I. Abteilung.

Morphologie.

Das äußere Aussehen der Pflanzen ist ein sehr verschiedenes und mannigfaltiges. Nicht zwei Pflanzen gleichen sich bei genauer Betrachtung vollständig. Wenn wir aber auch überall Verschiedenheiten bemerken, so wird uns doch die Beobachtung sehr bald lehren, daß sich manche Pflanzen sehr ähnlich sind, daß andere nur in gewissen Punkten Übereinstimmung zeigen, wieder andere dagegen sich scheinbar überhaupt kaum miteinander vergleichen lassen.

Zwei Fichten, in demselben Bestande eines Waldes, werden sich außerordentlich ähnlich sein, zwischen ihnen bestehen nur individuelle Verschiedenheiten, ungleiche Höhe, ungleiche Zahl der Äste und Nadeln usw. Ein größerer Unterschied ist bereits zwischen einer Fichte und einer Kiefer vorhanden. Hier fallen beispielsweise gleich die ganz anders gestellten und viel längeren Nadeln auf, die auf kleinen Zweigchen, Kurztrieben, aufsitzen. Immerhin zeigen aber Fichte und Kiefer noch viele verwandte Merkmale, welche besonders in der nadelförmigen Bildung der Blätter ihren für jeden Laien sofort erkennbaren Ausdruck finden.

Ganz verschieden erscheint uns von Fichte und Kiefer ein Laubholz, etwa eine Linde, deren Blätter ja völlig von den Nadeln jener verschieden sind. Und dennoch lassen sich zwischen beiden noch immer eine große Anzahl gemeinsamer Merkmale feststellen. Beide besitzen einen Stamm, der sich senkrecht vom Boden erhebt und seitliche Organe, Äste, besitzt, die sich immer

weiter verzweigen, bis sie schließlich die allerdings bei beiden verschieden gestalteten Blätter tragen.

Suchen wir dagegen ein Extrem zu den genannten Pflanzen, so wird uns ein solches beispielsweise in einem Fliegenpilz geboten. Was wir von dieser Pflanze gewöhnlich über der Erde zu sehen bekommen, ist nur der Fruchtkörper; der eigentliche Pilz bildet ein Gewirr feiner Fäden, das „Mycel", in der Erde, an dem wir vergeblich nach Blättern suchen würden. Auch ein aufrechter Stamm mit den schräg aufrecht strebenden Ästen fehlt; wenn auch der Stiel des Pilzes entfernt an einen Stamm erinnern könnte, so ist diese Ähnlichkeit eben doch nur eine sehr oberflächliche, und auch in dem inneren Bau von Pilzstiel und Stamm herrscht gar keine Übereinstimmung. Wir sehen also, daß dem Fliegenpilz ein Stamm, wie er den höheren Pflanzen eigen ist, abgeht.

Aber noch in anderer Hinsicht unterscheidet sich der Fliegenpilz von den höheren Pflanzen. Wenn wir eine Sonnenrose aus der Erde ziehen, so sehen wir, daß sich der Stamm, hier Stengel genannt, ohne Unterbrechung nach unten zu fortsetzt, die Wurzel bildend, welche der Pflanze Wasser und Salze zuführt. Während der Stengel senkrecht nach oben wächst, wächst die Wurzel in der genau entgegengesetzten Richtung senkrecht in die Erde hinein. Eine solche Wurzel finden wir beim Fliegenpilz nicht; am unteren Ende des Stieles setzt sich dieser nicht in eine Wurzel fort, sondern geht in ein feines Gewirr von Fäden über, welche den eigentlichen Körper der Pilzpflanze bilden. Aber selbst wenn wir dieses Fadengewirr ganz unverletzt aus dem Boden herauslösen könnten, so würden wir nirgends eine Wurzel daran entdecken. Es ist also in dem Körper des Fliegenpilzes eine Gliederung in Stamm und Wurzel noch nicht eingetreten. Bezeichnet man den Stamm mit den an ihm sich entwickelnden Zweigen und Blattorganen als Sproß, so ist bei den höheren Pflanzen eine Differenzierung in Sproß und

Wurzel vorhanden, bei den Pilzen und einigen anderen Gruppen niederer Pflanzen nicht. Auch der Sproß selbst ist bei den höheren Pflanzen in Sproßachse und Blattorgane gegliedert. Wo eine solche Gliederung in Wurzel, Achse und Blattorgane fehlt, bezeichnet man den Pflanzenkörper als Thallus.

Bei den niedersten einzelligen Pflanzen kann man auch von einem Thallus nicht eigentlich reden, da dieser immer einen, wenn auch wenig differenzierten gegliederten Pflanzenkörper voraussetzt. Doch bilden die einzelligen Pflanzen so zahlreiche Übergänge zu den verwandten thallusbildenden mehrzelligen, daß man sie unter der gemeinsamen Gruppe Thallophyta (Algen und Pilze) zusammengefaßt hat. Aber auch bei den Moosen, bei gewissen Entwicklungsstadien der Farne (den Prothallien) und bei einigen Phanerogamen kommen Thallusbildungen vor. Da der Thallus jedoch trotz seiner im einzelnen oft recht großen Vielgestaltigkeit doch lange nicht die Mannigfaltigkeit der Form bietet, soll er im folgenden nur kurz behandelt werden.

1. Kapitel.

Der Thallus.

Die tiefste Stufe hinsichtlich der morphologischen Differenzierung zeigen die Plasmodien der Schleimpilze (Myxomyceten), die eine bestimmte Gestalt überhaupt nicht erkennen lassen, sondern formlose Schleimklumpen bilden. Eine bestimmte Form tritt jedoch bereits bei den einzelligen Algen auf, und hier kann man von gänzlich ungegliederten kugeligen Chrookokkuszellen alle möglichen Stadien bis zu den relativ stark differenzierten großen einzelligen Meeresalgen, wie Caulerpa, beobachten. Bei Botrydium granulatum, einer ebenfalls einzelligen Alge, läßt sich bereits ein Gegensatz zwischen Sproß und Wurzel erkennen; der über die Erde ragende Teil ist ein

kleines grünes, unverzweigtes Bläschen, welches sich nach unten stark verjüngt und in einen unterirdischen, farblosen, vielfach verzweigten Teil, die Wurzel, übergeht. Freilich ist die Wurzel, ebenso wie die der niederen Kryptogamen, überhaupt nur in physiologischem Sinne eine Wurzel, indem sie die Pflanze im Boden befestigt und ihr Wasser und Salze zuführt. Die höchste Entwicklung zeigt eine einzelne Zelle bei der Meeresalge Caulerpa prolifera, bei welcher sich ein verzweigter beblätterter Sproß und eine Wurzel ausbildet. Aber diese scheinbar hohe Differenzierung in Wurzel, Sproßachse und Blätter wird ausschließlich durch Ausstülpungen und Verzweigungen einer einzigen Zelle erzielt.

Bei anderen Algen, z. B. Fucus vesiculosus, dem häufigsten braunen Seetang, wird der Thallus durch ein vielzelliges Fädengewirr gebildet, welches untereinander vielfach verwachsen, nach innen locker, nach außen dichter ist und eine Art Hautschicht bildet. Auch hier scheint sich eine Differenzierung in Sproßachse und Blattorgane zu vollziehen, aber bei genauerer Untersuchung nimmt man wahr, daß die Blattorgane nicht als solche angelegt werden, sondern sich beliebig aus dem Thallus entwickeln können.

Bei den thallosen Formen der Lebermoose ist zwar bereits ein echter Gewebskörper vorhanden, aber der Stamm trägt, wie bei Marchantia polymorpha, keine Blätter oder Blattorgane, sondern verzweigt sich dichotom in ähnlicher Weise, wie bei manchen sehr viel einfacher gebauten Algen.

Bei den Farnen stellt die eigentliche geschlechtliche Pflanze, das Prothallium, ebenfalls einen Thallus dar, ein kleines, meist etwas herzförmig gestaltetes, blattartiges Gebilde, auf dessen Unterseite die Geschlechtsorgane sitzen.

Unter den Phanerogamen kommen Thallusbildungen selten vor; doch bildet die kleine, gefäßlose Wolffia arrhiza, eine Wasserlinsenart, einen Thallus.

2. Kapitel.

Äußere Gliederung und Symmetrieverhältnisse bei den höheren Pflanzen.

An einer jungen Keimpflanze kann man bereits Wurzel und Sproß unterscheiden; bei der Keimung dringt zuerst die Wurzel aus dem Samenkorn hervor, biegt sich und wächst senkrecht abwärts in die Erde. Später kommen auch die Keimblätter aus dem Samen hervor, und man bemerkt zwischen ihnen die sich bald rascher, bald langsamer entwickelnde Sproßspitze. Der unterste Teil des Stammes, zwischen Wurzel und Keimblättern, wird als hypokotyles Glied bezeichnet. Die Keimblätter oder Kotyledonen kommen bei den Monokotyledonen in Einzahl, bei den Dikotyledonen in Zweizahl vor; bei den Gymnospermen ist ihre Zahl verschieden, bei manchen Nadelhölzern 5—8 und selbst mehr. Sie sind gewöhnlich in der Gestalt verschieden von den späteren Laubblättern der Pflanze, einfacher, aber wie diese chlorophyllgrün, und bringen oft noch eine Menge für die Entwicklung des Keimlings bestimmte Reservestoffe aus dem Samenkorn mit.

Die Wurzel wächst anfangs sehr viel rascher als der Sproß und beginnt auch oft schon sehr frühzeitig Nebenwurzeln zu bilden, die der Hauptwurzel ähnlich sind, aber in schräger Richtung in den Boden wachsen. An dem Sproß lassen sich aber bei späterer Entwicklung nicht nur ebensolche Verzweigungen wie bei der Wurzel erkennen, sondern auch ganz andere Organe, die man unter dem Namen Blattorgane zusammenfassen und von der Sproßachse unterscheiden kann. Alle von der Hauptwurzel ausgehenden Seitenwurzeln entstehen endogen, d. h. sie werden ein Stück hinter der Wurzelspitze im Innern der Wurzel angelegt und durchbrechen bei ihrem Wachstum die äußeren Schichten der Hauptwurzel. Alle Verzwei-

gungen der Sproßachse entstehen exogen, d. h. sie werden an der Spitze des Sprosses selbst angelegt und von diesem abgegliedert, so daß eine nachträgliche Durchbrechung schon gebildeter Gewebeschichten nicht stattfindet. Das gleiche gilt von den Blattorganen, welche ebenfalls am Vegetationspunkt der Sproßachse angelegt werden.

Gewöhnlich wächst die Wurzel oder Sproßachse senkrecht abwärts oder aufwärts und verhält sich gegenüber Licht und Schwerkraft allseitig gleich (orthotrop); solche Teile der Pflanze sind dann auch gewöhnlich nach allen Richtungen hin gleich gebaut, man kann keine Vorderseite von einer Rückseite, keine rechte von einer linken Seite unterscheiden, sie sind radiär. Sie können aber auch bilateral sein, d. h. es kann bei ihnen eine Vorderseite und eine Rückseite, eine rechte und eine linke Seite, die aber unter sich gleich sind, unterschieden werden. Im Gegensatz zu den orthotropen Pflanzenteilen unterscheidet man die plagiotropen, welche eine schiefe oder horizontale Lage einnehmen. Sie sind zugleich meist dorsiventral, d. h. die Rückenseite ist von der Bauchseite verschieden ausgebildet.

