Über Vorblattbildung bei Monokotylen.

Von **Elisabeth Rüter.**

(Mit 198 Abbildungen im Text.)

Einleitung.

Die Seitenzweige der Monokotylen, die vegetativen sowohl wie die der Infloreszenzen, beginnen in der Regel mit einem Blatte zum Unterschiede von den Dikotylen, die einen doppelten Zweiganfang besitzen. Dieses erste Blatt, das sogenannte Vorblatt, ist gewöhnlich ein trockenhäutiges, kleinbleibendes Niederblatt. Doch kommen Übergänge zu Laubblättern uud voll entwickelte Laubblätter vor. Abgesehen von seiner niedrigeren Ausbildungsstufe unterscheidet sich das Vorblatt von den folgenden Blättern meistens durch seine Stellung zur Hauptachse und seine eigentümliche Gestalt. Es wird als adossiert-zweikielig bezeichnet, adossiert, weil es mit seiner Rückenfläche der Abstammungsachse anliegt, zweikielig, weil es jederseits in einen Kiel ausläuft. Die adaxiale Mitte ist in fertigem Zustande konkav eingebuchtet, genau samt den Kielen der Abstammungsachse angepaßt, ohne Mittelnerv, mit nur schwachen Gefäßbündeln versehen oder gefäßbündelfrei.

Von jeher ist bei Betrachtung dieser Verhältnisse die Frage aufgetaucht: wie ist die eigentümliche zweikielige Gestalt des Monokotylenvorblattes zu erklären? Einerseits wird angenommen, daß der Druck der Abstammungsachse gegen die junge Knospe in den meisten Fällen die Einbuchtung des Vorblattes veranlaßt und die Ausbildung der Mittelrippe verhindert habe. Diese Meinung wird vor allem von den älteren Morphologen vertreten, so von Röper (1834), der eine Reihe anderer Autoren der gleichen Auffassung anführt, wie Kunth, Endlicher, Link, Gay, die Bravais, ferner sind hier Eichler (1875) und Pax (1890) zu nennen. — Eine andere Frklärung sieht Druck- und Raumverhältnisse nicht als die Hauptfaktoren bei der Gestaltung eines Organs an. Bei dem zweikieligen Monokotylenvorblatt handele es sich meistens um zwei ursprünglich gesonderte Blattanlagen in Übereinstimmung mit den zwei Vorblättern der Dikotylen, die gelegentlich auch bei Monokotylen in der Zweizahl auftreten. Die Kiele mit ihren meist kräftigen Gefäßbündeln entsprächen der Mitte der beiden

seitlichen Blattanlagen, die unvollkommen ausgebildete, der Achse zugewandte Mittelpartie der Verwachsungszone der hinteren Ränder. Vergegenwärtigt man sich die Anlage eines typischen Monokotylenlaubblattes, z. B. das einer Graminee, das zunächst als halbkreisförmiger Wulst angelegt wird, der sich später zum Ringwall schließt, so ist eine derartige Verwachsung der beiden, annähernd auf gleicher Höhe anzunehmenden Vorblattanlagen sehr wohl denkbar. Diese zweite Auffassung findet sich ebenfalls in der älteren und neueren Literatur vertreten, so, wie Röper (1834) angibt, bei Turpin, Schleiden, zum Teil bei Robert Brown, bei Döll (1843), ferner bei Dutailly (1879), van Tieghem (1897), und Goebel (1888—1895—1898—1901).

So läuft die Frage nach der Entstehung der eigentümlichen Gestalt des Vorblattes letzten Endes auf die Frage hinaus: Ist das Vorblatt als ein einziges Blatt aufzufassen, oder ist es ein durch Verwachsung entstandenes Doppelorgan?

Einer tieferen Bedeutung kommt dieser Frage zu, insofern, als das Vorblatt oft mit dem Kotyledo verglichen worden ist. Auch bei diesem ist die Frage, ob hier ein einheitliches Organ oder ein den beiden Kotyledonen der Dikotylen homologes Verwachsungsprodukt vorliegt, verschiedentlich erörtert und zu phylogenetischen Hypothesen über den Ursprung der Monokotylen herangezogen worden (Sargent 1903).

Einer Reihe von Kriterien zur Entscheidung der Frage nach der Ein- oder Zweiwertigkeit des Vorblattes sind aufgestellt worden.

Zunächst läßt sich aus der Gestalt des Vorblattes selber entnehmen, ob ein Verwachsungsprodukt vorliegt oder nicht. Meistens macht es allerdings mit seiner einheitlichen Endigung durchaus den Eindruck eines einzigen Blattes. Dann kommen aber alle Übergänge vor von geringer Einbuchtung bis zu fast völliger Spaltung, so daß kaum ein Unterschied gegenüber gänzlicher Trennung der beiden Vorblatthälften besteht. Wenn selbst in diesem äußersten Falle an der Einheit des Organs festgehalten und die Tatsache der vollständigen Trennung der beiden Vorblattanlagen als „kongenitales Dédoublement“ bezeichnet wird, so ist nicht viel damit erklärt. Auf Zerreißung beruhende Zweiteilung des Vorblattes scheidet natürlich aus.

Ferner kann die Anreihung der folgenden Blätter darüber aussagen, ob das Vorblatt in bezug auf die Blattfolge als ein- oder als zweiwertig gerechnet wird. Bei der für die große Mehrzahl der Monokotylen in Betracht kommenden $^1/_2$-Stellung kann es sich dabei einerseits um in die Mediane des Sprosses fallende Distichie, anderer-

seits um transversale handeln. Im ersten Falle würde das Vorblatt als ein Blatt rechnen, im zweiten Falle als zwei. Bei Anschluß eines zweigliederigen Quirls sollte bei einem Vorblatte Querstellung des ersten Quirls zur Hauptachse erwartet werden, bei zwei Vorblättern mediane Stellung entsprechend den bei Blüten geltenden Regeln. Zwischenstellungen bei Alternation zwischen 90° und 180° sowie höhere Divergenzen sagen über die Wertigkeit des Vorblattes nichts aus.

Von Bedeutung ist ferner Stellung und Zahl der Achselprodukte des Vorblattes. Entspricht das Vorblatt einem Blatte, so müßte der Achselsproß in seine Mediane fallen. Sind zwei Vorblätter anzunehmen, sollte man den Achselsproß vor einem der Kiele als der Mitte einer der beiden seitlichen Blattanlagen erwarten. Es würden in diesem Falle ein fertiles und ein steriles Vorblatt vorhanden sein. Sind beide Vorblatthälften fertil, ist der deutlichste Beweis für die Zweiwertigkeit gegeben.

Einen weiteren Anhaltspunkt zur Entscheidung der Wertigkeit liefert die Entwicklungsgeschichte, häufig nur in schnell vorübergehenden Stadien.

Von Wichtigkeit ist ferner der Vergleich der Vorblattverhältnisse nahe verwandter Pflanzen, daneben der Vergleich der Vorblätter an einer und derselben Pflanze. Diejenigen der vegetativen Zweige der Infloreszenzen und Einzelblüten sind häufig an Zahl, Stellung und Ausbildung verschieden voneinander. Dabei müssen die Verhältnisse an der Infloreszenz als die ursprünglicheren, weniger angepaßten angesehen werden.

Alle diese Kriterien sind bei der speziellen Untersuchung, die den ersten Teil der Arbeit ausfüllt, berücksichtigt worden.

Der zweite Teil gibt eine Zusammenfassung der Resultate des speziellen Teiles, einmal in bezug auf die Hauptfrage nach der Wertigkeit, ferner in bezug auf die morphologische Gestaltung des Vorblattes und seine biologische Funktion.

In ihrer am häufigsten vorkommenden Gestalt als Niederblätter stellen die Vorblätter nach Goebel (1880) Hemmungsbildungen dar, metamorphosierte Laubblattanlagen wie die Knospenschuppen. Es liegt die Frage nahe, ob es möglich ist, sie in Laubblätter überzuführen, wie es Goebel (1880) für die Knospenschuppen dikotyler Pflanzen gelungen ist. Einige wenige Versuche zur Entscheidung dieser Frage sollen zum Schlusse erwähnt werden.

I.

Der spezielle Teil gibt einen Überblick über die Vorblattbildung in den Hauptfamilien der Monokotylen. — Es sind im allgemeinen so-

wohl die vegetativen wie die Infloreszenzzweige berücksichtigt worden. Doch geschah dies durchgehends nicht bei der großen Familie der Gräser, da die Palea superior schon vielfach eingehende Untersuchungen erfahren hat. Nur die Infloreszenzvorblätter der einjährigen Gräser Zea und Coix wurden eingehender besprochen.

Helobiae.

Alismaceae.

Limnocharis — Butomus.

Bei den Butomaceen finden sich an den axillären gestielten Infloreszenzen keine eigentlichen Vorblätter, sondern Hochblätter in spiraliger Anordnung, die Einzelblüten bei Limnocharis, Schraubeln bei Butomus in ihrer Achsel tragen. Die am tiefsten stehenden hüllen die junge Infloreszenz ganz ein. Innerhalb der Schraubeln von Butomus findet sich ein seitliches Vorblatt, wie auch Eichler (1875) angibt.

Sagittaria natans (Fig. 1, 2. 3).

Der vegetative Fortsetzungssproß in der Achsel des letzten Laubblattes beginnt mit einem adossierten, nur schwach gekielten Vorblatte. Es ist ein chlorophyllarmes Niederblatt ($^1/_2$ cm) mit reduzierten unverholzten Gefäßbündeln auf den Seiten. Die Mitte ist gefäßbündellos. Es endigt mit einfacher Spitze. In jüngsten Stadien tritt es als gleichförmiger Ringwall auf, aus dem der Vegetationsscheitel frühzeitig hervorragt. Als Schutzorgan kommt es bei der an sich geschützten Lage der Knospe weniger in Betracht. Die folgenden Blätter stehen zum Vorblatt und untereinander in Divergenzen, die kleiner sind als $^1/_2$. — Die Infloresenzenzen von Sagittaria sind vorblattlos. Doch sei zum Vergleich Alisma plan-

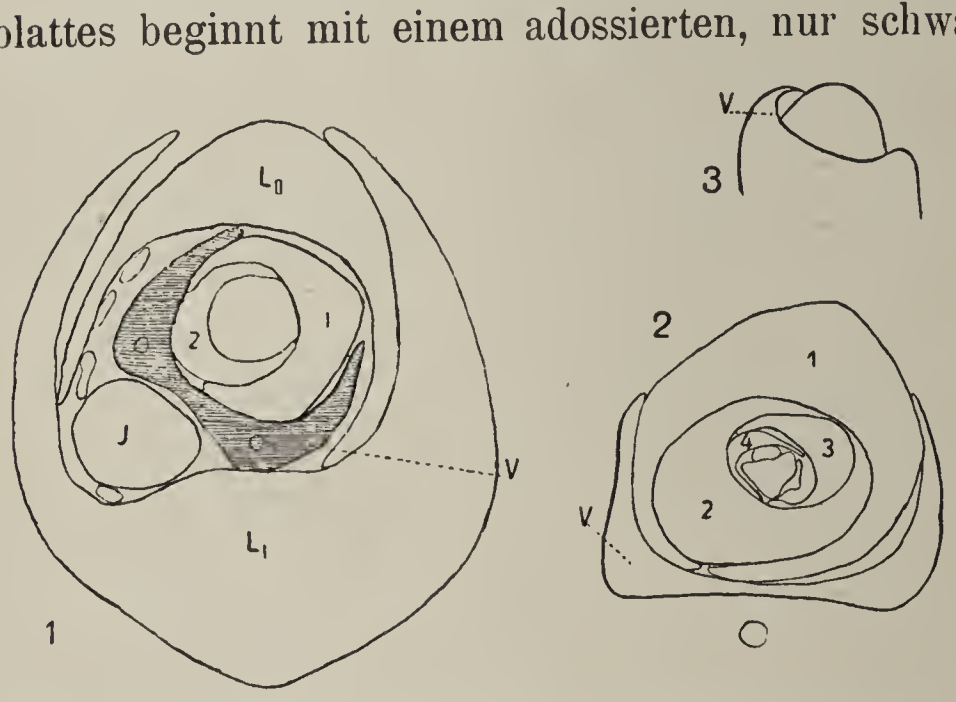


Fig. 1—3. Sagittaria natans. **1** Querschnitt durch den ganzen Sproß. *V* Vorblatt (dieselbe Bezeichnung auf allen folgenden Abbildungen), *L* Laubblatt, *J* Infloreszenz (terminal). **2** Querschnitt durch den Fortsetzungssproß. **3** Jüngerer Fortsetzungssproß mit Vorblattanlage.

tago herangezogen. An der gestielten axillären Infloreszenz, die hier wie bei Sagittaria von drei miteinander verwachsenen Hochblättern eingehüllt wird, beginnen die Seiteninfloreszenzen in deren Achsel mit adossiertem, deutlich zweizipfeligem Vorblatte. Die stärker entwickelte, weiter umgreifende Seite trägt eine Blüte als Achselprodukt. Eichler (1875) gibt zwei seitliche Vorblätter an, die an dem Primanzweig miteinander verschmolzen seien, und auch Buchenau (1903) sieht das adossierte Grundvorblatt der Seiteninfloreszenz als Verwachsungsprodukt an.

Juncaginaceae. Triglochin (Fig. 4, 5, 6, 7).

Bei Triglochin maritima und palustre beginnt der gleichfalls in der Achsel des obersten Laubblattes auftretende Fortsetzungssproß mit einem voll entwickelten Laubblatte, das sich in keiner Weise von den übrigen unterscheidet. Raunkier bezeichnet den Fortsetzungssproß als vorblattlos, da er das Laubblatt nicht als eigentliches Vorblatt ansieht. Auf jungen Stadien fand ich die Scheide des Laubblattes stark entwickelt und als schützende Hülle die junge Knospe umgeben. Das folgende, oft einzige Laubblatt innerhalb des Fortsetzungssprosses alterniert mit dem Vorblatt. Bei weiterer Verzweigung aber fand ich es mitsamt dem ganzen jungen Sproßsystem seitlich verschoben. Es kommt hier schon der später schaufelförmige Wuchs des Triglochinrasens zum Ausdruck. — An den zu Ausläufern werdenden Knospen tieferer Blattachseln finden sich adossierte, zweikielige Nederblattvorblätter. Ihre Endigung ist in jüngsten Stadien einheitlich. Die Stellung der folgenden Blätter liegt zwischen 180° und 90°. — Die Infloreszenzen von Triglochin sind vorblattlos.

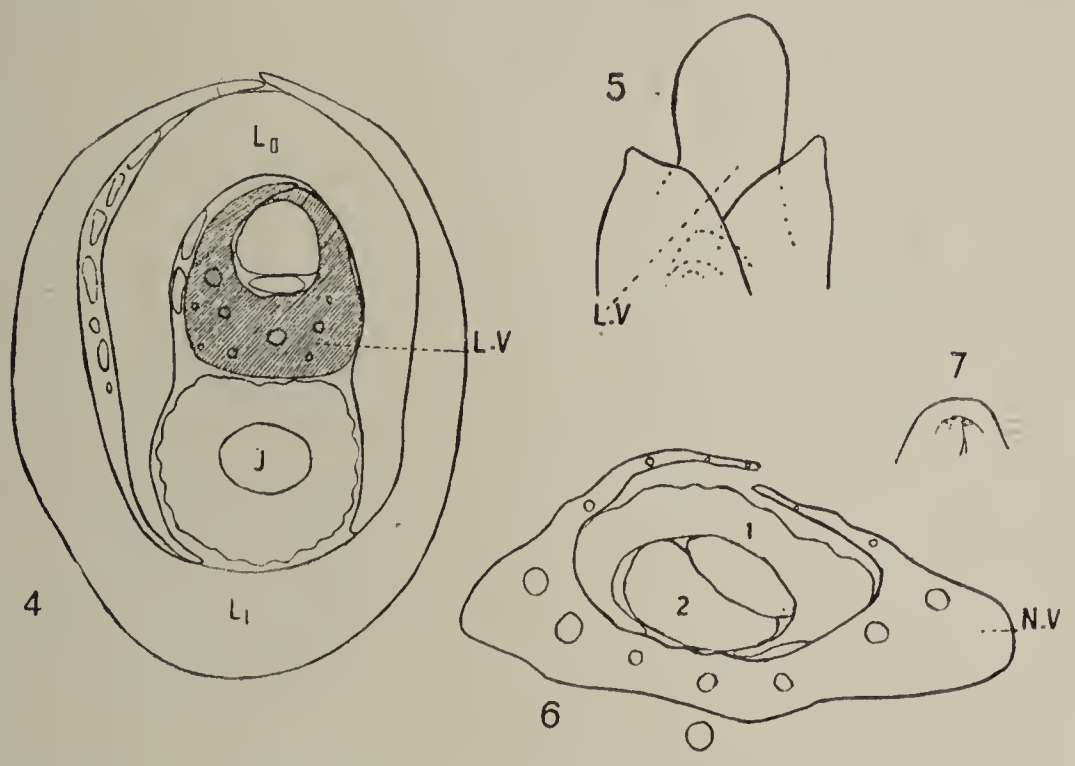


Fig. 4—7. Triglochin maritimum. **4** Querschnitt durch den ganzen Sproß mit Fortsetzunzssproß in der Achsel von *L, LV* Laubblattvorblatt, *J* terminale Infloreszenz. **5** Junger Fortsetzungssproß, eingehüllt vom Laubblatt-Vorblatt. **6** Ausläuferknospe mit Niederblatt-Vorblatt *N-V*. **7** Tr. palustre, jüngere Ausläuferknospe.

Potamogetonaceae.

Potamogeton (Fig. 8—11).

Hier findet sich ein kleines schuppenförmiges, ungekieltes Vorblatt. Es folgen Niederblätter in unbestimmter Anzahl in ½ Divergenz. Bei P. lucens fand ich das Vorblatt von jüngsten Stadien an einheitlich endigend. Bei P. natans und alpinus ist im ausgewachsenen Zustande geringe Zweizipfeligkeit vorhanden. Ein ganz junger Achselsproß von P. alpinus zeigte die beiden Vorblattanlagen gesondert. Adaxial begannen sie eben erst sich entgegenzuwachsen. Bei Zannichellia palustris fand ich dieselben Verhältnisse wie bei Potamogeton in Übereinstimmung mit Raunkiaers Angabe. Dort findet sich eben-

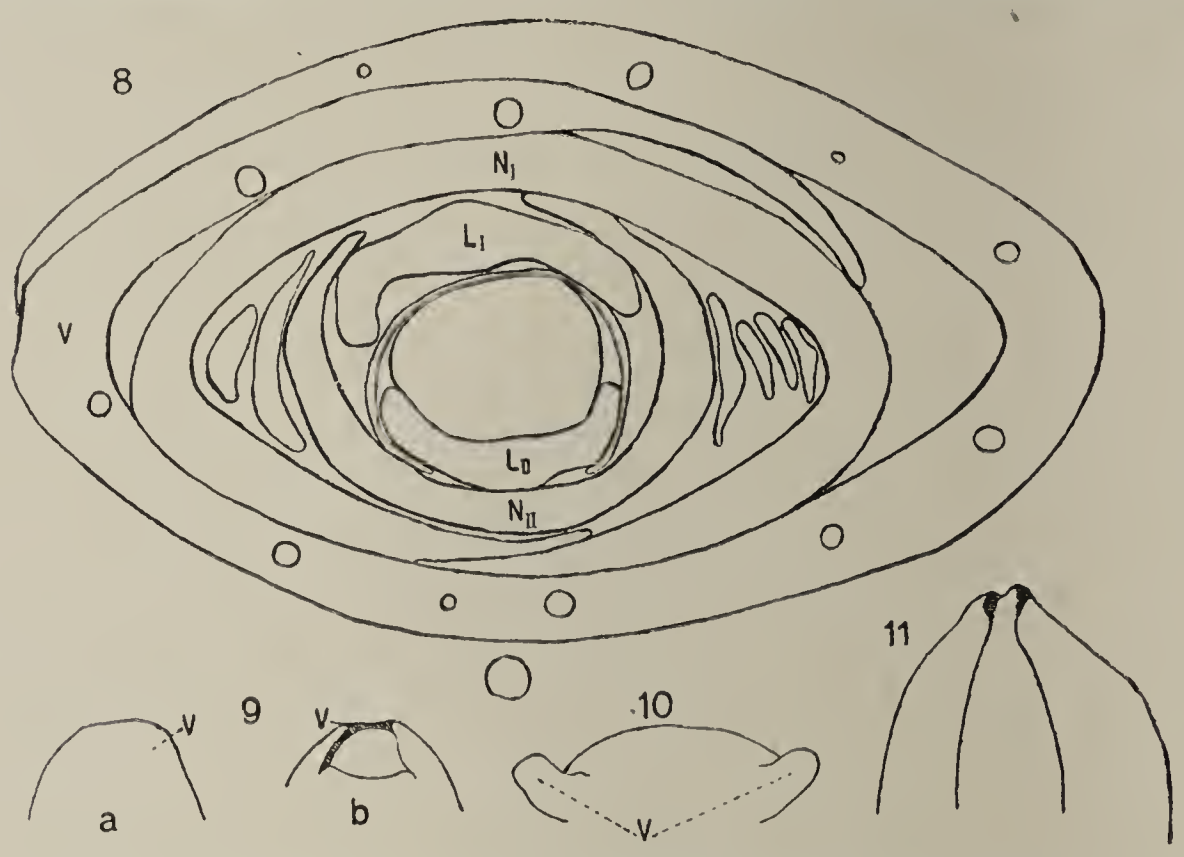


Fig. 8—11. **8** Potamogeton lucens. Querschnitt durch die junge Achselknospe. *N* Niederblatt, *L* Laubblatt. **9** P. lucens, junge Knospe: *a* adaxial, *b* abaxial. **10** P. alpinus, junge Knospe (adaxial) mit Vorblattanlagen. **11** dasselbe, Vorblattendigung.

falls ein adossiertes, ungekieltes Vorblatt, ein kleines zarthäutiges Niederblatt mit abgestumpftem Rande, mit dem das folgende alterniert. So beschreibt es auch Irmisch (1851), fügt aber hinzu: an der Basis des Zweiges unterhalb dieses Scheidenblattes links und rechts nach der Abstammungsachse zu zwei schmale, pfriemenförmige Spitzen wahrgenommen zu haben, die er für Reste eines verkümmerten Vorblattes hält. Diese fand ich nicht.

Ruppia (Fig. 12—13).

Ich untersuchte Knospen in der Achsel der sogenannten Folia floralia, die sich unterhalb der Infloreszenz befinden und als Spatha

diese im jüngeren Zustande einhüllen. Die tief in die Scheide dieser Blätter eingesenkten Sprosse beginnen mit einem schuppenförmigen, nur zwei Zellagen breiten, winzigen adossierten Vorblatte ohne jegliche Gefäße. Schon in jüngsten Stadien bleibt es in der Ausbildung hinter den mit ihm alternierenden, oft einzigen Laubblatte zurück. In älteren Stadien fand ich das Laubblatt mitsamt dem ganzen Achselsproß verschoben.

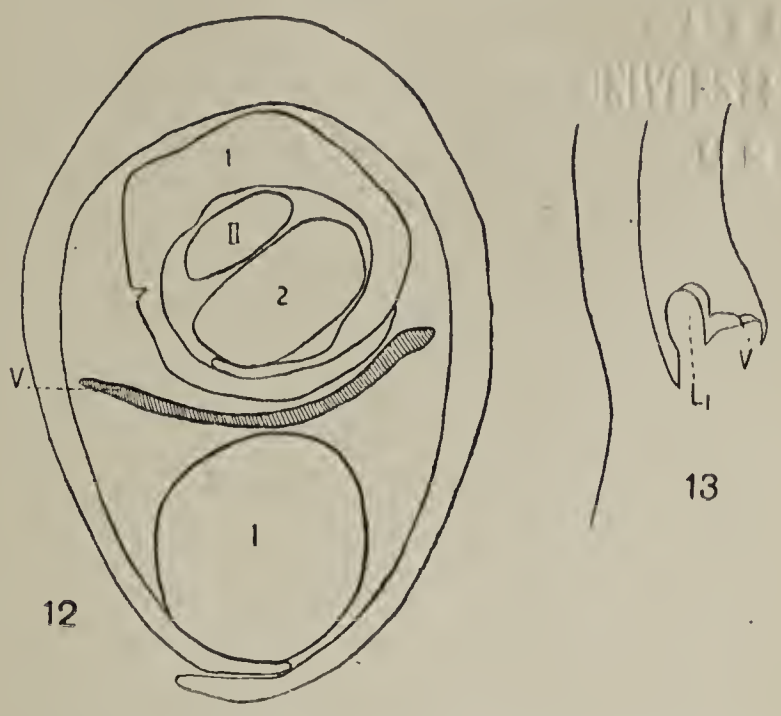


Fig. 12—13. Ruppia. **12** Querschnitt durch den ganzen Sproß. *I, II* aufeinanderfolgende Achsen. **13** Junge Knospe in der Achsel eines Folium florale. *L* erstes Laubblatt.

Najadaceae.

Najas microdon (Fig. 14—15).

Den schief dekussierten Blattpaaren höherer Internodien entspricht das Vorblattpaar an der Basis des Zweiges. Es besteht aus einem schuppenförmigen ersten Niederblatte und einem voll entwickelten Laubblatte. Das

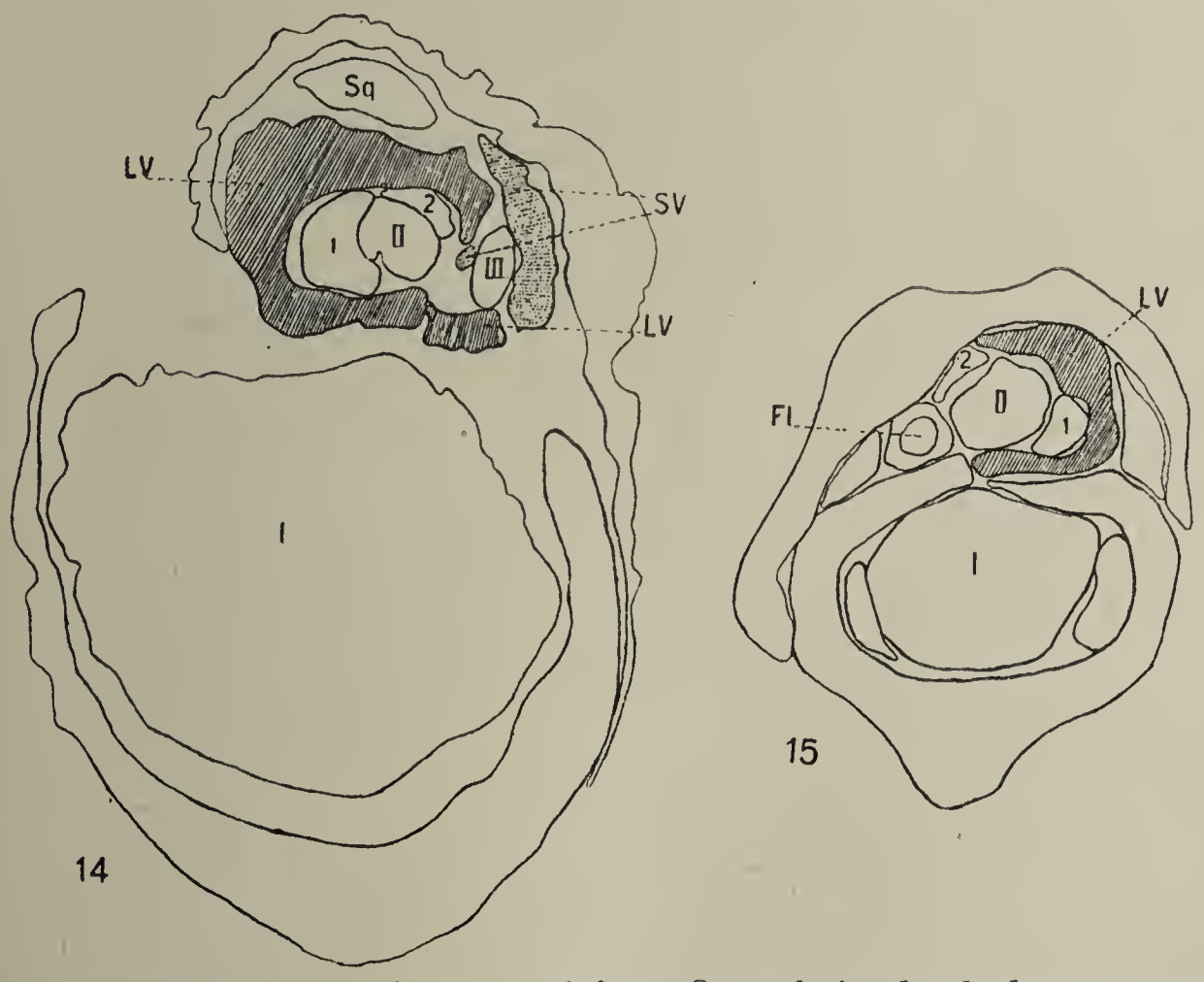


Fig. 14—15. Najas microdon. **14** tieferer Querschnitt durch den ganzen Sproß. *LV* Laubblatt-Vorblatt, *SV* Schuppenvorblatt, *Sq* Sqamula intravaginalis. **15** dasselbe höher, *Fl* Blüte.

Schuppenblatt trägt wie das erste Blatt aller folgenden Blattpaare einen Achselsproß, der mit einem Schuppen- und einem Laubblattvorblatt beginnt. Das Laubblatt umhüllt mit seiner Scheide die Fortsetzung des Sprosses, zu dem es gehört. Die Verhältnisse an höheren Internodien, bei denen sich außer dem Hauptsprosse eine vorblattlose Blüte befindet, haben dazu geführt, die Blüte als terminal anzusehen, die Fortsetzung des Hauptsprosses aber als vegetativen Achselsproß des Laubblattvorblattes, wie es von Irmisch (1865) geschehen ist. Dem widerspricht Magnus (1870), indem er die Verhältnisse, wie sie an der Zweigbasis ganz deutlich zu erkennen sind, auf die höheren Internodien überträgt und die Blüte dem Schuppenblatt mitsamt seinem Achselprodukte gleichsetzt.

Hydrocharitaceae.

Hydrocharis.

Ich untersuchte eine einzeln in der Achsel eines Niederblattes stehende Ausläuferknospe. Diese beginnt oberhalb eines ziemlich hohen Internodiums mit zwei seitlichen Niederblättern, deren erstes die Knospe ringsum einhüllt und sich von dem zweiten durch etwas derbere Beschaffenheit auszeichnet. Das zweite Niederblatt ist immer fertil, indem es einen zum Ausläufer werdenden Sproß in seiner Achsel trägt. In keinem Falle fand ich bei diesen gestielten Einzelknospen ein drittes basilläres Niederblatt, wie es Rohrbach (1871) angibt. Die von Rohrbach zitierte Bemerkung Irmisch's (1865): „Auch bei H. kommen basilläre Niederblätter vor", bezieht sich meiner Meinung nach auf die von Irmisch beschriebenen, nicht gestielten Seitenknospen, wie sie sich zu beiden Seiten eines auf langem Internodium emporgehobenen Mittelsprosses in der Achsel der Laubblätter befinden. — Die ersten Niederblätter aller vegetativen Hauptknospen aufeinander folgender Blattachseln liegen nach derselben Seite hin, meist im Sinne der Blattspirale nach vorwärts. — Die basillären Knospen haben beiderseits ihre ersten Blätter dem Mittelsproß zugewandt. — Die gestielten männlichen Infloreszenzen beginnen mit zwei seitlichen Hüllblättern, die gestielten weiblichen mit einem seitlichen.

Limnobium (Fig. 16).

Hier finden sich ganz dieselben Verhältnisse wie bei Hydrocharis. Ich fand hier auch nur zwei Niederblätter an den gestielten Knospen.

Stratiotes (Fig. 17—20).

Die vegetativen Knospen beginnen mit einem seitlichen, gekielten, häutigen, sehr klein bleibenden Vorblatte. Das zweite, mit ihm alternierende Blatt ist als Laubblatt ausgebildet, die übrigen Blätter folgen in $^2/_5$ Divergenz. Nur auf ganz jungen Stadien überwölbt das Vorblatt die junge Knospe kapuzenartig und trägt Schleim absondernde, lange Haare an seiner Spitze. Die kurzgestielten weiblichen Blüten, an deren Basis sich in der Regel ein vegetativer Beisproß befindet, beginnen mit zwei seitlichen Spathablättern, die größer und reichlicher mit Gefäßbündeln versehen sind als das vegetative Vorblatt.

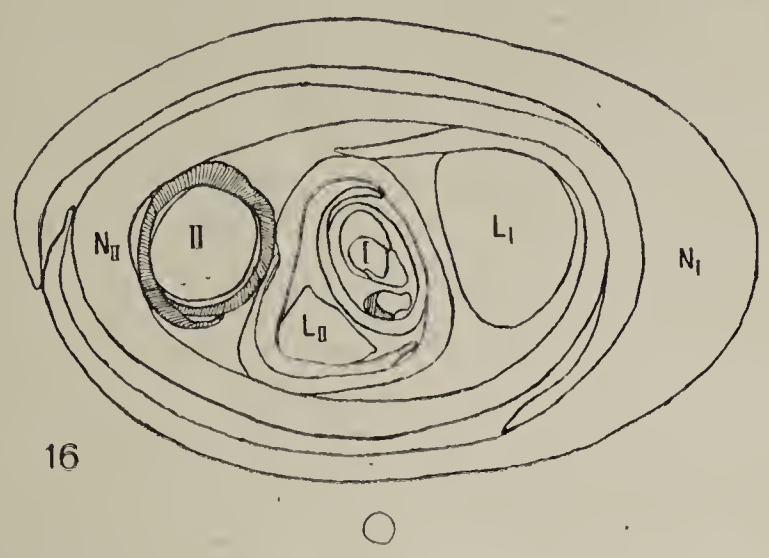
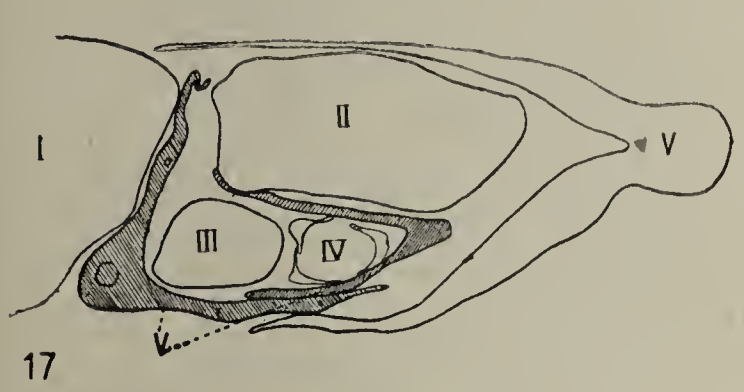
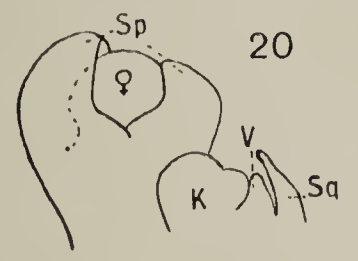
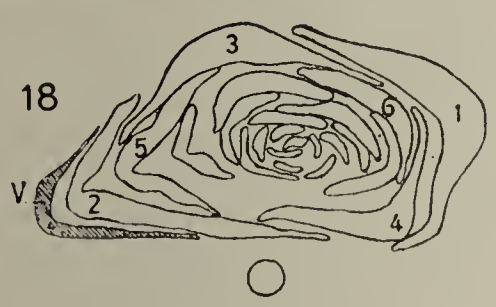


Fig. **16.** Limnobium Boscii. Querschnitt durch eine Ausläuferknospe in der Achsel des 2. Niederblattes. *N* Niederblatt, *L* Laubblatt.







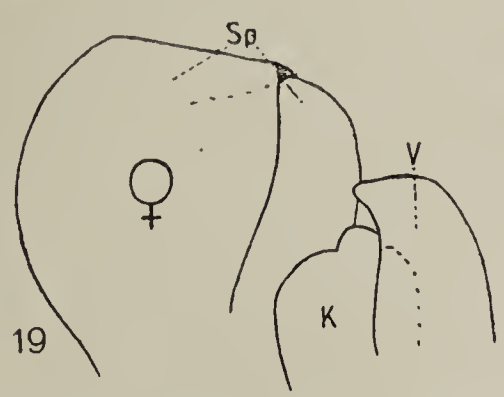


Fig. 17—20. Stratiotes Aloides. **17** Querschnitt durch einen Blütensproß. **18** vegetativer Sproß. **19** Infloreszenzknospe mit vegetativer Beiknospe *K*, *Sp* Infloreszenzspatha. **20** dasselbe, jüngeres Stadium, *Sq* Squamula.

