z. B. bei *Lythrum*, *Chenopodium*, *Atriplex*, *Euphorbia*, *Linum*, *Genista*, *Commelina* etc.

In der Differenzirung der Gewebe im Vegetationspunkte sind bei Primulaceen drei Typen zu unterscheiden. Der Repräsentant des ersten Typus ist *Primula sinensis*, welche sich durch einen meristematischen Gewebering charakterisirt, aus welchem Blattspur- und Interfascicularbündel gebildet werden. Den zweiten Typus stellt uns *Primula Auricula* vor, wo die Bündel im allgemeinen meristematischen Gewebe vereinzelt entstehen. Schliesslich bildet *Hottonia palustris* den dritten Typus, bei welchem in der Mitte der Holztheil mit einem ihn umgebenden Basttheil entsteht.

Mark und Rinde sind hier fast immer von einander abgesondert; das Mark nimmt gewöhnlich die Mitte des Stengels ein und steht mittels Markstrahlen mit der Rinde in Verbindung; nur bei den Primeln, die nach dem Aurikeltypus gebaut sind, ist diese Sonderung von Mark und Rinde nicht so scharf ausgesprochen, hier findet sich ein gleichmässiges parenchymatisches Gewebe, in dem die Gefässbündel liegen. Bei diesen Primulaceen, wo ein starkes Dickenwachsthum vorkommt, wird gewöhnlich die Rinde, die dem Dickenwachsthum nicht nachfolgen kann, abgeworfen. Bei *Hottonia* wieder finden wir kein Mark, es ist hier nur die Rinde vorhanden.

Sclerenchymbildungen kommen, wie wir gesehen haben, oft bei den Primulaceen vor, im Marke als Sclerenchymzellgruppen, was für *Primula cortusoides*, *Pr. elatior*, *Pr. Auricula*, *Pr. farinosa*, *Cortusa*, *Soldanella*, *Samolus* ganz charakteristisch ist; oft auch im Gefässbündel selbst, wie bei *Pr. elatior* und den aurikelähnlichen Primeln. In der Rinde kommen nur einzelne Sclerenchymzellen vor oder ein Sclerenchymring, welcher nur in caulescenten, mit aufrecht stehendem Stengel und immer in der Blüthenstandaxe der mit kurzem Stengel versehenen Primulaceen zu finden ist. Hier spielt er die Rolle eines in Schwendener's¹⁾ Sinn mechanischen Systems, welches zur Unterstützung der Organe, wo er vorkommt, dienen soll. Einen solchen Sclerenchymring finden wir auch oft im basalen Theile der Blätter, wo er die Blattgefässbündel umgiebt.

Die Struktur der Blätter ist bei den verschiedenen Primulaceen im Wesentlichen sich ähnlich und nur so weit verschieden, als Beschaffenheit und Consistenz der Blätter auch verschieden sind. Die Blätter von *Primula sinensis* haben zartere Struktur, indem die Zellmembranen schwach verdickt sind; die der Aurikel dagegen besitzen mehr verdickte Zellmembranen. Die Epidermis ist auch hier überall, wie

¹⁾ Schwendener. Das mechanische Princip im anatomischen Bau der Monokotylen etc. 1874.

ich sie bei *Primula sinensis* beschrieben habe. Bei einigen Primulaceen aber, wie bei *Samolus litoralis*, sind die Epidermiszellen am Blattquerschnitte höher als breit und mit geraden, nicht wellenförmig gekrümmten Zellwänden versehen. In der Behaarung kommen bei den Primulaceen keine wesentlichen Unterschiede vor. Ueberall sind die, subcuticulare Flüssigkeit secernirenden Köpfchenhaare verbreitet, die bei allen Primulaceen vorkommen, auch, was auffallend ist, an den im Wasser untergetauchten Blättern von *Hottonia palustris*. Die anderen Haare sind zwar auch kopfartig, aber, wie bei den Androsaceen, verschieden gestaltet; sie sondern keine Flüssigkeit ab.

Die Blüthenstandaxe schliesslich ist bei allen Primulaceen auf dieselbe Weise gebaut, wie ich sie für *Primula sinensis* näher beschrieben habe.

Allgemeine Schlussbemerkungen,

die aus der Zusammenstellung der Hauptresultate folgen.

Ein Ueberblick über die, aus den anatomischen Untersuchungen der Primulaceen gewonnenen, Resultate zeigt, dass dieselben ausser dem Bau der Wurzelspitze, der Behaarung und einigermassen dem Baue der Blätter und der Blüthenstandaxe, welche ja auch bei vielen anderen mit den Primulaceen nicht verwandten Pflanzen dieselbe Struktur besitzen, nichts gemeinsam Charakteristisches haben. Wir haben dagegen grosse Unterschiede gefunden, deren Werth weit die Grenzen einer Familie zu überschreiten scheint.

Wenn man z. B. *Primula sinensis* näher ins Auge fassen will und sie mit *Primula Auricula* und *Hottonia palustris* vergleicht, so findet man, dass die anatomischen Charaktere der vegetativen Organe dieser Pflanzen gar nicht mit einander übereinstimmen, dass dagegen die Blüthencharaktere auf die innigste Verwandtschaft dieser drei Pflanzen hinweisen. Vergleicht man aber dieselbe *Primula sinensis* mit irgend welcher typisch dikotylen Pflanze, wie z. B. mit einer Crassulaspecies, *Primula Auricula* mit den von Reinke¹⁾ beschriebenen Gunneraspecies und *Hottonia* mit *Myriophyllum*, welches ausführlich und sehr genau von Vöchting²⁾ untersucht und

¹⁾ Reinke l. c.