Die Verzweigung von Wurzel und Sproß ist entweder monopodial (Fig. 1b) oder dichotom (Fig. 1a). Das letztere, eine bei Algen, Moosen und Farnen häufige Verzweigung, ist der Fall, wenn der Scheitel der Sprosse (resp. Wurzeln) sich fortlaufend gabelig in zwei Sprosse teilt, das erstere, wenn neben einem Hauptsproß ein oder mehrere Seitensprosse entstehen. Dabei können aber die Seitensprosse sich kräftiger entwickeln als der Hauptsproß, und man nennt eine solche Verzweigung cymös (Fig. 1b), während man sie racemös nennt, wenn der Hauptsproß kräftiger wird als die Seitensprosse (Fig. 1l).

Entspringt bei cymöser Verzweigung nur ein Seitensproß unter der Sproßspitze, so entsteht das Sympodium (Mo-

nochasium, Fig. 1c); bei zwei einander gegenüberstehenden Zweigen entsteht das Dichasium (Fig. 1b), bei drei oder mehr Zweigen das Pleiochasium. Stehen bei einem Sympodium die Seitenäste alle an derselben Seite, so entsteht die Schraubel (Fig. 1c), welche zur Sichel wird, wenn die Seitenäste alle

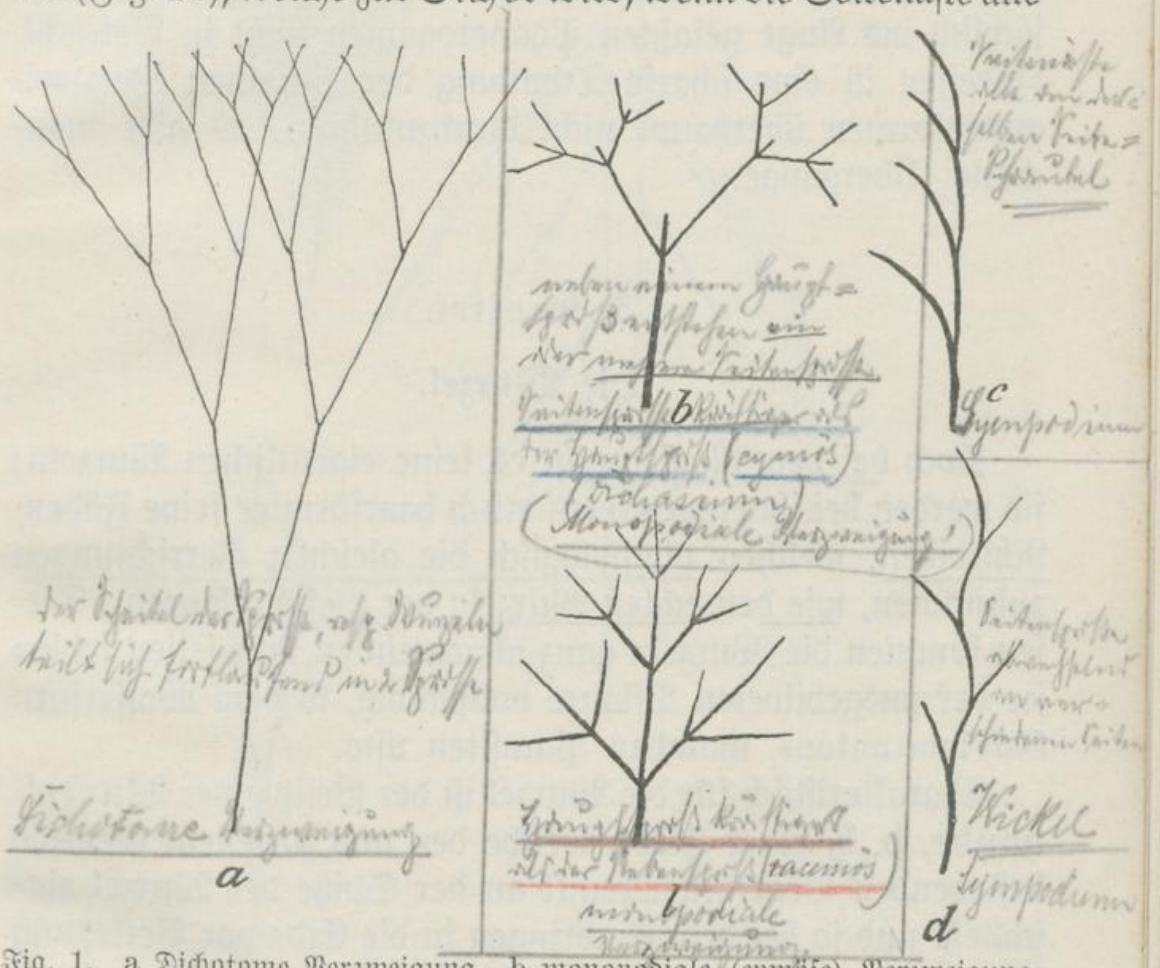

Fig. 1. a Dichotome Verzweigung, b monopodiale (cymöse) Verzweigung (Dichasium), c Schraubel (Sympodium), d Wickel (Sympodium), 1 racemöse Verzweigung.

in einer Ebene liegen, zum Schraubelsympodium, wenn sie sich in die Richtung der Abstammungsachse stellen. Stehen die Seitensprosse abwechselnd an verschiedenen Seiten, so entsteht die Wickel (Fig. 1d), aus welcher die Fächel hervorgeht, wenn alle Zweige in einer Ebene liegen, das Wickel-

sympodium, wenn sich die Seitenzweige alle in die Richtung der Abstammungsachse stellen.

Auch bei der dichotomen Verzweigung können ganz ähnliche Formen entstehen; doch ist die dichotome Verzweigung überhaupt weit seltener und kommt bei den im folgenden hauptsächlich ins Auge gefaßten Phanerogamen nicht in Betracht. Indessen ist eine scharfe Trennung der einzelnen Verzweigungsformen überhaupt nicht durchzuführen, es gibt mancherlei Übergänge.

3. Kapitel.

Die Wurzel.

Noch bei den Moosen gibt es keine eigentlichen Wurzeln; sie werden bei ihnen vertreten durch haarförmige feine Fäden, Rhizoiden, welchen physiologisch die gleichen Verrichtungen zukommen, wie den echten Wurzeln der Gefäßpflanzen. Diesen kommen die Wurzeln ganz allgemein zu, nur selten fehlen sie der ausgebildeten Pflanze vollständig, so dem Wasserfarn Salvinia natans, manchen Parasiten usw.

Charakteristisch für die Wurzel ist der Besitz einer Wurzelhaube, d. h. einer Hülle, welche den aus zartestem Gewebe bestehenden Vegetationspunkt an der Spitze der Wurzel einschließt und so bei dem Eindringen in die Erde vor Verletzung schützt. Eine weitere allgemeine Eigenschaft der Wurzeln ist die Tendenz im Gegensatz zum Sproß, abwärts zu wachsen.

An den jungen Teilen der Wurzel, soweit sie der Aufnahme von Wasser und Nährsalzen dienen, wachsen zahlreiche Epidermiszellen zu langen, dünnen, haarförmigen Zellen aus, welche als Wurzelhaare (Fig. 2a) die eigentliche Wurzel wie ein weißer Plüschmantel umgeben. Je näher nach der Wurzelspitze, desto kürzer werden die Haare, an der Spitze selbst sind sie noch

nicht entwickelt. Je weiter die Wurzelspitze in den Boden hineinwächst, desto weiter rückt auch die Entwicklung der Wurzel-

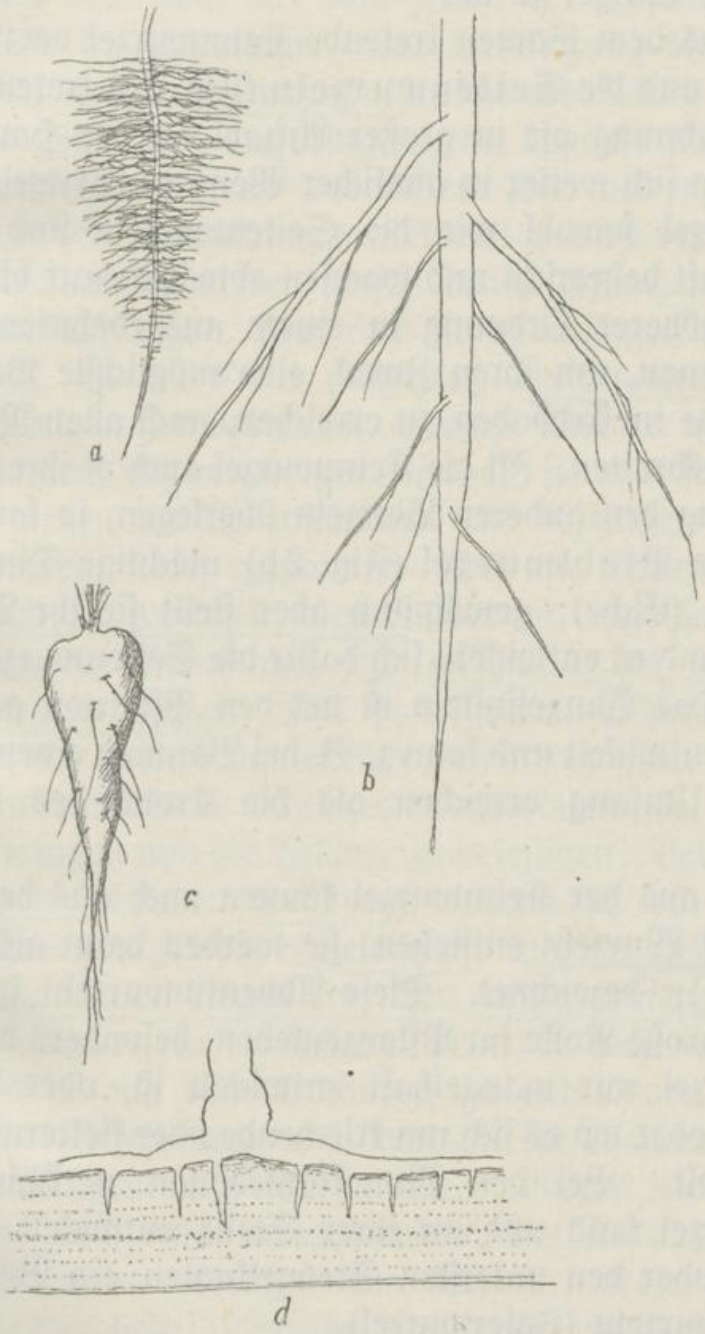

Fig. 2. a Wurzel mit Wurzelhaaren, b Haupt- (Pfahl)wurzel mit Seitenwurzeln, c Rübe, d Saugwurzeln von Viscum album in einen Zweig eindringend, Längsschnitt.

haare vor; gleichzeitig sterben aber die ältesten, kurzlebigen Wurzelhaare in dem gleichen Maße von der Basis nach der Spitze der Wurzel zu ab.