Vallisneria (Fig. 21—24).

Es wurde eine Ausläuferknospe untersucht. Oberhalb des Internodinms befinden sich zwei Niederblattpaare, von denen das erste median, das zweite transversal zur Hauptachse steht. Auffallend ist die Stellung des ersten Niederblattes zu dem Tragblatt der Knospe. Es ist diesem superponiert. Um eine Erklärung hierfür zu finden, wurden

jüngere Ausläuferknospen untersucht, wie sie sich regelmäßig in der Achsel des dritten Niederblattes finden. Die Knospenschar in der Achsel jedes dritten der aufeinanderfolgenden Laubblätter schien weniger hierfür geeignet. Ich beobachtete eine solche Ausläuferknospe auf einem Stadium, auf dem die ersten vier Niederblätter angelegt waren. Das vierte trat eben als Höcker hervor. Das Achselprodukt des dritten Niederblattes, die spätere Ausläuferknospe, war schon ebenso groß wie der Hauptvegetationsscheitel. Dieser befand sich in seitlicher überhängender Lage, nur durch eine seichte Einsenkung von der Ausläuferknospe getrennt. An dieser waren noch keinerlei Blattgebilde sichtbar. Auch auf etwas späteren Stadien nicht, als bereits die Anlage des ersten Laubblattes am Hauptvegetationsscheitel auftrat, auf der Grenze

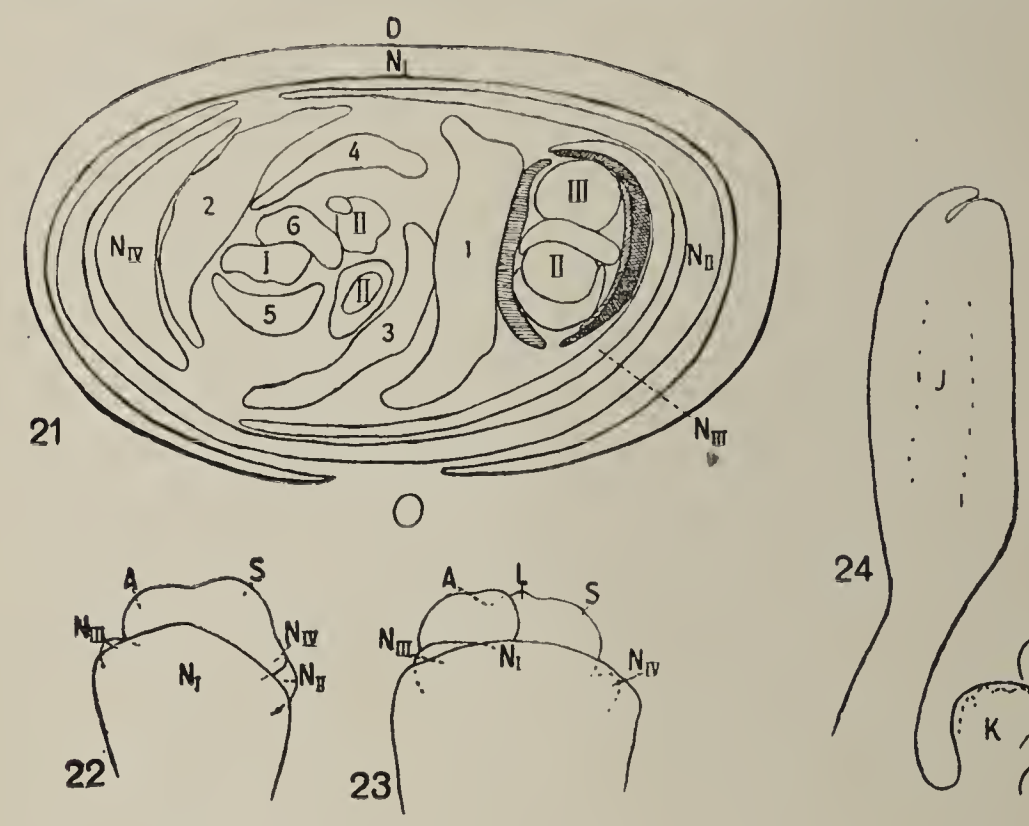


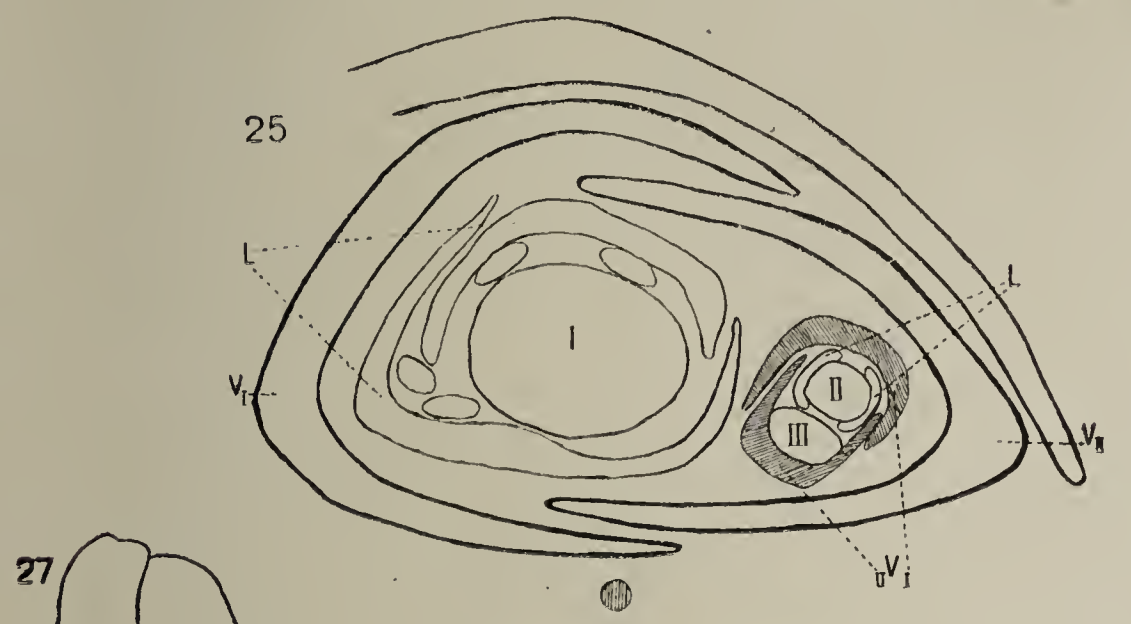
Fig. 21—24. Vallisneria spiralis.
21 Querschnitt durch eine Ausläuferknospe in der Achsel des dritten Niederblattes. *N* Niederblatt.
22 Junge Ausläuferknospe. *A* Achselsproß des dritten Niederblattes. *S* Haupt-Vegetationsscheitel.
23 dasselbe, etwas älteres Stadium. *L* erste Laubblattanlage.
24 Infloreszenzen *J*, vegetative Knospe *K*.

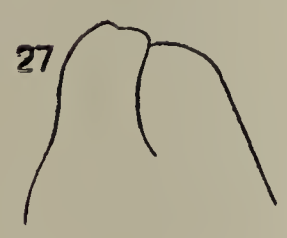
zwischen diesem und dem Fortsetzungssproß. Bei dem engen Zusammenhang zwischen den beiden Sproßscheiteln ist es wohl denkbar, daß die Anlage des ersten Laubblattes physiologisch sowohl zu dem einen wie zu dem anderen gerechnet wird und somit in bezug auf den Achselsproß den Ort einnimmt, der sonst an diesem dem ersten adossierten Blatte zukommt. Rohrbach (1871) meint zwei seitliche Vorblätter ergänzen zu müssen, um diese auffallende Blattstellung erklären zu können. Die Anordnung aber, die er einer Knospenschar, wie sie in den Laubblattachseln auftritt, gibt, wird von Kubin, gleichfalls auf entwicklungsgeschichtlichem Wege, widerlegt. Kubin's Erklärung aber, daß die Ausbildung der Knospen in gekrümmtem Raum vor sich gegangen sei und darauf die mediane Distichie der ersten

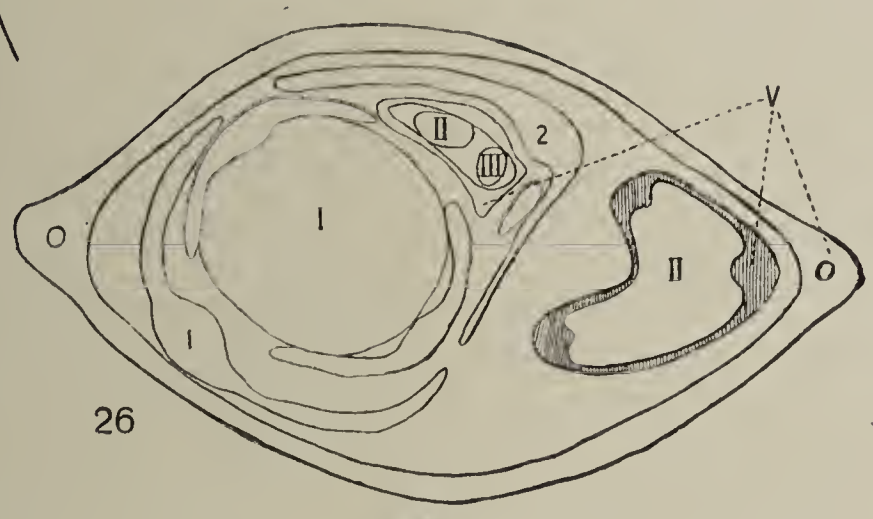
Blätter zurückgeführt werden müsse, trägt zur Deutung der auffallenden Stellung des ersten Blattes nichts bei.

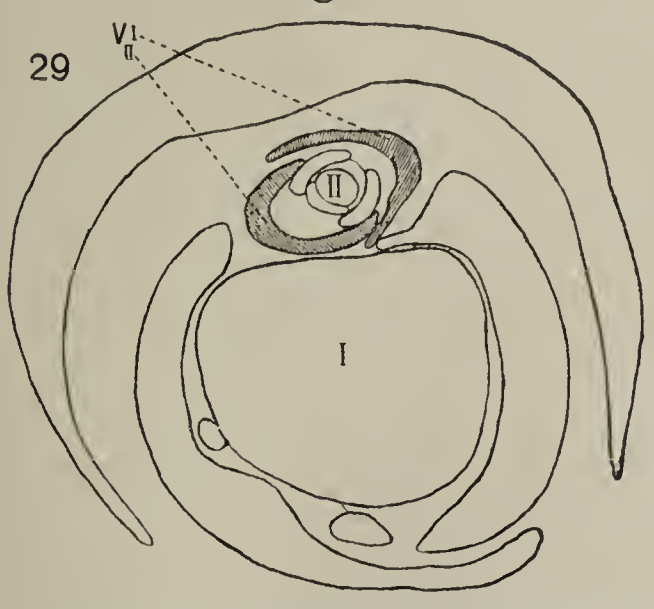
Elodea (Fig. 25—30).

Bei E. canadensis beginnen die Seitensprosse mit zwei, die junge Knospe vollständig einhüllenden, seitlichen Niederblättern. Das folgende









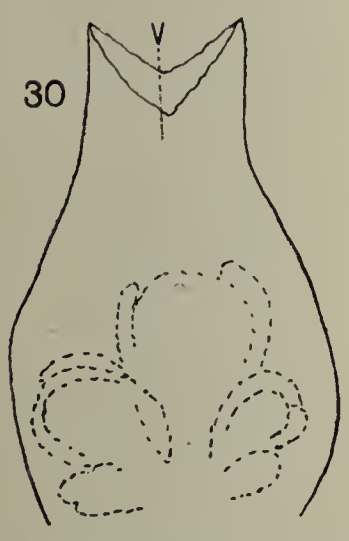
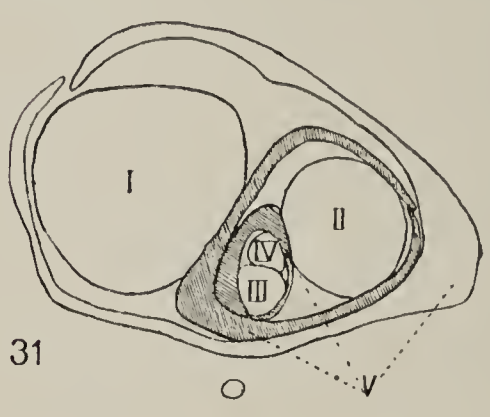


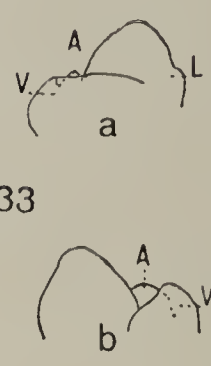
Fig. 25—30. Elodea. **25** E. canadensis, Querschnitt durch die Knospe. *L* Laubblatt. **26** E. crispa, dasselbe. **27** E. crispa, Endigung des verwachsenen Vorblattes. **28** E. crispa, junge Knospe mit tief gespaltenem Vorblatte. **29** E. densa, Querschnitt durch den ganzen Sproß. **30** E. densa, Infloreszenz mit geschlossener Scheide.

Blattpaar steht schief dekussiert zu diesen. Das zweite Niederblatt des ersten Paares trägt einen Achselsproß, der wiederum mit zwei seitlich zu seiner Hauptachse stehenden Niederblättern beginnt. — Horn (1872) beobachtete am Grunde des geschlossenen, zweizähnigen Infloreszenzvorblattes von E. canadensis links und rechts von den beiden, den Zähnen entsprechenden Fibrovasalsträngen je zwei stipulae interfoliaceae, Intravaginalschuppen die bisweilen miteinander verschmolzen waren. Wenn er auch die erste Anlage der Blütenscheide als ringförmigen Wulst von überall gleicher Höhe ausgebildet fand, zweifelt er nicht an der Doppelwertigkeit dieses Blattgebildes.

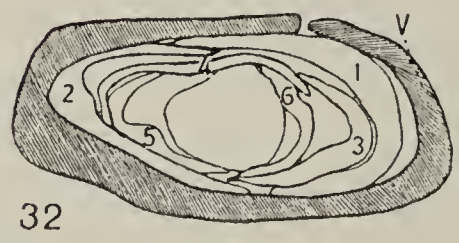
Ein analoges Verwachsungsprodukt stellt das adossierte, zweikielige Vorblatt von E. crispa dar. Es ist ringsum geschlossen. Je ein Leitzellenstrang liegt auf jedem Kiel. Die Spitze ist deutlich zweizipfelig. In jungen Stadien sind zwei fast völlig getrennte, seitliche Blätter zu sehen. Die Stellung der folgenden Blattpaare zu den beiden Vorblattanlagen, wie sie hier angenommen werden müssen, ist ganz die gleiche, schief dekussierte wie bei E. canadensis. Das Achselprodukt steht auch hier seitlich vor einem der Vorblattkiele, der aber im übrigen nicht von dem anderen unterschieden ist.



31



33



32

Fig. 31—33. Hydrilla verticillata. **31** tiefer Querschnitt durch eine Achselknospe. **32** Querschnitt durch eine Winterknospe. **33** junge Knospe, *a* ad-. *b* abaxial, *A* Achselsproß des Vorblattes, *L* Anlage des ersten Laubbiattes.

Bei E. densa sind an der vegetativen und Infloreszenzknospe ganz die gleichen Verhältnisse wie bei E. canadensis.

Hydrilla (Fig. 31—33).

Ich kann hier der Eichler'schen (1875), sowie der von Caspary (1858) gegebenen Beschreibung eines adossierten, einnervigen Vorblattes nicht beipflichten. Ich fand ein seitlich stehendes, was sehr deutlich auf jüngsten Stadien zu sehen war, auf dem sich das Vorblatt schon ziemlich weit entwickelt fand und einen kräftigen Achselsproß trug, während sich auf der entgegengesetzten Seite des Vegetationsscheitels eben erst die erste Laubblattanlage hervorwölbte. Auf

Querschnittsbildern älterer Knospen fand ich das erste Blatt dem Vorblatt diametral gegenüber, etwas nach vorne verschoben. Der erste Laubblattquirl hat $^1/_3$-Stellung, wie es auch Caspari angibt, während die weiteren Quirle höherzählig werden. Das Vorblatt bleibt klein, schwach grün; ich fand keine Gefäßbündel. In jüngsten Stadien hüllt es die Knospe ganz ein. Bei den Sommerknospen klaffen die Ränder bis zum Grunde auseinander. Bei den Winterknospen fand ich sie weit hinauf verwachsen. Hier hat das Vorblatt mehr die Gestalt eines adossierten, aber die Stellung des ersten Blattes ist dieselbe wie bei dem seitlichen, und in jüngsten Stadien war kein Unterschied in der Anlage beiderlei Vorblätter zu erkennen. — Für die Infloreszenzspatha gibt Eichler an, daß sie anfangs geschlossen, später in zwei Lappen zersprengt sei.

Glumiflorae.

Juncaceae.

Juncus glaucus (Fig. 34—36).

Die Vorblätter der vegetativen und der Infloreszenzzweige sind einander sehr ähnlich. Beide sind adossiert-zweikielig. Buchenau

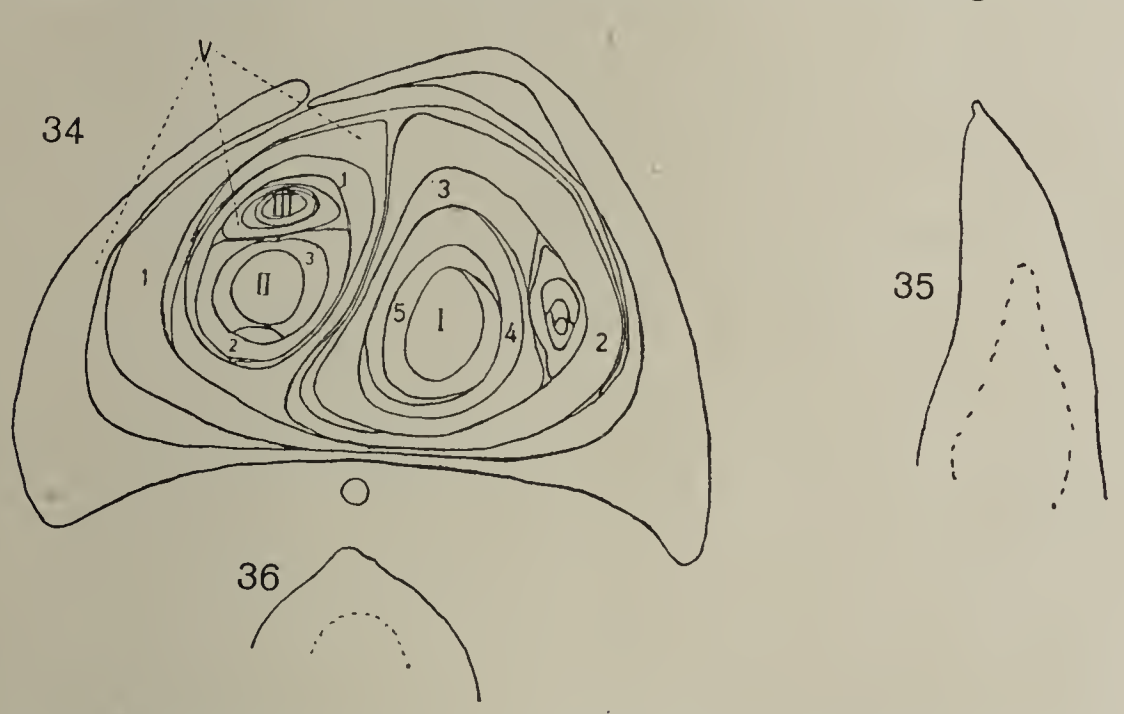


Fig. 34—36. Juncus glaucus. **34** Querschnitt durch eine vegetative Knospe in der Achsel eines Niederblattes. **35** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt. **36** noch jüngere Knospe.

(1865) beschreibt das Infloreszenzvorblatt als häutige Scheide, die oft in zwei Spitzen ausläuft. — Das vegetative Vorblatt ist ein braunes, stark versklerenchymtes Niederblatt, in dem ich keine Gefäßbündel wahrnehmen konnte, und endigt mit lang ausgezogener Spitze, die den folgenden Blättern fehlt. Es bleibt auffallend klein (bis $^1/_2$ cm). In

bezug auf die Größenentwicklung des Vorblattes besteht hier offenbar eine Korrelation mit den folgenden Blättern. Ist wie hier eine größere Anzahl Niederblätter vorhanden und somit die embryonale Wachstumszone an der Basis des Hauptstengels genügend geschützt, bleibt das Vorblatt klein. Die folgenden Blätter stehen in transversaler Distichie zum Unterschiede gegenüber der medianen bei der Infloreszenzknospe. Bei beiderlei Knospen geschieht die weitere Verzweigung aus den folgenden Niederblättern.

Cyperaceae.

Scirpus (Fig. 37—38).

Das adossierte, zweikielige Vorblatt ist hier im Verhältnis zu anderen Cyperaceen verhältnismäßig groß (über 2 cm). Niederblätter fehlen hier ganz, und das Vorblatt übernimmt allein den Schutz der Stengelbasis. Es findet sich also hier ein entgegengesetztes Verhalten wie bei Juncus. Die Endigung des Vorblattes ist einheitlich, mit lang ausgezogener Spitze wie ebenfalls bei Juncus. Der Achselsproß des Vorblattes liegt vor einem der Kiele. Bei aufeinanderfolgenden Vorblättern sind immer die gleichen Hälften fertil. Es liegt hier also schraubelige Verzweigung vor.

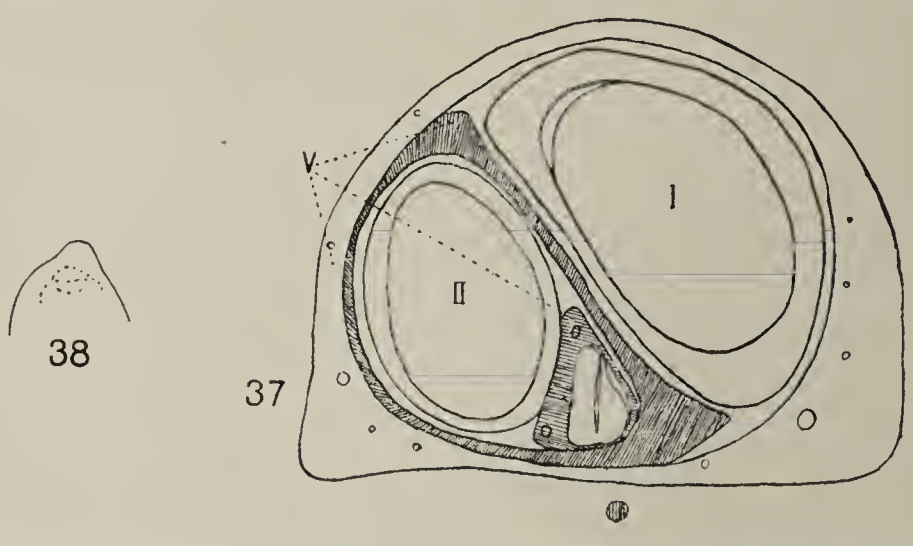


Fig. 37—38. Scirpus prolifer. **37** tiefer Querschnitt durch einen Achselsproß. **38** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt.

Isolepis.

Hier finden sich ganz dieselben Verhältnisse wie bei Scirpus.

Fuirena (Fig. 39—42).

An dem adossierten, zweikieligen, vegetativen Vorblatt findet sich eine eigentümliche Bildung an der Spitze. Das Vorblatt läuft hier in zwei Seitenflügeln aus, zwischen denen sich ein kragenförmiges Gebilde mit abaxialem Schlitz befindet. Nach Anlage und Ausbildung muß dieser mittlere Teil als Ligula aufgefaßt werden, wie sie auch an den Laubblättern von Fuirena auftritt. Die Größenunterschiede zwischen

den Flügeln und der Ligula sind verschieden. In jüngsten Stadien ist die Ligula allein entwickelt. Von den Flügeln wächst zuweilen nur einer aus. In der allerjüngsten Anlage zeigt sich das Vorblatt als einheitlicher Ringwall. Trotz seiner geringen Größe ($^1/_2$ cm) und anatomisch reduzierten Ausbildung mit wenig Chlorophyll und Gefäßbündeln ist das Vorblatt dennoch in seiner morphologischen Ausbildung ziemlich weit vorgeschritten, indem es wie die Laubblätter eine Ligula und in den Flügeln Spreitenteile besitzt. Auffallend ist hierbei, daß eigentlich zwei Spreiten vorhanden sind. Verständlich wird diese Tat-

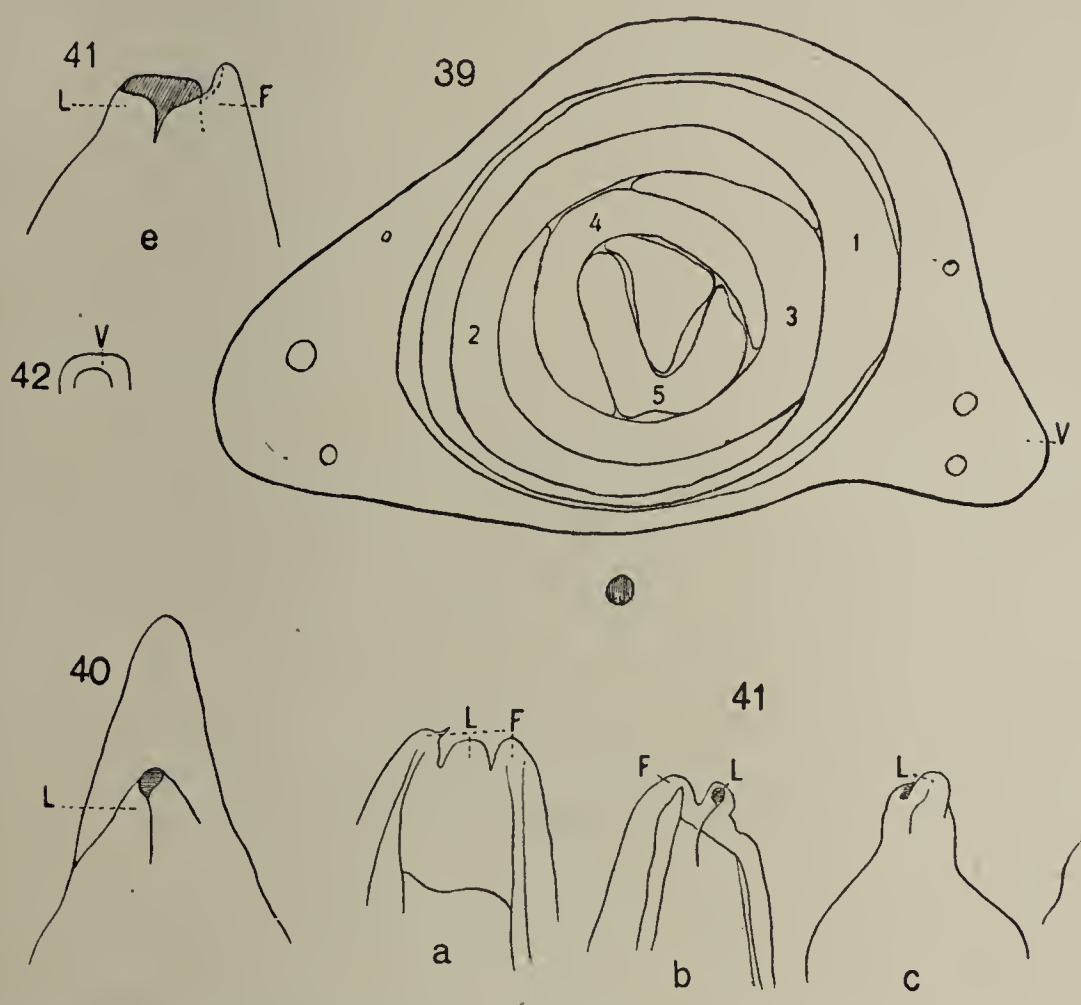


Fig. 39—42. Fuirena simplex. **39** Querschnitt durch einen Achselsproß. **40** Laubblatt mit Ligula *L*. **41** Vorblätter, *a* Endigung eines ausgewachsenen, *b*, *c*, *d*, *e* jüngere, *L* Ligula, *F* Flügel. **42** junge Knospe mit Vorblattanlage.

sache, wenn zwei Vorblattanlagen angenommen werden, deren Ligulae median-adaxial verwachsen sind. Die übrigen Blätter folgen auf das Vorblatt in der für die Cyperaceen typischen $^1/_3$-Stellung. — Das zarthäutige, adossierte Infloreszenzvorblatt ist klein und im anatomischen Bau reduzierter als das vegetative.

Cyperus alternifolius (Fig. 43—46).

Hier haben die adossierten Vorblätter neben ihrer eigentlichen Funktion als Knospenschutz noch eine andere übernommen, der sie in eigenartiger Weise angepaßt sind. Junge Knospen in der Achsel von

Laubblättern zeigten starke adaxiale Anschwellung und auf Querschnitten große Interzellularen. Sie dienen, wie Goebel (1898) beobachtet hat, als Schwellkörper, um die Laubblätter in gespreizte Lage

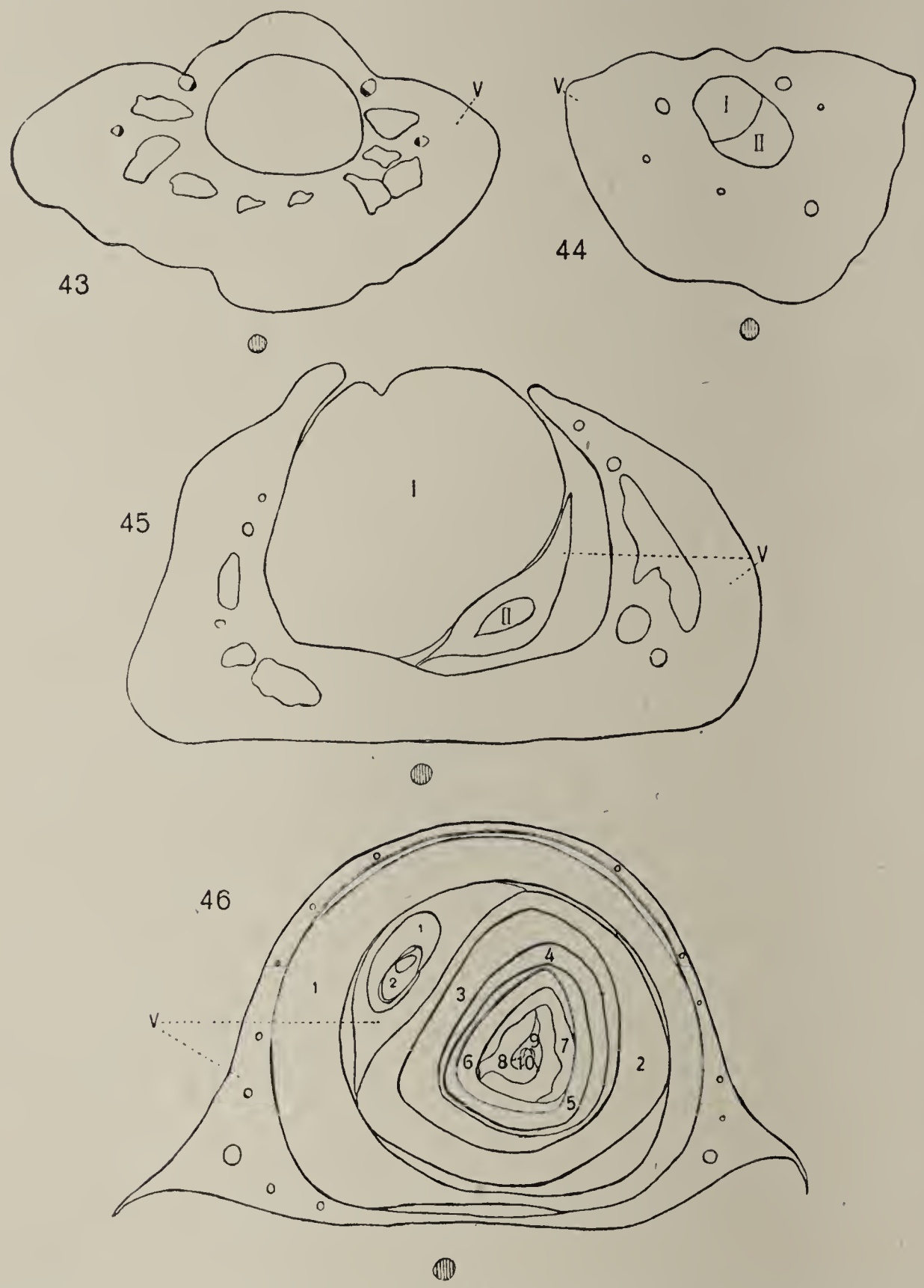


Fig. 43—46. Cyperus alternifolius. **43** Vorblatt einer Infloreszenzknospe mit verdickter adaxialer Partie. **44** Infloreszenz, basaler Querschnitt. **45** ältere Infloreszenzknospe. **46** vegetative Knospe.

zu bringen. Auf älteren Stadien fand ich bei diesen Infloreszenzen tragenden Knospen die typisch adossierte, zweikielige Gestalt des Vorblattes wieder. Nur daß es noch große Interzellularen aufwies und viel breiter war als das schmale Vorblatt einer rein vegetativen Knospe.

Die Vorblätter erreichen nur geringe Größe ($1\,^1/_2$ cm), und die Endigung ist einheitlich bei dem vegetativen und dem Infloreszenzvorblatt. In jüngsten Anlagen zeigt sich ein gleichmäßiger Ringwall. Die Stellung der auf das Vorblatt folgenden Blätter ist nach $^1/_3$ Divergenz. Vor dem einen Kiele des Infloreszenzvorblattes findet sich ein Achselsproß, der sich zu einer rein vegetativen Knospe entwickelt, wie sie zahlreich in der Blütenregion vorkommen und dort zu bewurzelten Pflanzen auswachsen. Innerhalb der vegetativen Knospe findet weitere Verzweigung aus der Achsel des ersten Blattes statt.

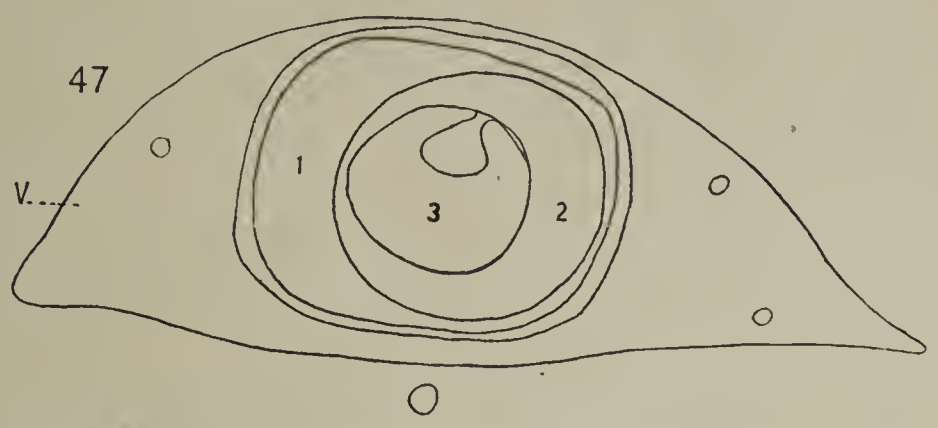


Fig. 47. Carex hirta. Querschnitt durch einen Achselsproß.

Carex (Fig. 47).

Das adossierte, zweikielige Vorblatt ist hier nur $^1/_2$ cm groß. Es schließen sich mehrere Niederblätter in $^1/_3$ Divergenz an. Die Spitze des Vorblattes ist einheitlich, abgerundet, nach vorne verdickt. Jüngste Stadien zeigen einen einheitlichen Ringwall.