²⁾ Vöchting l. c.

beschrieben worden ist, so zeigt sich in der Struktur des Stengels und auch im Bau der Gefässbündel und deren Anordnung und Verlauf viel Gemeinsames, was aber durchaus in keiner Beziehung zu der Verwandtschaft der verglichenen Pflanzen steht, weil ja bekanntlich diese Pflanzen zu verschiedenen, weit von einander entfernten Familien gehören.

Was kann man also aus diesem Vergleich schliessen?

Vor allem stellt es sich deutlich heraus, dass, wenn man die Blütencharaktere für genetische oder Verwandtschaftscharaktere annimmt, die anatomischen Kennzeichen der vegetativen Organe mit den Blütencharakteren nicht parallel gehen und folglich nicht als Verwandtschaftscharaktere betrachtet werden können. Diese Kennzeichen sind also innerhalb einer Familie nicht erblich und besitzen deswegen im Vergleich mit den Blütencharakteren in der Systematik der Pflanzen nur einen untergeordneten Werth.

Die Aehnlichkeit im Baue der Vegetationsorgane der verglichenen Pflanzen lässt sich, wenn sie nicht ein Resultat der Verwandtschaft der letzteren ist, immer der Descendenztheorie folgend, nur durch Anpassung an dieselben Lebensbedingungen erklären. In der That leben die verglichenen Pflanzen ungefähr unter gleichen Bedingungen und unterliegen gleichen äusseren Einflüssen, was man am deutlichsten an Wasserpflanzen (*Myriophyllum* und *Hottonia*) sehen kann. In welcher Beziehung der gleiche anatomische Bau zu den gleichen Lebensbedingungen der Pflanzen steht und auf welche Weise man die gewissen Anpassungen an entsprechende äussere Einflüsse erklären soll, das will ich schon deshalb nicht näher berühren, weil unsere bisjetzigen Erfahrungen darüber noch zu ungenügend sind, um diese Frage zu beantworten. Hier haben wir ein sehr dankbares und weites Gebiet zu neuen Forschungen und Entdeckungen.

Hiermit haben wir den Werth der anatomischen Charaktere innerhalb einer Familie bestimmt und haben uns überzeugt, dass diese Charaktere, wenn sie nicht mit Blütencharakteren, die ausschliesslich nur die Familien ausweisen, parallel gehen, nicht zur Charakteristik derselben benutzt werden können; das Uebereinstimmen dieser anatomischen Charaktere, wenn es sich innerhalb einer Familie befindet, bezeichnet vielmehr nur, dass in der phyletischen Entwicklung der Bestandpecies der Familie gleiche Lebensbedingungen und gleiche äussere Einflüsse herrschten.

Es bleibt uns zum Schluss unserer Untersuchungen noch übrig, den näheren Werth der anatomischen Charaktere in kleineren Verwandtschaftskreisen, wie innerhalb einzelner Gattungen, zu bestimmen. Hier kann man trotz der grösseren Verschiedenheit im Grunde dasselbe wiederholen, was ich von der ganzen Familie gesagt habe. In den verschiedenen Primulaceengenera ist der Werth der anatomischen Charaktere zwar auch verschieden; am meisten unterscheidet sich aber von den anderen Gattungen *Primula*, von welcher sich dasselbe, wie von der ganzen Familie sagen lässt; die Species dieser Gattung stellen einen sehr verschiedenartigen Bau vor, wie wir das aus den vier oben beschriebenen Bautypen leicht ersehen können.

Wenn man die vier oben beschriebenen Bautypen der Primeln betrachtet, so zeigt es sich, dass innerhalb eines jeden Typus sich eine Anzahl von Species der *Primula* gruppieren, die anatomisch sehr ähnlich sind und nur kleine Unterschiede aufweisen. So z. B. sieht man, um wieder auf die Aurikel zurückzukommen und diese mit *Primula spectabilis* und *Prim. minima* zu vergleichen, dass die beiden letzteren in der Gefässbündelstruktur und deren Verlauf und Anordnung einander doch ähnlicher als der Aurikel sind, was auch mit der relativen Verwandtschaft dieser 3 Primeln übereinstimmt, indem *Primula spectabilis* näher der *Primula minima* als der *Prim. Auricula* zu stehen kommt.¹⁾ Dies ist aber die Gränze, innerhalb welcher noch die anatomischen Kennzeichen der vegetativen Theile mit den Verwandtschaftscharakteren parallel gehen — die Gränze, die bei den Primeln mit derjenigen eines jeden der vier Bautypen zusammenfällt.

Dieser für die Gattung *Primula* geltende Satz ist aber nicht für andere Primulaceengenera anwendbar. Die letzteren zeigen keine so grosse Mannigfaltigkeit in dem Bau ihrer vegetativen Organe. Sie sind viel homogener gebaut und die Verschiedenheiten der einzelnen Species sind geringer als die der einzelnen Primeln eines Bautypus, so dass die anatomischen Kennzeichen der vegetativen Theile mit den Blüthencharakteren in gewisser Correlation stehen. In der z. B. nach *Primula* umfangreichsten Gattung *Androsace* geben uns Gestalt und Bau der Haare, wie wir oben gesehen haben, sehr gute Charaktere zur Unterscheidung des grössten Theils

¹⁾ Es ist nicht meine Aufgabe, hier die Verwandtschaft aller *Primula*- und *Primulaceen*species näher zu besprechen und dabei auf die anatomischen Charaktere hinzuweisen — was in das Gebiet einer Monographie der *Primulaceen* gehört.

der annuellen von der biannuellen Species. *Cyclamen* charakterisirt sich durch Anwesenheit der Knolle und deren Bau; *Lysimachia* durch die mit der rothen Substanz ausgefüllten Behälter, die sonst bei anderen Primulaceen nirgends vorkommen; etc. Dagegen unterscheidet sich *Cortusa*, die habituell der *Primula cortusoides* ähnlich ist, auch im anatomischen Baue von derselben nicht, obgleich die Verwandtschaft dieser beiden Primulaceen nicht so bedeutend ist.