Die aus dem Samen tretende Keimwurzel verzweigt sich sehr bald, und die Seitenwurzeln (Fig. 2b) treten in regelloser Anordnung oft in großer Anzahl an der Hauptwurzel hervor, um sich weiter in ähnlicher Weise zu verzweigen. Die Hauptwurzel sowohl wie die Seitenwurzeln sind von der Schwerkraft beherrscht und wachsen abwärts; nur die Seitenwurzeln höherer Ordnung in einem ausgedehnten Wurzelsystem können, um ihren Zweck, eine möglichste Befestigung der Pflanze im Erdboden, zu erreichen, nach allen Richtungen hin sich ausbreiten. Ist die Keimwurzel auch in ihrer späteren Entwicklung den anderen Wurzeln überlegen, so kann sie als sogenannte Pfahlwurzel (Fig. 2b) mächtige Dimensionen annehmen (Eiche); gewöhnlich aber stellt sie ihr Wachstum bald ein, und es entwickeln sich dafür die Seitenwurzeln um so stärker. Das Wurzelsystem ist bei den Pflanzen gewöhnlich sehr stark entwickelt und kann z. B. bei Bäumen einen erheblich größeren Umfang erreichen als die Krone des belaubten Stammes.

Außer aus der Keimwurzel können auch aus der Sproßachse selbst Wurzeln entstehen; sie werden dann als Adventivwurzeln bezeichnet. Diese Adventivwurzeln spielen oft eine sehr große Rolle im Pflanzenleben, besonders da, wo die Hauptwurzel nur mangelhaft entwickelt ist, oder bald verkümmert, oder wo es sich um kriechende oder kletternde Pflanzen handelt. Bei den Monokotyledonen verkümmert die Hauptwurzel bald und an ihrer Stelle entwickelt sich meist aus dem oder den untersten Stengelknoten ein Büschel von Adventivwurzeln (Faserwurzel).

Indessen entwickeln sich die Adventivwurzeln nicht immer an den untersten Stengelteilen; beim Efeu, wo sie als Haft-

wurzeln dienen, können sie an jeder beliebigen Stelle der Unterseite des ganzen Stengels hervortreten. Diese Wurzeln dienen dann aber auch nur dem Zweck der Befestigung des Stammes an die Unterlage. Der Befestigung dienen auch hauptsächlich die Stelzwurzeln, welche ebenfalls den oberen Teilen des Stammes entspringen und bogenförmig in den Boden wachsen, während der untere Teil des eigentlichen Stammes in der Entwicklung zurückbleibt und oft verkümmert. Diese Wurzelbildung ist den verschiedenen Pflanzenarten der Mangrovedickichte eigen. Ähnlichen Zweck verfolgen die Stützwurzeln (z. B. bei Ficus religiosa), Luftwurzeln, welche aus den Zweigen hervorbrechen, abwärts wachsen und, in die Erde gekommen, sich verzweigen. Sobald sie aber fest gewurzelt sind, ziehen sie sich zusammen und befestigen dann die Zweige wie ein straff gespanntes Seil am Boden. Stelzwurzeln und Stützwurzeln dienen aber im Gegensatz zu den Haftwurzeln des Efeus auch sehr wesentlich der Aufnahme von Wasser und Salzen. Alle drei Formen gehören zu den Luftwurzeln, welche namentlich vielen tropischen Pflanzen eigen sind und durchaus nicht immer dazu dienen, in ein Substrat einzudringen und die Pflanze zu befestigen. Bei manchen auf Bäumen lebenden Orchideen besitzen sie ein weiches, schwammiges Hüllgewebe (Velamen), welches befähigt ist, Wasser in Form von Regen oder Tau aufzunehmen, und also als Wassersammler für die Pflanze dient, da diese ihren Wasserbedarf nicht aus dem Erdboden zu entnehmen vermag.

Außer der Befestigung im Boden und der Wasseraufnahme dienen die Wurzeln auch noch mitunter anderen Zwecken und sind entsprechend dafür umgewandelt, metamorphosiert. Sehr häufig haben Wurzeln die Aufgabe, Reservestoffe zu speichern; dabei schwellen sie meist erheblich an und bilden sich, wenn nur die Hauptwurzel zum Reservestoffbehälter wird, zur Rübe (Fig. 2c), wenn Nebenwurzeln dazu

werden, zu Knollen um. Solche aus Wurzeln entstandene Knollen, wie die der Georgine, haben im Gegensatz zu den aus Sprossen entstandenen (Kartoffel) keine Knospen, „Augen", und keine Blattbildungen irgendwelcher Art. Mitunter haben auch die Wurzeln die Funktion der Blätter übernommen; chlorophyllhaltige Luftwurzeln findet man bei den epiphytischen Orchideen fast immer, bei manchen sind sie aber auch vollständig blattartig verbreitert und dienen vollständig als Assimilationsorgane, bei Angraecum globulosum z. B. sind es sogar die einzigen Assimilationsorgane; die Blätter sind kleine, chlorophyllose Schuppen. Bei anderen Pflanzen (z. B. Jussiaea repens) werden neben normalen Wurzeln auch Schwimmwurzeln ausgebildet; dieselben sind sehr fleischig, unverzweigt und besitzen ein poröses, lufthaltiges Gewebe, durch welches die Pflanze an der Oberfläche des Wassers gehalten wird. Dieselben Wurzeln dienen auch im Sumpfboden oder in stagnierendem sauerstoffarmen Wasser als Atemwurzeln, indem sie bis an die atmosphärische Luft dringen und von hier aus der Pflanze Sauerstoff zuführen.

Von manchen Pflanzen werden einzelne Wurzeln zu Dornen umgebildet, Dornwurzeln oder Wurzeldornen, welche den Pflanzen Schutz gegen Tiere verleihen (z. B. bei den Palmen Acanthorrhiza und Iriartea und bei der Rubiacee Myrmecodia).

Auch als Ranken dienen bei manchen Pflanzen die Wurzeln, so bei Vanilla aromatica und Dissochaeta. Wenn sie auf dünne Stämme oder Zweige stoßen, so winden sie sich rankenartig um diese herum.

Eigentümlich ausgebildet sind die Saugwurzeln oder Haustorien (Fig. 2d) mancher Schmarotzer, besonders der Loranthaceen, unter denen die Mistel (Viscum album) bei uns weit verbreitet ist. Die Wurzeln dieser Pflanze verlaufen parallel mit dem Zweige des von ihr bewohnten Baumes

unter der Rinde und senden von hier aus senkrecht Saugwurzeln in den Zweig ein. Auch die Kleeseide (Cuscuta Epithymum), die Orobanche-Arten und andere Schmarotzer besitzen solche Saugwurzeln. Bei manchen Pflanzen (z. B. Thesium) kommt es neben einer regelmäßigen Wurzelbildung nur dann zur Entwicklung von Haustorien, wenn sie mit den Wurzeln anderer Pflanzen in Berührung kommen, sie sind also nicht notwendig bei ihnen entwickelt; andere, wie die erwähnte Mistel, bilden gar keine normalen Wurzeln und sind auf die Ernährung durch die Haustorien angewiesen.

4. Kapitel.

Der Stamm.

Die Sprosse bestehen, wie bereits erwähnt, aus Sproßachse, gewöhnlich Stamm, bei schwächeren, krautartigen Pflanzen Stengel genannt, und Blattorganen. Der Stamm wächst meist unter der Einwirkung der Schwerkraft senkrecht aufwärts und wird dann aufrecht genannt. Bei mehrjährigen Pflanzen kann er sehr dick werden und verholzen, wie bei den Bäumen und Sträuchern, bei den kurzlebigen, meist nur einjährigen Kräutern bleibt er unverholzt, krautartig, ebenso bei den oberirdischen, alljährlich absterbenden Teilen der Stauden, während bei diesen die unterirdischen, ausdauernden Teile oft stark verholzen und in die Dicke wachsen.

Die Stämme erreichen eine sehr verschiedene Länge; sind sie sehr lang, so müssen sie entweder auch entsprechend dick und stark verholzt sein, um aufrecht zu bleiben, oder sie benützen in irgend einer Weise andere Pflanzen oder geeignete Gegenstände als Stütze, oder endlich sie bleiben nicht aufrecht, sondern kriechen am Boden hin.

Unter den Pflanzen, welche sich durch Stützen auf andere Pflanzen oder geeignete Gegenstände aufrecht erhalten, haben

wir in dem Efeu bereits einen Vertreter der kletternden Pflanzen kennen gelernt. Hierher gehören auch die rankenden Pflanzen, bei welchen Sproßachsen oder Blätter zu besonderen Kletterorganen, den Ranken, ausgebildet werden. Verschieden von den Kletterpflanzen sind die Schlingpflanzen, deren Stengel selbst sich um die Stütze windet und so eng anlegt, daß er dadurch genügend Halt erhält. Solche windende oder schlingende Pflanzen sind namentlich in den tropischen Urwäldern als Lianen bekannt, aber auch bei uns gibt es zahlreiche Vertreter, z. B. Winde, Hopfen, Bohnen.

Unter den Pflanzen, deren Stengel am Boden liegend fortwächst, bald vollständig flach anliegend, bald halb aufgerichtet, sind auch manche Schlingpflanzen, wenn sie keine passende Stütze finden, was man z. B. häufig bei der gemeinen Ackerwinde, Convolvulus arvensis, beobachten kann. Bei anderen aber, z. B. Lysimachia nummularia, kommt es auch beim Vorhandensein geeigneter Stützen nicht zum Winden, es sind kriechende Pflanzen.

Bleibt der Stamm in der Erde verborgen und sendet von hier aus alljährlich absterbende Sprosse über die Erde, so wird er Rhizom (Fig. 3a) genannt; die Rhizome sind gewöhnlich Wurzeln sehr ähnlich, doch sind an ihnen im Gegensatz zu den Wurzeln Knospen und kleine Blätter (Blattschuppen), sowie Blattnarben vorhanden.

Die Verzweigungen der Sproßachse, d. h. die Seitenachsen, Äste, Zweige genannt, sind meist der Hauptachse ähnlich gebildet und selbst in gleicher Weise oft vielmals weiter verzweigt. Nur bei manchen Pflanzenarten kommt es zur Entwicklung verschiedenartiger Seitensprosse, die man dann als Lang- und Kurztriebe unterscheidet. Die Kurztriebe unterscheiden sich von den Langtrieben dadurch, daß ihre Achse außerordentlich verkürzt ist und daß die Blätter fast ohne Zwischenraum aufeinander folgen. Man nennt die Stellen der Sproßachsen,

an denen die Blätter entspringen, Knoten, und die zwischen diesen liegenden blattlosen Teile der Sproßachse Internodien. Bei den Kurztrieben sind also die Internodien so verkürzt, daß die Knoten unmittelbar aufeinander folgen. Dies ist z. B. bei einem Teil unserer Nadelhölzer, bei der Kiefer und bei der Lärche, der Fall.

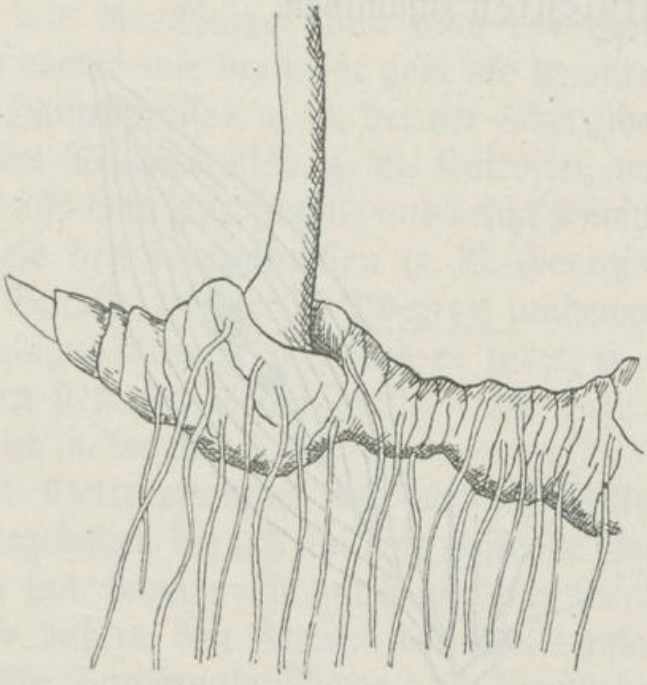

Fig. 3a. Rhizom von Polygonatum multiflorum.