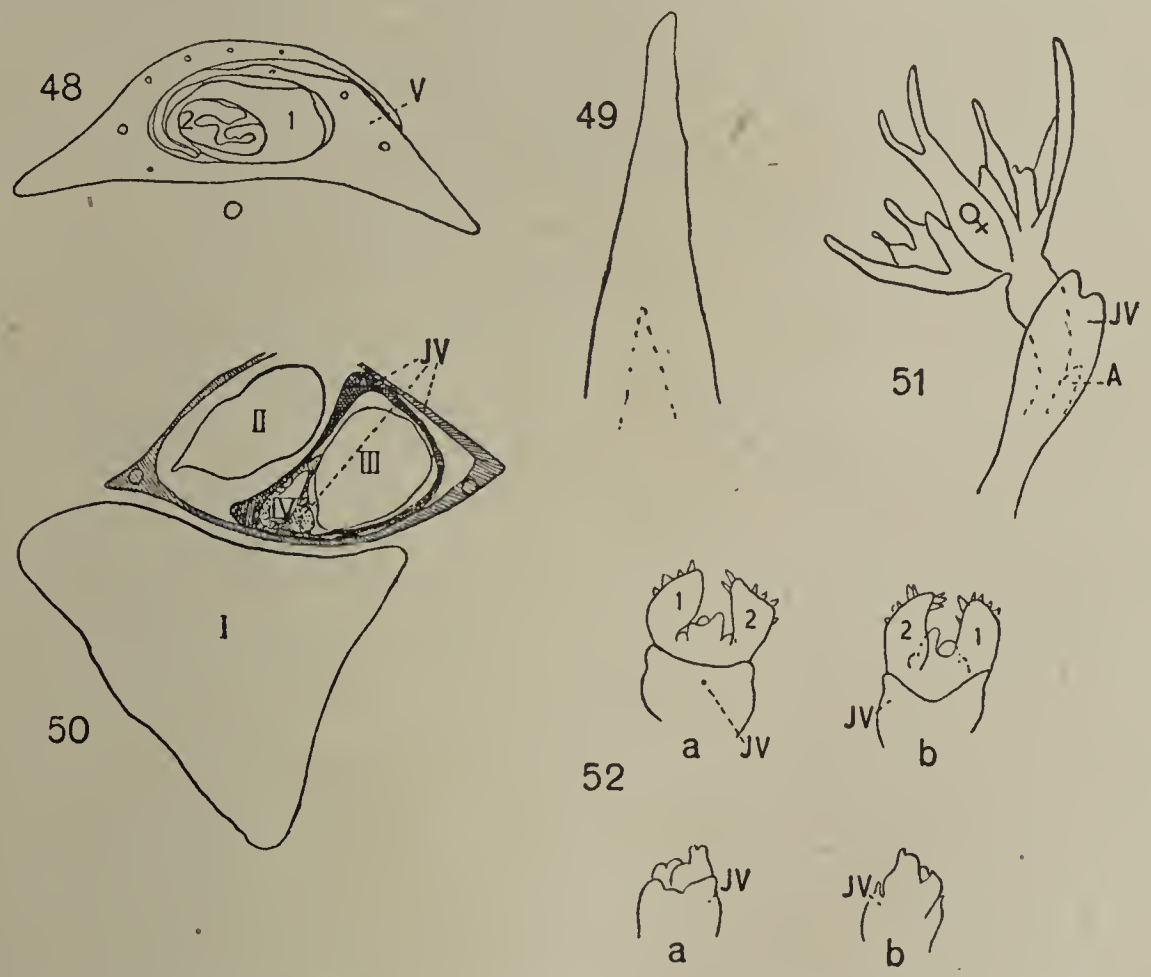


Fig. 48—52. Diplacrum. **48** Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **49** junge Knospe, ganz vom Vorblatt eingehüllt. **50** Querschnitt durch die Infloreszenz. *JV* Infloreszenzvorblatt. **51** Infloreszenz, *A* Achselsproß des Vorblattes. **52** junge Infloreszenzen mit den auffallend großen ersten Blättern, *a* adaxial, *b* abaxial.

Diplacrum (Fig. 48—52).

Das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt zeigt Übereinstimmung mit dem von Carex. Es ist wie dieses nur $^1/_2$ cm groß, mit langer Spitze endigend. Auch junge Stadien zeigen nichts Abweichendes. — Das adossierte, zweikielige Infloreszenzvorblatt bleibt ebenfalls sehr klein. Es ist zarthäutig mit seicht gebuchtetem Rande. Auf ganz jungen Stadien ist die adaxiale Einbuchtung deutlich zu sehen. Schon früh wird es von den beiden ersten Blättern an Größe bedeutend übertroffen, wie es auch Goebel (1888) angibt. Diese übernehmen den Schutz der jungen Knospe. Weitere Verzweigung findet innerhalb der Infloreszenz in der Weise statt, daß abwechselnd bald vor dem rechten, bald vor dem linken Kiele aufeinanderfolgender Vorblätter Achselsprosse auftreten.

Scirpodendron (Fig. 53—54).

Goebel (1888) beschreibt den Aufbau der reich verzweigten Infloreszenz. Die in der Achsel von Brakteen sitzenden Seiteninfloreszenzen beginnen mit zwei seitlichen, vollständig getrennten, derbwandigen Vorblättern ($1^1/_2$ cm groß). Beide Vorblätter haben Achselsprosse, die ihrerseits Ährchenkomplexe darstellen. Außer dem mit spiralig angeordneten Schuppen besetzten Endährchen befinden sich auch hier jederseits Achselprodukte der beiden Vorblätter. Von diesen fand ich den einen verkümmert. Der voll entwickelte war von einem ringsum geschlossenen Vorblatte eingehüllt. Goebel gibt an, daß die Vorblätter bei Achselsprossen höherer Ordnung mit ihren hinteren Rändern unter sich, mit ihren vorderen mit der annähernd dem Deckblatt gegenüberstehenden Schuppe verwachsen seien. Ich fand ein solches geschlossenes Vor-

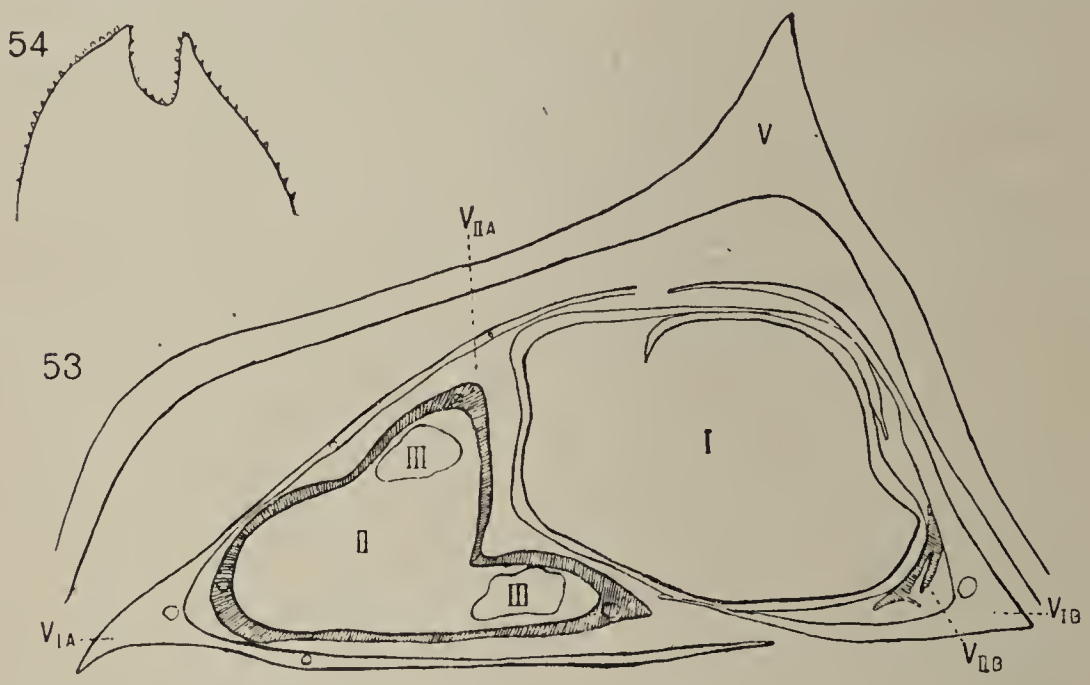


Fig. 53—54. Scirpodendron. **53** Querschnitt durch ein Seitenährchen, das Achselsproß eines seitlichen Vorblattes ist, *VII A* ringsum geschlossenes Vorblatt (dreikielig), *VII B* verkümmert. **54** Endigung eines ringsum geschlossenen Vorblattes.

blatt in jungen Stadien deutlich zweispitzig, später adaxial tief gespalten, außerdem dreifach gekielt, auf der Seite und vorn median. Dieser vordere Kiel wird der Deckschuppe entsprechen. Vor den beiden seitlichen Kielen dieser jüngsten geschlossenen Vorblätter finden sich ebenfalls Achselprodukte in Gestalt je einer männlichen Blüte.

Mapania (Fig. 55—57).

Goebel (1888) beschreibt den Blütenstand von M. als einem Ährchenkomplex von Scirpodendron entsprechend. Es finden sich auch hier zwei getrennte, seitliche, derbwandige Vorblätter (1 cm), die beide Achselsprosse haben. Goebel faßt sie zusammen mit der folgenden nach vorne stehenden Schuppe als die drei fertilen gegenüber den drei sterilen, die eine Hülle um die terminale weibliche Blüte bilden. Die Achselprodukte höherer Ordnung fand ich von einem ringsum geschlossenen Vorblatte eingehüllt, das auch hier einem dreifachen Verwachsungsprodukte entspricht. Ganz junge Vorblätter, wie sie die männliche Einzelblüte umhüllen, zeigen deutlich adaxial einen Einschnitt. — Die beiden in der Regel bis auf den Grund getrennten primären Vorblätter fand ich in einem besonderen Falle in einer eigentümlichen Verwachsungszone basal zusammenhängend, so daß sie eine dreikielige Gestalt besaßen.

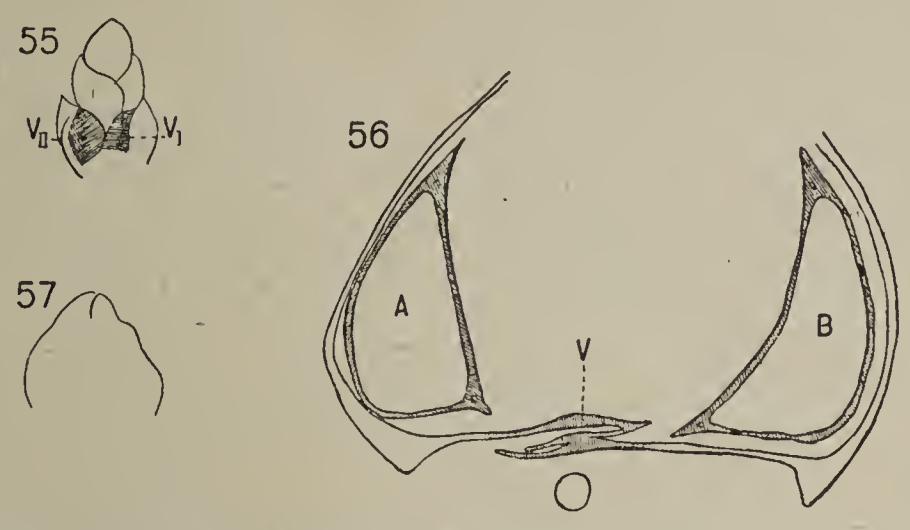


Fig. 55—57. Mapania. **55** Infloreszenz in der Achsel einer Braktee. **56** tiefer Querschnitt durch eine Infloreszenz, *A*, *B* Achselsprosse des oben vollständig in 2 getrennten Vorblattes. das basal eine eigentümllche Verwachsungszone zeigt. **57** männliche Blüte, eingehüllt von einem ringsum geschlossenen Vorblatte, adaxial.

Gramina.

Zea Mays (Fig. 58—61).

Der axilläre Blütenkolben wird eingehüllt von einem adossierten, mit langen Flügeln versehenen Vorblatte. Es ist von ansehnlicher Größe (bis 15 cm) chlorophyllhaltig, reichlich mit Gefäßbündeln ringsherum versehen. Querschnitte durch eine jüngere Knospe zeigte die adaxiale Mitte noch gefäßbündelfrei. Auf den Flügeln, deren Wachstumsrichtung entsprechend, begannen sich die Gefäßbündel soeben aus

dem meristematischen Gewebe abzusondern. Die auf jüngsten Stadien deutlich wahrnehmbare Förderung der seitlichen Partien des Vorblattes erhält sich dauernd. In ausgewachsenem Zustande ist es tief zweispaltig. Die Gefäßbündel der Kiele laufen in die Spitze aus, während die medianen sich vorher umbiegen und an die benachbarten anlegen.

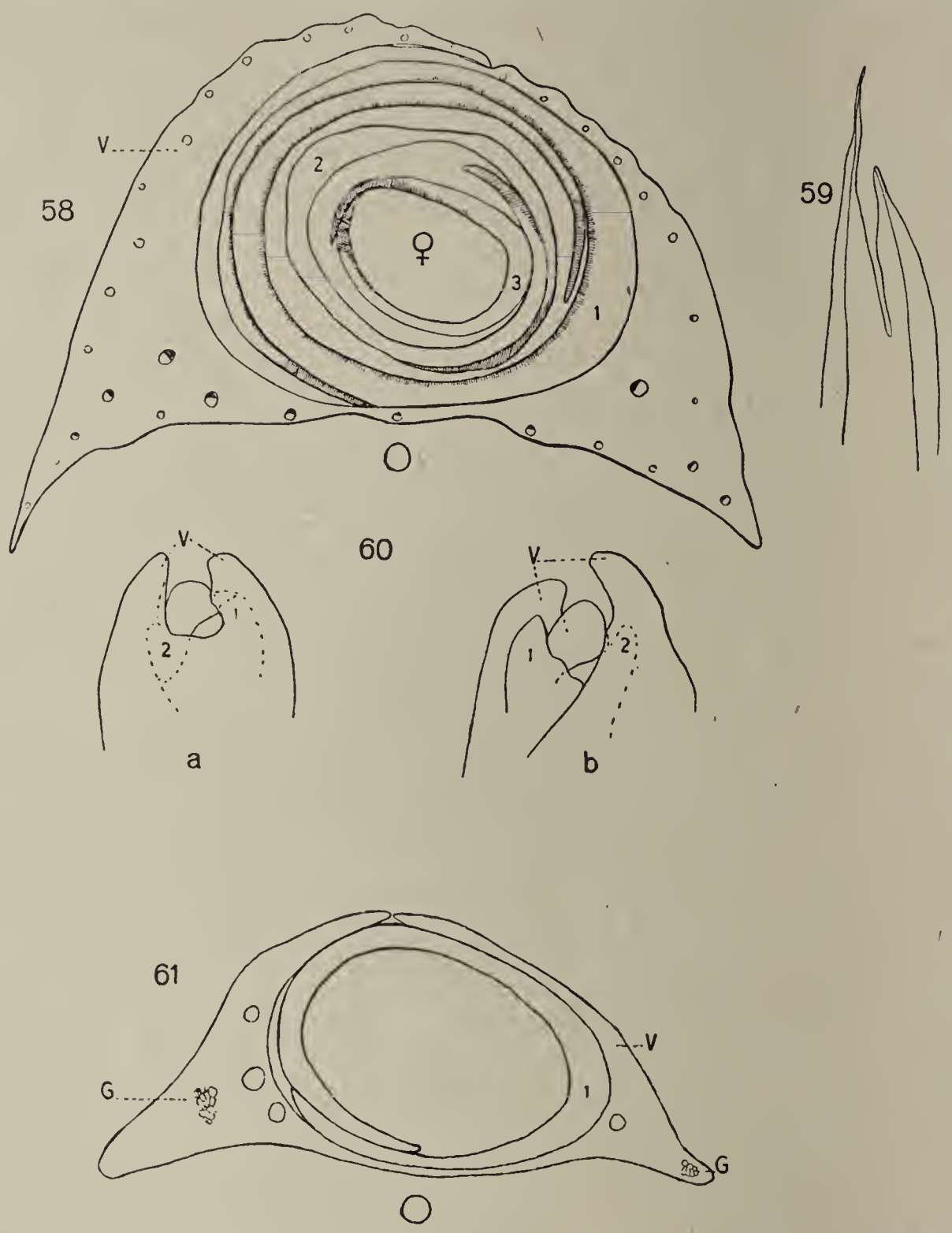
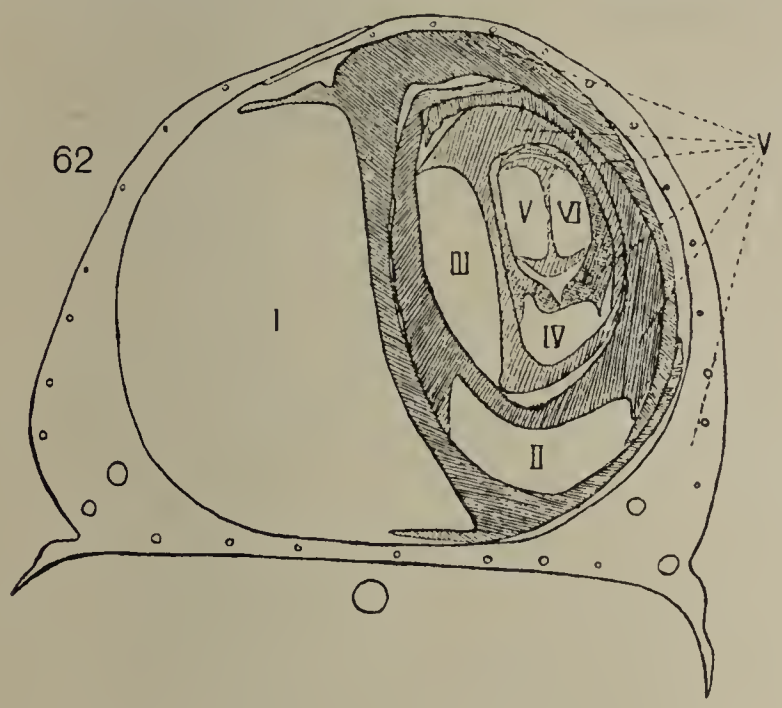


Fig. 58—61. Zea Mays. **58** Querschnitt durch die weibliche Infloreszenz. **59** Endigung des den weiblichen Blütenkolben umhüllenden Vorblattes. **60** junge Infloreszenz, *a* ad-, *b* abaxial. **61** Querscknitt durch eine etwas ältere Infloreszenz. *G* Gefäßbündelanlage.

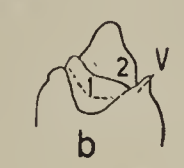
Die Stellung der folgenden Blätter zum Vorblatt ist nicht genau festzulegen, sie liegt zwischen 0° und 90°. Die übrigen alternieren mit diesen und unter einander nicht streng, entsprechend der Angabe der Bravais (1837), daß sich eine halbe Divergenz hier erst allmählich einstellt.

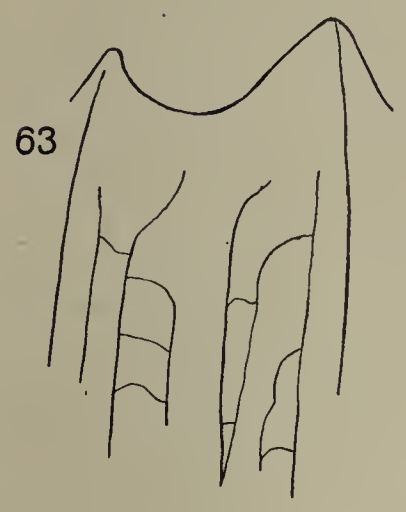
Coix (Fig. 62—65).

Das adossierte zweikielige Infloreszenzvorblatt gleicht dem von Zea Mays in mancher Beziehung. Es war in dem untersuchten Falle 7,3 cm groß, chlorophyllhaltig, reichlich mit Gefäßbündeln ringsum versehen, die seitlichen Flügel aber nur schwach entwickelt. Auch hier zeigt das fertige Vorblatt deutliche Zweizipfeligkeit. Die Gefäßbündel der Kiele laufen in die Spitze aus, während diejenigen der Mitte auch



65





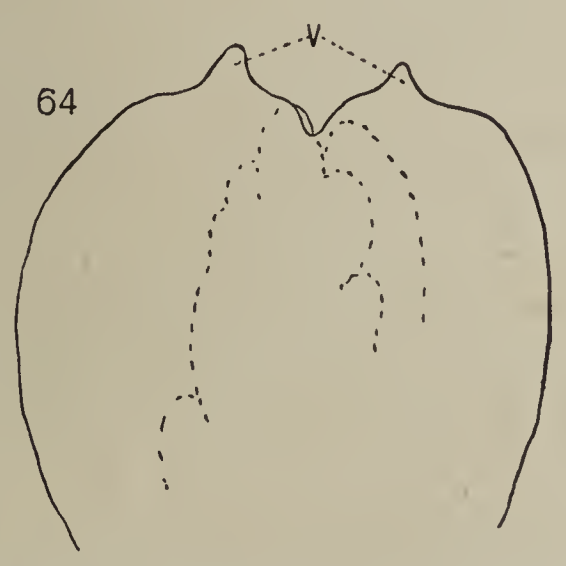


Fig. 62—65. Coix Lacrimae Jovi. **62** tiefer Querschnitt durch eine Infloreszenz, nur die aufeinanderfolgenden Vorblätter gezeichnet. **63** Endigung des ausgewachsenen Vorblattes. **64** junge Infloreszenz, eingehüllt vom Vorblatt. **65** jüngere Infloreszenzknospe.

hier seitlich abbiegen oder frei im Gewebe endigen. Auf jungen Stadien umgibt das Vorblatt den weit herausragenden Vegetationsscheitel wie eine Cupula, deren Rand stark eingebuchtet ist. Später überholt es den Vegetationsscheitel und umgibt ihn als schützende Hülle. Das einzige, nur in der Primanknospe auftretende Blatt steht in transversaler Distichie zum Vorblatt. Es findet reichliche Verzweigung aus abwechselnd der rechten und linken Vorblatthälfte statt. Die auf-

einanderfolgenden Vorblätter stehen rechtwinkelig zueinander. Eine Verzweigung aus beiden Vorblatthälften, wie sie van Tieghen (1897) für Coix anführt als besonders auffallenden Beweis für die Zweiwertigkeit des Vorblattes, fand ich nicht. Goebel (1895) gibt für Euchlaena in betreff des Infloreszenzvorblattes an, daß dieses auf höheren Schnitten zweiteilig sei und auf einer Seite fertil.

Saccharum (Fig. 66—70).

Das bis 1 cm große adossierte Vorblatt zeigt auffallend starke Flügelbildung, die in der Blattmitte am stärksten ist, nach oben und unten zu abnimmt. Wie bei Zea Mays entstehen auch hier die Flügel als Wucherungen der seitlichen Vorblattpartien, die jüngsten Gefäß-

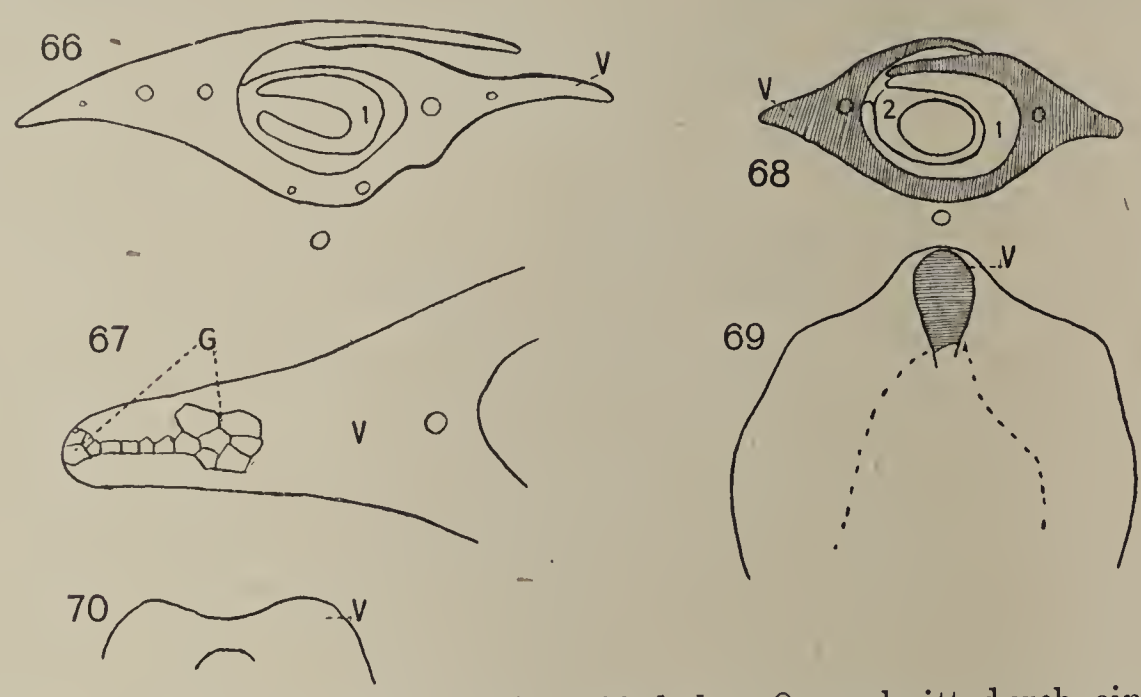


Fig. 66—70. Saccharum officinale. **66** hoher Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **67** ein Seitenflügel des Vorblattes mit Gefäßbündelanlagen *G*. **68** Querschnitt durch eine jüngere vegetative Knospe. **69** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt. **70** noch jüngere Knospe.

bündel liegen auf der Spitze. Goebel (1913) gibt analoge Fälle von Kielbildung der Blattunterseite an, die besonders dann mit Saccharum verglichen werden können, wenn man die beiden Kiele als zwei gesonderte Blattanlagen betrachtet und die Flügel als Wucherungen der Blattunterseiten auffaßt. So findet sich bei der Liliace Phormium ein kielartiger Vorsprung an der Blattunterseite, ebenso bei dem Laubmoos Fissidens. Vor allem wird die später schwertförmige Lamina des Irisblattes ursprünglich als Flügel auf der Rückenkante der Blattanlage angelegt. In keinem dieser Fälle findet Flügelbildung durch Verwachsung zweier Blattflächen statt, wie es besonders zur Erklärung des Irisblattes angenommen worden ist. — Das Vorblatt endigt mit einheitlicher Spitze. In der ersten Anlage erscheint es als gleich-

förmiger Ringwall. Weiterhin fand ich den Rand leicht eingebuchtet, noch später in eine Spitze ausgezogen. An jungen Knospen fanden sich nur seitlich zwei Gefäßbündel, später ringsum verteilte. Die folgenden Blätter, die allmähliche Übergänge zum Laubblatt darstellen, folgen in transversaler Distichie.

Stenotaphrum (Fig. 71—74).

Das vegetative adossierte, zweiflügelige, bis 1 cm groß werdende Vorblatt dieses südamerikanischen Grases ist in ausgewachsenem Zustande tief gespalten. Die beiden Teile hängen aber basal zusammen

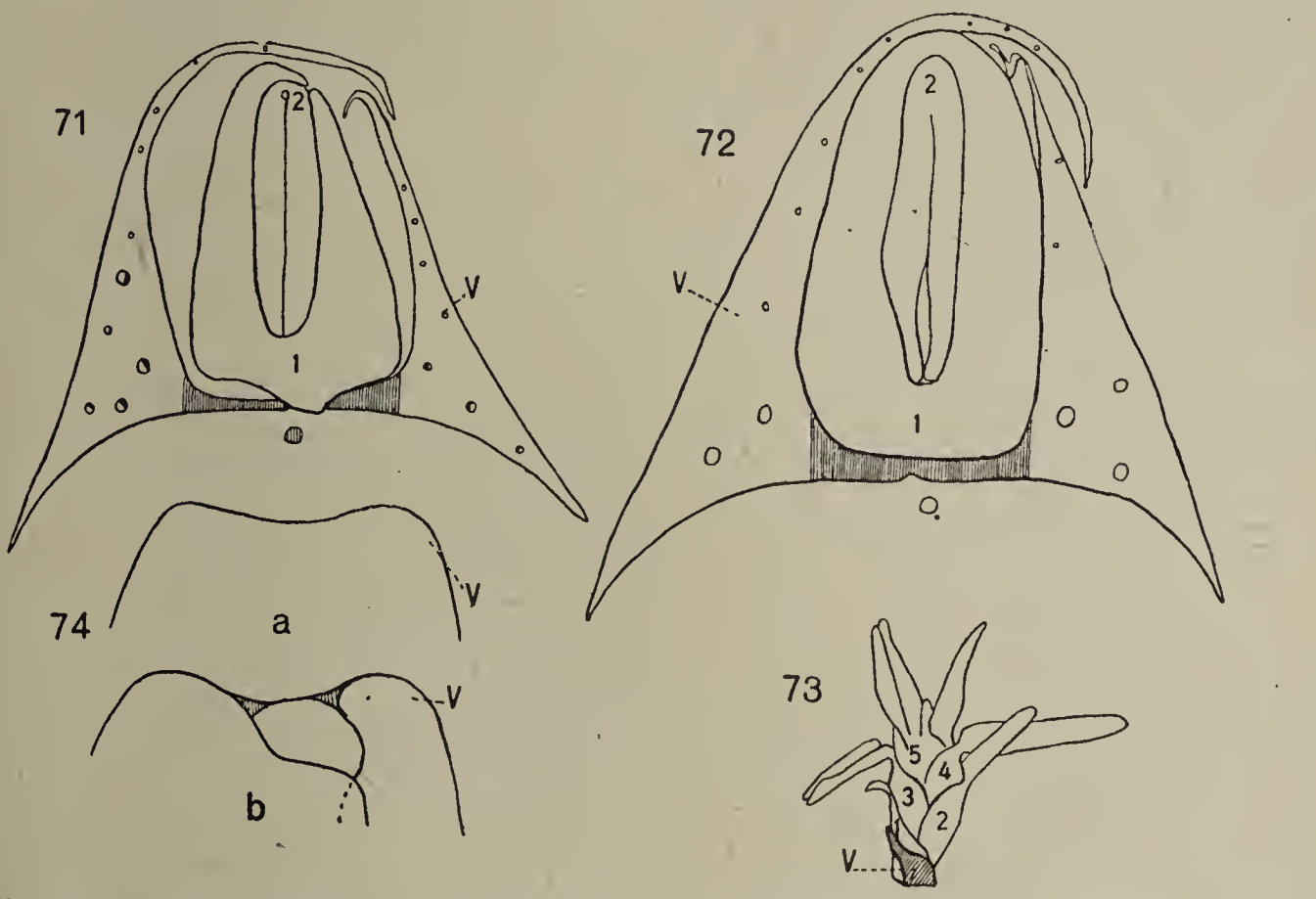


Fig. 71—74. Stenotaphrum glabrum var. americanum. **71** höherer Querschnitt durch einen Achselsproß. **72** tieferer Querschnitt. **73** ganzer Sproß. **74** junge Knospe, *a* adaxial, *b* abaxial.

in einer gefäßbündellosen Partie. Es liegt hier Zerreißung vor, da die Spitze junger Vorblätter einheitlich ist. Auf jüngsten Stadien fand ich den Rand nur schwach eingebuchtet. Auffallend ist die Stellung des ersten Blattes. Es ist dem Vorblatte superponiert. Im Vergleich mit den folgenden Blättern bleibt es klein mit schwach entwickelter Lamina. Man könnte die Superposition in Zusammenhang bringen mit der seitlich zusammengepreßten, keilförmigen Gestalt des Tragblattes, wie es auch Tofieldia bei gleicher Stellung des ersten Blattes aufweist. Bei anderen Pflanzen mit seitlich zusammengepreßtem Tragblatte aber, so einem hierauf untersuchten afrikanischen Grase, steht das erste Blatt normal, während in anderen Fällen von Superposition

die Laubblätter nicht seitlich zusammengefaltet sind, wie z. B. bei der Orchidee Microstylis. Zu dieser bemerkt Goebel (1901), daß die Stellung des ersten Blattes nichts Auffallendes habe, wenn anstatt des einen adossierten Vorblattes zwei miteinander verwachsene angenommen werden, dann kann das folgende Blatt ebensogut nach vorne oder nach hinten fallen. Dasselbe gilt auch hier.

Oryza (Fig. 75—78).

Das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt bietet wenig Auffallendes. Es ist ein trockenhäutiges, wenig über 1 cm großes Niederblatt mit gefäßbündelloser Mitte und einheitlicher Spitze. Nur in jungen Stadien fand ich den Rand wenig eingebuchtet. Die folgenden Blätter, von denen das erste ebenfalls ein spreitenloses Niederblatt ist, stehen in transversaler Distichie. Bei weiterer Verzweigung steht auch hier der Achselsproß vor einem der beiden Vorblattkiele. Eine

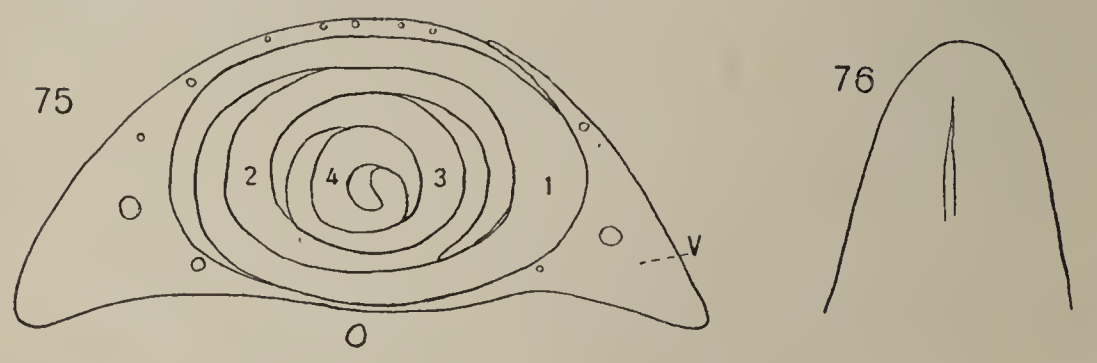


Fig. 75—78. Oryza clandestina. **75** Querschnitt durch einen vegetativen Achselsproß. **76** Endigung des Vorblattes. **77** dasselbe auf jüngerem Stadium. **78** ganz junge Knospe. *a* ad-, *b* abaxial.

größere Aufmerksamkeit ist von jeher der Palea Superior von Oryza zugewandt worden. Wegen ihrer, außer den beiden seitlichen, stark entwickelten Mittelrippe wird es als klassisches Beispiel zum Beweise der Einwertigkeit des Vorblattes angeführt. Es muß aber vor allem dabei berücksichtigt werden, daß bei dem einblütigen Ährchen von Oryza ein Ausnahmefall vorliegt. Die Bedingungen zur vollständigen Ausbildung sind hier nach Verkümmerung der Ährchenachse günstiger als sonst bei Vorblattbildung. Dieselbe Erscheinung zeigt das ebenfalls einblütige Ährchen von Leersia oryzoides, das ich hieraufhin ansah. Die Hüllspelzen sind hier nur in Rudimenten vorhanden und nur Deck- und Vorspelze in voller einander gleicher Ausbildung da. Überdies stehen die Ährchen transversal zur Hauptspindel, was die Ausbildung der Palea Superior nur noch begünstigt.

Phalaris.

Das adossierte, langgeflügelte, vegetative Vorblatt bietet nichts Auffallendes. Es wird bis 1,5 cm groß. Das folgende Blatt ist ebenfalls Niederblatt. Seine Endigung ist einheitlich von jüngsten Stadien an, die Mitte wie bei Oryza gefäßbündellos. Die übrigen Blätter stehen in transversaler Distichie.

Phleum.

Ganz dieselben Verhältnisse wie bei Phalaris. Das Vorblatt fand ich nur 0,5 cm groß. Das folgende Blatt ist ebenfalls spreitenloses Niederblatt.

Deschampsia (Fig. 79).

Dasselbe gilt hier. Das Vorblatt fand ich bis 3,5 cm groß. Das folgende Blatt ist als Laubblatt entwickelt.

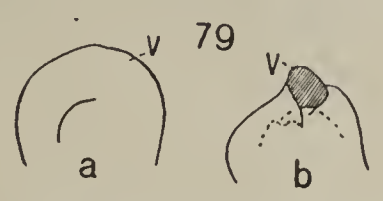


Fig. **79**. Deschampia caespitosa. *a* ganz junge vegetative Achselknospe, *b* etwas ältere.

Festuca (Fig. 80—83).

Hier fand ich das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt ebenfalls von ansehnlicher Größe (2,25 cm). Es folgt ein Laubblatt mit kleiner Spreite. In wenigen Fällen fand ich im ausgewachsenen Zustande geringe Zweizipfeligkeit, die auf jüngsten Stadien deutlich durch stärkere Entwicklung der seitlichen Partien her vortrat. Die erste Anlage des Vorblattes ist auch hier ein einheitlicher Ringwall. An Gefäßbündeln fand ich nur die beiden auf den Kielen entwickelt. Die Blattstellung ist hier wie bei den vorhergehenden transversale Distichie.