Kurz wir sehen hier Verschiedenheiten, die beweisen, dass überall die anatomischen Charaktere nicht als Verwandtschaftscharaktere, sondern nur als Anpassungscharaktere zu betrachten sind. Bei solchen Species, die von gemeinsamen Vorfahren abstammen und bei deren Entstehung die Lebensbedingungen wenig veränderlich waren, können möglicher Weise auch die Kennzeichen in den vegetativen Organen wenig verändert worden sein, und also als Verwandtschaftscharaktere dienen. So z. B. bei *Androsace*, *Lysimachia* etc. Da aber, wo bei der Entstehung der Species verschiedene, vielleicht auch bis zum Extrem entgegengesetzte Lebensbedingungen herrschten, konnten die Anpassungscharaktere die Verwandtschaftscharaktere, welche nur in den Blüthen geblieben sind, überwogen haben. So z. B. bei *Primula*.

Dieser auffällende Unterschied in den Bauverhältnissen der einzelnen Species dieser letzten Gattung lässt sich, im Vergleich mit den anderen Primulaceengattungen, nur durch Annahme der folgenden zwei Vermuthungen erklären: 1) Wenn man die Gattung *Primula* als die älteste der Primulaceen in der historischen Entwicklung dieser Pflanzen für die erstentstandene annimmt, so ist es wahrscheinlich, dass die einzelnen Species dieser Gattung, durch diese lange Zeitdauer ihrer Entstehung, sich unter sehr verschiedenen Lebensbedingungen befunden haben; dagegen waren die Species der anderen, später entstandenen Gattungen viel kürzere Zeit der Veränderlichkeit der Lebensbedingungen ausgesetzt, und deswegen haben sie ihren Bau nicht viel umgeändert. Oder aber 2) wenn man die gleichzeitige Entstehung aller Primulaceengenera annimmt, müssten die Primeln sich unter mehr wechselnden Einflüssen ausgebildet haben, als die anderen Gattungen.

Die erste Vermuthung scheint mir viel wahrscheinlicher zu sein; da sie aber eine nicht auf positive Gründe gestützte Vermuthung ist, so kann sie auch nur theoretischer Natur sein.

Erklärung der Abbildungen.

Bei allen Figuren ist:

<i>c</i> = Cambium.	<i>sk</i> = Sclerenchym.
<i>d</i> = Kork.	<i>sz</i> = Spaltöffnung.
<i>g</i> = Gefässbündel.	<i>t</i> = Haare.
<i>h</i> = Wurzelhaube.	<i>v</i> = Vegetationspunkt.
<i>n</i> = Epidermis.	<i>pr</i> = Cuticula.
<i>p</i> = Pericambium.	<i>w</i> = Gefässbündelcylinder der Wurzel.
<i>ph</i> = Bast (Phloem) oder die Siebröhren.	<i>x</i> = Holz (Xylem) oder die Gefässe.
<i>s</i> = Schutzscheide.	

Alle Abbildungen sind mittels eines Zeichenprisma entworfen; die Vergrößerungen sind in Zahlen, die in Klammern eingeschlossen sind, angegeben.

Primula sinensis.

Tafel I.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Wurzelspitze, die nach unten gerichtet ist; die einzelnen Gewebesysteme sind der Deutlichkeit wegen mit dickeren Linien begränzt; *x—x* die Initialen des Gefässbündelcylinders (440).

Fig. 2. Wurzelquerschnitt, der, nicht weit von der Wurzelspitze entfernt, durchgeführt ist (220).

Fig. 3. Ein Theil des Querschnitts von einer alten Wurzel, in welcher durch Dickenwachsthum die Epidermis und die Rinde abgeworfen ist (120).

Fig. 4. Ein Theil des Stengelquerschnitts, der, nicht weit von dem Gipfel entfernt, geführt ist (250).

Fig. 5. Längsschnitt eines jungen Keimpflänzchens. Am Vegetationspunkte *v* sind junge Blattanlagen zu sehen; die älteren Blätter, so wie auch die beiden Kotyledonen *cl* sind abgeschnitten; alle Gefässbündel vereinigen sich, indem sie nach unten in den hypokotylen Stengeltheil übergehen, zu einem Strang (45).

Fig. 6. Eins der grösseren auf den Blättern stehenden Haare, die keine subcuticulare Substanz absondern (155).

Fig. 7. Verschiedene Entwicklungsstadien der bei *a* grösseren, bei *b* kleineren Haare, die die subcuticulare Substanz absondern (155).

Fig. 8. Entstehung der subcuticularen Substanz in verschiedenen Entwicklungsstadien, mit dem ersten Erscheinen der Flüssigkeit *a* beginnend, bis zur vollständigen Ausbildung, wo Cuticula stark erhoben und gespannt ist und sich im Begriff zu platzen befindet; in *f*, *g* und *h* ist die subcuticulare Substanz mit Alkohol ausgezogen, dabei stellen *g* und *h* kleine Anomalien in der Entwicklung vor (170).

Tafel II.

Fig. 1. Vegetationspunktquerschnitt des Stengels einer Keimpflanze. Im gleichmässigen meristematischen Gewebe sind, den jüngsten Blattanlagen entsprechend, die ersten Anfänge der Procambiumstränge in Form der kleinzelligen Gruppen zu sehen (350).

Fig. 2. Ein Theil eines ähnlichen, aber etwas älteren Querschnittes; *a—a* die ersten Entwicklungsstadien der Procambiumstränge, die sich zu einem, aus kleinzelligem meristematischem Gewebe bestehenden Ring verbunden haben (350).