Ähnlich wie bei den Wurzeln kommt es auch bei den Sproßachsen zu mancherlei Umbildungen, die besonderen Zwecken dienen. Solche metamorphosierte Sprosse geben der Pflanze oft ein ganz eigenartiges Aussehen. Gerade dieser eigentümlichen Form wegen werden z. B. die Kakteen vielfach kultiviert. Sie besitzen Sprosse, welche für eine besondere Lebensweise in wasserarmen Gegenden eingerichtet sind; ihre Blätter sind verkümmert, meist zu Stacheln umgebildet, dafür übernimmt der Stamm selbst ihre Funktion. Der letztere ist meist kugelig oder säulenförmig, zuweilen blattartig ausgebildet, und bietet

in dem heißen trockenen Klima der Verdunstung eine möglichst geringe Oberfläche, während das fleischige Innere der Pflanze den Wasserbedarf für lange Zeit zu speichern vermag. Diese eigentümliche Wuchsform findet sich auch bei einigen unter den gleichen Verhältnissen lebenden Euphorbiaceen und man faßt alle derartigen Pflanzengestalten unter dem Namen der Stammsukkulenten zusammen.

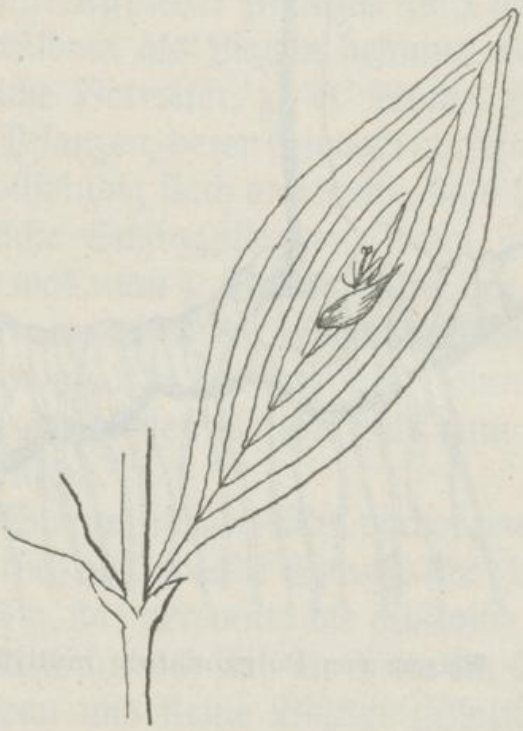

Fig. 3b. Phyllokladium von Ruscus Hypoglossum.

In anderen Fällen kommt es bei gleichzeitiger Verkümmerung der Laubblätter zu einer eigentümlichen blattartigen Entwicklung der Sproßachsen, die man Phyllokladien genannt hat. Bei Phyllokladus entwickeln sich in den Achsen der kleinen, schuppenförmigen, bald vertrocknenden Blätter des Stammes flache blattartige Zweige, welche sich wieder, aber nur in einer Ebene verzweigen. Ganz eigentümliche Phyllokladien besitzt Ruscus Hypoglossum (Fig. 3b). In

den Achseln bald abfallender Blattschuppen entstehen am Stengel die vollkommen blattähnlich gebildeten, dünnen, aber breiten Zweige, die sich scheinbar in nichts von echten Blättern unterscheiden, aber sich schon dadurch als Sproßachsen erweisen, daß an ihnen, gewöhnlich in der Mitte die Blüten auftreten.

Ebenso wie die Wurzel kann auch der Sproß Knollen bilden, und ebenso wie bei jener geht die Knollenbildung bei Teilen des Hauptsprosses, z. B. bei der Oberrübe oder Kohlrabi, oder bei Nebensprossen, z. B. Kartoffel, vor sich. Die Kartoffel ist also eine Sproßknolle und besitzt Knospen (Augen), während diese den Wurzelknollen (z. B. Georgine) abgehen.

Andere Sprosse werden in Dornen umgewandelt, z. B. bei den Cratägus-Arten. Hier sind es kurze, in den Achseln von Blättern stehende Seitensprosse. Die dazu gehörenden Blätter fallen in der Regel bald ab.

Bei den Kletterpflanzen sind vielfach Seitensprosse zu Ranken umgebildet, die sich um eine passende Stütze fest herumschlingen und dann meist durch spiralige Einrollung stark verkürzen, so daß sie den Stamm der Kletterpflanze emporziehen. Solche Sproßranken haben z. B. der Wein. Bei manchen Arten, z. B. Vitis Veitchii, sind diese Ranken mit eigentümlichen Haftscheiben ausgerüstet, mit denen sie sich an dem Substrat, das sie nicht umschlingen, festklammern. Einige wenige tropische Pflanzen, die Hakenklimmer, bilden an Stelle der Ranken nur hakenförmig gekrümmte, aber harte und feste Sprosse, die Kletterhaken, aus, welche sich um die Stütze herumklammern.

Metamorphosierte Stengelsprosse sind auch die Ausläufer (Stolones), welche oft sehr lange Internodien besitzen, an den Knoten gewöhnlich Wurzeln und senkrecht aufwärtsstrebende Sprosse treiben, die zu neuen Pflanzen werden, während die sie mit der Mutterpflanze verbindenden Inter-

nodien des Ausläufers später absterben. Solche Ausläufer sind bei sehr vielen Pflanzen bekannt, z. B. bei den Erdbeeren, bei dem kriechenden Hahnenfuß usw.

Zu den umgewandelten Sprossen gehören schließlich auch noch die Brutknospen. Es sind dies sehr verkürzte, knospenartige oder knöllchenförmige Seitensprosse, welche nur bis zu einer bestimmten Entwicklung mit der Mutterpflanze in Verbindung bleiben, sich dann loslösen und zu eigenen Pflanzen auswachsen. Bei Lilium bulbiferum entstehen die Brutknospen in den Achseln der Stengelblätter, bei Saxifraga granulata als kleine weiße Knöllchen an den unterirdischen Ausläufern.

5. Kapitel.

Die Blattbildungen.

Als Blattbildungen kann man alle jene seitlichen Organe der Sproßachsen zusammenfassen, welche ein begrenztes Wachstum besitzen und nicht imstande sind, sich in gleiche Bildungen höherer Ordnung zu verzweigen. Gewöhnlich ist das Wachstum des Blattes auch insofern von dem der Sproßachse verschieden, als die wachsende Zone nicht an der Spitze liegt, das Blatt also interkalar wächst; die Blätter haben keinen terminalen Vegetationspunkt, werden aber ebenso wie die seitlichen Verzweigungen der Sproßachse am Vegetationspunkt dieser direkt angelegt. Nur bei den Farnen findet auch an den Blättern ein Wachstum an der Spitze statt.

Als Typus der Blattbildungen kann uns das Laubblatt gelten. Dasselbe ist bei den Pflanzen außerordentlich verschieden gestaltet bei derselben Art, aber mit verhältnismäßig geringen Abweichungen sehr gleichförmig. An den meisten Blättern kann man Blattspreite, Blattstiel und Blattscheide unterscheiden, doch können Stiel oder Scheide mitunter fehlen. Die Blattspreite (Fig. 4a) ist der wesentliche, flach ausge-

breitete obere Teil des Blattes; der Blattstiel (Fig. 4b) bildet die mehr oder weniger stielrunde Verbindung der Spreite mit der Sproßachse; die Blattscheide (Fig. 4c) ist der oft scheidenartig erweiterte untere Teil des Stieles. Fehlt der Blattstiel, so nennt man die Blätter sitzend, ist er vorhanden, so sind sie gestielt.

Fig. 4. Schema eines Blattes. a Spreite. b Stiel. c Scheide.

Die außerordentlich verschiedenartige Ausbildung der Blattspreite zeigt sich in der Form, in der Nervatur, in der Zerteilung und in der Ausbildung des Randes.

Das Blatt kann rund, oval, elliptisch sein (Ausdrücke, die einer weiteren Erklärung nicht bedürfen). Eirund nennt man ein Blatt, dessen größte Breite nach der Basis zu liegt, aber ge-

ringer als die Länge ist. Ist ein Blatt zwei- bis dreimal so lang als breit, so nennt man es länglich; ist es mehr als dreimal so lang als breit und zeigt dabei doch eine gewisse Rundung der Längsseiten, so heißt es lanzettlich; sind die Längsseiten dagegen einander parallel, so heißt es lineal. Keilförmig ist ein Blatt, dessen Spreite sich von schmalem Blattgrunde aus keilförmig nach der stumpfen Spitze zu verbreitert; ist die Spitze dabei abgerundet, so heißt es spatelförmig.

Die Blattspitze nennt man rund oder abgerundet, wenn der Blattrand dort keinen Winkel bildet, ausgerandet, wenn er eine Einbuchtung bildet, gestutzt, wenn er in gerader Linie verläuft, stumpf, wenn er einen stumpfen, spitz, wenn er einen spitzen Winkel bildet. Ist der Blattrand vor der Spitze leicht ausgeschweift, so erscheint die Spitze schärfer und man nennt sie zugespitzt; ist die Ausschweifung stark, so wird die Spitze schmal, stachelartig und heißt stachelspitzig. Ähnliche Bezeichnungen gelten auch für die Ausbildung der Blattbasis, doch spricht man hier noch von herzförmiger Blattbasis, wenn die Blattspreite sich in Form von runden Lappen auf beiden Seiten über die Mitte der Blattbasis herabzieht und die hierdurch an der Blattbasis entstehende Einbuchtung spitz ist; nierenförmig nennt man sie, wenn die Einbuchtung stumpf ist, pfeilförmig, wenn die Lappen spitz und die Einbuchtung spitz, spießförmig, wenn die Lappen spitz, aber die Einbuchtung rund ist.

Hinsichtlich der Nervatur kann man unterscheiden: parallelnervige Blätter, bei welchen die Nerven vom Blattgrunde nach der Spitze zu annähernd parallel nebeneinander herlaufen, und netznervige, bei welchen die Nerven innerhalb der Blattspreite reich verzweigt sind und durch häufige Verbindungen ein vollkommenes Netzwerk in der Blattfläche bilden. Die netznervigen Blätter sind wieder handnervig, wenn mehrere starke Nerven wie die gespreizten Finger einer

Hand von der Blattbasis nach dem Blattrande zu verlaufen, oder fiedernervig, wenn ein Hauptnerv von der Basis nach der Spitze zu das Blatt durchzieht und nach beiden Seiten Nerven nach dem Blattrande entsendet.