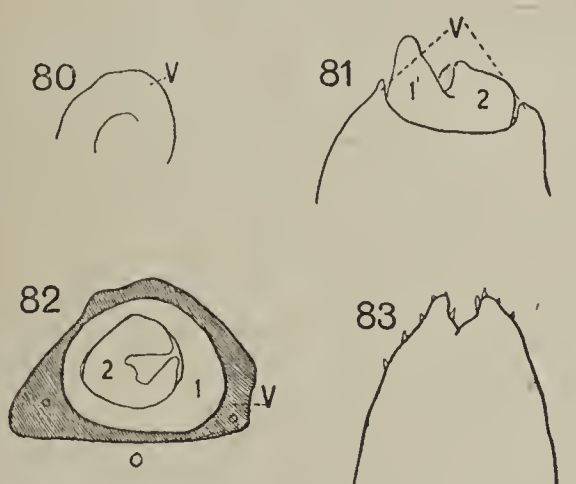


Fig. 80—83. Festuca glauca. **80** ganz junge Knospe. **81** etwas ältere. **82** Querschnitt durch eine junge Knospe. **83** Endigung des ausgewachsenen Vorblattes.

Cynosurus (Fig. 84—87).

Das adossierte, zweikielige vegetative Vorblatt wird bis 2 cm groß. Es folgen nur Laubblätter in transversaler Distichie. Auffallend ist die starke Asymmetrie des Vorblattes, die mit dem dorsiventralen Gesamtbau des Halmes in Zusammenhang zu bringen ist. Zwei aufeinanderfolgende Knospen fand ich stark konvergierend. — Häufig tritt tiefe Spaltung an der ursprünglich einheitlichen Vorblattspitze auf. Dies

mag darauf beruhen, daß nur das Gefäßbündel des stärker entwickelten Flügels bis zur Spitze verläuft, das des schwächeren aber eine Strecke weit unterhalb derselben aufhört. Die adaxiale Mitte ist auch hier gefäßbündellos. Auf jüngsten Stadien fand ich den Vorblattrand wenig eingebuchtet, später werden die Seiten stärker gefördert, besonders eine derselben.

Phragmites.

Das langgeflügelte, adossierte, wenig über 1 cm große Vorblatt ist, obwohl es von Natur eine einheitliche Endigung besitzt, ebenfalls oft tief gespalten. Es besitzt nur zwei seitliche Gefäßbündel. Von

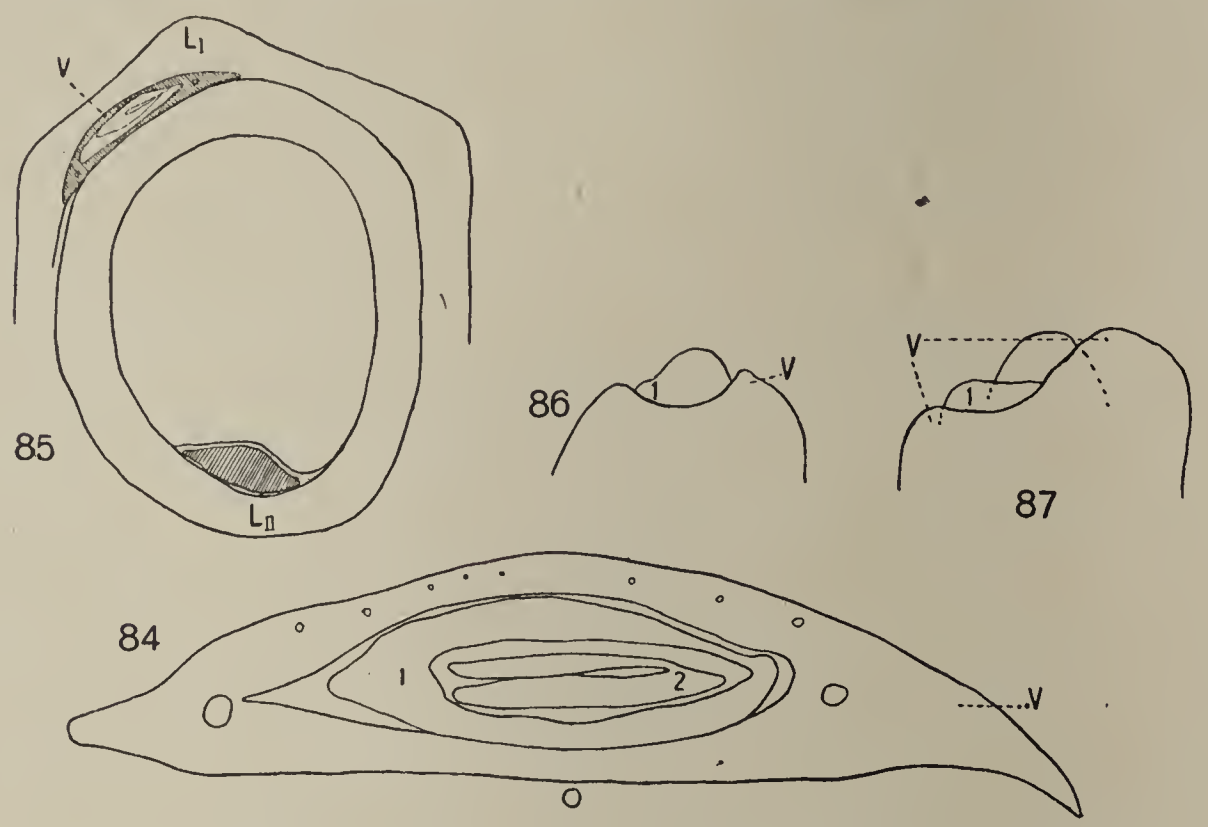


Fig. 84—87. Cynosurus cristata. **84** Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **85** Querschnitt durch den ganzen Sproß. *L* Laubblätter. **86** ganz junge Knospe. **87** etwas ältere.

den in transversaler Distichie folgenden Blättern ist das erste Niederblatt, das zweite mit kleiner Spreite versehen.

Hordeum.

Das adossierte, zweikielige Vorblatt wird hier 2,5 cm groß. Es folgen nur Laubblätter in transversaler Distichie. Die adaxiale Mitte ist auch hier gefäßbündellos.

Agropyrum (Fig. 88—90).

Das adossierte, zweikielige Vorblatt fand ich 2,25 cm groß, die folgenden, transversal-distich gestellten Blätter alle als Laubblätter entwickelt. Besonders deutlich war hier die starke Förderung der seit-

lichen Partien des Vorblattes auf jüngsten Stadien zu sehen. Später fand ich die Endigung einheitlich. Bei weiterer Verzweigung aus dem Vorblatte steht der Achselsproß vor einem der Kiele.

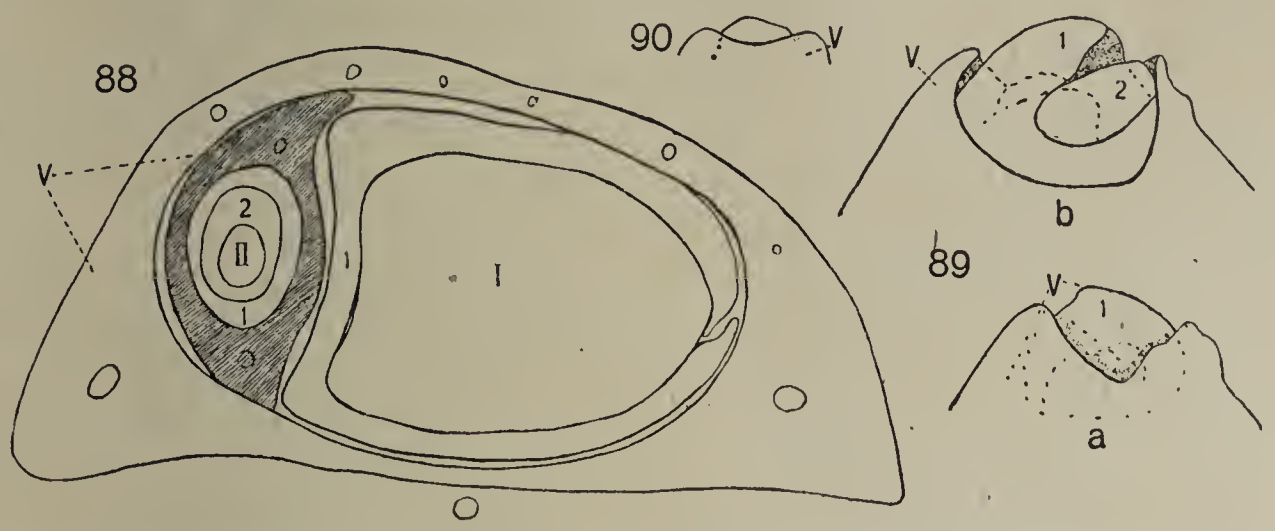


Fig. 88—90. Agropyrum repens. **88** tiefer Querschnitt durch einen vegetativen Achselsproß. **89** junge Knospe, *a* ad-, *b* abaxial. **90** noch jüngere Knospe mit Vorblattanlage.

Bambus spec. (Fig. 91—93).

Auf das adossierte, zweikielige, zarthäutige kleine Vorblatt folgen hier Niederblätter in transversaler Distichie. Die adaxiale Mitte ist auch hier gefäßbündellos. Die Endigung ist einheitlich, ganz auffallend ausgeprägt von jüngsten Stadien an, wo sich nicht die geringste Wellung noch Förderung der Seitenpartien zeigt. Reichliche Verzweigung findet aus dem Vorblatt statt. Die aufeinanderfolgenden Knospen stehen abwechselnd vor dem rechten und linken Vorblattkiele. Bei Achselsprossen, die an der Hauptachse aufeinanderfolgen, sind ebenfalls immer abwechselnde Vorblatthälften fertil, so daß alle Zweige nach einer Seite gerichtet sind.

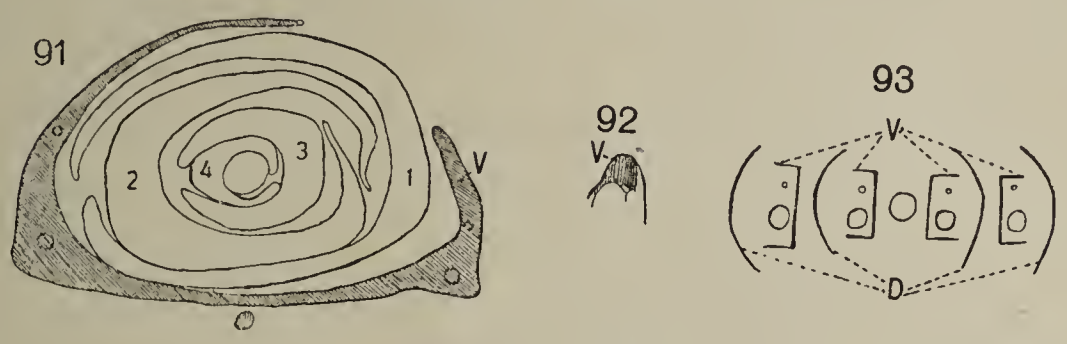


Fig. 91—93. Bambus spec. **91** Querschnitt durch einen vegetativen Achselsproß. **92** ganz junge vegetative Knospe. **93** Schema der Verzweigung aus aufeinanderfolgenden Blattachseln. *D* Deckblätter.

Bambusa verticillata (Fig. 94—99).

Das derbe, stark verkieselte, bald braunwerdende Vorblatt ist hier ein wirksamer Knospenschutz. Entsprechend der oft sehr ansehnlichen Knospengröße kann es viele Zentimeter breit werden, während es in die Länge weniger wächst. Ich fand nur zwei seitliche Gefäßbündel entwickelt. Die Endigung ist auch hier von jüngsten Stadien

an durchaus einheitlich. Bei Entfaltung der überaus reich verzweigten Knospe wird das Vorblatt früh gesprengt. Es findet sich regelmäßig ein wieder reich verzweigter Achselsproß vor dem einen Kiele des Vorblattes, ein zweiter diesem diametral gegenüber in der Achsel des ersten Blattes, das, wie die folgenden, in ein Viertel Divergenz zum Vorblatte steht. Da dieses Blatt sehr schmal ist, macht es leicht den Eindruck, als sei dieser zweite Sproß ebenfalls Achselprodukt des Vorblattes. Auch hier geschieht die weitere Verzweigung in wickeliger Anordnung, und der dorsiventrale Gesamtbáu der Pflanze spricht sich ebenfalls darin aus, daß alle aufeinanderfolgenden Zweige nach derselben Seite gerichtet sind.

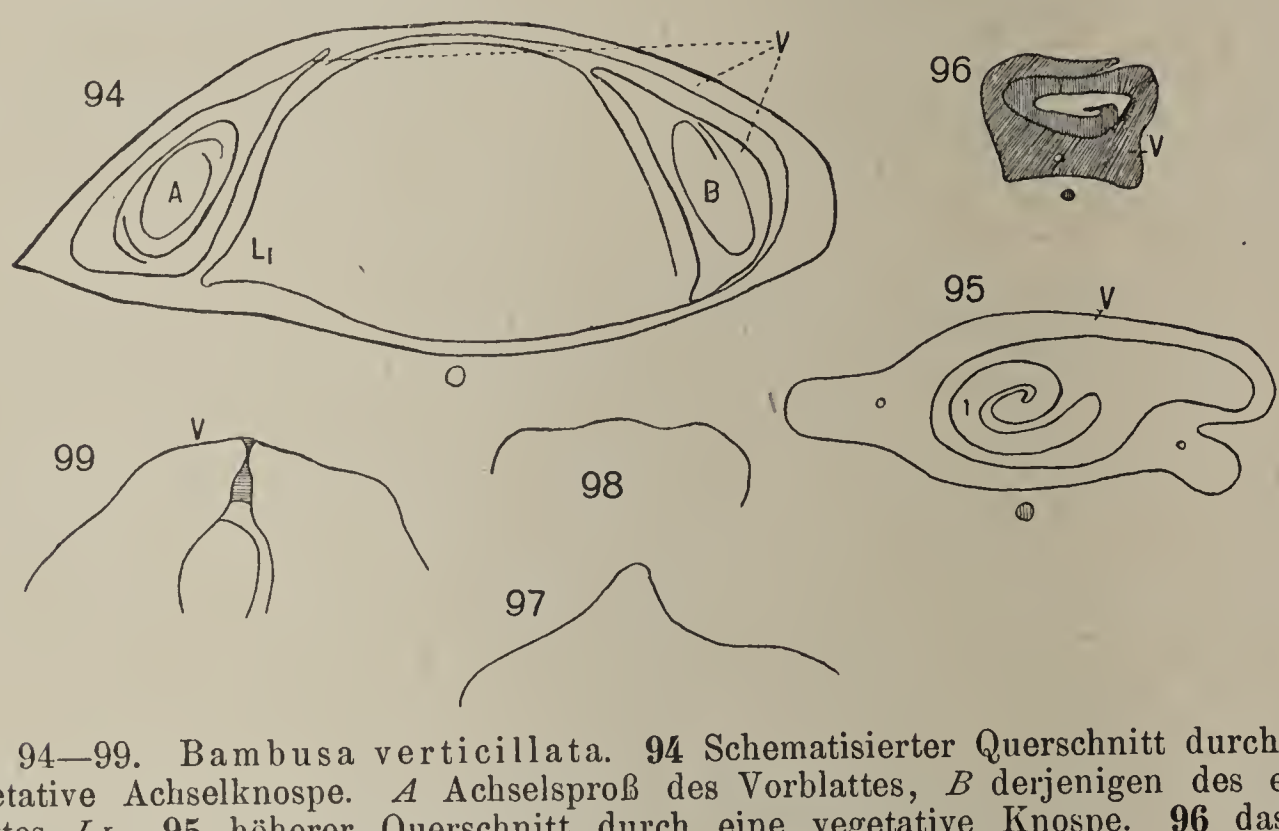


Fig. 94—99. Bambusa verticillata. **94** Schematisierter Querschnitt durch eine vegetative Achselknospe. *A* Achselsproß des Vorblattes, *B* derjenigen des ersten Blattes *LI*. **95** höherer Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **96** dasselbe ganz hoch. **97** Vorblatt-Endigung. **98** dasselbe, jüngeres Stadium. **99** junge Knospe.

Phyllostachys (Fig. 100—103).

Das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt, das bis zu 2 cm groß wird, fand ich stark asymmetrisch. Im ausgewachsenen Zustande überragt die stärker entwickelte Seite die andere bedeutend. In Anfangsstadien zeigt sich ein wenig eingebuchteter Ringwall; später ist die eine Seite deutlich gefördert. Die beiden einzigen Gefäßbündel fand ich auf den Kielen gelegen.

Spadiciflorae.

Palmae. Rhapis.

In tiefen Blattachseln stehen die vegetativen Knospen mit ihrer Achse im Winkel von 90° zur Hauptachse, in höheren befinden sie

sich in normaler Lage. Auf jungen Stadien fand ich das Vorblatt in adossierter Stellung mit einheitlicher Endigung, wie eine Cupula die Knospe umgebend. Querschnitte durch die Spitze eines älteren Stadiums zeigte die adaxiale Mitte des Vorblattes stark verdickt mit großen Gefäßbündeln. Die vor der Hauptknospe liegende, normal zur Hauptachse gestellte Beiknospe besitzt ein adossiertes, zweikieliges Vorblatt, die übrigen Blätter folgen in spiraler Anordnung.

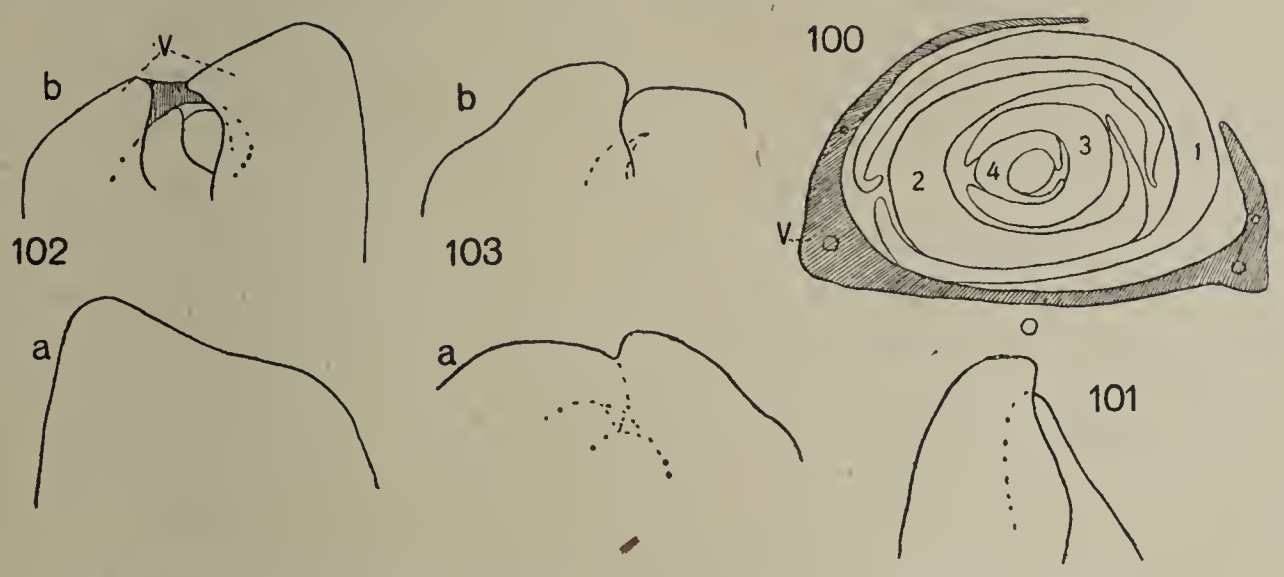


Fig. 100—103. Phyllostachys bambusoides. **100** Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **101** Endigung des ausgewachsenen Vorblattes. **102** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt. **103** dasselbe in jüngerem Stadium, *a* ad-, *b* abaxial.

Typha. Typhaceae.

Bei den in gleicher Weise wie bei Rhapis zur Hauptachse stehenden, vegetativen Knospe unterscheidet sich das erste Blatt nicht von den folgenden, die in medianer, später etwas verschobener Distichie folgen.

Araceae.

Acorus (Fig. 104—105).

Engler (1876) gibt an, daß der in der Achsel des letzten Laubblattes befindliche Fortsetzungssproß mit einem Laubblatt beginne, das am Rücken zweikielig sei, wie sonst die die Sprosse beginnenden Niederblätter. An einem Ende Mai ausgegrabenen Sprosse sah ich dieses Laubblattvorblatt neben der terminalen Infloreszenz, fand es aber nur wenig gekielt, im Vergleich zu dem langgeflügelten, adossierten Vorblatte tieferer Knospen. Dies ist im übrigen ein Niederblatt (1 cm), sehr interzellularen- und gefäßbündelreich und stark versklerenchymt. Die Endigung fand ich einheitlich, die übrigen Blätter stehen in medianer Distichie. Der Achselsproß des Laubblattvorblattes steht, wenn auch nicht genau in der Mediane, so doch keineswegs seitlich. Die Einwertigkeit des Laubblattvorblattes ist dadurch deutlich

gekennzeichnet, besonders wenn zum Vergleiche z. B. ein fertiles Gramineenvorblatt herangezogen wird, dessen Achselprodukt ausgesprochen seitlich steht, ohne daß eine stärkere Einbuchtung der Mittelpartie stattgefunden hat.

Anthurium.

Das 6 cm groß werdende, adossierte Vorblatt ist ein derbes, bald braun werdendes, in der oberen Partie beiderseits langgeflügeltes Niederblatt, interzellularen- und gefäßbündelreich mit einheitlicher Endigung, das einen sehr wirksamen Knospenschutz darstellt. Es folgen nur noch zwei Blätter in ein Viertelstellung zum Vorblatt, ein Niederblatt, das den Fortsetzungssproß in seiner Achsel trägt, und das einzige, die endständige Infloreszenz umgebende Laubblatt. Regelmäßig findet sich vor der Hauptknospe noch eine mit adossiertem, zweikieligem Vorblatte beginnende Beiknospe. Innerhalb dieser stehen die Blätter in mehr spiraliger Anordnung. Nur bei einer ganz jungen fand ich das erste Blatt in genau medianer Distichie.

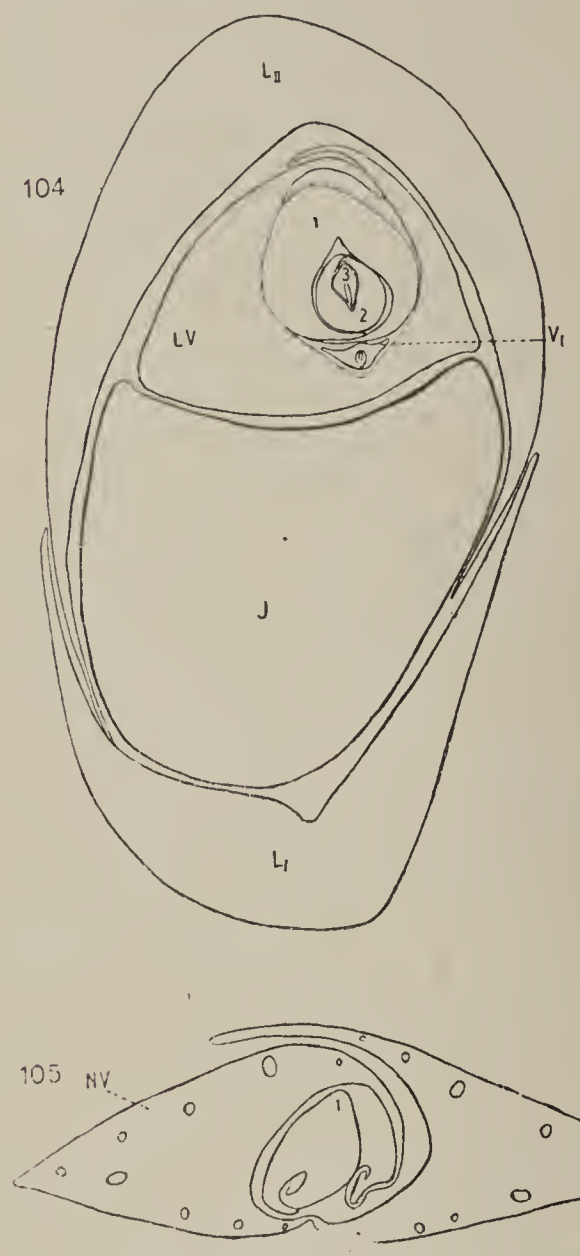


Fig. 104—105. Acrus Calamus. **104** Querschnitt durch den ganzen Sproß. *L* letzte Laubblätter, *J.* Infloreszenz, *LV* Laubblatt-Vorblatt. **105** Querschnitt durch einen tieferen Achselsproß. *NV* Niederblatt-Vorblatt.

Pothos.

Das Vorblatt ist ein wenig über 1 cm großes, derbwandiges Niederblatt. Die zwei folgenden Blätter haben nur rudimentäre Spreiten. Von jungen Stadien an ist die Endigung einheitlich. In auffallender Weise ist es in seiner Gestalt von dem dorsiventralen Bau der Hauptachse beeinflußt und dementsprechend auch die Blattfolge schwankend. So gibt auch Engler (1876) an, daß namentlich in der Region der Niederblätter kleine Abweichungen von der ursprünglichen $^1/_2$ Divergenz vorkämen. Es würde sonst, da bei Pothos alle Laubblätter auf eine Seite des abgeplatteten

Hauptsprosses gerückt sind, bei medianer Distichie innerhalb von deren Achselsprossen das ganze Sproßsystem in eine Ebene zu liegen kommen. In zwei extremen Fällen fand ich einmal das Vorblatt adossiert zweikielig, die folgenden Blätter in medianer Distichie, ein andermal ein deutlich seitlich stehendes Vorblatt, die übrigen Blätter transversal zur Hauptachse, mit diesem alternierend.

Calla palustris (Fig. 106—107).

Der Forsetzungssproß in der Achsel des letzten Laubblattes beginnt mit einem adossierten, zweikieligen Vorblatte. Dieses 5 cm große, grüne Niederblatt zeigte in allen untersuchten Fällen auf beiden Kielen deutliche Laminarrudimente in Gestalt kleiner, grüner Zipfel, eine Strecke weit unterhalb des Vorblattrandes. Der linke, höherstehende war jedesmal der größere. Dem widerspricht nicht, daß das erste Laubblatt dem Vorblatt superponiert ist, wie es von Braun (1859), später von Engler (1876) angegeben worden ist, da das Vorblatt offenkundig ein Verwachsungsprodukt darstellt. Ich fand allerdings keine streng mediane Distichie, sondern seitlich verschobene, so daß das erste Blatt nicht genau über dem Vorblatt zu stehen kam. Im übrigen fand ich das erste Blatt wie bei Stenotaphrum an Länge und Größe der Lamina hinter den folgenden zurück.

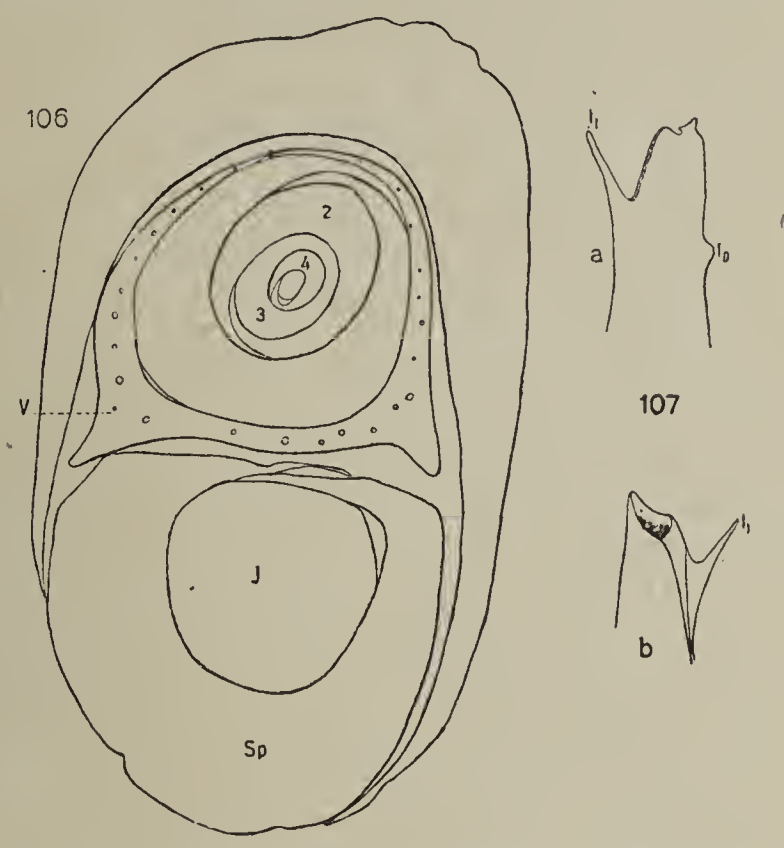


Fig. 106—107. Calla palustris. **106** Querschnitt durch den ganzen Sproß. *L* letztes Laubblatt, *J* Infloreszenz, *Sp* Infloreszenzspatha. **107** Vorblattendigung, l_I, l_{II} Laminarrudimente, *a* ad-, *b* abaxial.

Calla Elliottiana (Richardia) (Fig. 108—109).

Hier alterniert das erste Blatt normal mit dem adossierten Vorblatte. Die übrigen

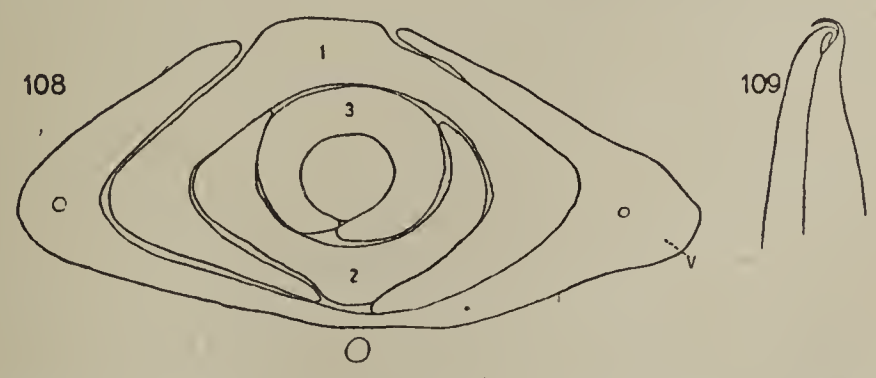


Fig. 108—109. Calla Elliotina (Richardia). **108** Querschnitt durch einen vegetativen Achselsproß. **109** Vorblattendigung.

Blätter mit diesem und untereinander. Die Vorblattendigung ist deutlich zweizipfelig.

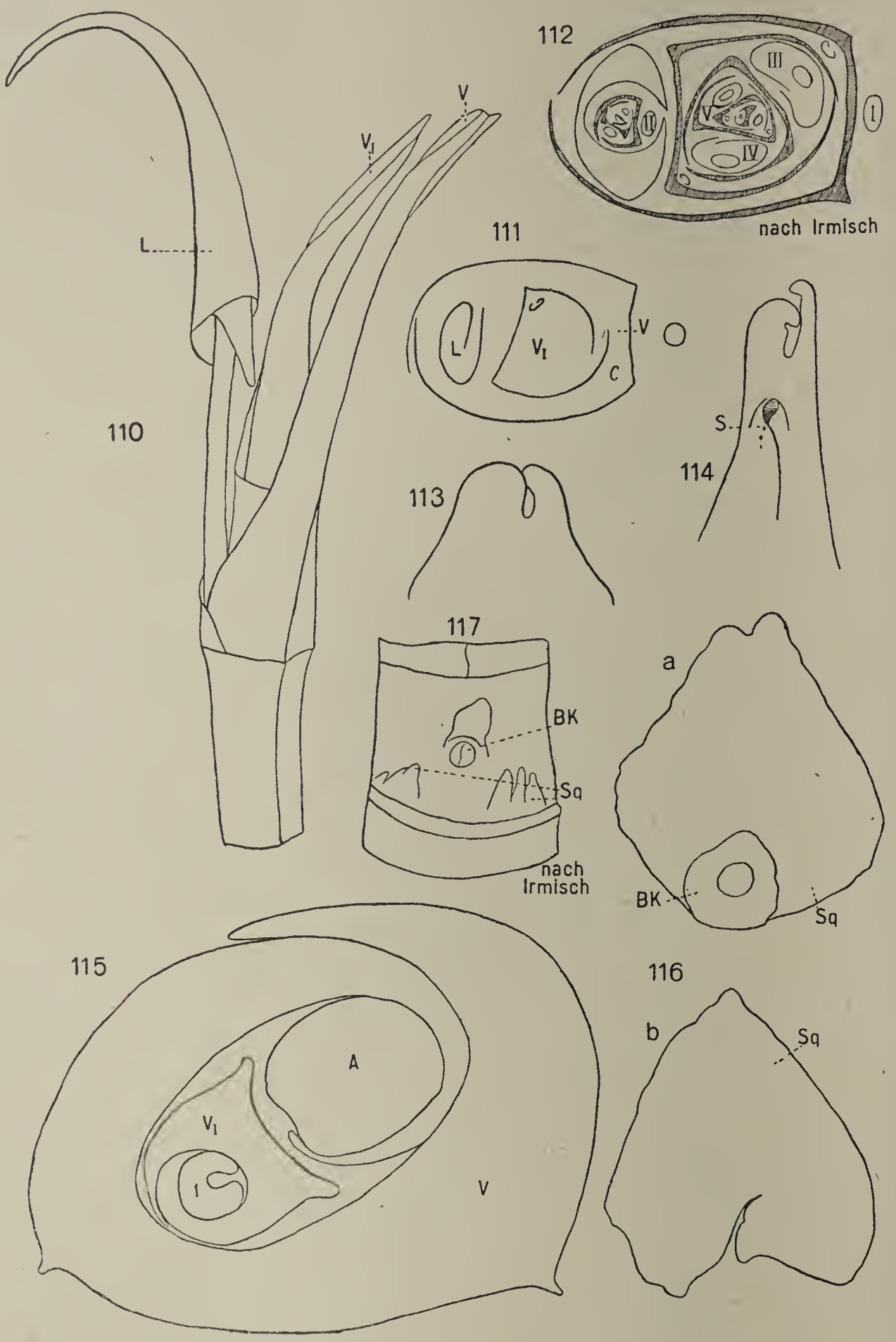


Fig. 110—117. Philodendron. **110** Ph. panduraeforme, ganzer Sproß. *L* einziges Laubblatt. **111** dasselbe im Grundriß. **112** Ph. macroph Grundriß nach Irmisch. **113** Ph. panduraef. Endigung des ausgewachsenen Vorblattes. **114** Ph. panduraef. Endigung eines ganz jungen Vorblattes. *S* Scheide. **115** Ph. panduraef. Ganzer Sproß quer. *A* Hauptachse. **116**a, b. Ph. panduraef. *Sq* Squamulae. *BK* Beiknospe. **117** Ph. macroph. Internodium nach Irmisch. *Sq* Sqamulae.

Philodendron (Fig. 110—117).

Hier fand ich die größten Vorblätter von allen untersuchten. Bei Ph. panduraeforme bis 14 cm groß, bei Ph. speziosum 76 cm. Dennoch ist das Vorblatt hier durchaus Niederblatt, in seinem anatomischen Bau der Scheide der folgenden Laubblätter entsprechend. Es ist schwach grün, die Oberseite weißlich infolge Interzellularenbildung, die hier stärker ist als bei der Laubblattscheide. Auch Oxalatdrusen und Sekretgänge sind hier zahlreicher als dort. In abgestorbenem Zustande bleibt das Vorblatt lange Zeit als braune Hülle der einzelnen Glieder des Sympodiums erhalten. In ausgewachsenem Zustande fand ich nur vereinzelte geringe Zweizipfeligkeit, in jungen Stadien dagegen zwei ziemlich lange Zipfel, unterhalb von diesen die sich eben ausbildende Scheide, die später allein das Vorblatt darstellt. — Verzweigung findet regelmäßig aus den Vorblättern statt. Da nur noch ein einziges Laubblatt — abgesehen von dem die Infloreszenz einhüllenden Hochblatte — ausgebildet wird, entspricht das Vorblatt hier dem vorletztem Blatte, aus dessen Achsel sich in der Regel die Fortsetzungssprosse der Araceaen bilden. Das einzige Laubblatt steht nicht genau im Winkel von 180° zum Vorblatt. Der Achselsproß des Vorblattes steht vor einem der Kiele, was Irmisch (1874) veranlaßte, diesen für die eigentliche Blattmitte zu halten. Es liegt hierzu aber kein Grund vor. Dieselbe Stellung des Achselsprosses fand sich in allen bisher untersuchten Fällen mit Ausnahme von Acorus Calamus bei Fertilität des Vorblattes. Auch die normal adossierte Stellung des Vorblattes zur Achse, die gleichförmige Ausbildung beider Kiele spricht nicht für eine solche Annahme. Ebenso darf in dem von Irmisch gegebenen Verzweigungsschema nicht auf mediane Lage des ersten Achselsprosses aus dessen Stellung zum Grundvorblatt geschlossen werden, da hier nur Verschiebung infolge der reichen Verzweigung stattgefunden hat.

