

II. Allgemeine Morphologie der Phanerogamen.

§ 1. Allgemeines über die äußeren Organe der Phanerogamen.

An den meisten phanerogamen Pflanzen findet man zur Blütezeit derselben als leicht zu unterscheidende, auch dem Laien sofort auffallende Organe die Wurzeln, den Stamm, die Laubblätter und die Blüten.

Die eingehende wissenschaftliche Betrachtung dieser Organe bei den verschiedenartigsten Pflanzen lehrt, daß Wurzeln, Stämme (besser Achsen genannt) und Laubblätter bei den allermeisten Pflanzen ganz gleiche Eigenschaften besitzen, so daß wir Merkmale aufstellen können, nach denen die drei Organe in den meisten Fällen leicht voneinander zu unterscheiden sind. Wurzeln, Achsen und Laubblätter, deren Eigenschaften solche sind, die den meisten dieser Organe zukommen, nennt man normale (typische) Wurzeln, Achsen oder Laubblätter.

Gegenüber diesen einfachen Organen der Pflanze, erscheint bei wissenschaftlicher Betrachtung die Blüte als ein aus verschiedenen einfachen Organen zusammengesetztes Organ, welches nicht in Parallele mit Achse, Wurzel und Blatt zu stellen ist. Es zeigt sich, daß die Blüte aus einer Achse, aus laubblattähnlichen Gliedern (Kelch-, Blüten-, Staub-, Fruchtblättern) und aus zwei von den bisher genannten in ihren Eigenschaften völlig verschiedenen und leicht zu definierenden Organen, den Pollenkörnern und den Samenknospen, zusammengesetzt ist.

1. Die fünf wichtigsten Organe der Phanerogamen.

Es hat sich danach als zweckmäßig für die wissenschaftliche Betrachtung der Phanerogamen herausgestellt, fünf wesentlich voneinander verschiedene Hauptorgane (wichtigste Organe) in den Vordergrund der morphologischen Betrachtung zu stellen. Diese sind: a) Wurzel, b) Achse (Stamm oder Stengel), c) Laubblatt, d) Pollenkorn, e) Samenknospe.

Wenn wir uns nach charakteristischen Kennzeichen und Unterscheidungsmerkmalen dieser fünf Organe der Phanerogamen umsehen, so ist zuerst zu betonen, daß diese, sollen sie einigermaßen durchgreifend sein, vom allgemeinen botanischen Standpunkte gegeben werden müssen.

Von diesem Standpunkte aus lassen sich danach folgende wichtigste Kennzeichen für die fünf wichtigsten äußeren Organe der Phanerogamen aufstellen, welche also auch bei der Betrachtung und Charakterisierung der Drogen zuerst zu benutzen sind, nach welchen man zuerst zu bestimmen hat, ob eine Droge eine Wurzel, eine Achse, ein Laubblatt genannt werden muß oder mehrere dieser Organe enthält. Samenknospe und Pollenkorn kommen bei den Drogen nur insofern in Betracht, als sie einen Bestandteil der Blüte bilden.

a) Die normale Wurzel (Hauptwurzel oder Nebenwurzel) ist ein cylindrisches Gebilde. Ihr Vegetationspunkt liegt an der Spitze, ist aber bedeckt von einer Wurzelhaube. Sie besitzt in ihrem primären Zustande stets einen charakteristischen anatomischen Bau (Radiales Gefäßbündel, Endodermis, primäre Rinde, Wurzelhaare etc.). Sie trägt niemals Blätter. Ihre Zweige entstehen stets endogen. Die Wurzel ist positiv geotropisch. Ihre physiologische Funktion besteht in erster Linie, solange sie sich im primären Zustande befindet, in der Aufsaugung der Bodennahrung, später dient sie, wie die Achse, nur als Leitungsorgan für die Bodenflüssigkeit und die von den Blättern erzeugten Nährstoffe. In zweiter Linie dient die normale Wurzel zur Befestigung der Pflanze im Boden.

b) Die normale Achse ist gleichfalls ein cylindrisches Gebilde. Sie besitzt einen frei an der Spitze liegenden Vegetationspunkt. Ihr anatomischer Bau ist im primären Zustande charakteristisch und weicht von dem der Wurzel weit ab. Die Zweige der Achse entstehen stets exogen aus oberflächlich gelegenen Zellschichten des Mutterorgans. Die normale Achse erzeugt und trägt Blätter. Die physiologische Funktion der Achse besteht hauptsächlich in der Leitung aller Nährstoffe nach den Organen, welche sie trägt (z. B. Wurzeln, Blätter, Samenknospe).

c) Das normale Laubblatt ist ein flächenförmig ausgebreitetes Gebilde. Der Vegetationspunkt des Laubblattes liegt nicht an der Spitze desselben, vielmehr bilden sich die Zellen an der Spitze des Blattes frühzeitig aus, während an der Basis des Blattes die Zellvermehrung und das Zellwachstum längere Zeit fort dauert. Die Anatomie des Laubblattes ist eine charakteristische. Die Zweige der Blätter entstehen wie die der Achse exogen. Das Laubblatt erzeugt und trägt keine Achsen. Die physiologische Funktion des Laubblattes besteht hauptsächlich in der Assimilation des Kohlenstoffes; es ist das wichtigste Assimilationsorgan der Pflanze.