Ganz unzerteilte Blätter nennt man einfach; zeigen die Blätter Einschnitte, so nennt man sie je nach der Nervatur handförmig oder fiederförmig gelappt, wenn die Einschnitte nicht bis zur Mitte der halben Blattspreite reichen; fiederspaltig oder handspaltig, wenn die Einschnitte bis zur Mitte der halben Blattspreite reichen; fiederteilig oder handteilig, wenn die Einschnitte über die Mitte der halben Blattspreite reichen; fiederschnittig oder handförmig geschnitten, wenn die Einschnitte bis an die Mittelrippe oder bis zum Blattgrunde gehen. Von den handförmig geschnittenen oder fiederschnittigen Blättern ist nur ein Schritt zu den zusammengesetzten Blättern, wenn nämlich die einzelnen Abschnitte an Stielen stehen und von einem gemeinsamen Blattstiel getragen werden. Stehen die Blättchen wie die gespreizten Finger einer Hand und treffen ihre Mittelnerven an einem Punkte, dem Ende des gemeinsamen Blattstieles, zusammen, so nennt man das Blatt gefingert. Ähnlich ist das fußförmige Blatt, nur sind hier an den äußeren Blättchen noch Blättchen höherer Ordnung nach außen entwickelt. Stehen die Blättchen aber wie die Abschnitte eines fiederteiligen Blattes und ihre Stiele am gemeinsamen Blattstiel wie die Nerven eines fiedernervigen Blattes, so nennt man das Blatt gefiedert, und zwar unpaarig gefiedert, wenn der gemeinsame Blattstiel in ein einzelnes Blättchen ausläuft, paarig gefiedert, wenn am Ende sich zwei Blättchen gegenüberstehen. Die Blättchen nennt man Fiederblättchen, und diese selbst können nochmals gefiedert sein, so daß Fiederblättchen zweiter, ja sogar dritter Ordnung entstehen können.

Die Form der Blattspreite wird auch durch die Ausbildung des Randes bestimmt, wenn die Einschnitte nicht so tief gehen und die Mitte der halben Blattspreite nicht erreichen. Sind die dabei entstehenden Vorsprünge und die dazwischen liegenden Buchten stumpf, so ist der Rand ausgeschweift, gekerbt dagegen, wenn die Vorsprünge stumpf, die Einbuchtungen spitz, gezähnt, wenn umgekehrt die Vorsprünge spitz, die Einbuchtungen stumpf, und gesägt, wenn Vorsprünge und Einbuchtungen spitz sind.

Die Blattspreite erhält oft eine besondere Form, um gewissen Anforderungen, die durch äußere Verhältnisse an eine Pflanze gestellt werden, genügen zu können. So sind die Blätter der Koniferen nadelartig oder schuppenartig, wodurch die transpirierende Fläche erheblich verringert wird und unsere Kiefern z. B. befähigt werden, auch im dürren Sande der norddeutschen Heiden die trockensten Zeiten zu überstehen. Bei anderen Pflanzen, die gleichfalls vor allzu großer Verdunstung sich schützen müssen, rollen sich die Blätter an den Rändern ein (Rollblätter). Diese eingerollten Teile, in denen hauptsächlich die Spaltöffnungen liegen, bilden dann einen von der äußeren Luft abgeschlossenen Hohlraum, in dem die Verdunstung nur langsam vor sich geht.

Dem Wind setzt die breite Blattspreite im Verhältnis zu ihrer Dicke einen unverhältnismäßig großen Widerstand entgegen, und sie wird daher, wenn sie nicht durch starke Nervenstränge den Blattrand besonders verstärkt, wie dies gewöhnlich geschieht, leicht vom Winde stark zerrissen. Dies ist in auffallender Weise bei den großen Blättern der verschiedenen Musa-Arten der Fall, die oft ganz von dem Blattrande bis zur Mittelrippe eingerissen sind, ohne daß jedoch dadurch ihre Aufgabe irgendwie gestört würde. Bei anderen Pflanzen mit großen Blättern, z. B. Aroideen, tritt eine Bildung von Schlitzen und Spalten ein, um die Gewalt des Windes abzu-

schwächen, bei noch anderen (Palmen) teilen sich die anfänglich einfachen Blätter in zahlreiche Abschnitte.

Ganz eigentümliche Blätter zeigt eine Wasserpflanze, Aponogeton (Ouvirandra) fenestralis, bei welcher die längliche parallelnervige Blattspreite überall wie ein feines Gitter durchbrochen ist (Gitterblätter).

In den weitaus meisten Fällen kommt den Pflanzen nur eine einzige Form von Laubblättern zu. Mitunter aber sind die Blätter an derselben Pflanze ganz verschieden ausgebildet, eine Erscheinung, die als Heterophyllie bezeichnet wird. Besonders auffallend tritt diese Heterophyllie bei manchen Wasserpflanzen auf, z. B. bei Salvinia natans, wo ein Teil der Blätter normal als Schwimmblätter, ein anderer reich zerfasert, wurzelähnlich ausgebildet ist. Auch Batrachium aquatile, der gewöhnliche Wasserhahnenfuß, ist ein Beispiel dafür; die untergetauchten Blätter sind vielfach in haarförmige lange Abschnitte zerschlitzt; die an der Oberfläche schwimmenden bilden eine breite handspaltige Spreite.

Der Blattstiel ist meist flach zylindrisch, im Durchschnitt gewöhnlich annähernd halbkreisförmig, selten, wie bei Trapa natans, der gewöhnlichen Wassernuß, blasenförmig angeschwollen. In diesem Falle besitzt er große Lufträume und dient dazu, die Pflanze an der Oberfläche des Wassers zu erhalten. Läuft am Blattstiel eine blattspreitenartige Bildung herab, so nennt man ihn geflügelt. Verbreitet er sich dagegen selbst blattartig, während die Blattspreite verkümmert (Acacia-Arten), so wird er zum Phyllodium (Fig. 5). Bei den Monokotyledonen fehlt der Blattstiel sehr häufig, bei den Dikotyledonen seltener; gewöhnlich geht er in der Mitte der Blattbasis in die Spreite über; bei den schildförmigen Blättern (z. B. Kapuzinerkresse, Fig. 6) dagegen ragt der Blattrand nach allen Seiten über ihn hinaus und er tritt irgendwo auf der Unterseite in die Blattspreite ein.

Bei manchen Pflanzen, z. B. bei Tropaeolum majus, der Kapuzinerkresse, ist der Blattstiel gleichzeitig eine Ranke, indem er sich um entsprechende Stützen herumzuschlingen vermag.

Die Blattscheide ist durchaus nicht allgemein verbreitet; am häufigsten ist sie bei den Monokotyledonen, wo sie oft am Grunde den Sproß vollkommen als geschlossene Röhre umgibt. Wenn der Blattstiel fehlt, bildet sich oft an der Grenze zwischen Scheide und Spreite ein in der Verlängerung der ersteren liegendes häutiges Gebilde, die Ligula, aus. Sehr oft ist ein

Fig. 5.
Phyllodium einer Akazienart.

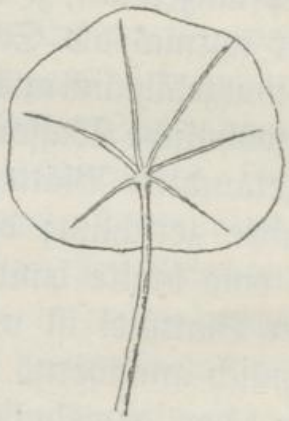

Fig. 6. Schildförmiges Blatt von Tropaeolum majus.

merkbarer Übergang zwischen der Blattscheide und Blattspreite nicht vorhanden; in manchen Fällen wird er durch die Ligula angedeutet, in anderen durch eine abweichende Richtung der Blattspreite; in noch anderen, wie bei den Schwertlilien, bildet die Blattscheide einen Kiel, welcher sich da, wo er in die Spreite übergeht, zusammenschließt und dessen Blattspreite mit der Achse in eine Ebene fällt (schwertförmige Blätter). Aus der Blattscheide gehen auch die Nebenblätter hervor, indem sich dieselben als Vorsprünge, die dann eine sehr verschiedene Ausbildung erreichen können, entwickeln. Oft bleiben sie klein

und unscheinbar, mitunter aber werden sie vollkommen laubblattartig und, wenn auch meist kleiner, doch den gewöhnlichen Blättern ganz ähnlich gestaltet; sie dienen dann ebenfalls hauptsächlich der Assimilation. In anderen Fällen haben sie den Zweck, die jungen Blatt- oder Sproßanlagen zu schützen, und decken dann in Form einer später meist abfallenden Hülle die Knospe, z. B. beim Gummibaum (Ficus elastica). Selten ist diese Hülle bleibend; bei den Polygonaceen bildet sie die Ochrea, welche von dem Stengel durchwachsen wird und als scheidenförmige Hülle um das Internodium zurückbleibt. In manchen Fällen bilden sich die Nebenblätter zu Dornen um, z. B. bei Akazien, Robinia, manchen Euphorbia-Arten.

Sitzenden, also ungestielten Blättern fehlt auch sehr oft die Scheide; sitzt es dabei derart am Stengel, daß die Blattbasis um diesen teilweise herumgewachsen ist, so heißt es stengelumfassend; ist die Blattbasis vollständig um den Stengel herum und auf der anderen Seite verwachsen, so ist das Blatt durchwachsen; verwachsen nennt man Blätter, welche mit ihren Spreiten an der Basis so vollkommen verwachsen sind, daß sie den Stengel vollständig umschließen. Laufen Teile der Blattspreite am Stengel noch über die Anheftungsstelle des Blattes herab, so heißt das Blatt geflügelt.

Auch die Blätter werden in ganz ähnlicher Weise umgebildet wie Wurzel und Sprosse. Die Umbildung, welche sie bei der Blütenbildung erfahren, werden im nächsten Kapitel besonders behandelt werden.

Ähnlich wie der Sproß kann auch das Blatt anschwellen und durch ein mächtiges fleischiges Gewebe als Wasserreservoir dienen. Solche Pflanzen, bei uns z. B. die Fetthenne und andere Sedum-Arten, die Dachwurz, Sempervivum tectorum, nennt man Blattsukkulenten im Gegensatz zu den früher erwähnten Stammsukkulenten, bei denen der Stamm die Rolle des Wasserreservoirs übernimmt.

Eine allgemein verbreitete Form der Blätter sind die Niederblätter, meist kleine, oft schuppenförmige, mitunter bald abfallende Blätter, welche in der Regel unterhalb der eigentlichen Laubblätter am Stengel stehen, besonders auch an den Rhizomen. In solchen Fällen sind sie als Ausdruck der Verkümmerung anzusehen, da die Laubblätter an unterirdischen Sprossen ihre Aufgabe, zu assimilieren, nicht erfüllen können und sich deshalb als überflüssig auch nur unbedeutend entwickeln. Sie sind daher auch nicht in Stiel und Spreite gegliedert, sondern bilden oft nur unbedeutende Schüppchen. Indessen kommt den Niederblättern, die dann auch dementsprechend entwickelt sind, oft eine wichtige Aufgabe zu. Bei den meisten höheren Pflanzen, die eine Ruheperiode durchmachen, werden unterhalb der Laubblattanlagen, die sich im nächsten Jahre zu Blättern entfalten sollen, Niederblätter gebildet, welche als Knospenschuppen die in der Knospe eingeschlossenen jungen Blatt- und Sproßanlagen zu schützen haben. Seltener dienen die Niederblätter als Reservestoffbehälter. Sie schwellen dann mächtig an und bilden eine dicke, fleischige, aus einzelnen Blättern bestehende Hülle um den ruhenden Sproß, die Zwiebel.

Gegenüber den Niederblättern bezeichnet man die unter den Blüten und Blütenständen stehenden, von den normalen Laubblättern hauptsächlich in der Form, oft auch in der Farbe abweichenden Blätter als Hochblätter.

Auch zu Dornen können Blätter umgewandelt werden; solche Blattdornen, oft in allen Übergängen zu Laubblättern, findet man z. B. an Ulex europaeus und bei Berberis vulgaris. Auch die Dornen der Kakteen sind umgewandelte Blätter.