Vor jedem Hauptsproß befindet sich eine unterständige, im $<$ von 90° mit seiner Achse zur Hauptsache stehende, vegetative Beiknospe. Derselben sitzen blattartige Gebilde von unregelmäßiger Form auf. Zu diesen bemerkt Irmisch, daß sie im ganzen dieselbe Beschaffenheit, auch dasselbe Verhalten bezüglich der Dauer und des Absterbens wie die rings an der Blattinsertion in größerer Anzahl vorhandenen Squamulae hätten. Es scheint ihm jedoch für wahrscheinlicher, diese Gebilde für Teile des ersten Blattes an dem Achselsproß anzusehen, nicht für Squamulae. Ich sah diese Gebilde dicht über der Narbe des hier als Deckblatt fungierenden Vorblattes auftreten zu einer Zeit, wo

von der Beiknospe äußerlich noch nichts zu sehen war. Sie waren von gleicher Größe wie die Squamulae, denen sie auch sonst ganz glichen. Bei der späteren Internodiumstreckung nun, durch die der Hauptachselsproß des Vorblattes emporgehoben wird, wird auch die an diesem befindliche Beiknospe gehoben und mit ihr die über ihr befindliche Squamula. Das erste Blatt der Beiknospe fand ich von den folgenden nicht verschieden.

Enantioblastae.

Commelinaceae. Tradescantia (Fig. 118—123).

Das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt fand ich nur einen halben Zentimeter groß, chlorophyllhaltig mit nur einem Gefäßbündel

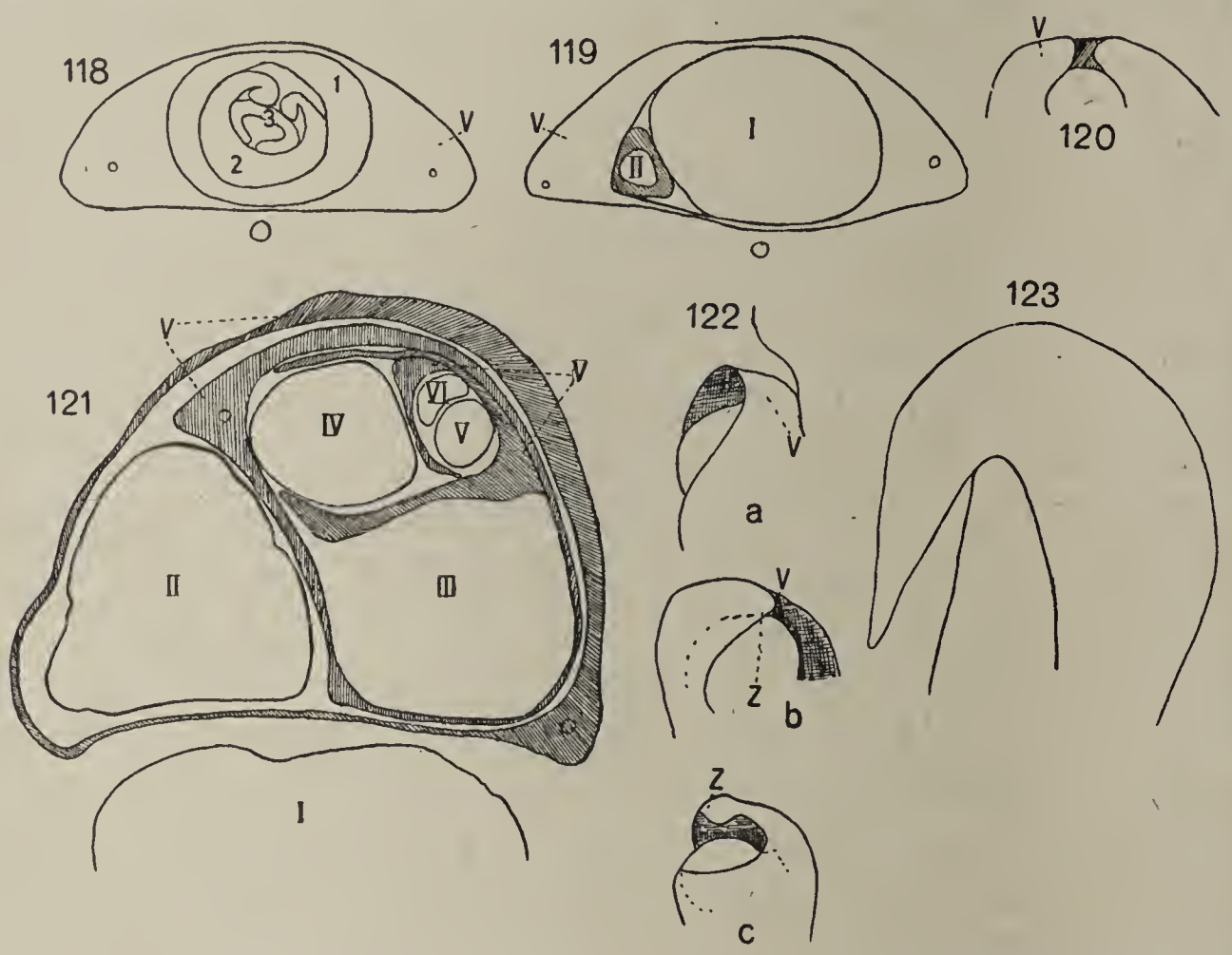


Fig. 118—123. Tradescantia. **118** Querschnitt durch eine vegetative Knospe von Tr. viridis. **119** derselbe tiefer mit Achselsproß. **120** ganz junge Knospe mit Vorblattanlage. **121** Querschnitt durch die Infloreszenz von Tr. geniculata. **122** a, b, c junge Knospen; *z* späterer Zipfel des Vorblattes. **123** älteres Vorblatt.

jederseits. Die Endigung ist einheitlich, in jüngsten Stadien ein gleichförmiger Ringwall. Zwei Primordien, wie Schumann (1890) angibt, fand ich nicht. Die folgenden Blätter stehen in Divergenzen zwischen 90 und 180°. Bei Fertilität des Vorblattes fand ich den Achselsproß vor einem der Kiele. —

Das Infloreszenzvorblatt von Tr. geniculata, das ein trockenhäutiges, an der Spitze rötliches, nur wenig über 1 cm großes Blatt-

gebilde darstellt, zeigt eine auffallend starke Entwicklung des einen Kieles. Auf diesem findet sich das einzige Gefäßbündel und vor diesem Kiele der weiter verzweigte Achselsproß. Der andere Kiel war kaum als solcher angedeutet. Während die erste Anlage sich als gleichmäßiger Ringwall zeigt, beobachtete ich sehr frühzeitig, wie sich auf der später fertilen Seite ein Übergreifen des Randes bemerkbar macht, was weiterhin zur Ausbildung eines lang überhängenden Zipfels führt. Bei aufeinanderfolgenden Vorblättern fand ich immer abwechselnde Vorblatthälften gefördert und fertil, so daß hier wickelige Verzweigung vorliegt.

Rhoeo (Fig. 124—127).

Das Infloreszenzvorblatt von Rhoeo zeigt eine weniger starke, aber immerhin unverkennbare Förderung der einen Vorblatthälfte, was sich schon auf jüngsten Stadien bemerkbar macht. Von den folgenden drei Blättern unterhalb der Infloreszenz, die in transversaler Distichie stehen, alterniert das erste mit der größeren Vorblatthälfte. Das Auftreten eines seitlichen Vorblattes innerhalb der Doppelwickel der Infloreszenz stellt den äußersten Fall von Reduktion der einen Vorblatthälfte dar.

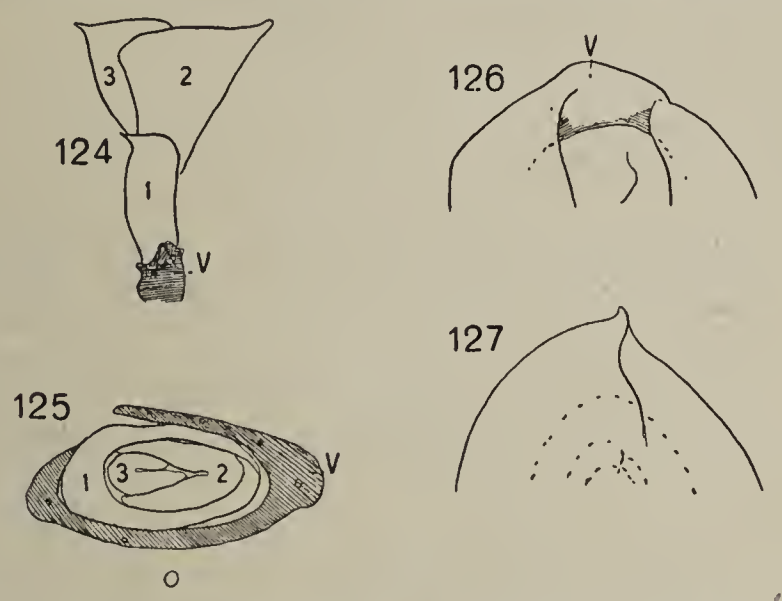


Fig. 124—127. Rhoeo discolor. **124** Infloreszenzsproß **125** Querschnitt durch die Infloreszenz. **126** junge Knospe mit Vorblatt. **127** etwas ältere Knospe, eingehüllt vom Vorblatt.

Mayaca. Mayacaceae.

Die beiden grundständigen ersten Blätter der vegetativen Knospen gleichen den übrigen Laubblättern vollständig und sind mit einbezogen in die Blattspirale. In jungen Stadien bildet das erste Blatt mit weit überragendem Zipfel eine schützende Hülle für die junge Knospe.

Eriocaulon (Fig. 128). **Eriocaulaceae.**

Der Fortsetzungssproß in der Achsel des letzten Laubblattes beginnt hier, ähnlich wie bei Triglochin und Acorus Calamus, mit einem vollständig als Laubblatt entwickelten Vorblatte, das schwach zweikielig ist. Die folgenden Blätter alternieren mit diesem. Auf tiefen Querschnitten sah ich eine durchgehende Zweizeiligkeit des ganzen Sproßsystems, auf höheren Schnitten aber eine Drehung des gesamten

Fortsetzungssprosses, entsprechend der Drehung, die der Infloreszenzschaft erfährt.

Elegia (Fig. 129—131). **Restionaceae.**

Das vegetative, adossierte, zweikielige Vorblatt fand ich nur 3 mm groß, schuppenförmig ohne Gefäßbildung. Es bestehen hier ähnliche Beziehungen zwischen der Ausbildung des Vorblattes und den folgenden Niederblättern wie bei Juncus und manchen Gramineen. Die Ungleichheit der Vorblattkiele steht wohl hier wie anderswo in Beziehung zur Dorsiventralität der ganzen Pflanze. Aufeinanderfolgende Vorblätter sah ich mit der stärker entwickelten Hälfte nach der Seite des Substrates hin konvergieren. Die Endigung des Vorblattes fand ich von jüngsten Stadien an einheitlich. Die Blattstellung liegt zwischen 90° und 180° Divergenz. Verzweigung findet hier nur aus der Achsel der folgenden Niederblätter statt. — Eine auffallende Ähnlichkeit zeigt das Infloreszenzvorblatt mit dem von Tradescantia und Rhoeo, indem sich nur ein Kiel entwickelt findet. Gefäßbündel fehlen hier ganz.

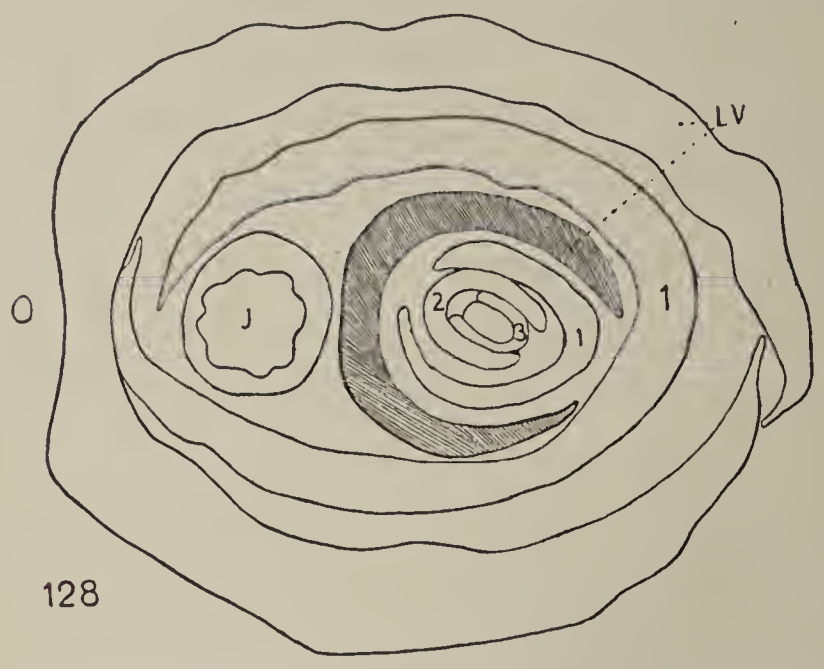
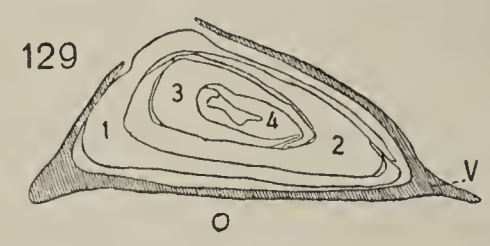
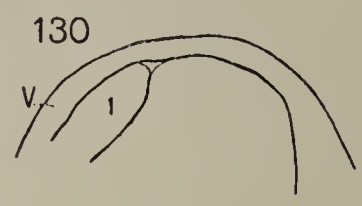


Fig. **128**. Eriocaulon Carsonii. Querschnitt durch den ganzen Sproß. *LV* Laubblatt-Vorblatt.





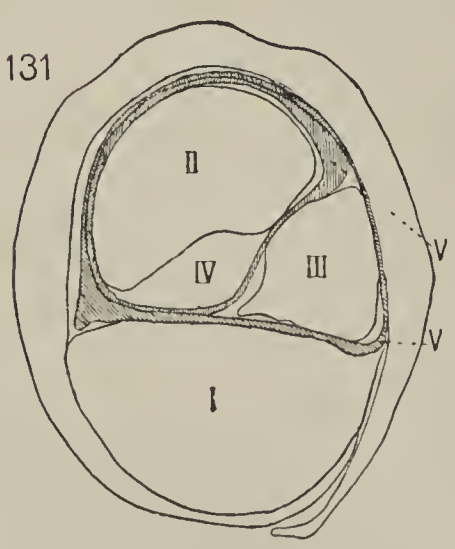


Fig. 129—131. Elegia densta. **129** Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **130** junge Knospe. **131** Querschnitt durch die Infloreszenz.

Liliiflorae.

Colchicaceae. Tofieldia calyculata (Fig. 132—135).

Das kleinbleibende ($1^1/_2$ cm) adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt ist deutlich zweispitzig. Jüngste Stadien zeigen auch hier einen gleichförmigen Ringwall. An Gefäß-

bündeln sind nur zwei auf den Kielen vorhanden. Auffallend ist die Superposition des ersten Blattes, die sich schon in der älteren Literatur angeführt findet (Braun-Eichler 1875). Wie in den entsprechenden anderen Fällen müssen auch hier zwei seitliche Vorblattanlagen angenommen werden. Das superponierte Blatt bleibt an Größe hinter den folgenden zurück. Diese stehen in regelmäßiger medianer Distichie. Doch fand ich ausnahmsweise bei ganz jungen Knospen transversale.

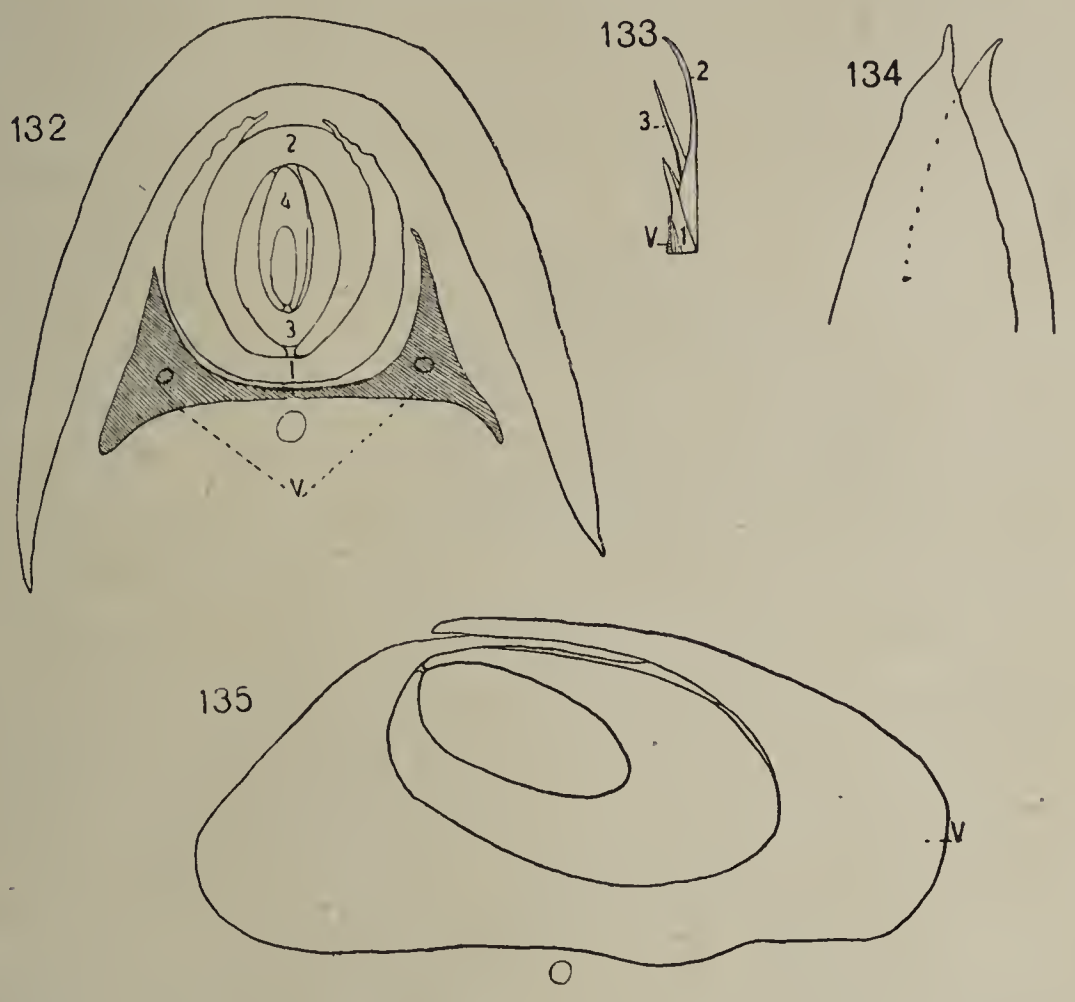


Fig. 132—135. Tofieldia calyculata. **132** Querschnitt durch einen Achselsproß. **133** junger Achselsproß. **134** Vorblattendigung. **135** Querschnitt durch eine ganz junge Knospe.

Scilla (Fig. 136—137). **Liliaceae.**

Das adossierte, zweikielige Vorblatt, das die Achselsprosse innerhalb der Zwiebelschuppen einhüllt, ist wie diese weißlich, dickfleischig, ein mit zahlreichen Gefäßbündeln versehenes Niederblatt ($1^1/_2$ cm). Es endigt mit einheitlicher, abgestumpfter Spitze. Die beiden folgenden Blätter stehen transversal-distich. Das erste alternierte in dem untersuchten Falle mit dem stärker entwickelten Vorblattflügel. In der Infloreszenz ist nur ein seitliches, 1 cm großes Vorblatt vorhanden. —

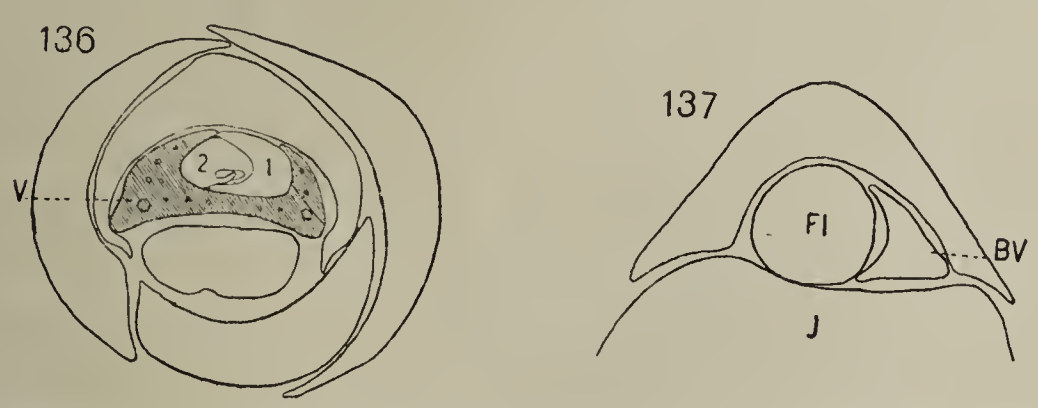
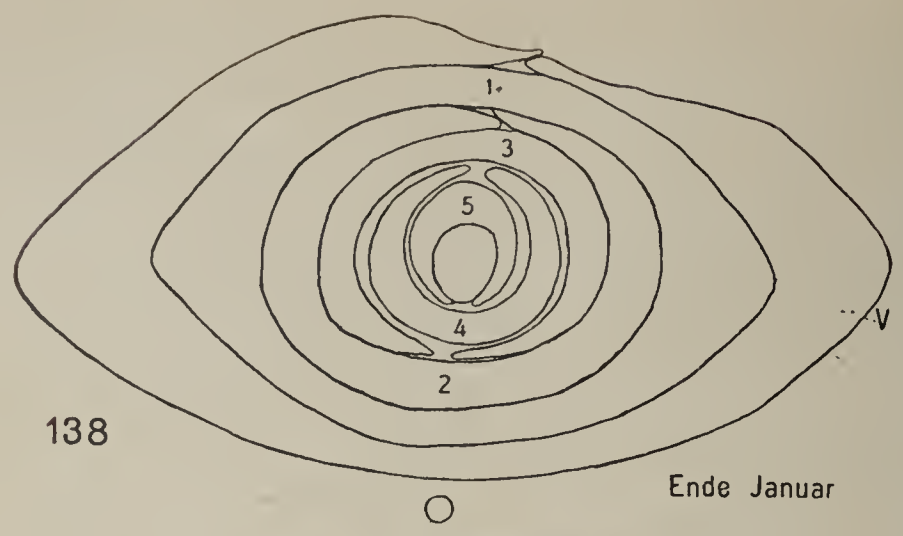
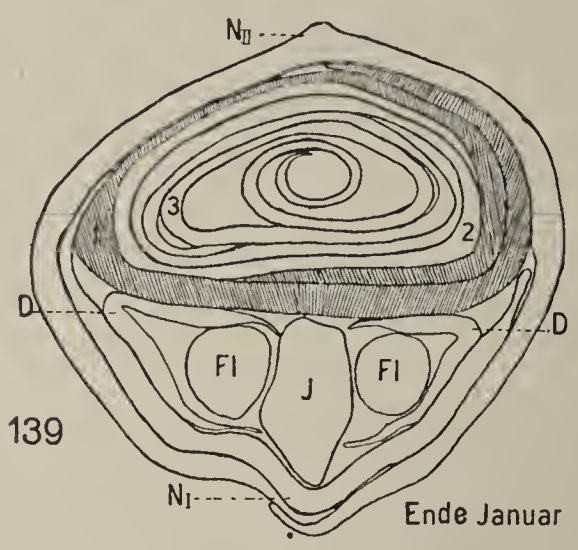


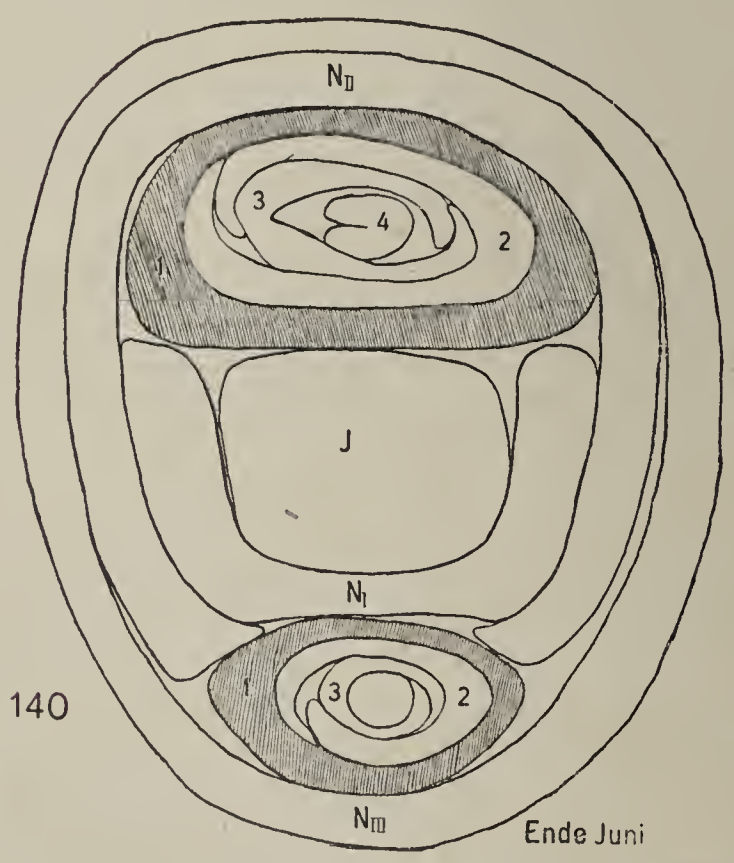
Fig. 136—137. Scilla campanulata. **136** Querschnitt durch die Zwiebel mit Achselsproß. **137** Querschnitt durch die Infloreszenz. *J* Infloreszenzachse, *Fl* Blüte, *BV* Blütenvorblatt.



138



139



140

Fig 138—140. Convallaria majalis. **138** Vegetative Knospe in der Achsel eines basalen Scheidenblattes an einer Blütenknospe. **139** Blütenknospe, *N* Scheidenblätter, *J* Infloreszenzachse mit Blüten *Fl*, *D* Deckblätter der Blüten. **140** Nichtblühender oberirdischer Trieb.

Convallariaceae.

Polygonatum.

Bei Irmisch (1856) findet sich in bezug auf die Ausläuferknospen in den Achseln der basalen Scheidenblätter die Bemerkung, daß man das erste Blatt dieser Knospen als links und rechts von dem Mutterblatte anzunehmen habe. Dasselbe fand ich bestätigt. Die folgenden Laubblätter alternieren mit dem seitlichen Vorblatte und untereinander.

Convallaria majalis

(Fig. 138—140).

Die zu Ausläufern werdenden Knospen in der Achsel basaler Niederblätter werden eingehüllt von einem klein bleibenden, weißlichen Vorblatte, das ich zum Teil typisch zweikielig adossiert fand mit folgender median-disticher Blattstellung, außerdem aber Übergänge bis zu ausgesprochen transversaldisticher und die Gestalt des Vorblattes asymmetrisch. Diese letztere Blattstellung vorwiegend bei ganz jungen Knospen in der Achsel von Scheidenblättern unterirdischer Ausläufer, die Anfang März gesammelt worden waren, die erstere bei

einem orthotropen blühreifen Sprosse, der Ende Januar, und einem unterirdischen Ausläufer, der Ende Juni ausgegraben worden war. Irmisch (1856) gibt für diese Ansläuferknospen an, daß ihr erstes Blatt adossiert sei, allein diese Stellung sei nicht immer ganz deutlich, indem der Scheidenspalt der Blätter zuweilen so schief verlaufe, als ob die Mediane rechts oder links vom Mutterblatte liege.

Bei Untersuchung der Knospen innerhalb der Laubblätter muß zuerst entschieden werden, ob die Infloreszenz als terminal oder lateral anzusehen ist. Irmisch spricht sich ganz deutlich an verschiedenen Stellen darüber aus, daß er die Infloreszenzen als lateral betrachte. Die zwei bis drei Laubblätter oberhalb der Infloreszenz, die in höchst auffallender Weise im Gegensatz zu der regelmäßigen Alternation der vorausgehenden Niederblätter nur in ein Viertel Divergenz zu dem letzten, die Infloreszenz umhüllenden Blatte stehen, sieht er als Endigung des Hauptsprosses an. Besonders deutlich geht seine Auffassung aus dem Vergleich hervor, den er zwischen Paris und Convallaria anstellt. (Bei Paris stehen nämlich die ersten Blätter an der Keimpflanze nach $^1/_2$ Divergenz, erst später setzt die $^1/_4$-Stellung ein). Dort heißt es: „Für die eigentümliche Blattstellung der Grundachse von Paris dürfte es mindestens eine Analogie gewähren, daß bei Convallaria majalis oberhalb des gleichfalls axillären Blütenstengels auch die Divergenz ein Viertel auftritt". Bernatzky's Auffassung ist nicht ganz klar, da sich bei ihm zwei kurz aufeinanderfolgende, einander widersprechende Stellen finden. Einmal wird der Blütenstand als seitenständig bezeichnet. Dann aber sagt er: „Die Stellung der Blütenstandsnarbe und des vegetativen Seitensprosses beweist deutlich, wo eine Drehung der Blattstellungsebene stattgefunden hat", wobei er unter vegetativem Seitensproß doch nur die letzten Laubblätter oberhalb der Infloreszenz gemeint haben kann. Viel deutlicher spricht sich Döll (1857) über die seiner Auffassung nach terminale Stellung der Infloreszenz aus, indem er sagt: „Von den erwähnten Niederblättern umgeben, bis zur Mitte umschlossen, erhebt sich der blütentragende Schaft." Und an anderer Stelle: „In der Achsel des letzten geschlossenen Niederblattes steht ein Laubzweig, dessen zwei bis drei alternierende Blätter sich mit der Spirale des Stengels kreuzen."

An blühreifen Knospen, die Ende Januar und später untersucht worden waren, konnte ich die eigentlichen Verhältnisse nicht erkennen. Ende Juni untersuchte ich nicht blühreife, oberirdische Triebe, die erst im nächsten Sommer zur Blüte kommen und in dieser Vegetationsperiode nur 2—3 Laubblätter entfalten. Hier fanden sich wesentlich jüngere

Blüten und Laubblattanlagen. Besonders deutlich war ein Fall, bei dem das drittvorletzte Niederblatt einen vegetativen Achselsproß trug, der dieselbe $^1/_4$-Stellung zum Hauptsproß zeigte, wie die neben der Infloreszenz stehenden Laubblätter. Nach dieser Beobachtung müssen diese letzteren als vegetativer Sproß in der Achsel des vorletzten Niederblattes gedeutet werden. Es folgt dann nur noch das letzte, die terminale Infloreszenz umhüllende Niederblatt. Berücksichtigt man, daß auch bei Ausläuferknospen transversale Distichie auftritt, fällt das Auffallende dieser Blattstellung bei den höheren Knospen fort. Bei Irmisch finde ich eine Bemerkung, die den Vergleich zwischen beiderlei Knospen noch erhärtet. Dort heißt es: „Zuweilen stehen diese Laubblätter nicht unmittelbar neben dem Blütenstengel, sondern sie sind erst in ein weit hinaufreichendes Scheidenblatt eingeschlossen, welches dann mit seiner Rückenfläche gegen den Blütenstengel gekehrt ist. Dann fiele der letzte Unterschied mit den Ausläuferknospen fort, der darin besteht, daß diese mit einem Niederblatte, dem adossierten Vorblatte, beginnen, während die höchsten Knospen gleich mit einem Laubblatte einsetzen. Parallele Fälle von Zweiganfängen der Fortsetzungssprosse in der Achsel der obersten Laubblätter wurden schon für Triglochin, Acorus Calamus und Eriocaulon beschrieben.

Paris (Fig. 141—142).

Die Endknospe des Rhizoms birgt mehrere aufeinanderfolgende Generationen von Knospen in den Achseln ihrer Blätter bis in die jüngsten Blattanlagen hinauf. Wegen dieser von Dutailly als Anticipation der Entwicklung bezeichneten Eigentümlichkeit findet sich Paris wiederholt in der älteren Literatur, so bei Braun (1851—52), Wydler (1854), Irmisch (1856), neueren Datums bei Schumann (1893) angeführt. Jeder dieser Sprosse, die sich zu einem Blütenstengel entwickeln können — allerdings verkümmern immer einige, so besonders der erste — beginnen mit zwei oder einem Vorblatte. Bei den genannten Autoren finden sich ein tiefgespaltenes und zwei getrennte Vorblätter nebeneinander erwähnt, für die jüngsten Knospenanlagen in der Regel zwei. Dies wird besonders schon von Wydler hervorgehoben zur Entscheidung, ob hier ein Vorblatt oder zwei getrennte anzunehmen seien. Jedenfalls ist die Verbindungsleiste der beiden Vorblätter, wie sie Irmisch abbildet, so schmal, daß sie leicht gar nicht zur Ausbildung kommen kann. Ich fand auf Serienschnitten zwei vollständig getrennte Vorblätter von ganz rudimentärer Beschaffenheit ohne Gefäßbündel von unregelmäßiger Kontur. Die beiden Vor-

blattanlagen sind hier offenbar auf ganz früher Entwicklungsstufe stehen geblieben, bevor noch eine Verwachsung eingetreten ist, oder wenn sich eben erst die Anfänge dazu zeigen.

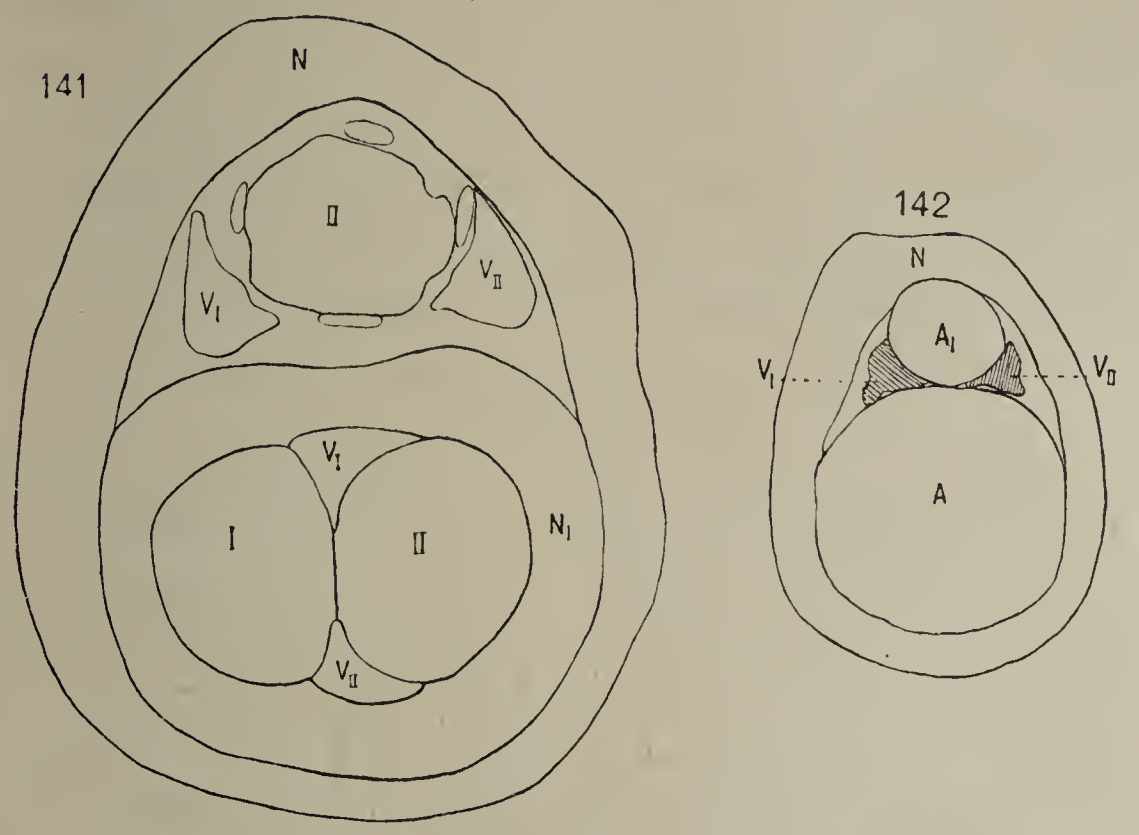


Fig. 141—142. Paris quadrifolia. **141** Querschnitt durch die Endknospe des Rhizoms. *N* Rhizomniederblätter. **142** Dasselbe tiefer, schwächer vergrößert.