Fig. 3. Ein ähnlicher Querschnitt, aber in viel weiter vorgeschrittener Entwicklung. Die drei ältesten, ausgebildeten Procambiumstränge sind mit einem meristematischen Gewebering verbunden, in welchem sich schon neue Procambiumstränge differenziren. Im ältesten Procambiumbündel sind schon Protophloemzellen ausgebildet (250).

Fig. 4. Ein Querschnitt von einem alten Stengel. Die Zahlen bezeichnen die Gefässbündel in ihrer Entstehungsfolge (8).

Fig. 5. Spaltöffnungsquerschnitt aus der Blattoberfläche (300).

Fig. 6. Das Blattparenchym von der Unterfläche des Blattes gesehen; in drei Zellen ist das Chlorophyll gezeichnet (152).

Fig. 7. Medianer Flächenschnitt eines Blattzipfels, in welchem, gegenüber einer Wasserspaltöffnung *sz*, ein Blattgefässbündel *x* endet (253).

Tafel III.

Fig. 1. Gefässbündelquerschnitt einer Blütenstandaxe (152).

Fig. 2. Gefässbündelquerschnitt von einem kleinen Blattstiel (187).

Fig. 3. Die mit einer braunen gerbstoffhaltigen Substanz angefüllten und zum Theil verdorbenen Gefässe an dem Querschnitt eines alten Stengels (100).

Fig. 4. Querschnitt von einer jungen Blütenstandaxe; im meristematischen, kleinzelligen Gewebering differenziren sich Procambiumstränge, von welchen zwei schon mit ersten Siebröhren, die in der Figur schwarz umsäumt, versehen sind (300).

Primula Boveana.

Fig. 5. Blattstielquerschnitt mit drei Gefässbündeln (253).

Primula cortusoides.

Fig. 6. Eine Sclerenchymgruppe aus dem Stengelmark (185).

Tafel IV.

Fig. 1. Querschnitt von einer alten Wurzel, bei welcher die Rinde und Epidermis durch das Dickenwachsthum abgeworfen sind (80).

Primula elatior.

Fig. 2. Querschnitt einer alten Wurzel mit pentarchisch gebautem Gefässbündelcylinder (100).

Fig. 3. Ein Theil des Stengelquerschnitts, der nicht weit von dem Vegetationspunkt entfernt durchgeführt ist; ausserhalb des Bastes *ph* ist ein Cambium *c*, in welchem Adventivwurzel und äussere Stengelgefässbündel ihren Ursprung nehmen, abgebildet (244).

Fig. 4. Aehnlicher Stengelquerschnitt von einem älteren Stengel; die äusseren Gefässbündel sind schon ausgebildet (244).

Fig. 5. Ein Stück des in Kali durchsichtig gemachten Stengelpräparats; im Hintergrunde verlaufen die inneren normalen Gefässbündel, ausserhalb derselben dagegen von der Wurzelbasis *b* ausgehende, sich vielfach anastomosirende äussere Gefässbündel, die sich bei *d* mit den inneren vereinigen (25).

Primula Auricula.

Fig. 6. Stengelquerschnitt, welcher die Anordnung der Gefässbündel zeigt (6).

Fig. 7. Abbildung eines in Kali durchsichtig gemachten Stengelpräparates von einer Keimpflanze, welche die Entstehung des Gefässbündelverlaufs zeigt; die Blattspurbündel bei der Ansatzstelle der Blätter sind abgeschnitten (15).

Tafel V.

Fig. 1. Längsschnitt eines alten Stengels: *a* eine seitliche Knospe; *b* die abgeschnittene Blütenstandaxe (5).

Fig. 2. Längsschnitt einer sehr jungen Keimpflanze; die Blätter, sowie auch die Kotyledonen *cl* und der hypokotyle Stengeltheil *pl. l.* sind abgeschnitten (10).

Fig. 3. Ein unter den Vegetationspunkt einer jungen Pflanze geführter Stengelquerschnitt; die drei, den drei jüngsten Blättern entsprechenden Procambiumbündel sind sehr deutlich entwickelt, das vierte fängt erst an sich zu bilden (353).

Fig. 4. Kleines junges, aber vollständig ausgebildetes Gefässbündel im Querschnitt (353).

Primula spectabilis.

Fig. 5 und 6. Zwei Stengelquerschnitte, welche die Gefässbündelanordnung zeigen (6).

Fig. 7. Gefässbündelquerschnitt aus einem alten Stengel (244).

Fig. 8. Schema des Gefässbündelverlaufs; die Zahlen bezeichnen, mit den jüngsten anfangend, die Blätter in ihrer Entstehungsfolge.

Primula minima.

Fig. 9. Ein in Kali durchsichtig gemachtes Stengelpräparat, welches den Gefässbündelverlauf dieser Pflanze zeigt; die Blätterbündel sind abgeschnitten (18).

Primula Mistassinica.

Fig. 10 und 11. Zwei Stengelquerschnitte.

Primula farinosa.

Tafel VI.

Fig. 1. Peripherietheil eines Wurzelquerschnitts (250).

Fig. 2. Ein Theil des Wurzelquerschnitts mit Schutzscheide *s* und Pericambium *p* (250).

Fig. 3. Die Hälfte eines Gefässbündelquerschnitts des Stengels; *a* das Mark (241).

Primula denticulata.

Fig. 4. Gefässbündelquerschnitt im Blattstiel (70).

Fig. 5. Querschnitt des unteren Stengeltheils (18).

Androsace septentrionalis.

Fig. 6. Querschnitt des Stengelmarks (152).

Fig. 7. Spiralgefäße des Stengels; *a* aus dem zwischen den Blattansatzstellen liegenden Stengeltheile, *b* in dem Stengelknoten (244).

Fig. 8. Dicht über dem Vegetationspunkt geführter Querschnitt, welcher die mit Zahlen bezeichnete Blattstellung zeigt (21).