Ein Teil der Rankenpflanzen besitzt Blattranken; bei Tropaeolum majus wurde schon erwähnt, daß der Blattstiel die Funktion des Rankens übernimmt, bei anderen Pflanzen werden die Blätter ganz oder teilweise zu Ranken umgebildet. Bei

der Erbse z. B. werden meist die letzten Fiederblättchen zu Ranken; oder der gemeinschaftliche Blattstiel trägt an seinem Ende statt eines unpaaren Fiederblättchens eine, oft verzweigte Ranke (Fig. 7). Bei Lathyrus Aphaca wird das ganze Blatt

Fig. 7. Blatt der Erbse mit Ranken.

zur Ranke und die Nebenblätter bilden sich als Ersatz blattartig aus. Bei den Cucurbitaceen wandeln sich bestimmte Blätter in Ranken um.

Die Umwandlung von Blättern kann mitunter durch äußere Verhältnisse auch da bedingt werden, wo sie normalerweise nicht zu erwarten ist. Ein einfaches Beispiel liefern uns die

Wasserformen mancher Landpflanzen und umgekehrt die Landformen mancher Wasserpflanzen. Ranunculus sceleratus, eine Landpflanze, wächst auch zuweilen unter Wasser, bildet dann aber ganz andere Blätter, Schwimmblätter, welche denen der Wasserranunkeln ganz ähnlich sind.

Noch eine eigentümliche Metamorphose zeigen manche Blätter oder Blattteile durch ihre Umwandlung zu Fangapparaten. In einfacher Form ist das Blatt von Aldrovanda vesiculosa (Fig. 8), einer seltenen, aber weit verbreiteten Droseracee, zu einem Fangapparat umgewandelt. Hier ist die Blatt-

Fig. 8. Blatt von Aldrovanda vesiculosa zum Insektenfang eingerichtet.

spreite in der Mittelrippe beweglich, zum Zusammenklappen eingerichtet; beide Hälften sind schwach bauchig erweitert. Über die Blattspreite ragen meist vier gezähnte Borsten. Kommen kleine Tiere zwischen die Hälften der Blattspreite, so schließen sich diese wie die Schalen einer Muschel zusammen. Auch Utricularia, ebenfalls eine Wasserpflanze, zeigt Fangvorrichtungen. Teile der vielfach zerspaltenen Blätter bilden blasige, angeschwollene Hohlräume, welche mit einer nach innen sich öffnenden Klappe verschlossen sind. Diese läßt kleine Tiere wohl herein, aber nicht wieder heraus. Ganz eigentümlich und auffallend gebaut sind die Fangvorrichtungen bei den Kannen-

gewächsen (Nepenthes, Fig. 9); hier endigt die Blattspreite zunächst in eine blattstielartige, oft rankende Verlängerung, welche eine eigentümliche, mit aufgeklapptem Deckel versehene,

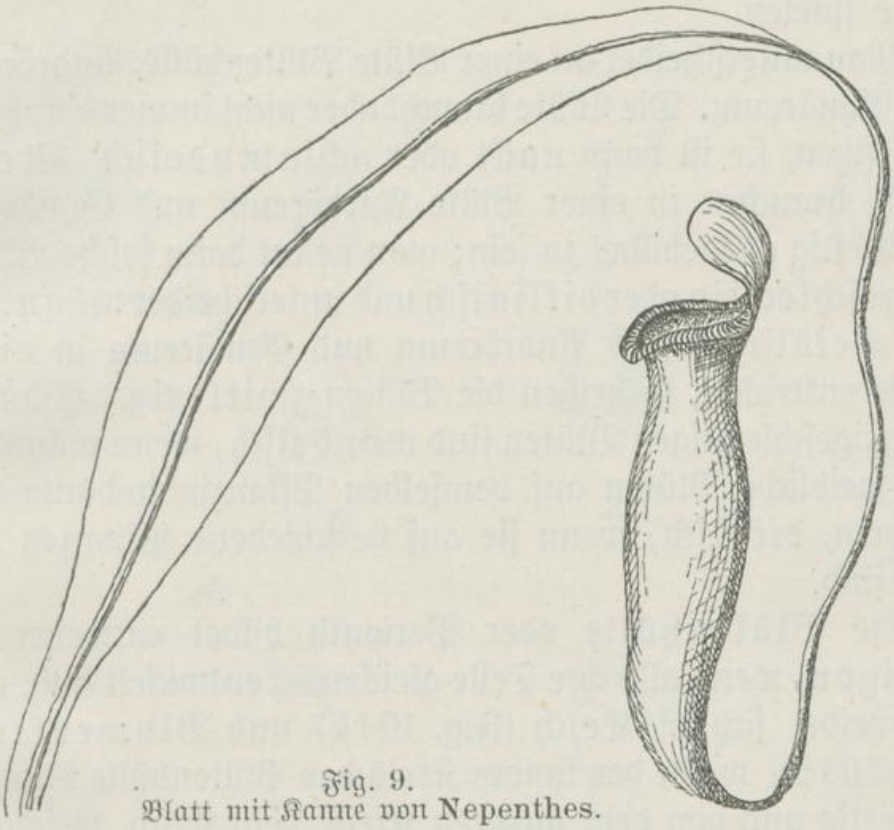

Fig. 9.
Blatt mit Kanne von Nepenthes.

kannenförmige Bildung als Fangapparat trägt. Diese Kannen sind mit Flüssigkeit gefüllt, in welcher die hineingeratenden Insekten ertrinken.

6. Kapitel.

Blüte und Frucht.

Die Organe für die geschlechtliche Fortpflanzung bei den Phanerogamen treten zur Blüte zusammen. Die Blüte ist ein Sproß mit begrenztem Wachstum, dessen Blattorgane in eigentümlicher Weise zum Zwecke der geschlechtlichen Fortpflanzung metamorphosiert sind. Ein Teil dieser umgewandel-

ten Blätter trägt die Geschlechtsorgane selbst, ein anderer, nicht bei allen Blüten vorhandener, dient nur zum Schutz oder zur Anlockung von Insekten, welche bei der Befruchtung eine große Rolle spielen.

Man unterscheidet an einer Blüte Blütenhülle, Andröceum und Gynäceum. Die Blüte braucht aber nicht immer eine Hülle zu besitzen, sie ist dann nackt oder achlamydeisch. Ebensowenig brauchen in einer Blüte Andröceum und Gynäceum gleichzeitig ausgebildet zu sein; man nennt dann solche Blüten eingeschlechtig oder diklinisch und unterscheidet männliche und weibliche; sind Andröceum und Gynäceum in einer Blüte entwickelt, so heißen die Blüten zwitterig. Pflanzen mit eingeschlechtigen Blüten sind monöcisch, wenn männliche und weibliche Blüten auf demselben Pflanzindividuum vorkommen, diöcisch, wenn sie auf verschiedene Pflanzen verteilt sind.

Die Blütenhülle oder Perianth bildet entweder ein Perigon, wenn alle ihre Teile gleichartig entwickelt sind, oder sie scheidet sich in Kelch (Fig. 10 I k) und Blumenkrone (Fig. 10 I b), wenn der innere Kreis der Blütenhülle blumenblattartig und von dem äußeren Kreis, dem Kelch, wesentlich verschieden entwickelt ist. Die Blütenhülle besteht entweder aus getrennten Blättern oder, wie bei den Sympetalen, die Blätter sind mehr oder weniger weit miteinander verwachsen, dabei kann z. B. auch der Kelch freiblätterig, die Krone verwachsenblätterig sein und umgekehrt.

Das Andröceum (Fig. 10 I a), welches auf die Blütenhülle in männlichen oder Zwitterblüten folgt, besteht aus der Gesamtzahl der Staubblätter, sowie den Staminoiden, wo solche vorhanden sind. Die Staubfäden oder Staubblätter sind meist fädenförmig veränderte Blätter, welche aus dem eigentlichen fadigen Teil, dem Filament (Fig. 10 II f) und der Anthere (Fig. 10 II a), dem Behälter des Blütenstaubes oder Pollens

bestehen. Die Anthere besteht aus zwei Hälften, welche dem Filament auf zwei Längsseiten anliegen, und jede Hälfte ist wieder meist aus zwei röhrenförmigen Schläuchen, Pollen-

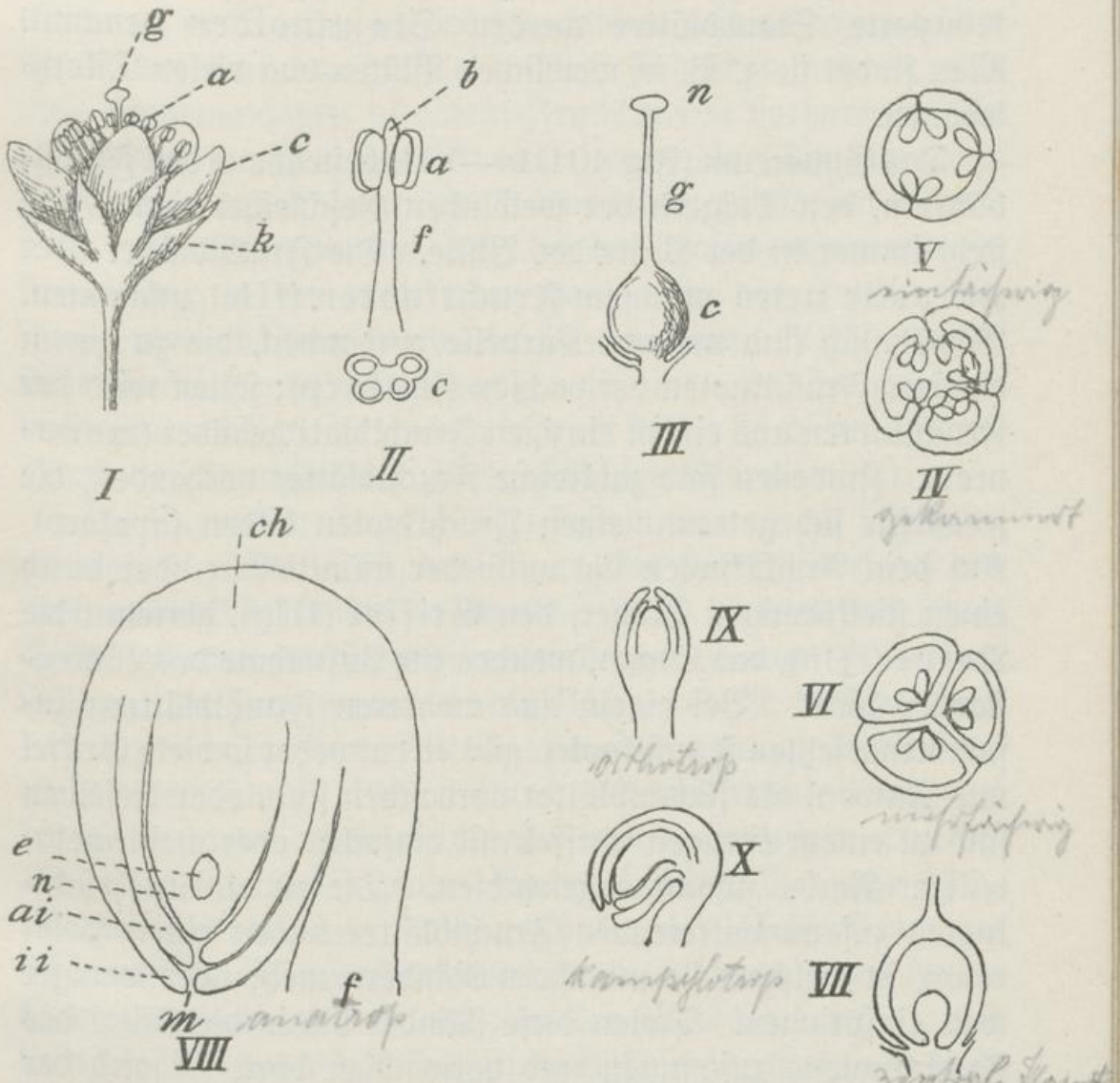

Fig. 10. I. Zwitterblüte. k Kelch, c Krone, a Andröceum, g Gynäceum. II. Staubblatt. f Filament, a Anthere, c Pollensäcke im Querschnitt, b Konnektiv. III. Gynäceum. c Fruchtknoten, g Griffel, n Narbe. IV. gekammerter, V. einfächeriger, VI. mehrfächeriger Fruchtknoten. VII. zentrale Placentation. VIII. anatrope Samenanlage. f Funiculus, n Nucellus, ch Chalaza, e Embryosack a i äußeres, i i inneres Integument, m Mikropyle. IX. orthotrope, X. kampylotrope Samenanlage.

säcken, zusammengesetzt (IIc). Der Teil des Filamentes, welcher die Anthere trägt, heißt Konnektiv (IIb). Vielfach kommt es bei den Staubblättern nicht zur Bildung von Antheren, sie sind also unfruchtbar, und solche zurückgebildete oder reduzierte Staubblätter werden Staminoiden genannt. Man findet sie z. B. in weiblichen Blüten von vielen Dikotyledonen.