Asparagus (Fig. 143—145).

Asp. Sprengeri hat ein ganz ähnlich zarthäutiges Vorblatt wie Paris. Es ist mit bloßem Auge kaum wahrnehmbar, nur zwei Zelllagen breit, ganz ohne Gefäßbündel und Spaltöffnungen, wie sie das ebenfalls häutige Tragblatt, das einzige Blatt außer dem Vorblatt, auf-

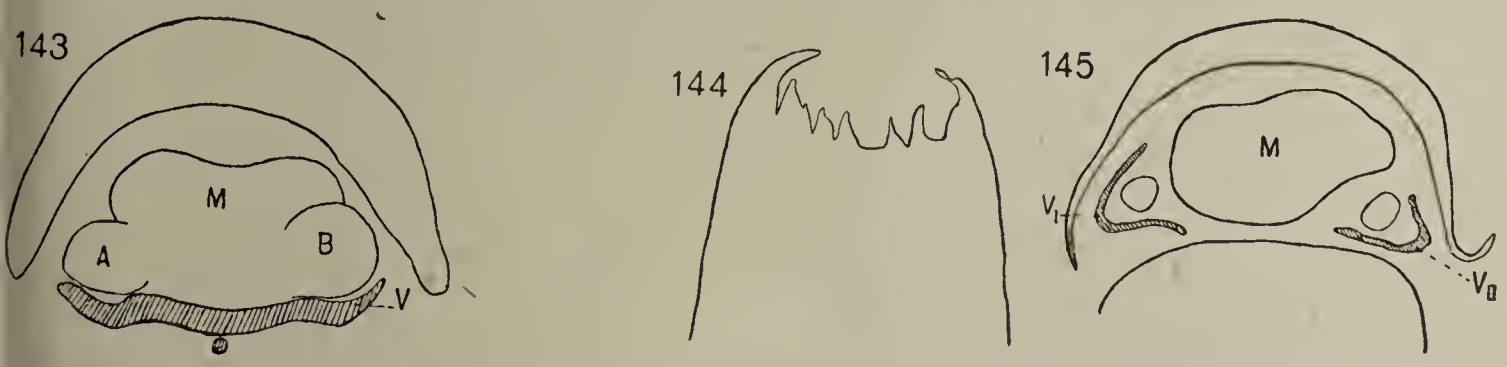


Fig. 143—144. Asparagus Sprengeri. **143** Querschnitt durch einen Achselsproß 1. Ordnung. *M* Mittelsproß, *A*, *B* Achselsprosse des Vorblattes. **144** Vorblatt-Endigung.
Fig. **145.** Asparagus officinalis. Seitensproß 1. Ordnung.

weist. Der Rand des Vorblattes ist stark eingebuchtet. Zu beiden Seiten des sich zum reichverzweigten Langtriebe auswachsenden Hauptsprosses finden sich Achselsprosse des Vorblattes, die sich zu den aus Phyllokladien bestehenden Kurztrieben entwickeln. Nur diese Achselsprosse erster Ordnung besitzen adossierte Vorblätter, die höheren sind

vorblattlos. — Bei Asp. officinalis fand ich zwei vollständig getrennte Vorblätter von ebenfalls rudimentärer Beschaffenheit wie bei A. Sprengeri. Bei einer aus Samen aufgezogenen Topfpflanze waren sie ganz ohne Gefäßbündel und Spaltöffnungen, welche letztere aber bei einer kräftigen Freilandpflanze vorhanden waren. Immerhin sind auch hier die Vorblätter nur $^1/_2$ cm groß und trockenhäutig. Die Achselsprosse der Vorblätter bleiben hier in der Regel unentwickelt. Für die Blüten, die in ihrer Stellung diesen Achselsprossen entsprechen, erwähnt Eichler (1875) das Vorkommen rudimentärer Brakteen.

Geitonoplesium.

Die später ganz von der Rinde überwallten, im $<$ von 90° mit ihrer Achse zur Hauptachse stehenden, vegetativen Knospen werden normal angelegt. Das erste Blatt fand ich hier adossiert mit einheitlichem Rande, das zweite mit diesem alternierend.

Smilax (Fig. 146—150).

Das adossierte Vorblatt zeigt keine Besonderheit. Es ist ein

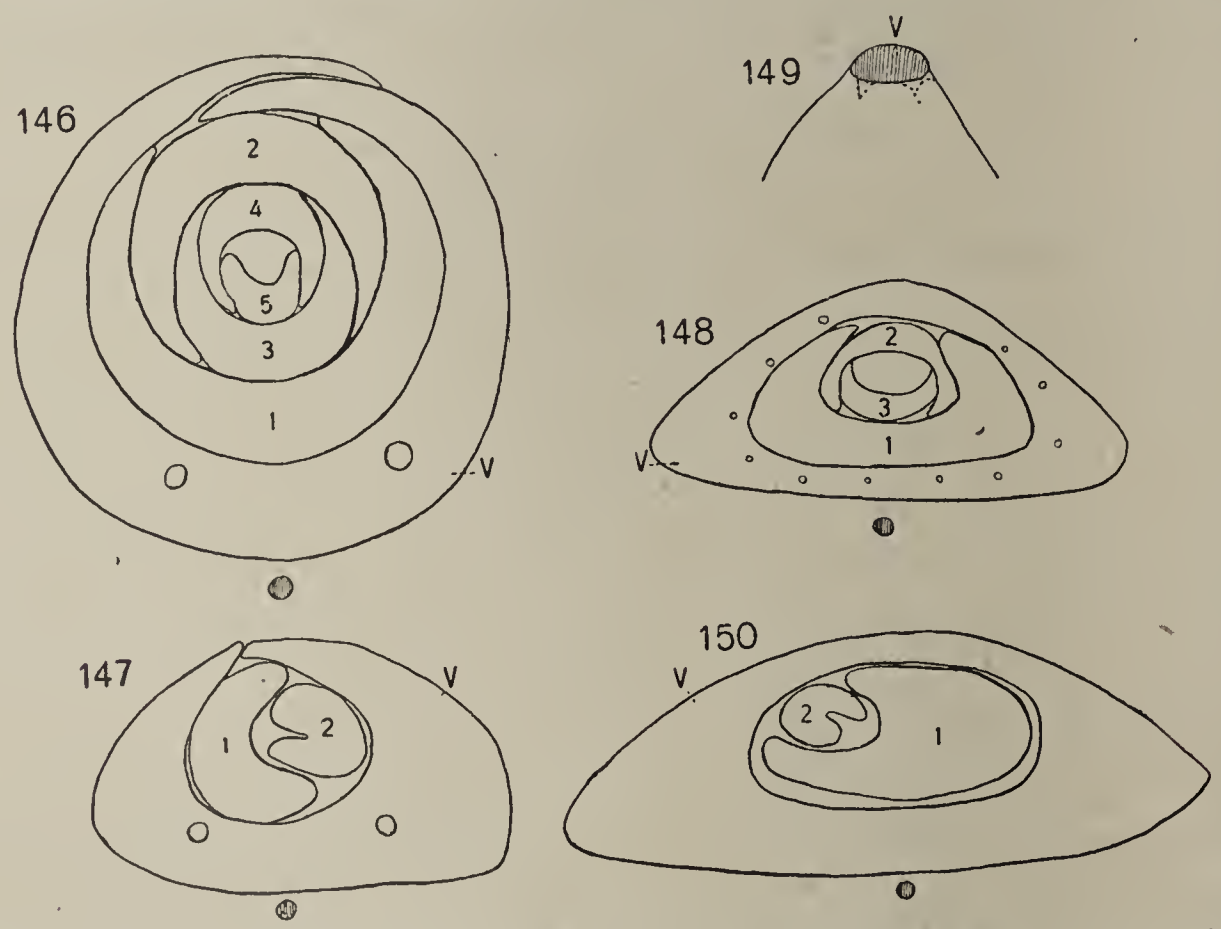


Fig. 146—147. Smilax aspera. **146** Querschnitt durch eine Laubblattknospe. **147** Querschnitt durch eine Niederblattachselknospe an einem Wurzelsproß.
Fig. 148—150. Smilax ornata. **148** Querschnitt durch eine Laubblattknospe. **149** ganz junge Knospe. **150** Querschnitt durch eine Knospe in der Achsel eines Niederblattes (Wurzelsproß).

bräunliches Niederblatt von geringer Größe, in der Regel mit einheitlicher Endigung. Die erste Anlage zeigt bei Sm. ornata einen Ring-

wall mit etwas erhöhter adaxialer Mitte. Bei Sm. ornata fand ich in einem Falle geringe Zweizipfeligkeit. Die Gefäßbündel waren bei Sm. hastata, Sarsaparillus und ornata ringsum verteilt, nur bei Sm. aspera fanden sich zwei in seitlicher Stellung. Auffallend ist auch hier die superponierte Stellung des ersten Laubblattes, das wie in anderen Fällen von Superposition hinter den folgenden an Größe zurückbleibt, eine kleinere Lamina und kürzere Ranken besitzt. Knospen in der Achsel von Niederblättern an Wurzelschossen zeigten diese Blattstellung nicht, sondern transversale Distichie, während diese allgemein bei den Knospen in der Achsel von Laubblättern zu finden war.

Yucca (Fig. 151).

Das Vorblatt hat hier nur ein seitliches Gefäßbündel. Das erste Blatt folgt in etwas nach vorn verschobener, transversaler Distichie, so daß hier eher ein seitliches als ein adossiertes Vorblatt vorliegt.

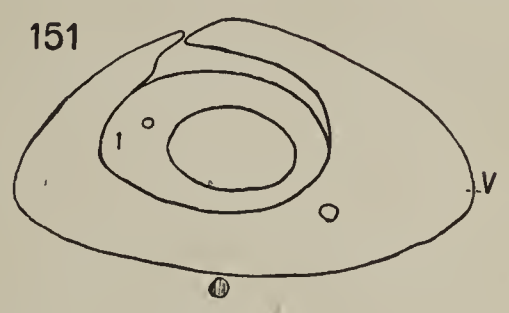


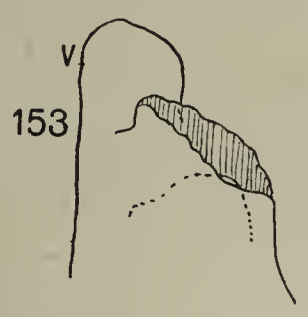
Fig. **151**. Yucca filamentosa. Querschnitt durch einen Achselsproß.

Cordyline.

Die im Winkel von 90° mit ihrer Achse zur Hauptachse stehenden, von der Rinde überwallten Knospen zeigen das erste Blatt nicht von den folgenden verschieden.

Pontederiaceae. Eichhornea (Fig. 152—153).

Das adossierte Vorblatt stimmt besonders auf jüngeren Stadien in seiner Ausbildung ganz mit der der Laubblätter überein. Später tritt allerdings die Spreite hinter der mächtig entwickelten Scheide zurück und bildet nur einen kleinen Anhangszipfel. Der Scheidenrand, der viel stärker gelappt ist als der des Laubblattes, dient mit seinen Schleim absondernden Drüsen zum Knospenschutz.



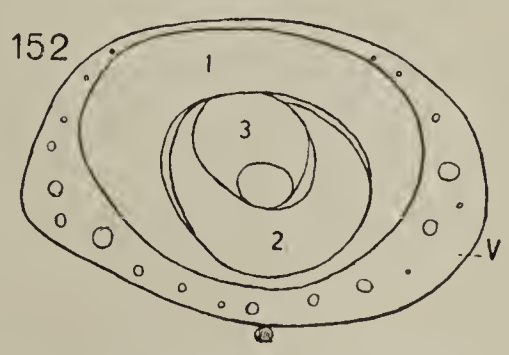


Fig. 152—153. Eichhornea azurea. **152** Querschnitt durch einen Achselsproß. **153** junge Knospe, eingehüllt von der Vorblattscheide.

Amaryllideae.

Galanthus nivalis (Fig. 154—157).

Der blütentragende Sproß wird hier eingehüllt von einem schmalen,

trockenhäutigen, rings geschlossenen, adossierten Niederblatte mit stumpfer Endigung. Dann folgen zwei Laubblätter in medianer Distichie; das oberste ist Tragblatt der axillären Infloreszenz. Ich beobachtete neben der Basis des Infloreszenzschaftes die von Irmisch (1860) als Terminalknospe bezeichnete Endigung des Hauptsprosses, die von Schumann (1890—94), trotz der alternierenden Stellung der Blätter mit den vorhergehenden, als Beiknospe bezeichnet wird, und die Infloreszenz dementsprechend als terminal. — Über die Zweiwertigkeit der Infloreszenzspatha ist wohl kein Zweifel mehr. Die Endigung ist deutlich zweizipfelig. Die seitlichen Kiele sind, wie Eich-

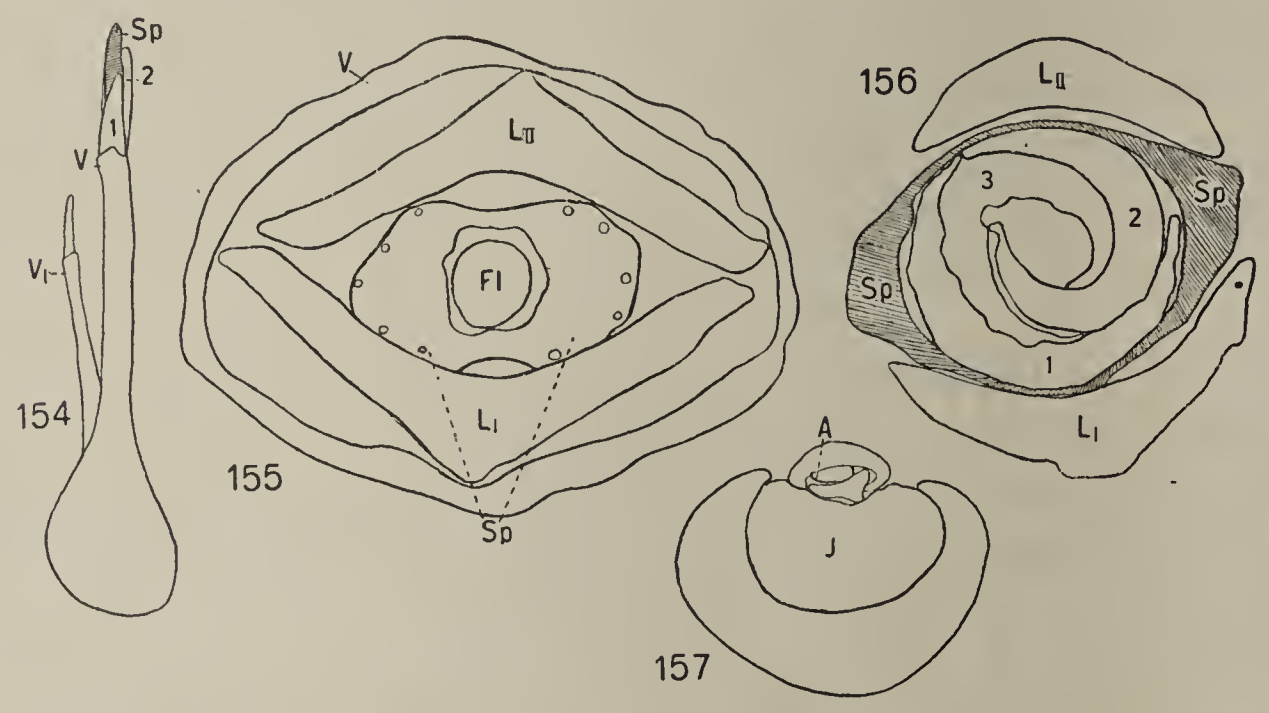


Fig. 154—157. Galanthus nivalis. **154** Sproß mit Seitensproß. *Sp* Spatha. **155** Querschnitt durch den ganzen Sproß (hoch). *L* Laubblätter, *Fl* Blüte. **156** dasselbe ohne Vorblatthülle höher. **157** basaler Querschnitt durch den ganzen Sproß. *A* Hauptachse.

ler (1875) betont, so dick und grün und setzen genau seitlich ein, daß sie durchaus den Eindruck gesonderter Blätter machen. Während die Kiele zahlreiche Gefäßbündel besitzen, fehlen diese auf deren schmalen Verbindungsstrecken.

Leucojum (Fig. 158—160).

Die grüne, ebenfalls zweizipfelige Spatha von L. aestivum zeigt die Kiele nicht so scharf abgesetzt gegen die Verwachsungsstrecken und Gefäßbündel ringsum gleichmäßig verteilt. Das Auftreten von Doppelschraubeln innerhalb der Spatha, wobei ein Schraubelzweig vor jedem Kiele zu stehen kommt, sieht Eichler (1875) als besonderen Beweis der Zweiwertigkeit der Spatha an. Die Einzelblüte hat nur ein seitliches Vorblatt, das Deckblatt der folgenden Blüte ist. — In einem besonderen Falle sah ich an einem, mir von Herrn Dr. Hirmer

überbrachten Exemplare von Leucojum vernum die Spatha als zwei vollständig getrennte Blätter, die nur adaxial eine kleine Strecke weit miteinander verwachsen waren. Außerdem fanden sich hier ausnahmsweise zwei Blüten entwickelt und zwischen ihnen ein fadenförmiges Gebilde, das als Achsenende gedeutet werden mußte, so daß hier volle Übereinstimmung mit L. aestivum herrschte. — Das adossierte Vor-

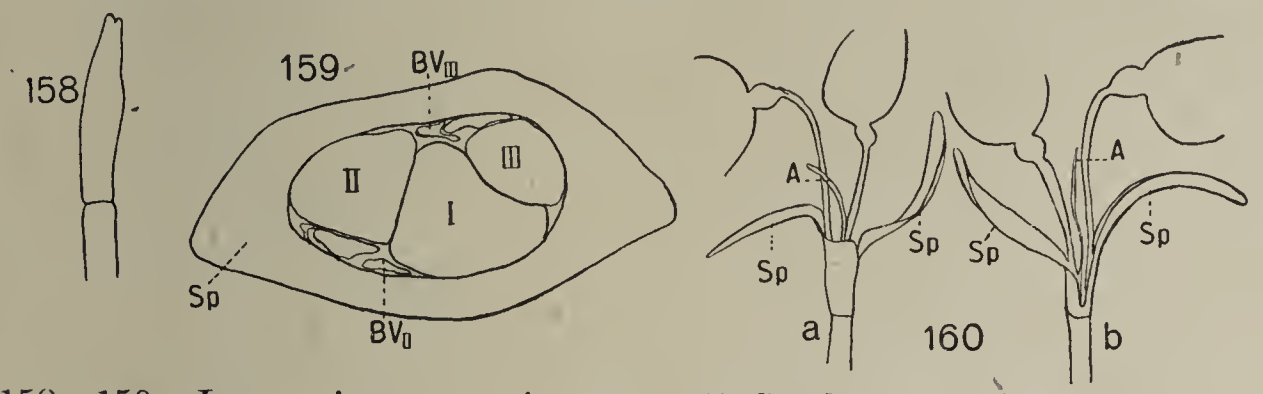


Fig. 158—159. Leucojum aestivum. **158** Spatha. **159** Querschnitt durch die Infloreszenz. *BV* Blütenvorblatt.
Fig. **160**. Leucojum vernum. Zweiblütige Infloreszenz. *A* Achsenende, *a* adaxial, *b* abaxial.

blatt der vegetativen Knospe, zu dem die folgenden Blätter in medianer Distichie stehen, macht durchaus den Eindruck eines einheitlichen Blattgebildes wie das von Galanthus.

Narcissus (Fig. 161).

Dasselbe gilt für die vegetativen Knospen von N. Nur in einem Falle fand ich starke Ausbildung des einen Kieles und ebenfalls transversale Stellung des ersten Blattes. Eigentümliche Verwachsung beobachtete ich zwischen dem Vorblatt und dem ersten Blatte, wie sie Irmisch (1860) für die ersten Blätter einer Beiknospe von N. Tazetta als aus Verschmelzung zweier hervorgegangen beschreibt.

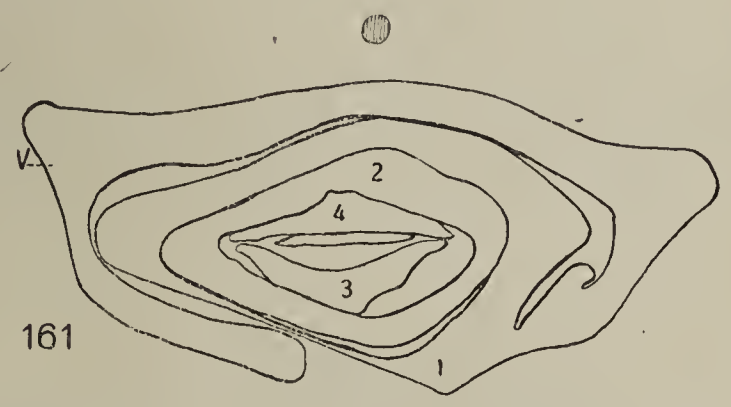


Fig. **161**. Narcissus biflorus. Querschnitt durch eine vegetative Knospe.

Hipeastrum (Fig. 162).

Hier sind in der Regel zwei vollständig getrennte Spathablätter vorhanden, die

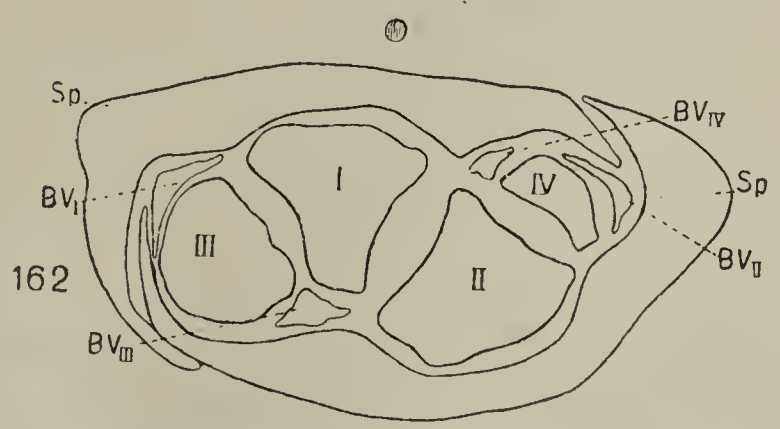
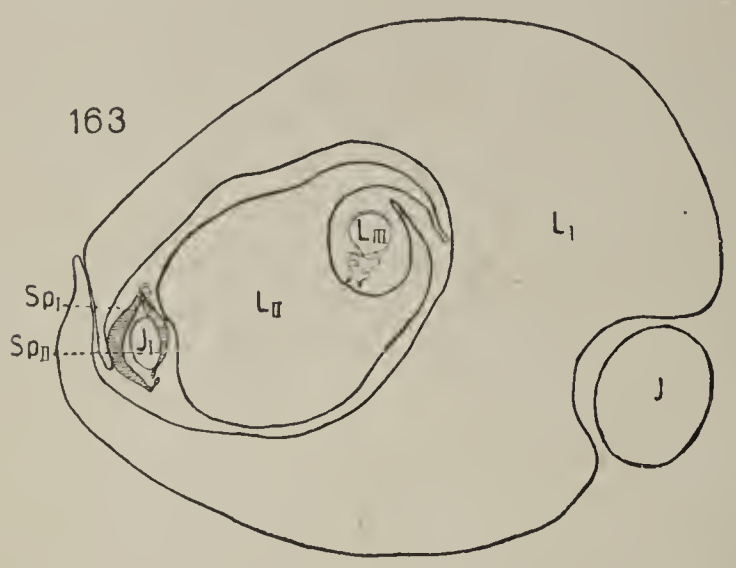


Fig. **162**. Hipeastrum hybridum. Querschnitt durch die Infloreszenz. *Sp* die beiden Spathablätter, *BV* Blütenvorblätter.

5 cm groß und derb und grün sind. Sie liegen so zueinander, daß der eine Rand jedes einzelnen gedeckt, der andere deckend ist, was schon Irmisch (1860) hervorhebt. Innerhalb der Doppelschraubel ist immer nur ein seitliches Vorblatt bei jeder Blüte ausgebildet. Eine Primanblüte fand ich nicht. Die beiden Seitenblüten sind schon auf jungen Stadien annähernd gleichgroß und die Hauptachse zwischen ihnen nicht wahrzunehmen.



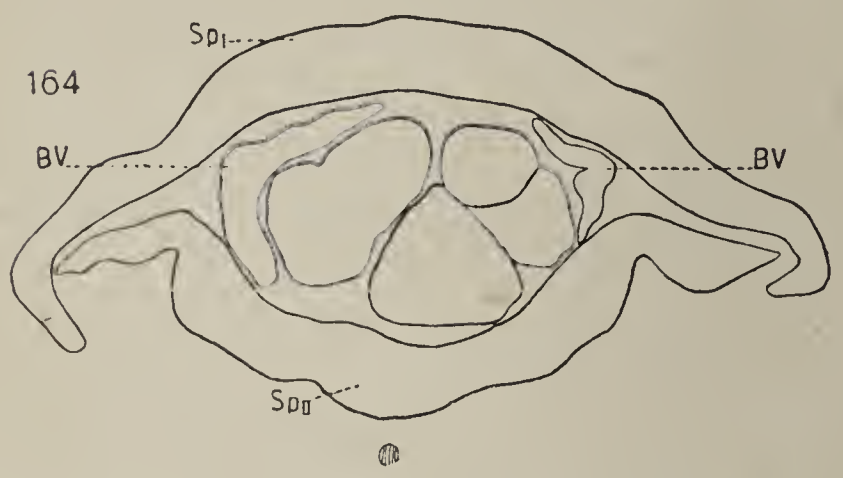


Fig. 163—164. Tacca integrifolia. **163** Querschnitt durch den ganzen Sproß. *Sp* Spatha, *J* Infloreszenz, *L* Laubblatt. **164** Querschnitt durch die Infloreszenz, *BV* Blütenvorblatt.

Taccaceae (Fig. 163—164).

In jeder Laubblattachsel fand ich Doppelschraubeln darstellende Infloreszenzen, die mit zwei getrennten Spathablättern beginnen. Nur stehen die Spathablätter median zur Hauptachse, das erste dem Deckblatt superponiert. Die Einzelblüten haben ebenfalls nur einzelne Vorblätter, die in bezug auf die Primanblüte als seitlich nach vorn fallend bezeichnet werden müssen.

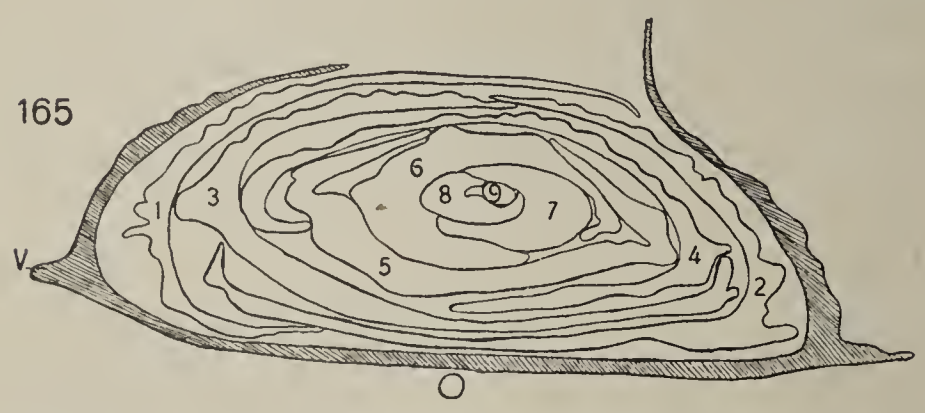


Fig. **165**. Ananas sativa. Querschnitt durch eine vegetative Knospe.

Bromeliaceae Ananas (Fig. 165).

Die vegetativen Knospen beginnen mit einem adossierten, zweikieligen Vorblatte, dessen Endigung ich auf jüngsten Stadien einheitlich fand. Gefäßbündel sind ringsum verteilt. Das auf das Vorblatt folgende Blatt fällt schräg nach vorn; die übrigen folgen in $^2/_5$-Stellung.

Iridaceae (Fig. 166—168).

Das adossierte, zweikielige Vorblatt der vegetativen Knospe ist ein derbwandiges, wenig Chlorophyll enthaltendes Niederblatt, das bald braun wird. Am größten war es bei I. pseudacorus (5 cm), wo auch die Knospen am größten sind. Die Endigung fand ich einheitlich. Entsprechend seiner, aus der Achsel der Deckblätter verschobenen Lage ist das Vorblatt bei I. germanica und I. pseudacorus stark asymmetrisch. Die stärker entwickelten Kiele zweier aufeinanderfolgender Vorblätter konvergieren nach der Seite des Substrats hin. Die folgenden Blätter fand ich transversal-distich bei I. germanica, in Divergenzen näher an

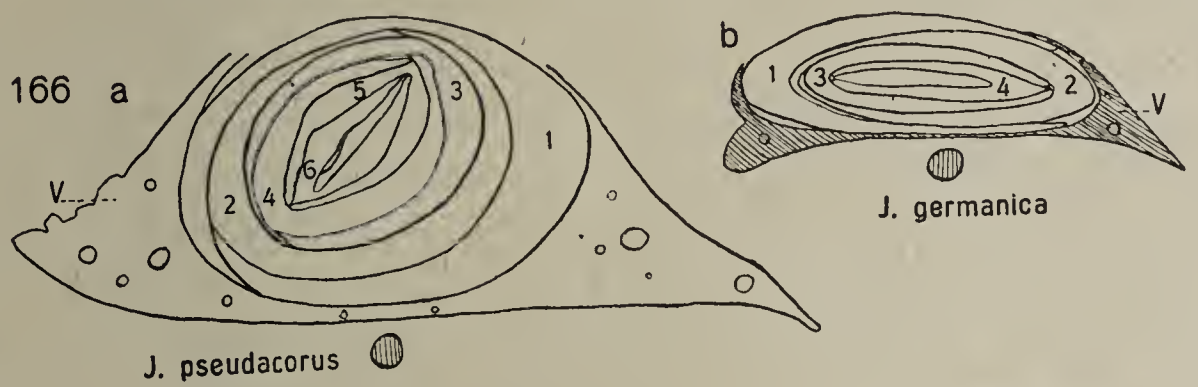


Fig. 166—167. Iris. **166** Querschnitte durch Knospen. **167** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt.

180° bei I. pseudacorus und I. sibirica, jedenfalls nicht übereinstimmend mit der Eichler'schen Angabe (1875), daß bei vegetativen und Hochblattzweigen das nächste Blatt dem Vorblatt immer median gegenüberfalle.

Eichler beschreibt eingehend den Aufbau der Infloreszenz, wobei er sich auf Wydler (1872) bezieht. Hierbei muß unterschieden werden zwischen der Hauptinfloreszenz und den in der Achsel tieferer Hochblätter entstehenden Seiteninfloreszenzen. Die betreffende Stelle von Eichler in bezug auf die Hauptinfloreszenz lautet: „Unterhalb der Gipfelblüte sind die beiden obersten Hochblätter zu einer Art Spatha bivalvis zusammengerückt. Das untere der beiden ist unfruchtbar, das

obere hat einen Sproß in der Achsel, der nur das adossierte Vorblatt besitzt und im Falle von Fruchtbarkeit eine Blütenfächel trägt.“ Hiermit ist ausgedrückt, daß die Achselsprosse in die Mediane der Vorblätter fallen. Eichler bildet ein dementsprechendes Schema der Verzweigung für I. pseudacorus ab, ein gleiches findet sich bei Dodel-Port. Beide Autoren veranschaulichen die Verhältnisse an der fertigen Infloreszenz. Untersucht man aber jüngere Stadien, so sieht man deutlich, daß der Achselsproß des Vorblattes keineswegs median zu diesem steht, sondern deutlich nach der einen Achsel desselben hingerichtet ist. I. sibirica zeigte diese Verhältnisse noch besser als I. pseudacorus, wo die Infloreszenzen schon etwas vorgerückter waren. Die aufeinanderfolgenden Achselsprosse liegen immer der gleichen Vorblattachsel zugewandt, so daß hier schraubelige Anordnung vorliegt. Bei der reichen Verzweigung nun finden hier Verschiebungen statt, wobei die älteren Vorblätter aus ihrer ursprünglich seitlichen Lage in die Mediane des ganzen Sproßsystems verschoben werden, wie ich Ähnliches bei Philodendron in dem von Irmisch (1874) angegebenen Schema ausgedrückt fand. Es geschieht hier aber nicht, wie Eichler meint, das Umgekehrte, indem hier die Fächel durch Verschiebung aus der Mediane zur Schraubel wird.

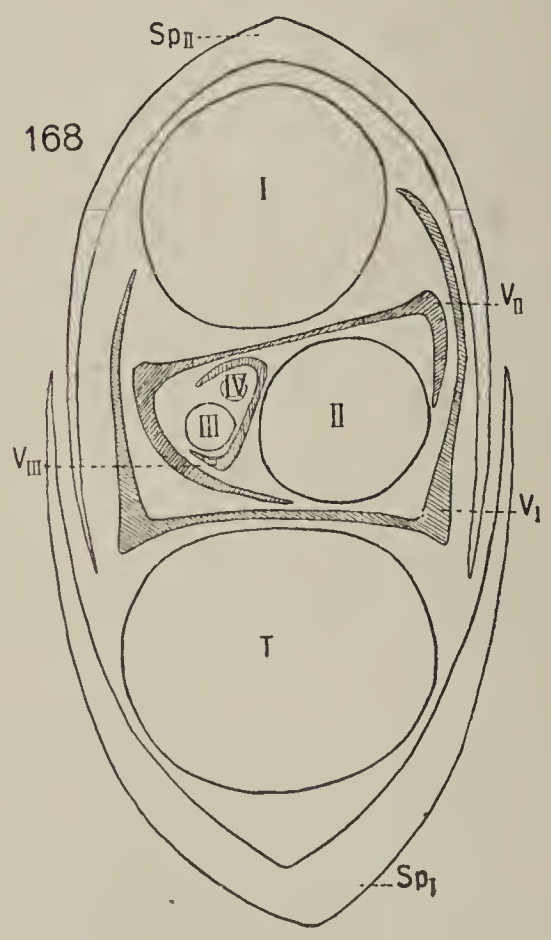


Fig. **168**. Iris. Schema der Verzweigung an der Hauptinfloreszenz, *Sp I*, *II* die beiden obersten Hochblätter, *T* Terminalblüte.

Die Verhältnisse an der Seiteninfloreszenz in der Achsel tieferer Hochblätter gleichen insofern den oben geschilderten als auf das adossierte Grundvorblatt hier ebenfalls zwei zu einer Art Spatha zusammenrückende Hochblätter unterhalb der Gipfelblüte auftreten. Von diesen ist wiederum das obere fertil. Das trockenhäutige, mehrere Zentimeter große Infloreszenzvorblatt trägt ringsum Gefäßbündel, deutlich größere auf den Kielen. Den adaxialen Rand fand ich auf jüngeren Stadien wenig eingebuchtet.

Dioscorea (Fig. 168—169).

Dioscoreaceae.

Von den Knospen, die sich innerhalb der Laubblattachsel befinden, entwickelt sich, wie Goebel (1905) angibt, die der Achse zunächst

stehende, älteste selbständig zu einer Infloreszenz oder vegetativen Knospe. Die jüngeren vor dieser liegenden werden bei Ausbildung der Luftknolle auf gemeinsamer Basis emporgehoben. Die vegetative Knospe beginnt mit zwei seitlichen, nach vorn konvergierenden Laubblättern, auf die die übrigen in schief dekussierter Stellung folgen. In jüngsten Stadien bildet das erste Laubblatt eine schützende Hülle um die jüngste Knospe. Die Blüten beginnen nach Eichler (1875) mit einem seitlichen Vorblatte, das seitlich oder schräg nach rückwärts fällt.