Fig. 9. Querschnitt einer Blattanlage, die in Fig. 8 mit 1 bezeichnet ist (245).

Fig. 10. Aehnlicher Querschnitt der in Fig. 8 mit 9 bezeichneten Blattanlage (244).

Fig. 11. Die 11te (in Fig. 8) Blattanlage im Querschnitt (244).

Fig. 12. Schema des Gefässbündelverlaufs; die Zahlenbedeutung ist die, wie bei Fig. 8. (Taf. V).

Fig. 13. Haare von den Blättern, *a—l* verschiedene Gestalten derselben, wobei in *a*, *b* und *c* die Cuticulafaltungen gezeichnet sind (75).

Androsace maxima.

Tafel VII.

Fig. 1. Haare des Blattes (88).

Androsace elongata.

Fig. 2. Aehnliche Haare (187).

Androsace multiscapa.

Fig. 3. Aehnliche Haare (187).

Androsace lactea.

Fig. 4. Ein in Kali durchsichtig gemachtes Stengelpräparat; der Stengelknoten *a*, wo die Blätter dicht nebeneinander stehen, ist ein Jahr älter als der Knoten *b* (12).

Fig. 5. Peripherietheil des Ausläuferquerschnitts (240).

Androsace sarmentosa.

Fig. 6. An den Blättern stehende Haare (88).

Androsace arachnoidea.

Fig. 7. Aehnliche Haare (88).

Cyclamen persicum.

Fig. 8. Querschnittstheil einer jungen Knolle; *a* die ersten bei der Keimung entstehenden Gefässe (90).

Fig. 9. Derselbe Querschnitt im Ganzen; *a* die vier ältesten normal ausgebildeten Gefässbündel (10).

Fig. 10. Längsschnitt einer jungen Knolle, wobei der Längsverlauf der Bündel zu sehen ist; *a* die abgeschnittene Hauptwurzel, *b* die Nebenwurzel (5).

Fig. 11. Ein in Kali durchsichtig gemachtes Knollenpräparat von der Vegetationspunktseite gesehen. Diese Abbildung zeigt den Gefässbündelverlauf in dem Gipfel der Knolle und die Anordnung der hier abgeschnittenen und mit Zahlen in ihrer Entstehungsfolge bezeichneten Blätter; 1 das erste bei der Keimung sich zeigende Blatt, *cl* das im Embryo als eine kleine Anlage gegenüber dem ersten Blatte stehende, zweite Blatt (20).

Fig. 12. Die Cyclamen in der Jugend bedeckenden Haare (90).

Fig. 13. Die aus einem Kalipräparat der Knolle abgezeichnete Schutzscheide (90)

Soldanella montana.

Fig. 14. Ein Theil des Stengelquerschnitts (440).

Lysimachia vulgaris.

Fig. 15. Haare und ihre Entwicklungsgeschichte von *a—d*; *e* ein Haar etwas von der Seite gesehen; *f* Bildung der subcuticularen Substanz (250).

Tafel VIII.

Fig. 1. Vegetationspunkt mit zu drei gestellten quirlständigen Blattanlagen von oben gesehen (187).

Fig. 2. Ein Querschnittstheil des alten Stengels (200).

Fig. 3. Ein Tüpfelgefäss aus dem Stengelholz (440).

Fig. 4. Daneben liegende mit sich kreuzenden einfachen Tüpfeln versehene Holzzellen (440).

Fig. 5. Vegetationspunktlängsschnitt des Stengels; *a, a* die jüngsten Blattanlagen, *g, g* den letzten entsprechende Procambiumstränge, *b* das Mark (440).

Fig. 6. Aehnlicher Längsschnitt in dem anderen Entwicklungsstadium (272).

Fig. 7. Schema des Gefässbündelverlaufs in dem mit dreiblättrigen Quirlen versehenen Stengel.

Fig. 8. Aehnliches Schema für den mit vierblättrigen Quirlen versehenen Stengel.

Lysimachia punctata.

Fig. 9. Die mit rother Substanz ausgefüllte innere Drüse; *a'*, *a*, *b*, *c* die Entwicklung derselben, *d*, *e* anomale Fälle in der Entwicklung (440).

Lysimachia nummularia.

- Fig. 10. Vegetationspunktsansicht von oben betrachtet und die Anordnung der Blätter zeigend (125).
Fig. 11. Vegetationspunktsquerschnitt des Stengels (272).
Fig. 12. Aehnlicher, aber mehr nach unten durchgeführter Querschnitt (272).
Fig. 13. Köpfchen der Haare, von oben gesehen (272).

Lysimachia nemorum.

Tafel IX.

- Fig. 1. Stengelquerschnitt (20).
Fig. 2—5. Successive Querschnitte durch einen Stengelknoten, welche Gefässbündelverlauf zeigen; *a* das mediane Blattbündel, *b*, *b* die seitlichen (3).
Fig. 6. Schema des Gefässbündelverlaufs; die Buchstabendeutung ist dieselbe, wie in der vorigen Figur.

Trientalis europaea.

- Fig. 7. Ein Theil des Stengelquerschnitts, nicht weit von dem Vegetationspunkt entfernt (272).
Fig. 8. Aehnlicher Querschnitt eines alten Stengels (272).

Anagallis arvensis.

- Fig. 9. Ein Querschnittstheil des hypokotylen Stengelglieds, wobei aus der Epidermiszelle *a* eine Adventivknospe entsteht (272).
Fig. 10. Aehnlicher Querschnitt, der weitere Entwicklung der Adventivknospe zeigt; *a—a* die ersten Blattanlagen; Epidermis und das aus den Epidermiszellen entstandene meristematische Gewebe der Adventivknospe sind der Deutlichkeit wegen mit schwarzer Linie umgränzt (272).
Fig. 11. Dasselbe in noch weiterer Entwicklung, wobei ein Verbindungsstrang in der Rinde des hypokotylen Stengeltheils zu sehen ist (187).
Fig. 12. Querschnitt des hypokotylen Stengeltheils mit schon vollständig ausgebildeter Adventivknospe; *g* die Gefässbündel der letzteren (70).