Das Gynäceum (Fig. 10 IIIa—VII) besteht aus den Fruchtblättern, den Trägern der weiblichen Geschlechtsorgane, und steht immer in der Mitte der Blüte. Die Fruchtblätter oder Karpelle treten zu einem Fruchtknoten (IIIc) zusammen. Gewöhnlich sind mehrere Karpelle vorhanden, die zu einem einzigen Fruchtknoten verwachsen (synkarp); selten wird der Fruchtknoten aus einem einzigen Fruchtblatt gebildet (monomer). Zuweilen sind zahlreiche Fruchtblätter vorhanden, die jedes für sich getrennt einen Fruchtknoten bilden (apokarp). Auf dem Fruchtknoten sitzt entweder unmittelbar oder durch einen stielförmigen Träger, den Griffel (IIIg), getrennt die Narbe (IIIn), das Organ, welches zur Aufnahme des Blütenstaubes dient. Bei einem aus mehreren Fruchtblättern zusammengesetzten Fruchtknoten gibt es entweder so viele Griffel und Narben, als Fruchtblätter vorhanden sind, oder dieselben sind zu einem einzigen Griffel mit einfacher oder meist mehrteiliger Narbe zusammengewachsen. Die zu einem Fruchtknoten zusammentretenden Fruchtblätter bilden einen Hohlraum, in welchem sie mit ihren Rändern mehr oder weniger weit einspringen. Treten diese Ränder bis in die Mitte des Fruchtknotens zusammen und verwachsen dort, so wird der Fruchtknoten mehrfächerig (VI), verwachsen sie nicht miteinander, so daß keine getrennten Fächer entstehen, so ist der Fruchtknoten gekammert (IV); bilden sie nur wenig einspringende Leisten an den Nähten, so ist der Fruchtknoten einfächerig (V).

An den nach innen umgebogenen Rändern der Fruchtblätter, den Placenten, stehen die Samenanlagen, in sehr verschiedener Zahl. In einfächerigen, monomeren Fruchtknoten ist zuweilen nur eine einzige Samenanlage vorhanden, welche an der Stelle, wo das Fruchtblatt zusammengewachsen ist, an der Bauchnaht steht. Meist sind aber mehrere oder viele Samenanlagen in einem Fruchtknoten vorhanden. An den mehrfächerigen Fruchtknoten stehen die Samenanlagen gewöhnlich an der durch die Verwachsung gebildeten Mittelsäule (axile Placentation, VI); bei den einfächerigen und gekammerten an den mehr oder weniger in das Innere vorspringenden Nähten (parietale Placentation, IV, V); selten stehen sie bei den einfächerigen Fruchtknoten am Grunde (zentrale Placentation, VII), noch seltener stehen sie an der inneren Wand der Fruchtblätter (flächenständige Placentation).

Die Samenanlage (VIII) besteht aus einem mittleren rundlich-ellipsoiden Teil, dem Nucellus (VIIIn), welcher den Embryosack (VIIIe) mit der Eizelle enthält. Er wird nach seiner Spitze zu von meist zwei enganliegenden mantelförmigen Hüllen, den Integumenten (VIIIi), bedeckt, welche einen engen, zu der Spitze des Nucellus führenden Kanal, die Mikropyle, freilassen (VIIIm). Durch diese Mikropyle dringt bei der Befruchtung der keimende Pollenschlauch nach dem an der Spitze des Nucellus liegenden Embryosack vor. Der gegenüberliegende Teil der Samenanlage, Chalaza (VIIIch), ist weniger differenziert. Ist die Samenanlage an ihr durch einen kurzen Stiel, den Funiculus (VIIIf), an der Placenta befestigt, und liegt die Mikropyle der Anheftungsstelle entgegengesetzt, so ist die Samenanlage gerade, orthotrop (IX), wendet sich die Samenanlage um, so daß die Mikropyle der Anheftungsstelle zugekehrt ist, so ist sie umgewendet, anatrop (VIII), ist die Samenanlage in der Mitte zwischen Chalaza und Mikropyle angeheftet, und ist die letztere gleich weit entfernt von ihrer

Lage bei anatropen und orthotropen Samenanlagen, so nennt man sie kampylotrop (Fig. X). Dabei ist die Samenanlage selbst gewöhnlich deutlich gekrümmt.

Zu den Blüten stehen auch die Hochblätter in gewisser Beziehung, obwohl sie an der Blütenbildung nicht direkt teilnehmen; man unterscheidet noch besonders Deckblätter und Vorblätter. Erstere tragen in ihren Achseln Zweige oder Blüten, letztere entspringen an den einzelnen Blütenstielen selbst. Gewöhnlich sind sie ziemlich unscheinbar, klein, oft auch wie die Laubblätter grün gefärbt; in anderen Fällen zeigen sie eine lebhafte Farbe und sind kräftig entwickelt, wie beim Wachtelweizen, wo sie die Funktion der Blütenblätter, durch ihre auffallende Farbe Insekten anzulocken, übernehmen. Mitunter bilden sie unter dem eigentlichen Kelch noch eine kelchartige Hülle, den Außenkelch, oder sie bilden eine solche Hülle, Involukrum, unterhalb ganzer Blütenstände wie bei den Umbelliferen und Kompositen. Bei den Monokotyledonen ist oft nur ein einziges Vorblatt vorhanden, das dann aber oft sehr groß und auffallend entwickelt ist, so das weiße große Vorblatt (Spatha) bei unserer in sumpfigen Bächen vorkommenden Calla palustris und der gewöhnlich als Calla bezeichneten Topfpflanze Richardia aethiopica. Zuweilen ist sogar der ganze Blütenstand mit diesem Hochblatt verwachsen, so daß die Blüten auf dem Blatt zu stehen scheinen (z. B. Spathicarpa).

Die Anordnung der einzelnen Teile der Blüte, ihre Zahl und Ausbildung ist bei den Pflanzen eine außerordentlich verschiedene, aber für Gattungen und oft ganze Familien eine überaus konstante. Gewöhnlich sind die Organe in Kreisen (zyklische Blüten) angeordnet, seltener spiralig, zuweilen ein Teil spiralig, ein Teil in Kreisen (hemizyklische Blüten). Um die Stellung der einzelnen Blütenteile gegeneinander in übersichtlicher Weise zur Anschauung zu bringen, bedient man

sich einer Projektion ihrer Querschnitte auf eine Ebene; an der Hand solcher Projektionen, die als Diagramme (Fig. 11) bezeichnet werden, lassen sich die Blütenverhältnisse leicht erörtern. Sind die Blütenorgane in Kreisen angeordnet, so kann

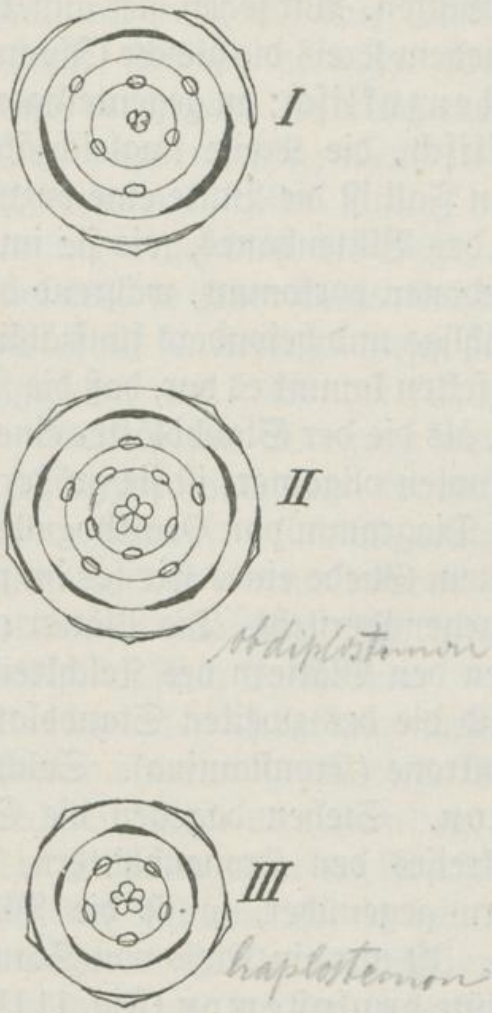

Fig. 11. Diagramme. I. Diagramm von Ornithogalum umbellatum. II. Obdiplostemone Stellung der Staubblätter. III. Haplostemone Stellung der Staubblätter.

uns als Beispiel eine Liliaceenblüte, z. B. von dem viel kultivierten und auch bei uns wild wachsenden Ornithogalum umbellatum, als Beispiel dienen (Fig. 11 I). Die Zahl der Kreise beträgt in diesem Fall 5; den innersten Kreis nehmen die 3 zu einem Fruchtknoten verwachsenen Karpelle ein, dann folgen

6 Staubblätter, die zu je 3 in 2 Kreisen angeordnet sind. Auf diese folgen die 6 Blätter der Blütenhülle, welche ebenfalls in 2 Kreisen zu je 3 angeordnet sind. Es ist also eine fünfkreisige (pentazyklische) Blüte; ebenso gibt es trizyklische, tetrazyklische usw. Blüten. Wir sehen hier außerdem, daß die Zahl der Glieder in jedem Kreis die gleiche (Isomerie), nämlich drei ist, die Blüte ist euzyklisch; im gegenteiligen Fall sind die Blüten heterozyklisch, die Kreise ungleichzählig, heteromer. Im vorliegenden Fall ist die Blüte eine euzyklische, dreizählige, eine Form des Blütenbaues, wie sie im allgemeinen bei den Monokotyledonen vorkommt, während bei den Dikotyledonen mehr vierzählige und besonders fünfzählige Blüten vorhanden sind. Nicht selten kommt es vor, daß die Zahl der Fruchtblätter geringer ist, als die der Staubblätter eines Kreises; dann heißt der Fruchtknoten oligomer; ist sie größer, so heißt er pleomer.