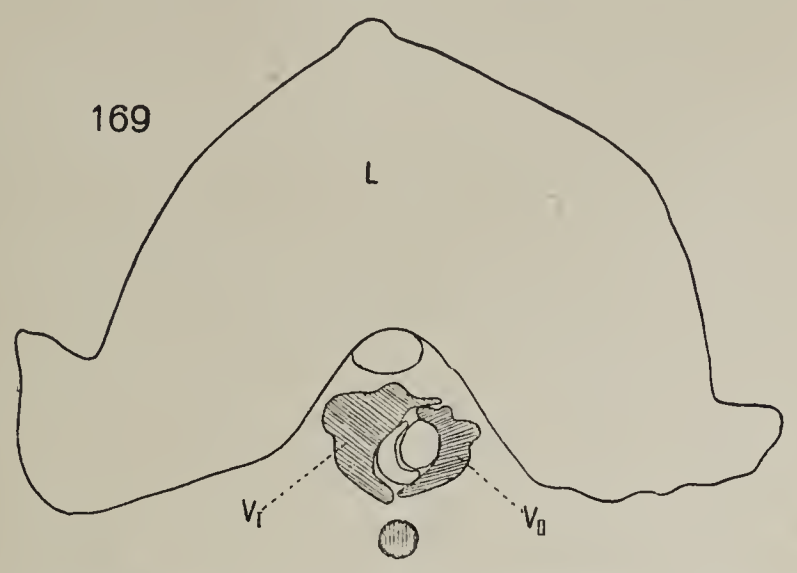


Fig. 169. Dioscorea spec. Querschnitt durch eine Laubblattachsel mit Sproßsystem. *L* Laubblatt.

Scitamineae.

Musa. Musaceae.

Bei der im Winkel von 90° mit ihrer Achse zur Hauptachse stehenden Knospe unterscheidet sich das erste Blatt nicht von den übrigen, die in spiraliger Anordnung folgen.

Zingiberaceae.

Zingiber (Fig. 170—173).

Das adossierte, vegetative Vorblatt von Z. Clarkei ist allem Anschein nach ein einheitliches Gebilde. Es gleicht den folgenden Blättern, die in regelmäßiger Alternation stehen, ganz mit seiner breiten, gefäßbündelreichen, adaxialen Mitte und seiner einheitlichen, eingefalteten Spitze. — Das zarthäutige, $2^1/_2$ cm große, adossierte Infloreszenzvorblatt zeigt auf jungen Stadien etwas seitlich verschobene Stellung zur Achse. In ausgewachsenem Zustande steht der Blütensproß nicht vor der Mediane. In bezug auf die Richtung der Verschiebung herrscht keine Regelmäßigkeit. Die erste Anlage des Vorblattes ist ein gleichförmiger Ringwall. Auch später ist die Endigung einheitlich. Auffallend ist das Auftreten einer sich nicht weiter entwickelnden Knospe in der Achsel des Vorblattes.

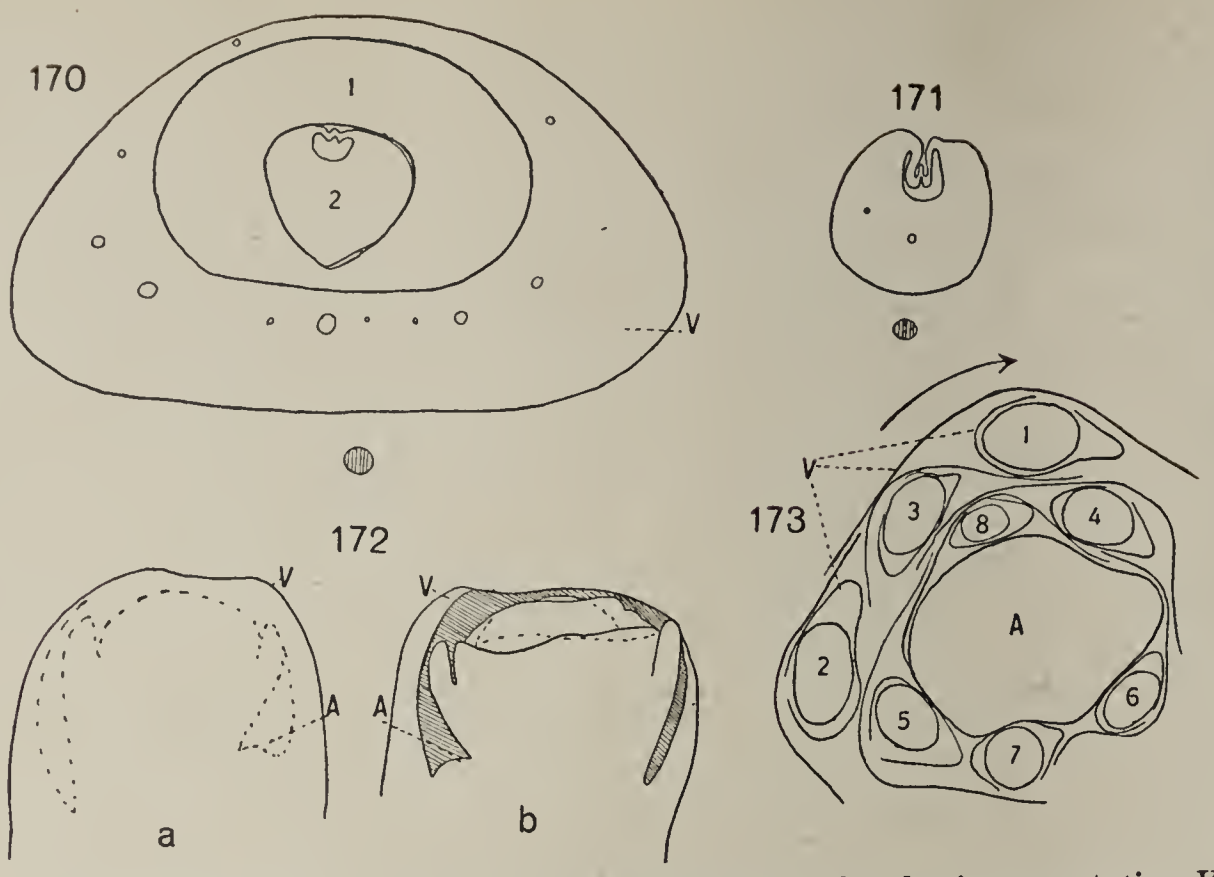


Fig. 170—173. Zingiber Clarkei. **170** Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **171** Vorblatt-Endigung. **172** junge Infloreszenzknospe mit Achselknospe *A* des Vorblattes. **173** Aufeinanderfolgende Blüten mit ihren Vorblättern. *A* Hauptachse.

Costus (Fig. 174—176).

Das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt ist hier ein 3 cm großes, früh braun werdendes Niederblatt mit einheitlicher Endigung. Von den in medianer Distichie folgenden Blättern haben die ersten nur

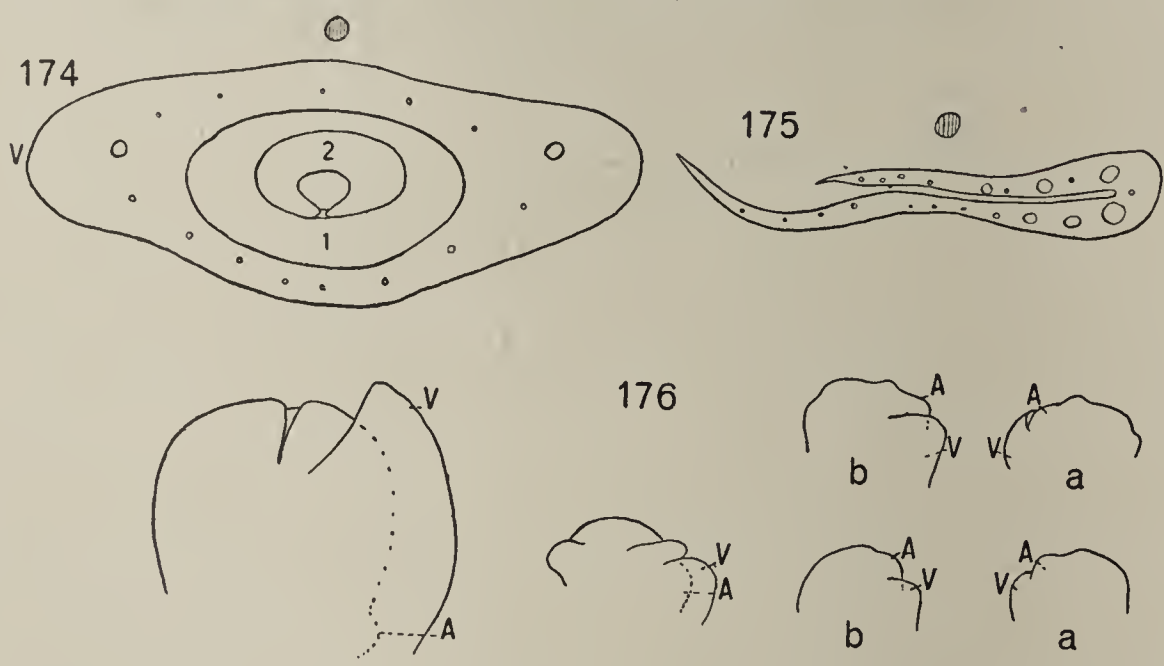


Fig. 174—176. Costus spec. **174** Querschnitt durch eine vegetative Knospe. **175** Infloreszenzvorblatt. **176** junge Infloreszenzknospen in verschiedenen Stadien, *A* Achselsproß des Vorblattes. *a* adaxial, *b* abaxial.

kümmerliche Spreiten. — Die Blüten haben ein seitliches Vorblatt (2 cm), von derber Beschaffenheit, rot gefärbt wie der Kelch. Der abaxiale Rand ist weiter umgreifend als der adaxiale, was schon auf

ganz jungen Stadien deutlich hervortritt. Aufeinanderfolgende Vorblätter liegen immer nach derselben Seite hin. Es liegt nahe, einen Vergleich zwischen dem seitlich verschobenen Vorblatt von Zingiber und dem seitlichen von Costus aufzustellen. Weitere Übereinstimmung besteht darin, daß sich auch hier ein nicht weiter entwickelnder Achselsproß des Vorblattes findet. Infolge seiner anfangs starken Entwicklung drängt dieser den Vegetationsscheitel zur Seite, später gleicht sich die Verschiebung wieder aus. Bei Zingiber und Costus zeigen sich die Anfänge zu der bei Hedychium reichen Verzweigung aus dem Vorblatte, wie sie Eichler (1875) zur Darstellung bringt. Nur gibt Eichler ein adossiertes Vorblatt an und fächelartigen Aufbau der Partialinfloreszenzen, der aber durch Druckverschiebungen nicht mehr zum Ausdruck komme. Die Abbildung berechtigt eben so gut zur Annahme seitlicher Vorblätter; da diese abwechselnd rechts und links zu ihrer Abstammungsachse fallen, liegt hier vielmehr wickelige Verzweigung vor.

Canna. Cannaceae.

Bei der, mit ihrer Achse im Winkel von 90° zur Hauptachse stehenden, vegetativen Knospe ist das Vorblatt nicht von den folgenden Blättern verschieden. — Die Verhältnisse an der Infloreszenz sind von Eichler (1873) eingehend beschrieben worden. Es stehen hier Blütenwickel in der Achsel von Hochblättern. Ich fand nur zweiblütige, doch treten sie viel reichhaltiger auf. Die Einzelblüten haben abwechselnd rechts und links gestellte, seitliche Vorblätter, deren Achselprodukt die nächst jüngere Blüte ist. Eichler gibt an, daß die Vorblätter sukzessive kleiner werden. Die vierte Ordnung ist meistens die letzte, noch deutlich wahrnehmbare. Das gekielte, seitliche Vorblatt ist wie bei Costus asymmetrisch, hier mit abaxial weiter umgreifendem Rande. Auf ganz jungen Stadien sah ich die Vorblattanlage seitlich nach der Hauptachse zu liegend, entsprechend der Payer'schen Abbildung (Pl. 145, 1). Die von Eichler als Bereicherungssprosse der Infloreszenz bezeichneten Seiteninfloreszenzen in der Achsel spreitenloser Blätter unterhalb der Infloreszenz beginnen mit einem adossierten, zweikieligen Vorblatte, dessen Endigung ich in ausgewachsenem Zustande einheitlich fand. Die zwei einzigen Blätter innerhalb desselben folgen in ein Drittel Divergenz.

Calathea (Fig. 177—180). **Maranta** (Fig. 181). **Marantaceae.**

Das adossierte, zweikielige, vegetative Vorblatt des Forsetzungssprosses zeigt hier weiter keine Eigentümlichkeit. Das folgende

Niederblatt alterniert mit diesem; die Laubblätter sind etwas verschoben.

Mehr Aufmerksamkeit wurde dem adossierten, zweikieligen Vorblatte der Partialinfloreszenzen zugewandt. Diese setzen sich nach Eichler (1875) aus zweiblütigen Dichasien ohne Primanblüte zusammen in sichelförmiger Anordnung. Bei Maranta besitzt jedes Dichasium nur das adossierte Vorblatt. Bei Calathea ist jedesmal ein Deckblatt und bei jeder Blüte ein schräg nach rückwärts fallendes, gekieltes Vorblatt vorhanden. Ich fand allerdings immer nur eins auf Querschnitten, was vielleicht an der verschiedenen Insertionshöhe der Blüten lag. Was außerdem bei Calathea noch besonders

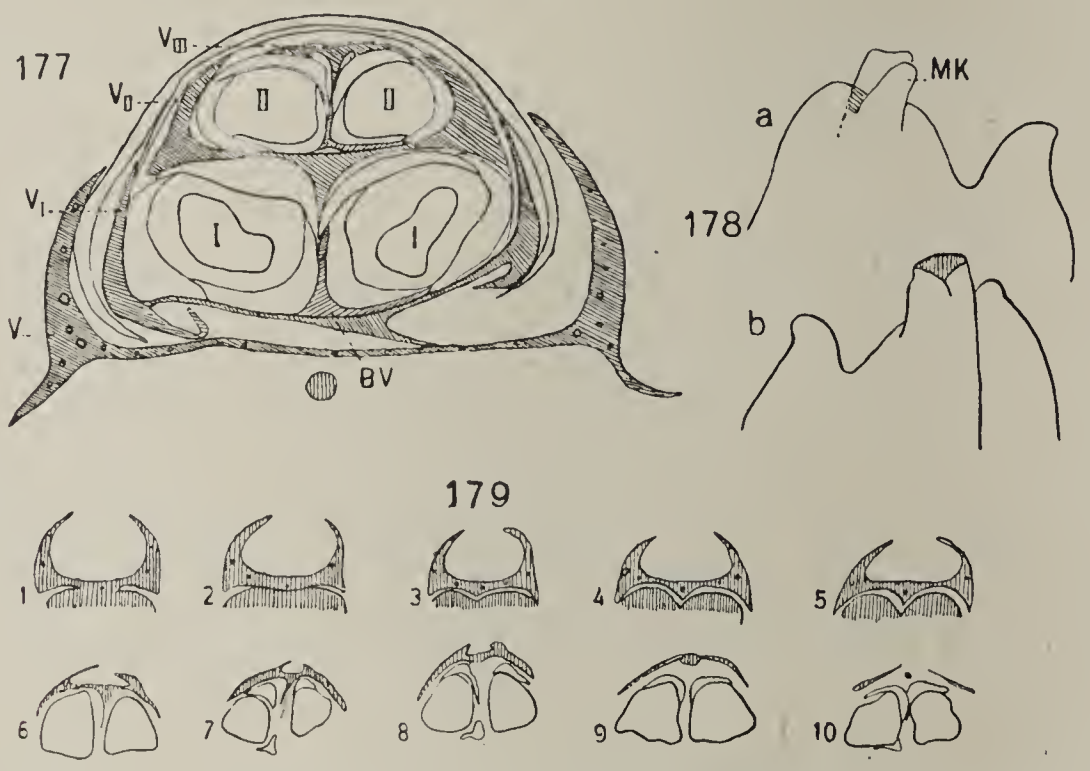
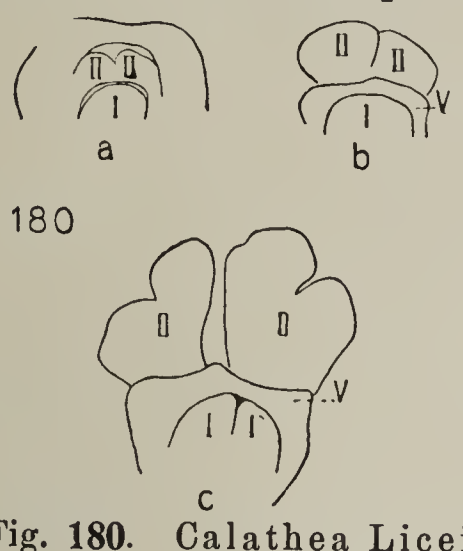


Fig. 177—179. Calathea spec. **177** Querschnitt durch eine Teilinfloreszenz. *I, II* aufeinanderfolgende Blütenpaare, *BV* Blütenvorblatt. **178** Endigung des ausgewachsenen Vorblattes, *MK* Mittelkiel, *a* adaxial, *b* abaxial. **179** Serienschnitte, um den Verlauf des Mittelkiels darzustellen.

gegenüber Maranta auffällt, ist die Dreikieligkeit aller Vorblätter mit Ausnahme des grundständigen. Daß die Ausbildung dieses Kieles in Beziehung mit den gegebenen Raumverhältnissen steht, wie auch Eichler (1875) ausspricht, ist nicht zu bestreiten. Eine Serie von Mikrotomschnitten zeigte mir, wie sich der Mittelkiel genau dem Raum zwischen den beiden dahinter liegenden Blüten anpaßt. Nach oben zu verschwindet er wieder und läuft in einen das Vorblatt überragenden Zipfel aus. Dieser Erklärung widerspricht nur die Tatsache, daß bei Maranta, wo doch dieselben Raumverhältnisse vorhanden sind, sich kein dritter Kiel ausbildet. Noch weniger wahrscheinlich aber ist es, wenn Schumann (1902) diese Unterschiede durch verschiedenartige

Kontaktverhältnisse aufzuklären sucht. Die beiden auf jüngsten Stadien eng aneinanderliegenden Blüten eines Paares von Calathea bilden einen ganz einheitlichen Rückenkontakt gegenüber der jüngeren Vorblattanlage. Bei Maranta hingegen stehen die beiden Blüten von vornherein eine vor der anderen. Eichler gibt median gedrehte Blütenpaare für Maranta an. Auch auf etwas älteren Stadien fand ich sie noch nicht auf gemeinsamem Stiele emporgehoben, wie Schumann für allerjüngste Stadien beobachtet hat. Die erste Anlage des Vorblattes ist bei Maranta wie auch bei Calathea ein gleichförmiger Ringwall. Erst bei zunehmendem Zwischenraum zwischen dem Blütenpaare bildet sich der Mittelkiel aus. — Endlich muß noch hervorgehoben werden, daß hier ein Fall von doppelter Fertilität des Vorblattes vorliegt. Die Blüten eines Paares sind hier als gleichwertige Seitenblüten an einer gemeinsamen Achse anzusehen. Den Beweis hierzu lieferte Müller (1885), indem er bei Stromanthe-Arten das Ende der gemeinsamen Achse und oft eine dritte Blüte beobachtete. So liegt dem nichts entgegen, die beiden Blüten ihrer seitlichen Lage nach als Achselprodukte der beiden Vorblatthälften anzusehen.



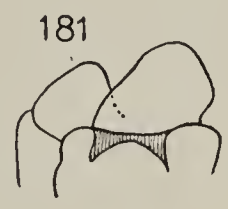


Fig. **180**. Calathea Licei. Zwei Blütenpaare auf verschiedenen Stadien.

Fig. **181**. Maranta arundinacea. Zwei Blütenpaare, das hintere noch nicht auf gemeinsamem Stiele emporgehoben.

Gynandrae.

Orchidaceae.

Bei allen im folgenden untersuchten Pflanzen ist das Infloreszenz- sowohl wie das vegetative Vorblatt ein trockenhäutiges, kleinbleibendes Niederblatt, das die Knospen in unentfaltetem Zustande einhüllt. Im besonderen wurde dies nicht jedesmal hervorgehoben.

Paphiopedilum (Fig. 182).

Wenn die asymmetrische Gestalt des Vorblattes zum Teil auch dadurch erklärt werden kann, daß es stark nach dem Substrat hin aus der Achsel seines Deckblattes verschoben ist, kann es doch nicht als adossiert bezeichnet werden, sondern vielmehr als seitlich. Das größte

Gefäßbündel liegt auf der am stärksten entwickelten, dem Substrat zugewandten Partie. Die Ränder sind seitlich übereinandergeschlagen. Die folgenden Blätter stehen transversal-distich.

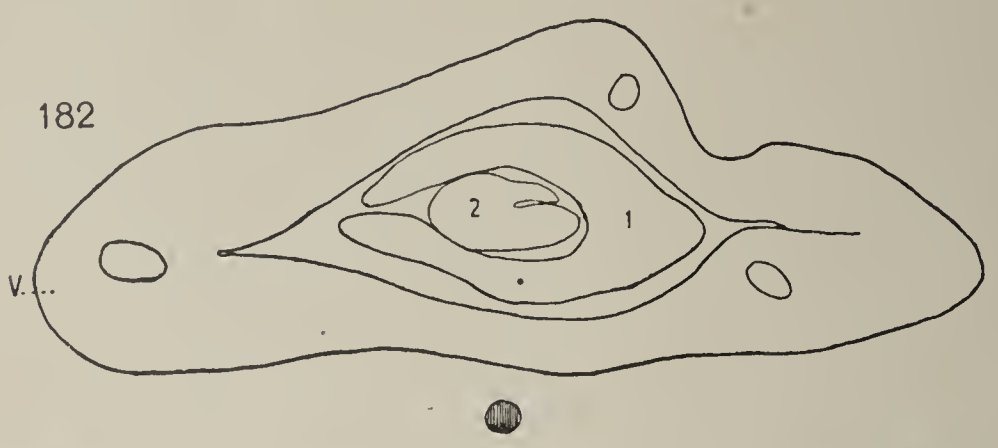


Fig. **182**. Paphiopedilum insigne. Querschnitt durch eine Knospe.

Spiranthes (Fig. 183—185).

Das adossierte, zweikielige Vorblatt endigt einheitlich. Auf jüngsten Stadien ist der Rand schwach gewellt. Die drei ersten Blätter folgen in regelmäßiger Alternation. Darauf wird die Divergenz kleiner als $^4/_2$.

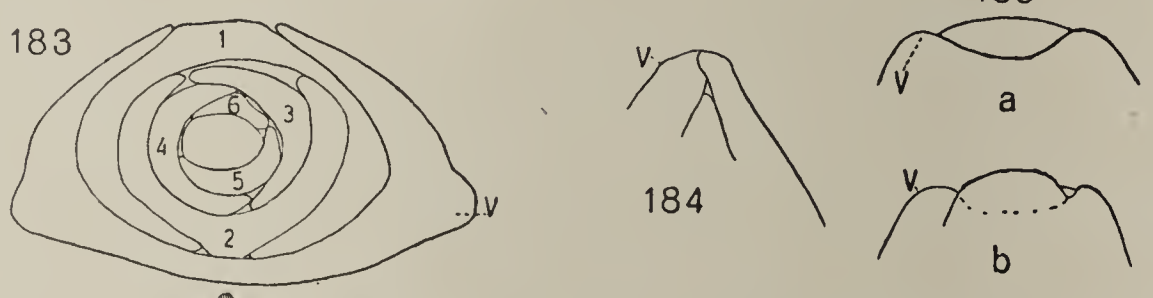


Fig. 183—185. Spiranthes autumnalis. **183** Querschnitt durch eine Knospe. **184** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt. **185** noch jüngeres Stadium, *a* adaxial, *b* abaxial.

Eulophidium.

Das Vorblatt muß als seitlich bezeichnet werden. Das einzige Gefäßbündel liegt seitlich. Die Stellung der folgenden Blätter ist transversal-distich.

Haemaria.

An der mit ihrer Achse im Winkel von 90° zur Hauptachse stehenden Knospe ist das erste Blatt den übrigen gleich.

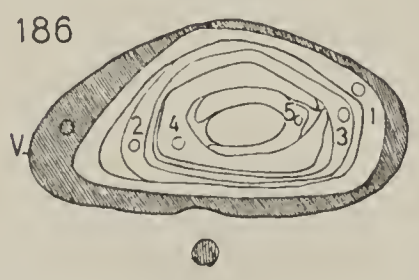


Fig. **186**. Listera ovata. Querschnitt durch eine Knospe.

Listera ovata (Fig. 186).

Irmisch (1853) gibt für L. an, daß das erste Blatt einer Knospe mit seiner Mittellinie rechts oder links von seinem Mutterblatte stehe. Das einzige Gefäßbündel des geschlossen-scheidigen Vorblattes liegt seitlich. Die folgenden Blätter stehen in transversaler,

aber etwas verschobener Distichie. Irmisch bringt dies in Zusammenhang mit der einseitig stärker entwickelten Achse, wodurch die alternierende Stellung der Scheidenblätter beeinträchtigt werde. An Rhizomknospen fand ich regelmäßigere Alternation.

187

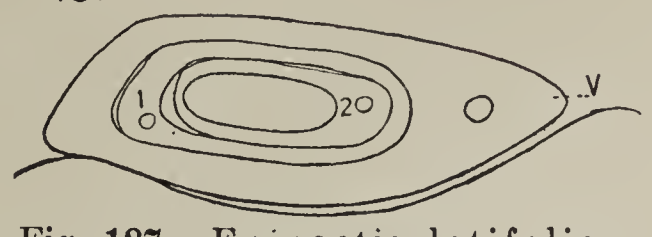


Fig. 187. Epipactis latifolia. Querschnitt durch eine Knospe.

Epipactis latifolia (Fig. 187).

Hier fand ich ähnliche Verhältnisse wie bei Paphiopedilum und Eulophidium. Das einzige Gefäßbündel des geschlossen-scheidigen Vorblattes liegt seitlich. Die folgenden Blätter stehen transversal distich. Auch hier ist am Hauptsproß durch einseitiges Wachstum der Hauptachse ausgesprochen dorsiventraler Bau eingetreten.

Microstylis (Fig. 188—194).

Wie schon erwähnt, findet sich anch hier Superposition des auf das Vorblatt folgenden Blattes. Vergleicht man das adossierte, hier schwach gekielte Vorblatt mit dem superponierten ersten Blatte, das ebenfalls Niederblatt ist und hinter dem folgenden Niederblatte bedeutend an Größe zurückbleibt, ergeben sich bemerkenswerte Unterschiede. Während das erste Niederblatt in eine abgestumpfte Spitze ausläuft und mehrere parallele, miteinander anastomosierende Gefäßbündel aufweist, ist der Rand des Vorblattes deutlich eingebuchtet. Auf jungen Stadien sah ich eine tiefe Einsenkung. Die Hauptgefäßbündel verlaufen auf den Kielen, und die Mitte ist beinahe gefäßbündelfrei. Auf Querschnitten fand ich hier vereinzelte. Es liegt auch hier ganz offenbar ein Verwachsungsprodukt vor. Zu der Superposition des ersten Blattes bemerkt Irmisch (1863), daß dadurch der diesjährige Sproß wegwärts von der vorjährigen Knolle zu stehen käme. Es trägt nämlich das vierte Blatt, das oberste, den nächstjährigen Sproß in der Achsel. Dieser würde zwischen Vorblatt und die diesjährige Knolle fallen, wenn das erste Blatt normale Stellung hätte, was übrigens, wie Irmisch angibt, auch vorkommt.

Stanhopea (Fig. 195—196).

Auch hier sind die Achselsprosse aus der Deckblattachsel nach der Sproßmitte zu auf der Seite des Substrats verschoben. Die seitlichen Vorblätter liegen mit dem Rücken nach innen. Auf jüngsten Stadien zeigt sich deutlich deren seitliche Anlage. Später kann die Gestalt des Vorblattes durch adaxiale Abplattung einem adossierten

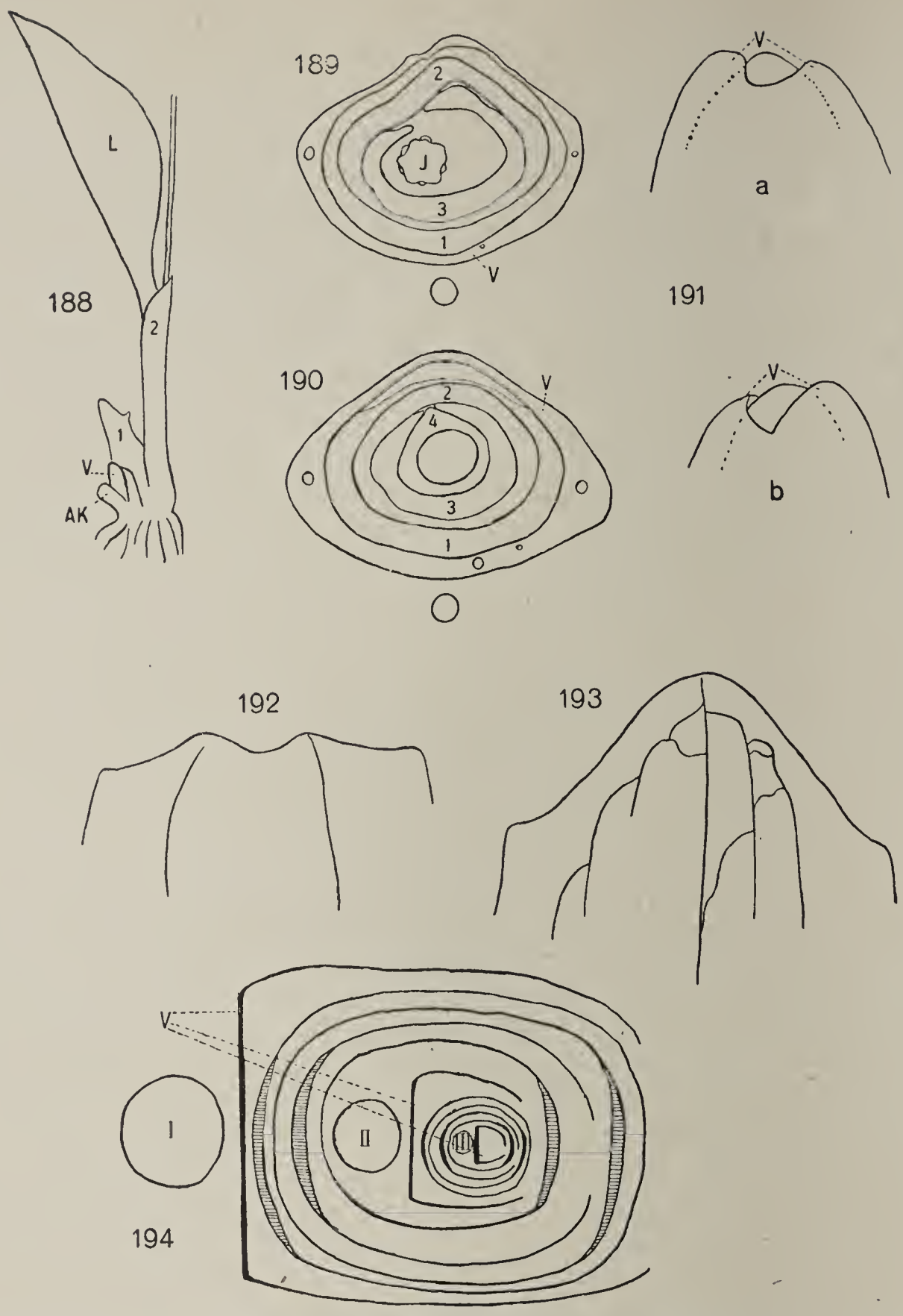


Fig. 188—194. Microstylis monophylla. **188** Ganze Pflanze, *L* einziges Laubblatt, *AK* alte Knolle. **189** Querschnitt durch den Fortsetzungssproß, *J* Infloreszenz. **190** dasselbe tiefer. **191** junge Knospe, eingehüllt vom Vorblatt, *a* adaxial, *b* abaxial. **192** Vorblattendigung. **193** Endigung des ersten superponierten Niederblattes. **194** Verzweigungsschema bei Superposition des ersten Blattes, *I*, *II*, *III* aufeinanderfolgende Knollen.

ähnlich werden. Aber auch dann ist der eine Flügel viel stärker entwickelt als der andere. Ferner alterniert das folgende Blatt mit dem seitlichen Vorblatte. Weiterhin verschiebt sich die Blattstellung.

Oncidium (Fig. 197).

Hier fand ich die Verschiebung der Achselsprosse aus der Mediane des Deckblattes am stärksten, bis zur Mitte des Hauptsprosses auf der dem Substrat zugewendeten Seite. Allerdings gilt dies nur für die Knospen der beiden basalen Niederblätter, die mit einem seitlichen Vorblatte beginnen, mit dem die folgenden alternieren. Die Infloreszenzen in der Achsel der beiden scheidigen Laubblätter unterhalb der Stammknolle sind nur wenig aus der Mediane ihrer Deckblätter verschoben, und ihre Vorblätter haben die Gestalt eines adossiert-zweikieligen. Aber auch hier sprechen die seitliche Lage des einzigen Gefäßbündels, die seitlich übereinander geschlagenen Ränder, der Vergleich mit dem vegetativen gegen die Annahme eines adossierten Vorblattes. Pfitzer (1881) gibt für dieses erste Blatt der Blütenstengel eine wechselnde Stellung bei ein und derselben Art an, indem es bald genau rückwärts gegen die Hauptsache hin, so daß seine Mittellinie die Knospe berühre, bald von vornherein etwas seitlich stehe. Die Vorblätter der Infloreszenzseitenzweige aber stehen immer seitlich, alle nach derselben Seite der Infloreszens gerichtet, eine den Verhältnissen in der vegetativen Region parallele Erscheinung, in der sich die Dorsiventralität des Gesamtbaues zu erkennen gibt.

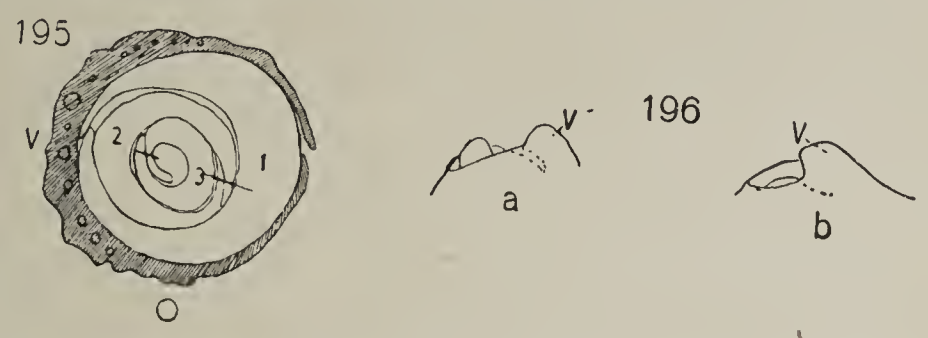


Fig. 195—196. Stanhopea tigrina. **195** Querschnitt durch eine junge Knospe. **196** ganz junge Knospen, von der adaxialen Seite.

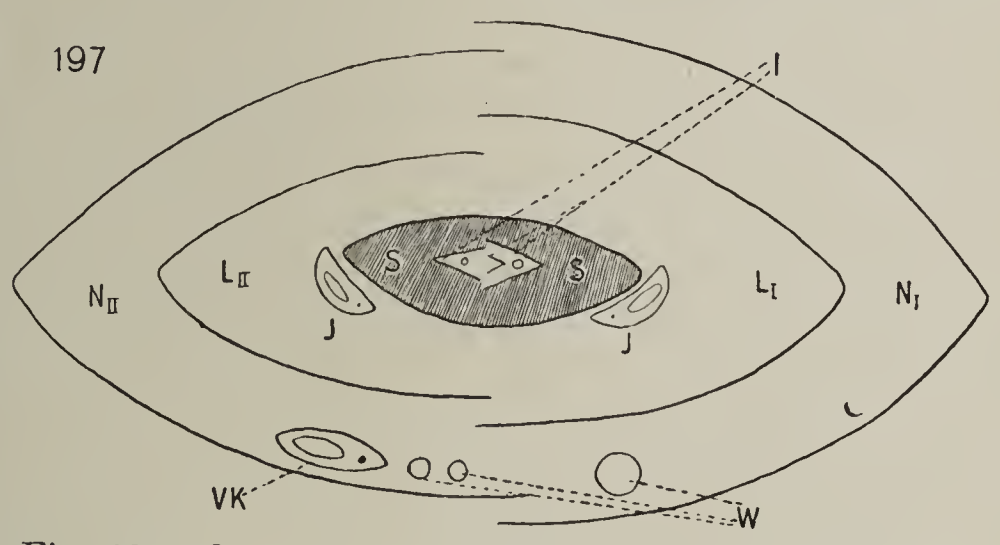


Fig. **197**. Oncidium sphacelatum. Schema des Aufbaus einer ganzen Pflanze. *W* Wurzelanlagen, *N* Niederblätter, *VK* vegetative Knospe, *J* Infloreszenzknospe, *L* mit Scheide versehene Laubblätter, *l* Laubblattanlagen, *S* Stammknolle.