Hottonia palustris.

- Fig. 13. Stengelquerschnitt; *i* die intercellularen Lufträume der Rinde (272).

Tafel X.

- Fig. 1. Längsschnitt der Wurzelspitze (244).
Fig. 2. Vegetationspunktslängsschnitt des Stengels; *a* die Blattanlagen, *g*, *g* Procambiumstränge des Bastes (325).
Fig. 3. Vegetationspunktsquerschnitt des Stengels, in der Stelle der jüngsten Blattanlagen durchgeführt (325).

Fig. 4. Aehnlicher Querschnitt, aber viel weiter nach unten von dem Vegetationspunkt entfernt, *i* die Intercellarräume der Rinde in den ersten Entwicklungsstadien (320).

Samolus litoralis.

Fig. 5. Querschnitt eines Gefässbündels des Stengels (272).

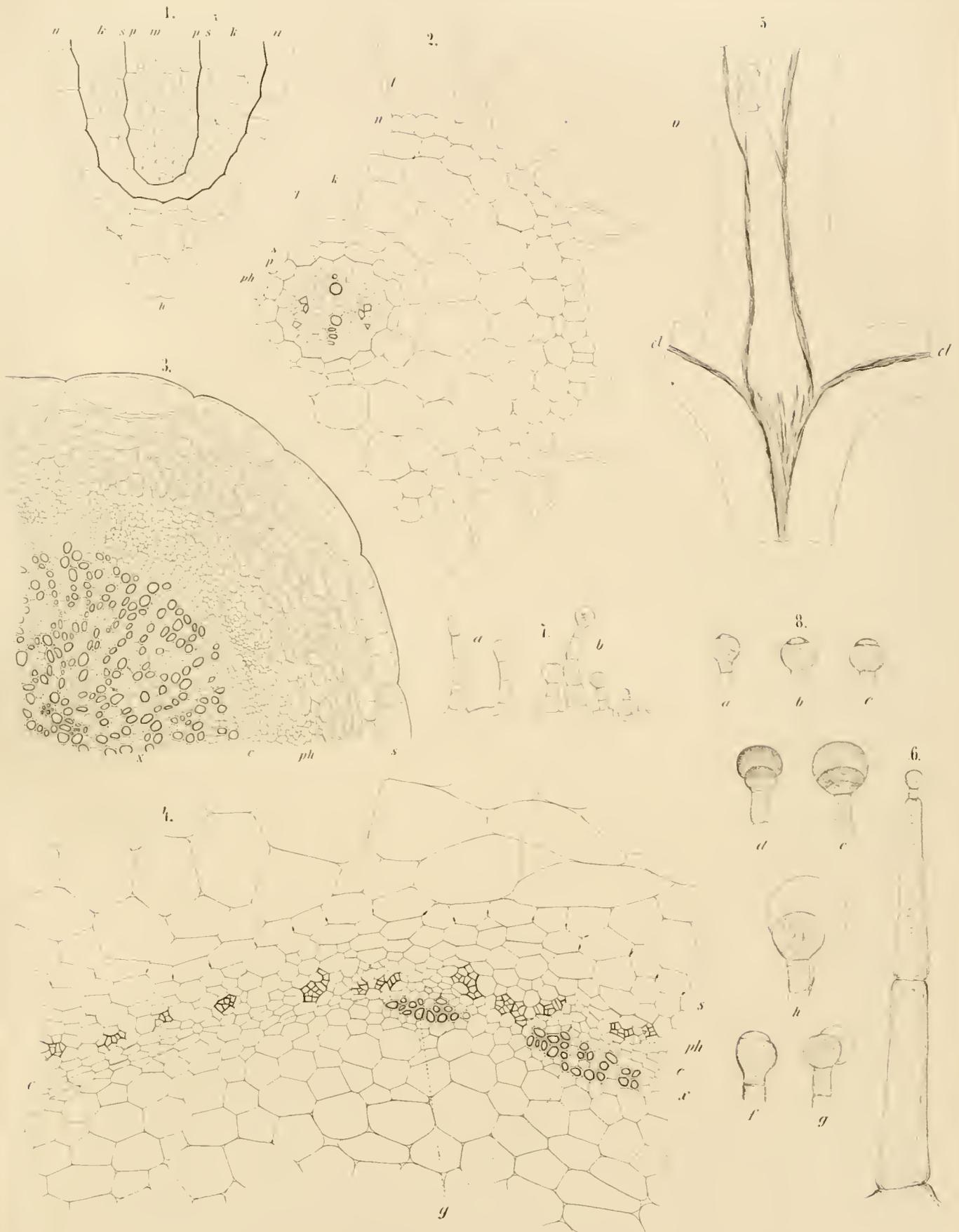
Fig. 6. Schema des Gefässbündelverlaufs des Stengels.