In dem Diagramm von Ornithogallum umbellatum sehen wir, daß einem Gliede eines Kreises im nächstfolgenden Kreise eine Lücke gegenübersteht. Die Blätter des ersten Staubblattkreises stehen den Blättern des Kelchkreises gegenüber (Kelchstamina) und die des zweiten Staubblattkreises den Blättern der Blumenkrone (Kronstamina). Solche Blüten nennt man diplostemon. Stehen dagegen die Stamina des äußeren Staubblattkreises den Kronenblättern, die des inneren den Kelchblättern gegenüber, so ist die Blüte obdiplostemon (Fig. 11 II). Ist nur ein Kreis von Staubblättern vorhanden, so ist die Blüte haplostemon (Fig. 11 III). Die Staubblätter können jedoch auch in mehr als zwei Kreisen oder in Spiralen angeordnet sein. Auch Kelch und Krone können in je zwei Kreisen angeordnet sein, seltener das Gynäceum, welches jedoch in sonst zyklischen Blüten in Spiralen stehen kann (hemizyklische Blüten).

Zuweilen fehlt ein Kreis von Blütenorganen, wo man ihn eigentlich vermuten müßte; man spricht dann von Abort,

ein Fall, der namentlich häufig im Andröceum eintritt. Umgekehrt kann auch eine Verdopplung (dédoublement) der Organe eintreten.

Die Blüten selbst nennt man radiär (regelmäßig, aktinomorph), wenn man sie durch mehr als eine Schnittebene in zwei spiegelbildlich gleiche Hälften zerlegen kann, zygomorph, wenn dies nur durch eine Schnittebene geschehen kann, asymmetrisch, unregelmäßig, wenn es überhaupt nicht möglich ist. Trifft bei zygomorphen Blüten die Schnittebene auch die Abstammungsachse, d. h. die Achse, an welcher die Blüte mit ihrem Stiel steht, so ist die Blüte median-zygomorph; steht die Schnittebene senkrecht zu dieser Richtung, so ist sie transversal-zygomorph. Wendet sich eine Blüte bei ihrer Entfaltung vollständig um (Drehung von 180°), so daß ihre ursprüngliche Unterseite nach oben kommt, so spricht man von Resupination. Pelorien sind aktinomorphe Endblüten eines Blütenstandes, der normalerweise nur zygomorphe Blüten trägt (Linaria vulgaris). Die Blütenachse ist an ihrer Oberfläche gewöhnlich flach kegelförmig oder scheibenartig verbreitert mit einer leichten Erhebung nach der Mitte zu, welche vom Fruchtknoten eingenommen wird. Der Fruchtknoten steht also am höchsten, er ist oberständig, die Blüte ist hypogyn (Fig. 12 I). Steht dagegen der Fruchtknoten frei im Grunde der eingesenkten Blütenachse, so daß Hülle und Staubgefäße an einer höheren Stelle der Blütenachse entspringen, so ist die Blüte perigyn, der Fruchtknoten mittelständig (Fig. 12 II). Steht der Fruchtknoten nicht frei in der Höhlung der Blütenachse, sondern ist er mit der Wand derselben verwachsen, so daß die Teile der Blütenhülle und des Andröceums auf dem Fruchtknoten zu stehen scheinen, so ist die Blüte epigyn, der Fruchtknoten unterständig (Fig. 12 III).

Die einzelnen Kreise der Blüte besitzen teils getrennte, teils untereinander verwachsene Organe; sowohl die Blätter des

Kelches wie die der Blumenkrone sind häufig verwachsen (gamopetal, sympetal, verwachsenblätterig). Sie stellen im allgemeinen eine höhere Entwicklungsstufe dar, als die freiblätterigen, nicht untereinander verwachsenen (choripetalen) Blätter der Blütenhülle. Auch die Staubblätter können untereinander verwachsen, gewöhnlich so, daß sie eine Röhre um den Griffel bilden, zuweilen bleibt dabei ein Staubblatt frei. Sehr häufig verwachsen sie mit den Blumenblättern und scheinen auf diesen zu entspringen. Seltener findet eine Verwachsung

Fig. 12. I. Fruchtknoten oberständig, Blüte hypogyn. II. Fruchtknoten mittelständig, Blüte perigyn. III. Fruchtknoten unterständig, Blüte epigyn.

mit dem Gynäceum statt; bei den Orchideen sind sie mit dem Griffel zu einem Säulchen, dem Gynostemium, verwachsen.

Außer diesen hauptsächlichen Teilen der Blüte kommen häufig noch Bildungen anderer Art innerhalb der Blüten vor, insbesondere die Nektarien, meist kleine Schüppchen, welche süße, die Insekten anlockende Säfte ausscheiden. Zuweilen treten diese Nektarien in Form eines zusammenhängenden, ringförmigen Polsters, des Diskus, innerhalb oder außerhalb der Staubgefäße auf.

Einer eigentümlichen Bildung ist hier noch zu gedenken, der sogenannten Nebenkrone. Die Blumenblätter lassen

meist einen oberen, flach ausgebreiteten Teil, die Platte, und einen unteren, schmaleren, gewöhnlich keilförmigen und oft auch weniger intensiv gefärbten Teil, den Nagel, erkennen. An der Übergangsstelle von Platte und Nagel ist oft ein häutiges Anhangsgebilde, die Ligula, vorhanden, welche die Richtung des Nagels beibehält, während sich die Platte nach außen biegt. Diese Ligulargebilde sind mitunter so stark entwickelt, daß sie wie ein innerer Kreis von Blumenblättern erscheinen und die Nebenkrone bilden (Narzisse).

Verhältnismäßig selten trägt der Blütensproß nur eine einzige Blüte, gewöhnlich treten deren mehrere bis viele zu einem Blütenstand zusammen.

Die Blütenstände können wie die Verzweigungen überhaupt racemös oder cymös sein; bei der letzteren Form der Verzweigung tragen sie die bereits S. 10 angegebenen Bezeichnungen Monochasium oder Sympodium, Schraubel, Sichel, Wickel usw. Unter den racemösen Blütenständen zeichnen sich Ähre, Traube und Kolben durch verlängerte, Köpfchen und Dolde durch verkürzte Hauptachse aus. Bei der Ähre sind die Blüten sitzend oder nur ganz kurz gestielt, bei der Traube sind sie lang gestielt; der Kolben ist eine Ähre mit fleischig verdickter Hauptachse (Spindel). Bei dem Köpfchen ist die Hauptachse kegel-, scheiben- oder napfförmig verbreitert und die Blüten sitzend, bei der Dolde langgestielt und die Hauptachse nicht verbreitert. Diesen einfachen Blütenständen stehen die zusammengesetzten gegenüber, bei denen mehrere Ähren, Trauben, Dolden usw. zu einem Blütenstand zusammentreten, und man unterscheidet demnach zusammengesetzte Ähren, zusammengesetzte Dolden usw. Es können auch, wiewohl selten, racemöse Blütenstände cymös angeordnet sein und umgekehrt, wodurch Köpfchendichasien, Doldenwickeln, Wickelköpfchen, Wickeltrauben usw. entstehen.

Wesentlich einfach gebaut ist die Blüte bei den Gymnospermen; den Cycadeen und Koniferen fehlt eine Blütenhülle gänzlich, den Gnetaceen kommt eine aus zarten, unscheinbaren Blättern gebildete Blütenhülle zu. Die Blüten sind eingeschlechtig, Fruchtblätter und Staubblätter meist in größerer Anzahl spiralig zu einem Zapfen angeordnet. Die Samenanlagen sind nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, sondern stehen frei an der Oberfläche der Fruchtblätter; sie besitzen meist nur ein Integument. Die Staubblätter besitzen meist mehrere, oft zahlreiche Pollensäcke auf der Unterseite und sind von den Staubblättern der Angiospermen abweichend meist schuppenförmig oder schildförmig gebaut.

Während Blütenhülle und Staubblätter, meist auch Griffel und Narbe, nach der Befruchtung bald verwelken und abfallen, wächst der Fruchtknoten zur Frucht heran. Die Frucht besteht aus der Fruchtwand (Perikarp) und dem Samen. Die erstere, aus der Wand des Fruchtknotens hervorgehend, läßt meist drei verschiedene Schichten von außen nach innen zu, Exokarp, Mesokarp, Endokarp, erkennen. Meist öffnet sich die Fruchtwand bei der Reife, so daß die Samen austreten (Springfrüchte), zuweilen bleibt sie geschlossen (Schließfrüchte). Ist das Perikarp dabei trocken, so ist es eine Trockenfrucht, und zwar eine Nuß, wenn es hartholzig oder lederartig ist, eine Karyopse, wenn es hautartig und mit der Samenschale verwachsen ist. Ist die Fruchtwand lederartig nur teilweise mit der Samenschale verwachsen (Fruchtknoten unterständig), so entsteht die Achene. Unter den Springfrüchten unterscheidet man die Balgfrucht, wenn die aus einem Fruchtblatt bestehende Frucht bei der Reife an der Verwachsungsnaht aufspringt, die Hülse, wenn die aus einem Fruchtblatt bestehende Frucht sowohl an der Naht als an dem gegenüberliegenden Rücken, also zweiseitig, aufspringt; die Schote, wenn die Frucht aus zwei Fruchtblättern gebildet wird, welche bei der

Reife von einer stehenbleibenden falschen Scheidewand abspringen; die Kapsel, wenn der Fruchtknoten durch mehrere Fruchtblätter gebildet wird, welche bei der Reife an den Verwachsungsnähten (septizid) oder zwischen denselben (lokulizid) mit Längsspalten aufspringen; die Deckelkapsel, wenn die Öffnung der Kapsel durch Ablösung eines Deckels erfolgt, die Porenkapsel, wenn sich die Kapsel nur mit einzelnen Löchern oder Poren öffnet.

Unter den saftigen Früchten wird bei der Beere das Exokarp hautartig, das Meso- und Endokarp schleimig oder breiartig ausgebildet, während bei der Steinfrucht das Exokarp ebenfalls hautartig, das Mesokarp fleischig und das Endokarp hartholzig entwickelt ist.

Spaltfrucht nennt man eine aus mehreren Fruchtblättern gebildete Frucht, die ursprünglich aus einem einzigen Fruchtknoten entsteht, bei der Reife sich aber in mehrere, der Zahl der Fächer entsprechende Teilfrüchte (Merikarpien) spaltet. Im Gegensatz dazu ist ein Synkarpium eine aus mehreren, ursprünglich getrennten Fruchtknoten entstandene Frucht. Eine Scheinfrucht entsteht, wenn außer dem Fruchtknoten sich auch noch Fruchtstiel oder Blütenboden, oder Teile der Blütenhülle an der Fruchtbildung beteiligen oder ein fruchtartiges Aussehen erhalten. Zuweilen bildet sich noch aus frühzeitig verwachsenen Blättern eine besondere Hülle (Cupula) um die Frucht, wie bei der Eichel.

Der Same besteht aus dem Embryo, der Samenschale, und gewöhnlich einem Nährgewebe, dem Endosperm. Der Embryo ist die bereits im Samen ausgebildete Anlage der Keimpflanze und geht aus der Eizelle hervor. Die Samenschale wird aus den Integumenten und dem Nucellus gebildet; das Endosperm geht aus den Zellen hervor, welche sich neben der Eizelle im Embryosack entwickeln. Wo es fehlt, wird es mitunter durch das Perisperm ersetzt, welches aus einem