Coelogyne.

Die vegetativen Knospen in der Achsel von Niederblättern und die auch hier dicht der Stammknolle anliegenden Infloreszenzen be-

ginnen mit Vorblättern, die als adossiert-zweikielig bezeichnet werden können. Nur unterscheidet sich das dünnhäutige Infloreszenzvorblatt von dem derberen vegetativen dadurch, daß es nur einseitig ein auffallend größeres Gefäßbündel trägt, während bei dem vegetativen beide Flügel durch größere Gefäßbündel ausgezeichnet sind. Die Stellung der folgenden Blätter ist bei beiden transversal-distich. Die Vorblattendigung fand ich einheitlich nur bei einigen jungen vegetativen Knospen ganz schwach zweizipfelig. Da nach Pfitzer (1881) der Aufbau des Blütentriebes mit dem der ganzen Pflanze ohne weiteres verglichen werden kann, besteht eigentlich kein Unterschied zwischen vegetativer und Infloreszenzknospe; sie sind nur der Stellung am Hauptsproß nach verschieden. Soll Übereinstimmung mit den meisten der hier untersuchten Orchideen hergestellt werden, so könnte das Infloreszenzvorblatt auf Grund der seitlichen Lage seines größten Gefäßbündels und der transversal-distichen Stellung der folgenden Blätter

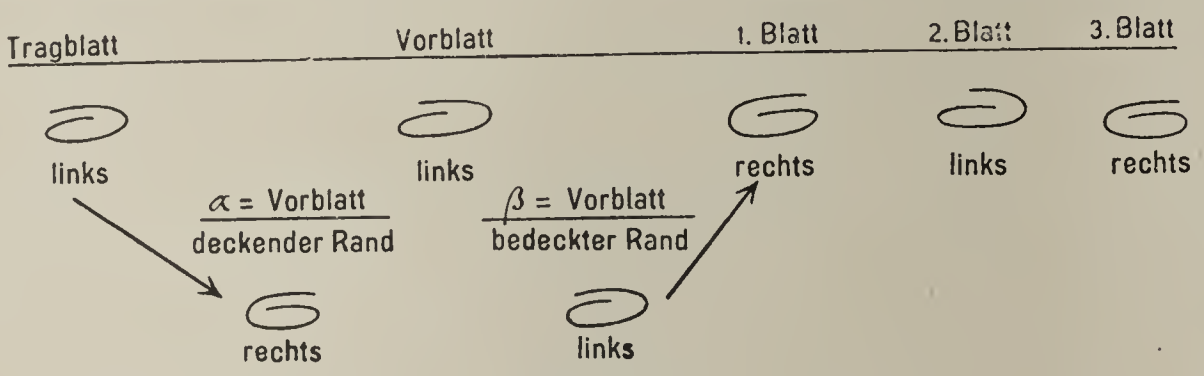


Fig. 198.

als seitlich bezeichnet werden, das vegetative, wie in anderen Fällen auch, von diesem abgeleitet, durch seine besondere Lage die Gestalt eines adossierten annehmend, aufgefaßt werden.

II.

Zusammenfassung der Ergebnisse des speziellen Teiles.

Zunächst seien die Ergebnisse in bezug auf die Hauptfrage nach der Ein- oder Zweiwertigkeit des Vorblattes zusammengefaßt ohne Rücksicht auf die morphologische Gestaltung desselben.

Helobiae.

Butomaceae. Die hier angeführten Butomaceen kommen für die Frage nach der Wertigkeit nicht in Betracht. Zu erwähnen wäre hier nur das eine seitliche Vorblatt innerhalb der Seiteninfloreszenz von Butomus. — Alismaceae. Das adossierte Infloreszenzvorblatt von Alisma plantago ist entschieden Verwachsungsprodukt. Für das vegetative adossierte Vorblatt von Sagittaria muß die Frage unentschieden bleiben.

Die vegetativen Vorblätter von Triglochin und Ruppia lassen keine sichere Entscheidung zu. Außer der einheitlichen Gestalt fand ich keine der eingangs erörterten Kriterien hier zutreffend. — Bei den Potamogetonaceen gilt dasselbe für P. lucens, während sich die Vorblätter bei P. natans und alpinus durch Zweizipfeligkeit, bei Palpinus außerdem durch das Vorhandensein zweier Primordien als zweiwertig kennzeichnen. — Die Najadaceen und Hydrocharitaceen haben zwei vollständig getrennte Vorblätter. Außerdem kommen bei den Hydrocharitaceen Verwachsungsprodukte vor, als welche das vegetative Vorblatt von Elodea crispa, die zweizipfeligen Spathen von Hydrocharis, Limnobium, Vallisneria, Elodea canadensis und densa aufzufassen sind. Die vegetativen Vorblätter sind in diesen Fällen vollständig getrennt. Ein seitliches Vorblatt haben Hydrilla und Stratiotes, während die Infloreszenzen hier zweizipfelige Spathen besitzen, die offenbar Verwachsungsprodukte darstellen.

Glumiflorae.

Juncaceae. An sich läßt das vegetative Vorblatt von Juncus keine Entscheidung zu, aber der Vergleich mit dem ebenfalls adossierten, zweikieligen, deutlich zweizipfeligen Infloreszenzvorblatt machen seine Zweiwertigkeit wahrscheinlich.

Cyperaceae. Die vegetativen Vorblätter von Cyperus, Carex, Diplacrum lassen die Frage unentschieden, bei Scirpus und Isolepis spricht die seitliche Stellung des Vorblattachselsprosses für Zweiwertigkeit, ebenso bei den Inflorenzvorblättern von Cyperus und Diplacrum. Scirpodendron und Mapania haben zwei vollständig getrennte Infloreszenzvorblätter. Außerdem kommen zweizipfelige Verwachsungsprodukte vor, bei denen jede Vorblatthälfte einen Achselsproß trägt.

Gramina. Hier fand ich in keinem Falle zwei vollständig getrennte Vorblätter, nur deutlich zweizipfelige bis tief gespaltene. So bei Zea, Coix, Festuca. Bei einer größeren Anzahl treten frühe Entwicklungsstadien auf, die als deutliche Anzeichen zweier Vorblattanlagen angesehen werden müssen. Die Seiten der anfangs gleichmäßig ringwallförmigen Vorblattanlage sind später deutlich gegenüber der adaxialen Mittelpartie gefördert. Die Entwicklung jeder Vorblatthälfte entspricht der von Deinega (1898) für das Laubblatt von Dactylis glomerata beschriebenen. Es heißt dort: „Dieses Blatt entwickelt sich als ein den Vegetationspunkt halb umhüllender Wulst. Dieser Wulst wächst in die Breite und wandelt sich auf solche Weise in einen

Ringwulst um . . . . . Diese Anlage fängt darauf an, mit ihrem Rande in die Höhe zu wachsen. Dieses Wachstum geht unregelmäßig, und zwar wächst die erst angelegte Partie viel schneller als die nachträglich gebildete Partie des Ringwalls." Die geförderten Seitenpartien des Vorblattes würden demnach den zuerst angelegten Partien der ringwallförmigen Vorblattanlage entsprechen, d. h. den beiden seitlich anzunehmenden Vorblattprimordien. Später gleicht sich die Zweispitzigkeit in den meisten Fällen durch stärkeres Wachstum der adaxialen Mitte aus. Bei wenigen, so bei Zea, Coix, Festuca, bleibt sie dauernd erhalten. — Durchgehends findet sich bei den vegetativen Knospen der Gräser transversal-zweizeilige Blattstellung. Im Anschluß hieran sei einer Theorie erwähnt, die ebenfalls zum Beweise der Zweiwertigkeit des Vorblattes dienen soll. Bremekamp (1915) beobachtete die gleichsinnige Aufrollung von Tragblatt und Vorblatt einer Gramineenknospe, während das erste Blatt entgegengesetzt gerollt ist. Diese Unregelmäßigkeit sucht er dadurch theoretisch zu beseitigen, daß er zwei Vorblattanlagen annimmt. Der deckende Rand des Vorblattes entspricht dem α-, der bedeckte dem β-Vorblatt. Folgendes Schema möge dieses erläutern (Fig. 198).

Bei der Mehrzahl der vegetativen Knospen traf diese Regel zu. Nur in zwei Fällen, bei Oryza und Phalaris, fand ich neben regelmäßiger vereinzelt gleichsinnige Aufrollung des Vorblattes und des ersten Blattes. — Die seitliche Stellung des immer nur in Einzahl auftretenden Vorblattachselsprosses der Knospen war ein weiteres Kennzeichen der Zweiwertigkeit. — In der Mehrzahl der Fälle war die adaxiale Vorblattmitte gefäßbündelarm bis ganz gefäßbündelfrei. Wo auch hier welche vorhanden waren, wie bei den großen Infloreszenzvorblättern von Zea und Coix, waren dennoch die seitlichen durch frühzeitige Anlage und stärkere Entwicklung vor den übrigen bevorzugt. Das Auftreten einer starken Mittelrippe an der Palea superior von Oryza und Leersia konnte als Ausnahmefall auf Grund besonderer räumlicher Entwicklungsverhältnisse zurückgeführt werden.

Spadiciflorae.

Die Vorblätter der im Winkel von 90° mit ihrer Achse zur Hauptsache gelegenen Knospen von Rhapis (Palmae) und Typha sind als einwertig anzusehen.

Araceae. Das Laubblattvorblatt, aber auch das Niederblattvorblatt von Acorus Calamus, ersteres mit verschoben median gelegenem Achselsprosse, müssen als einwertig angesehen werden. An-

thurium Grusonii bleibt unentschieden. Die transversale Stellung des auf das Vorblatt folgenden Blattes fand ich als einziges Kriterium der Zweiwertigkeit vorhanden. Das Auftreten eines ausgesprochen seitlichen Vorblattes bei Pothos neben typisch adossierten und Übergangsformen mit ungleich entwickelten Kielen legen die Annahme nahe, das adossierte als Verwachsungsprodukt zweier seitlicher Anlagen anzusehen, von denen sich bisweilen nur eine entwickelt. — Das Vorblatt von Calla stellt unzweifelhaft ein Verwachsungsprodukt dar, das sehr auffallend bei Calla palustris an den zwei Laminarrudimenten und der Superposition des ersten Blattes nach dem Vorblatte zu erkennen ist. Auch das Vorblatt von Philodendron ist zweiwertig auf Grund deutlicher Zweizipfeligkeit in jüngeren Stadien und der Stellung der Achselsprosse vor einem der Kiele.

Enantioblastae.

Commelinaceae. Das vegetative Vorblatt von Tradescantia muß wegen der seitlichen Stellung seines Achselsprosses als zweiwertig angesehen werden. Die Rückbildung des einen Kieles bei den adossierten Infloreszenzvorblatte von Tr. geniculata bildet einen deutlichen Übergang zu den seitlichen Vorblättern innerhalb der Doppelwickel von Tr. virginica und Rhoeo. — Mayaca (Mayacceaae) besitzt an den vegetativen Knospen zwei grundständige Laubblätter. — Das Laubblattvorblatt von Eriocaulon kann nur als ein einheitliches Blattgebilde aufgefaßt werden. — Bei Elegia (Restionaceae) zeigt das Infloreszenzvorblatt wie bei dem von Tradescantia geniculata eine Rückbildung der einen Vorblatthälfte. Dasselbe kommt beim vegetativen Vorblatt durch ungleiche Ausbildung der Kiele zum Ausdruck.

Liliiflorae.

Bei Tofieldia (Colchicaceae) muß auf Grund der Superposition des ersten Blattes und der deutlichen Zweizipfeligkeit eine Doppelwertigkeit des Vorblattes angenommen werden. — Bei Scilla (Liliaceae) deuten die transversale Blattstellung, die Ungleichheit der Kiele, der Vergleich mit dem einen seitlichen Blütenvorblatt daraufhin, für das vegetative Zweiwertigkeit anzunehmen. — Convallariaceae. Polygonatum besitzt ein seitliches Vorblatt. — Bei Convallaria ist das adossierte Vorblatt analog dem von Pothos nicht als einwertig anzusehen. Neben medianer Distichie kommen Übergänge bis zu ausgesprochen transversaler Distichie vor zusammen mit zunehmender Ungleichheit der beiden Vorblattkiele. Das adossierte Vorblatt von Paris, das sich neben zwei

vollständig getrennten findet, ist unzweifelhaft Verwachsungsprodukt, ebenso das von Asparagus Sprengeri auf Grund des Auftretens der beiden Achselprodukte und des Vergleiches mit den zwei getrennten Vorblättern von Asparagus officinalis. — Smilaceae. Wegen der Superposition des ersten Blattes muß das Vorblatt von Smilax als doppelwertig angenommen werden. Dem widerspricht nicht, daß neben medianer Distichie transversale vorkommt. — Yucca (Dracaeneae) hat ein seitliches Vorblatt. Die im Winkel von 90° mit ihrer Achse zur Hauptachse stehenden Knospen von Cordyline haben einheitliche erste Blätter. Ebenso die in gleicher Weise zur Hauptachse stehenden Knospen von Geitonoplesium. — Bei Eichhornea (Pontederiaceae) muß das den Laubblättern sehr ähnlich gestaltete Vorblatt als einheitliches Gebilde aufgefaßt werden. — Amaryllideae. Das erste Blatt der vegetativen Seitensprosse ist zweifellos einheitlich. Wo die Spatha geschlossen auftritt, wie bei Galanthus und Leucojum, ist sie offenkundig Verwachsungsprodukt. Die Einzelblüten haben nur ein seitliches Vorblatt. — Bei Tacca (Taccaceae) besteht die Spatha aus zwei getrennten Blättern. Innerhalb der Infloreszenz ist auch nur ein seitliches Vorblatt entwickelt. — Das vegetative Vorblatt von Ananas (Bromeliaceae) läßt die Frage unentschieden. — Iridaceae. Das vegetative Vorblatt läßt hier ebenfalls keine Deutung zu. Die Blattstellung schwankt zwischen 180° und 90°. Das Inflorenzvorblatt kann auf Grund der seitlichen Stellung seines Achselsprosses als zweiwertig angesehen werden. — Die vegetativen Knospen von Dioscorea (Dioscoreaceae) beginnen mit zwei grundständigen Laubblättern, die Blüten mit einem seitlichen Vorblatte.

Scitamineae.

Das Vorblatt der im Winkel von 90° zur Hauptachse stehenden vegetativen Knospen von Musa ist einwertig. — Zingiberaceae. Die vegetativen Vorblätter von Zingiber und Costus sind entschieden einwertig. Das Infloreszenzvorblatt aber ist wegen der seitlichen Stellung seines Achselsprosses als zweiwertig anzusehen. Seine seitliche Verschiebung bei Zingiber deutet hin auf die Verhältnisse bei Costus, wo nur ein seitliches Vorblatt vorhanden ist. Das vegetative Vorblatt der im $< 90°$ zur Hauptachse stehenden Knospe von Canna ist einheitlich. Das Grundvorblatt der Bereicherungssprosse der Infloreszenz läßt sich nur auf Grund des Vergleiches mit dem seitlichen Vorblatt der Einzelblüten als zweiwertig deuten. — Marantaceae. Die

Infloreszenzvorblätter von Maranta und Canna mit ihren beiderseitigen Achselsprossen sind entschieden zweiwertig.

Orchidaceae.

Das adossierte Vorblatt von Spiranthes scheint eher einwertig als zweiwertig zu sein. Dasjenige von Microstylis ist auf Grund der Superposition des ersten Blattes sowie deutlicher Zweizipfeligkeit entschieden zweiwertig. Am meisten verbreitet bei den Orchideen ist das seitliche Vorblatt, das infolge Verwachsung seiner Ränder und adaxialer Abplattung in der Gestalt einem adossierten sehr ähnlich werden kann. Entscheidend ist in diesen Fällen die seitliche Lage des oft einzigen Gefäßbündels und die transversal zweizeilige Stellung der folgenden Blätter.

Nach dem Beobachteten treten die Kriterien, die für die Einwertigkeit des Vorblattes von Bedeutung sind, zurück hinter den für die Zweiwertigkeit geltenden. Vor allem kommt der medianen Zweizeiligkeit nicht die Wichtigkeit zu, die ihr die Bravais (1837), Röper (1843). Eichler (1875), Pax (1890) gegeben haben, die gerade darin den Hauptbeweis für die Einheit des Vorblattes sehen. In den untersuchten Fällen trat regelmäßige mediane Alternation seltener auf als Zwischenstellung zwischen 180° und 90°. In der häufigsten Zahl der angeführten Fälle fand sich transversale Distichie, und wo diese vorkommt, wird sie mit größerer Konstanz festgehalten als die mediane. So z. B. innerhalb der großen Familie der Gräser. Hier fand sich, mit Ausnahme der Infloreszenzknospen von Zea, keine Verschiebung der Blattstellung. — Das andere wichtige Kriterium der Einwertigkeit des Vorblattes, die mediane Stellung seines Achselsprosses, fand ich nur in einem Falle verwirklicht, bei Acorus Calamus, wo eine Einwertigkeit des Laubblattvorblattes nicht bezweifelt werden konnte; sonst in keinem der untersuchten Fälle. Wo diese bisher auf Grund der fertigen Verhältnisse, wie bei Iris, angenommen wurde, konnte an jungen Stadien nachgewiesen werden, daß hier späterhin Verschiebungen stattgefunden haben. — Besondere Erwähnung verdient noch das Auftreten eines seitlichen Vorblattes neben einem adossierten, wie es sich bei Rhoeo, den Amaryllideen, den Marantaceen an den Einzelblüten bei adossiertem, zweikieligem Grundvorblatte der Infloreszenz findet. Diese Tatsache läßt sich gut mit der Annahme eines zweiwertigen Grundvorblattes in Einklang bringen, zumal sich in allen diesen Fällen in der meist doppelten Fertilität desselben ein deutliches Kriterium hierfür fand. An den Einzelblüten muß dementsprechend das zweite

Vorblatt als geschwunden angesehen werden. Auch die Fälle von Pothos und Convallaria gehören hierher, wo das vegetative Vorblatt bald als adossiertes, bald als seitliches auftritt und sich dazwischen asymmetrische Übergangsformen mit einseitig stärker entwickeltem Vorblattkiele findet. Niemals fand sich in diesen Fällen die adaxiale Mittelpartie an Stelle des schwindenden Kieles besser entwickelt, wie es doch bei Annahme eines einwertigen Vorblattes unter diesen günstigeren Raumverhältnissen zu erwarten wäre. Werden auch hier zwei seitliche Vorblattanlagen angenommen, von denen sich bisweilen nur eine entwickelt, ist dies eher verständlich.

Was die morphologische Ausgestaltung anbetrifft, so ist das vegetative Vorblatt in der Regel Niederblatt von geringer Größe. Nur bei den Araceen, wo ja auch die übrigen Blätter meist gewaltige Ausdehnung besitzen, fand ich es auffallend groß am größten bei Philodendron. Offenbar besteht außer dieser Beziehung zwischen der Vorblattgröße und der der übrigen Blätter im allgemeinen noch eine besondere in bezug auf die nächstfolgenden. Schließen sich Niederblätter an das Vorblatt an und ist der Übergang zu den Laubblättern ein allmählicher, bleibt das Vorblatt auffallend klein. So bei Juncus und manchen Gräsern. Fehlen die Niederblätter und Übergangsformen und folgen gleich Laubblätter, wird das Vorblatt verhältnismäßig groß, wie z. B. bei Scirpus. Auch Philodendron, wo nur das einzige Laubblatt auf das Vorblatt folgt, muß hier angeführt werden. In der Mehrzahl der Fälle ist das vegetative Vorblatt trockenhäutig, mit wenig Chlorophyll, so bei den Helobiern, bei den Gramineen, bei Paris und Asparagus, bei den Orchideen. Versklerenchymt, derbwandig ist es bei Juncus, Scirpus, Cyperus, Carex, Anthurium, Pothos, Iris, stark verkieselt bei Bambus, interzellularenreich bei den Gramineen Phragmites, Oryza, Phalaris, bei Acorus, Calla, Philodendron, dickfleischig-weiß bei Scilla, Polygonatum, Convallaria. —

Übergangsformen zum voll entwickelten Laubblatt bildet das chlorophyllhaltige Vorblatt von Fuirena mit der Ligularbildung, das mit zwei Laminarrudimenten versehene, chlorophyllhaltige Vorblatt von Calla palustris und das eine verkümmerte Lamina besitzende von Eichhornea azurea. —

Endlich tritt das Vorblatt als voll entwickeltes Laubblatt auf, auf das die Bezeichnung Vorblatt zum Unterschied gegenüber den folgenden Blättern eigentlich nicht mehr paßt, des Vergleiches mit den übrigen

Vorblattformen wegen aber hier beibehalten worden ist. Hierbei muß unterschieden werden, ob bei allen Knospen Laubblattvorblätter vorkommen oder nur in Einzelfällen. Bei allen Achselknospen von Najas ist das eine Vorblatt Laubblatt, das zweite der tieferen Sprosse, das einzige der höheren. Alle vegetativen Zweige von Mayaca und Dioscorea besitzen zwei grundständige Laubblätter. In Fällen, wo in der Regel Niederblattvorblätter gebildet werden und nur vereinzelte Laubblattvorblätter auftreten, finden sich diese nur in höheren Blattachseln, meist in den obersten oder vorletzten an den sogenannten Forsetzungssprossen, so bei Triglochin, Acorus Calamus, Eriocaulon und Convallaria.

Das Infloreszenzvorblatt ist in der Regel zarthäutiger als das vegetative, weißlich, bisweilen von derselben Farbe wie die Blüte, so bei Scilla. Bei den Amaryllideen ist es derb und grün. Seine Größe ist der der Blüte entsprechend.

In biologischer Beziehung ist das adossierte Vorblatt in den meisten Fällen ein wirksamer Knospenschutz, indem es als erstes, den übrigen in der Entwicklung vorauseilendes Blatt die junge Knospe mit mehr oder weniger derber Hülle vollständig einschließt. Seine endgültige Größe kommt hierbei nur insofern in Betracht, als es je größer und kräftiger es entwickelt ist, desto längere Zeit die heranwachsende Knospe schützend umhüllt, wie z. B. bei den Araceen. Nur in wenigen Fällen fand ich den Knospenschutz von dem, resp. den folgenden Blättern übernommen, so bei Ruppia und der Infloreszenzknospe von Diplacrum. — Bei zwei Vorblättern dient häufig das erste im besonderen als Knospenschutz, indem es allein die junge Knospe umschließt, so bei Hydrocharis, Limnobium, Dioscorea, Mayaca. In anderen Fällen sind beide Vorblätter gleichmäßig beteiligt, wie bei Najas, bei Vallisneria, bei Elodea, an den Infloreszenzknospen von Scirpendendron und Mapania, der Amaryllideen. Die rudimentären Vorblätter von Paris und Asparagus kommen als Knospenschutz kaum in Betracht und scheinen vielmehr der Raumausfüllung zu dienen, was besonders bei Paris zu erkennen ist. — Auch das einzelne, seitliche Vorblatt kann einen wirksamen Knospenschutz bilden, so besonders bei den Orchideen, auch bei Hydrilla, weniger bei Stratiotes und Costus und den Einzelblüten der Amaryllideen.

III.

Im Anschluß hieran seien noch einige Versuche erwähnt, die sich

mit der Frage beschäftigen: ist es möglich, als Niederblätter auftretende Vorblätter zu Laubblättern zu entwickeln?

Da nach Goebel (1880) die Umbildung der Blattanlage zum Niederblatt auf einer sehr frühen Stufe vor sich geht, war es nötig, auf jüngste Knospenanlagen eine Beeinflussung auszuüben. Dies geschah durch vorsichtiges Entgipfeln der Sproßenden, wodurch die zunächst dem Gipfel stehenden, jüngsten Knospen zum Austreiben veranlaßt werden sollten.

Ein Teil der Versuche wurde an Keimpflanzen von Asparacus Sprengeri gemacht. Entgipfelung an etwas älteren, 10—15 cm hohen Pflanzen war ohne Erfolg.

Am 14. Februar ausgesäte Samen von Asp. Sprengeri wurden ins Warmhaus gestellt, und am 6. März ein noch unverzweigter Sproß entgipfelt. Am 13. März war die Knospe unterhalb der Entgipfelungsstelle zu einem Langtrieb ausgewachsen. Ihr Vorblatt war über doppelt so groß wie das normale, zeigte sich aber in seiner anatomischen Beschaffenheit nicht verändert.

Keimpflanzen, die am 1. Mai ausgesät, am 17. Mai entgipfelt und dann unter eine Glasglocke an einen schattigen Ort des Warmhauses gebracht worden waren, zeigten ein Ergrünen der ganzen Pflanze, des sonst braunen Stengels, des trockenhäutigen Deckblattes und Vorblattes und eine starke Vergrößerung dieser, aber auch hier keine anatomischen Veränderungen des Vorblattes.

Ein Entgipfelungsversuch im Freiland am 11. Mai an einem 21 cm hohen unverzweigten Sproß von Asparagus officinalis zeigte am 24. Mai ein Austreiben des Seitenzweiges unterhalb der Entgipfelung und eine geringe Vergrößerung der Vorblätter gegenüber den normalen, sowie ein Ergrünen derselben. Sonst zeigten sich keine Veränderungen.

Weitere Versuche wurden an Gräsern ausgeführt, vor allem an den unterirdischen Ausläufern von Agropyrum repens.

Ganze Pflanzen von Agropyrum repens wurden am 10. Mai in Töpfe mit Mistbeeterde gepflanzt, nachdem die Ausläufer vorsichtig entgipfelt worden waren. Nach einigen Tagen wurden sie gemäht. Hordeum bulbosum, Festucaglauca, Cynosurus cristatus wurden gleichfalls eingepflanzt und etwas später gemäht. Doch zeigten sich bei der Untersuchung am 16. Juni keine auffallenden Vorblattbildungen.

Eine am 18. Juli in ein Mistbeet gebrachte Pflanze von Agropyrum repens, die später wiederholt abgemäht wurde, zeigte bei der Untersuchung am 10. Oktober an einer Halmknospe ein auffallend großes

Vorblatt, dessen Größe 3,8 cm gegenüber 2,2 cm des Vorblattes an der Kontrollpflanze betrug.

Ferner wurden Ausläufer von Agropyrum repens am 29. Mai entgipfelt und in eine feuchte Kammer im Laboratorium ans Licht gestellt. Am 4. Juni beobachtete ich, daß das Vorblatt an der sich entwickelnden Knospe unterhalb der Entgipfelungsstelle ergrünt war und eine derbere Beschaffenheit angenommen hatte als das normale. Am nicht entgipfelten Kontrollrhizom trieben die Seitenknospen nicht aus.

Der Kontrollversuch im Dunkeln am 9. Juni zeigte am 15. Juni nur ein derbwandigeres Vorblatt an der obersten, sich entwickelnden Seitenknospe gegenüber den normalen. Die Kontrollpflanzen zeigten auch hier kein Austreiben der Knospen.

Am 2. Juni wurde derselbe Versuch im Südkulturhaus wiederholt. Das ganze Rhizom ergrünte, ebenso das Vorblatt unterhalb der Entgipfelungsstelle, das zugleich derber und größer geworden war als die Vorblätter kräftiger Achselsprosse eines normalen Halmes. Sonst aber wies es keine anatomischen Veränderungen auf. An nicht entgipfelten Rhizomen war kaum eine Weiterentwicklung der Seitenknospen zu beobachten.

Versuche in feuchter Kammer an abgeschnittenen Internodien verschiedener Gräser, um die hier befindlichen, für gewöhnlich nicht austreibenden Knospen zur Entwicklung zu bringen, waren ohne Erfolg. Die Halmstücke vertrockneten.

Die Versuche ergeben, daß wohl eine geringe Beeinflussung der Vorblattentwicklung möglich ist, indem das Vorblatt unter günstigen Bedingungen zu stärkerer Entwicklung und Ergrünung gebracht werden kann. Aber eine eigentliche Weiterentwicklung auf eine höhere Ausbildungsstufe konnte nicht erzielt werden. Die Umbildung zum Niederblatt geschieht hier offenbar auf so frühem Stadium, daß eine Beeinflussung nach der Richtung hin nicht möglich ist.

Kurze Übersicht der Hauptergebnisse.

In bezug auf die Hauptfrage hat sich ergeben, daß in den meisten Fällen eines adossierten, zweikieligen Vorblattes doppelte Vorblattanlage anzunehmen ist. Die Verschmelzung zu einem Blatte kann so frühzeitig geschehen und so vollständig sein, daß das Vorblatt durchaus als einheitliches Blattgebilde auftritt und als solches gerechnet wird. In solchen Fällen bleibt häufig nur der Vergleich mit zweiwertigen Vorblättern derselben oder einer nah verwandten Pflanze als einziges der eingangs erwähnten Kriterien übrig. Ausgenommen hiervon muß das erste Blatt

derjenigen Knospen sein, die mit ihrer Achse im Winkel von 90° zur Hauptachse stehen. Wenn auch, wie in einzelnen Fällen nachgewiesen werden konnte, die erste Anlage dieser Vorblätter normal adossiert ist, sind sie doch späterhin so anderen Bedingungen unterworfen, die ganze Knospe bleibt in ihrer Entwicklung zurück, so daß sich keine Anhaltspunkte in betreff der Hauptfrage ergeben. Das erste Blatt in seiner den folgenden meist vollständig gleichen Ausbildung muß hier vielmehr als einheitliches Blatt angesehen werden. Ebenso sind in den untersuchten Fällen die als vollständige Laubblätter entwickelten Vorblätter als einheitliche, den folgenden Blättern durchaus analoge Blattgebilde zu betrachten. Immerhin kann aber als Hauptergebnis der Untersuchungen das typisch-adossierte, zweikielige Vorblatt als ein den beiden Vorblättern der Dikotylen homologes Verwachsungsprodukt angesehen werden.

In bezug auf seine morphologische Ausgestaltung durchläuft das Vorblatt alle Stufen der Blattentwicklung vom Niederblatt bis zum vollentwickelten Laubblatt. — In biologischer Beziehung dient es mit vereinzelten Ausnahmen als Knospenschutz. — Experimentell gelang es nicht, es vom Niederblatt zu einer höheren Ausbildungsstufe zu bringen. Es konnte nur eine geringe Beeinflussung in bezug auf Größenentwicklung und stärkerer Ergrünung erzielt werden.

Zum Schlusse möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimrat von Goebel, für seine gütige Hilfe und stete Anregung meinen herzlichen Dank aussprechen.

Literatur.

Bernatzky, Liliaceae. Lebensgesch. d. Blütenpfl. Lief. Bd. XXI, Abt. 3, 1914.

Braun, A., Verjüngung in der Natur. 1851. — Individuum der Pflanze. 1853. — Über das Vorkommen mehrerer Hüllblätter am Kolben von Arum macul., Calla palustris L. und Richardia africana Knuth. Verhandl. d. bot. Vereins f. d. Provinz Brandenburg, I, 1859.

Bravais, L. u. A., Essai sur la disposition symétrique des infloresc. Ann. d. Sc. nat., Serie II, Tome VII, 1837.

Bremekamp, C. E. B., Der dorsiventrale Bau des Grashalmes nebst Bemerkungen über die morphologische Natur seines Vorblattes. Recueil d. travaux bot. néerlandais, Vol. XII, Livraison 1/2, 1915.

Buchenau, F., Der Blütenstand der Juncaceen. Pringsheim, IV, 1865. — Alismataceae. Engler's Pflanzenreich, Heft 16 (IV, 14, 15, 16), 1903.

Caspary, Die Hydrilleen. Pringsheim, I, 1858.

Deinega, Beiträge zur Kenntnis der Entwicklungsgeschichte des Blattes und der Anlage der Gefäßbündel. Flora 1898.

Dodel-Port, A. u. C., Anatomisch-physiologischer Atlas der Botanik für Hoch- und Mittelschulen.

Döll, J. Ch., Rheinische Flora, 1843. Flora von Baden, 1857.
Dutailly, Sur la préfeuille des Graminées. Bull. de la Soc. Linn. de Paris 1879.
Eichler, A. W., Über den Blütenbau von Canna. Bot. Ztg. 1873. — Blütendiagramme, 1875. — Beiträge zur Morphologie und Systematik der Marantaceae. Abhandl. d. Königl. preuß. Akad. d. Wissensch. zu Berlin vom Jahre 1883/84.
Engler, A., Vergleichende Untersuchungen über die morphologischen Verhältnisse der Araceae. Nova Acta Acad. Leop. Carol., Nat. Cur. XXXIX, 1876.
Goebel, K., Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes. Bot. Ztg. 1880, Nr. 45—50. — Beiträge zur Entwicklung einiger Infloreszenzen. Pringsheim, XIV, 1884. — Bemerkungen über die Ährchen einiger Javanischer Cyperaceen. Ann. du Jardin de Buitenzorg, VII, 1888. — Ein Beitrag zur Morphologie der Gräser. Flora 1895. Ergänzungsband. — Organographie, I, 1898. — Zur Biologie der Malaxideen. Flora 1901, Bd. LXXXVIII. — Morphologische und biologische Bemerkungen, 16. Die Knollen der Dioscoreen und die Wurzelträger der Selaginellen, Organe, welche zwischen Wurzeln und Sprossen stehen. Flora 1905. Ergänzungsband. — Organographie, I, 1913.
Horn, Zur Entwicklung von Elodea canadensis. Archiv f. Pharmazie 1872.
Irmisch, Th., Zur Morphologie der monokotylen Knollen- und Zwiebelgewächse 1850. — Über die Infloreszenz der deutschen Potameen. Flora 1851, Nr. 6. — Beiträge zur Biologie und Morphologie der Orchideen, 1853. — Über Smilacina bif. Desf., Convallaria maj. L., Conv. Polygonatum L., Conv. vert. L. und Paris quadr. L. Beitr. z. vergl. Morph. d. Pfl., Abt. 3, 1856. — Amaryllideen. Beitr. z. Morph. d. monok. Gewächse, 1860. — Ein kleiner Beitrag zur Naturgeschichte der Microtylis monophylla. Flora 1863, Nr. 1. — Beiträge zur Naturgeschichte des Stratiotes Aloides. Flora 1865, Nr. 6. — Beitr. z. vergl. Morph. d. Pfl., Abt. 5. Über einige Aroideen, 1874.
de Jussieu, Ad., Sur les Embryons monocotylédonés. Compt. rend. d. scéances de l'Acad. d. Sc. Paris, Tome IX, 1839.
Kubin, Entwicklung von Vallisneria spiralis. Hanstein's bot. Abhandl., 3, 1878.
Magnus, Beiträge zur Morphologie der Gattung Najas, 1870.
Müller, F., Blütenpaare der Marantaceae. Ber. d. D. bot. Gesellsch. 1885.
Pax, F., Allgemeine Morphologie der Pflanzen, 1890.
Pfitzer, Grundzüge einer vergleichenden Morphologie der Orchideen, 1881.
Raunkiaer, De Danske Blomsterplanters.
Röper, J., Zur Flora Mecklenburg's, 1843.
Rohrbach, Beitrag zur Kenntnis einiger Hydrocharitaceen. Abhandl. d. Naturw. Gesellsch. zu Halle, Bd. XII, 1871.
Sargant, E., A theory of the origin of Monocotyledons, founded on the structure of their seedlings. Ann. of Botany, Vol. XVII, Nr. 65, Jan. 1903.
Schumann, K., Neue Untersuchungen über den Blütenanschluß, 1890. — Sproß- und Blütenentwicklung von Paris und Trillium. Ber. d. D. bot. Gesellsch. 1893. — Sproß- und Blütenentwicklung in der Gattung Crocus nebst einigen Bemerkungen über die Gipfelblüte. Bot. Ztg. 1894. — Marantaceen. Engler's Pflanzenreich, Heft 11 (IV, 48), 1902.
van Tieghem, Morphol. de l'Embryon et de la Plantule chez les Graminées et les Cyperacées. Ann. de Sc., Série 8, Tome III, 1897.
Wydler, H., Morphologische Notizen. Flora 1854, Nr. 4.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: 110

Autor(en)/Author(s): Rüter Elisabeth

Artikel/Article: Über Vorblattbildung bei Monokotylen 193-261