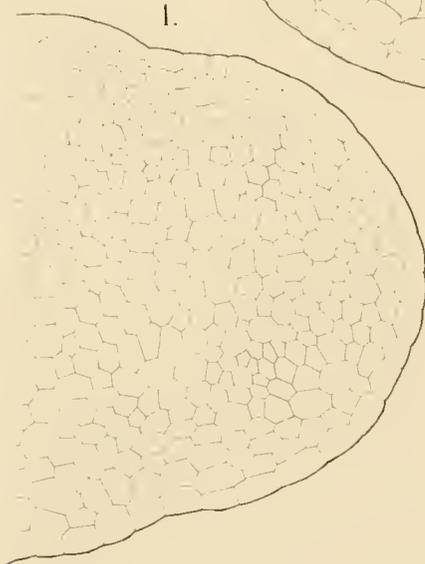
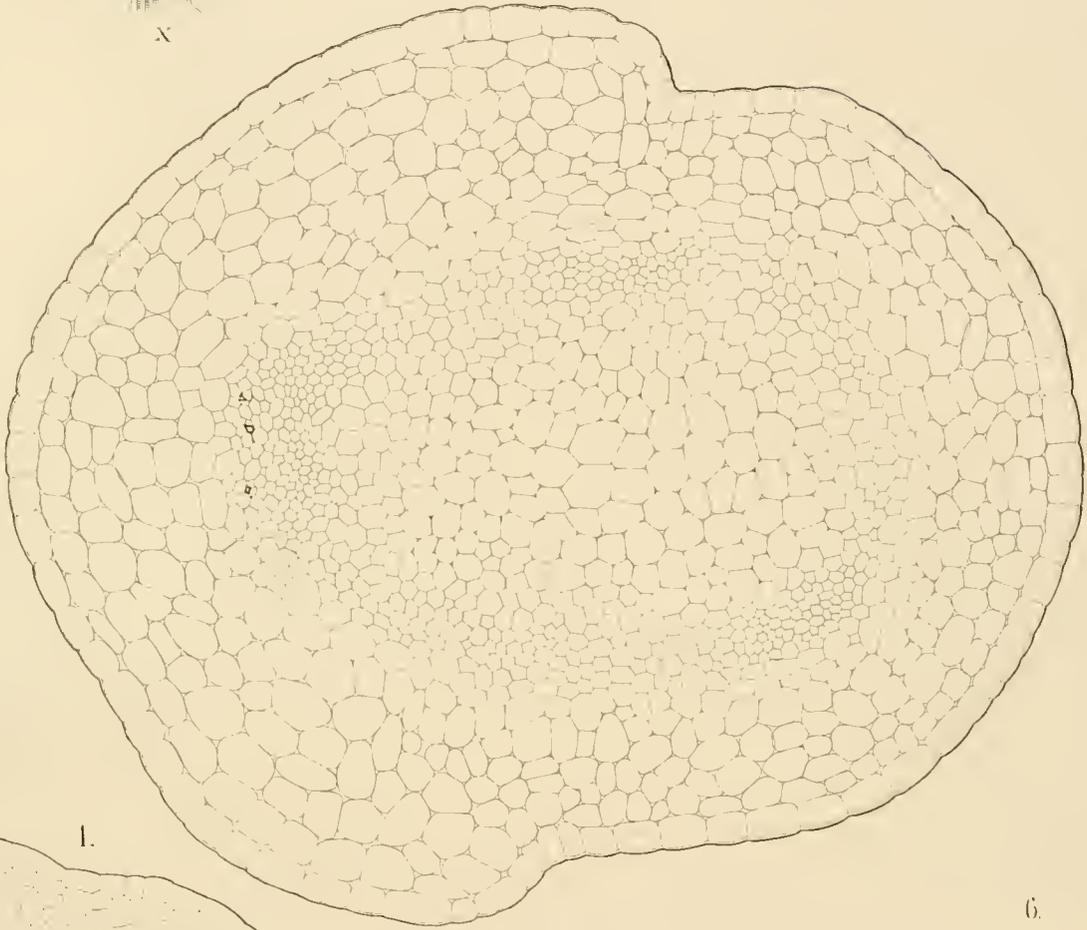
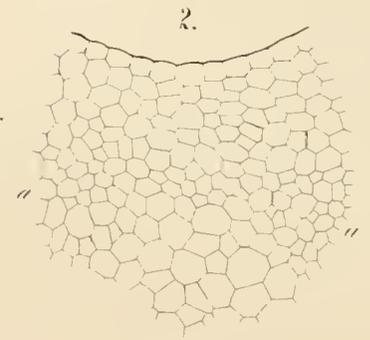
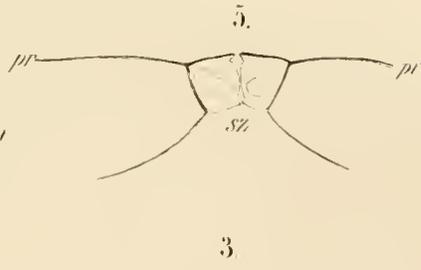
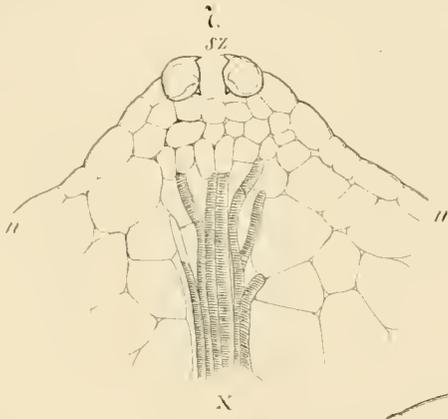
Fig. 7. Peripherischer Querschnittstheil des Stengels mit einem Haar (272).

Fig. 8. Aehnlicher Querschnittstheil mit einer Spaltöffnung (272).

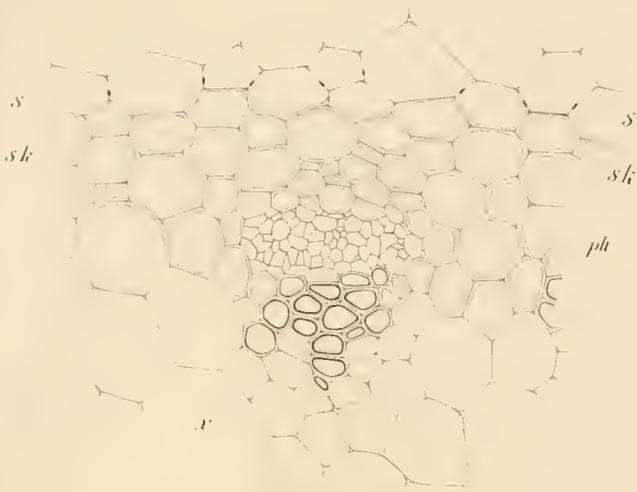
Fig. 9. Köpfchen der Haare von oben gesehen (272).



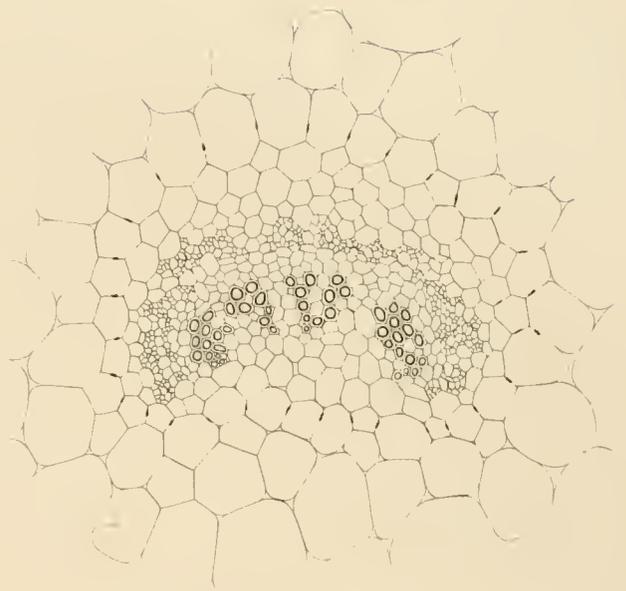




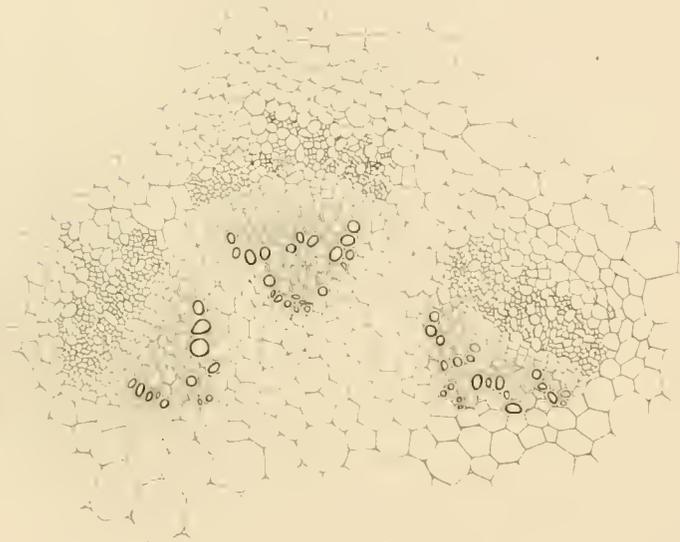
1.



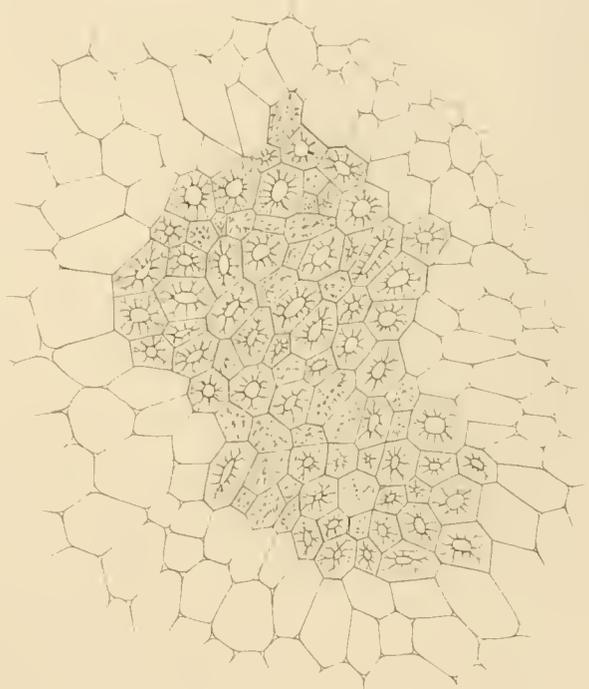
2.



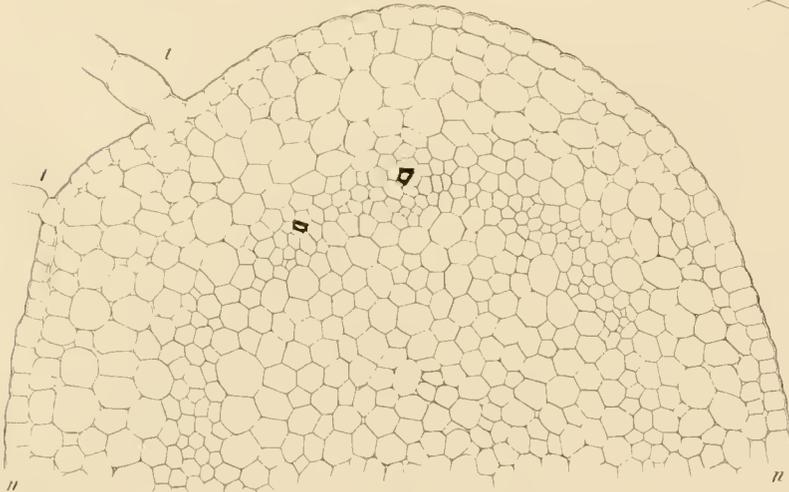
3.



6.



4.



3.