d) Das Pollenkorn ist ein kugelförmiges, seltener cylindrisches, nur aus zwei oder mehreren von einer gemeinsamen derben Haut umschlossenen Zellen bestehendes Gebilde, welches die zur Befruchtung der Eizelle dienende männliche Geschlechtszelle erzeugt. Die Pollenkörner entstehen meist im Innern des Gewebes blattartiger Organe (in anormalen Fällen im Innern von Achsenorganen).

e) Die Samenknospe ist ein sehr kleines, rundliches, aus hauptsächlich meristematischem Gewebe bestehendes Gebilde, in welchem die Eizelle entsteht. Sie bildet sich entweder an Achsen oder an Blattorganen, stets exogen. Die Samenknospe entwickelt sich nach

der Befruchtung zum Samen, die Eizelle der Samenknospe zum Embryo. Pollenkorn und Samenknospe kann man als hauptsächlich, geschlechtliche Fortpflanzungsorgane zusammenfassen und den hauptsächlichlichen Vegetationsorganen, den Wurzeln, Blättern und Achsen gegenüberstellen.

2. Übergangsformen zwischen den Hauptorganen der Phanerogamen.

Versucht man nach den angegebenen Eigenschaften der normalen Organe der phanerogamen Pflanzen alle Organe der äußerst zahlreichen Arten dieser Pflanzengruppe zu bestimmen, so findet man, daß es, wenn auch selten, doch auch Organe giebt, welche weder zu den normalen Wurzeln noch zu den normalen Achsen oder Laubblättern gerechnet werden können, da ihnen Eigenschaften zweier oder dreier dieser Hauptorgane zugleich zukommen. So z. B. giebt es Gebilde, welche die physiologische Funktion der Assimilation des Kohlenstoffes besitzen, welche in ihrer äußeren Gestalt den Laubblättern gleichen, welche auch den anatomischen Bau von Blättern besitzen können, oder auch den von Achsen, aber Blüten, also Achsen erzeugen. Derartige Übergangsformen hat man Phyllocladien genannt. Man findet sie z. B. bei manchen Kakteen, Euphorbiaceen, Liliaceen und Koniferen. Ebenso giebt es Organe, welche die meisten Eigenschaften der Wurzeln besitzen und doch die physiologische Funktion der Laubblätter haben, so z. B. finden wir solche bei *Angrecum funale*, einer Orchidee u. s. w.

Erwähnt mag hier noch sein, daß bei *Neottia nidus avis* einzelne der mit Wurzelhaube versehenen Wurzeln über den Boden treten und dort unter Abwerfung der Wurzelhaube und Anlage von Blättern zu einer beblätterten Achse werden können.

3. Aus normalen Anlagen der Hauptorgane hervorgehende, von den Hauptorganen in äußerem, innerem Baue oder Funktion abweichende Organe.

Umgestaltete Hauptorgane.

Als eine sehr häufige Erscheinung findet man an den phanerogamen Pflanzen Organe, welche in ihrer Entwicklungsgeschichte, ihrer relativen Stellung an der Pflanze und ihrem inneren und äußeren Baue bis zu einem gewissen Zeitpunkte ihrer Entwicklung einem oder dem anderen Hauptorgane der Pflanzen gleichen, dann aber entweder auf einem niederen Standpunkte der Entwicklung stehen bleiben oder in einer eigenartigen Weise ihre Entwicklung fortsetzen, um sich zu Organen auszubilden, welche schließlich von allen Hauptorganen in vielen und neuen Eigenschaften abweichen. Derartige Gebilde nennt man umgestaltete oder metamorphosierte Hauptorgane.

a) Umgestaltete Wurzeln. Die Wurzelanlagen sind so charakteristisch in ihrem Baue, daß wir fast nie im Zweifel sein können, ob eine betreffende Organanlage Wurzelanlage ist und daß das daraus weiter hervorgehende Organ also als umgestaltete Wurzel zu betrachten ist. Die Umgestaltung kann schon vor der Fertigstellung des normalen primären Baues beginnen, wie z. B. bei der Orchisknolle, oder nach Fertigstellung, wie z. B. bei der Knolle von *Ranunculus ficaria*, oder auch erst während

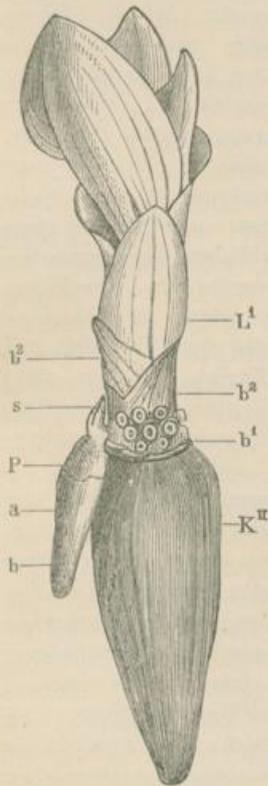


Fig. 1a.
Am 19./12 geerntete Pflanze von *Orchis purpurea* mit alter (K^I) und junger (a) Wurzelknolle. L^1 jüngstes Laubblatt, b^2 und b^1 Scheidenblätter (Niederblätter).
(Arth. Meyer gez.)

des sekundären normalen oder anormalen Dickenwachstums (Calumbawurzel und Jalapenwurzel. Siehe dort die Abbildungen.) Die häufigste und einfachste Form der Wurzelumgestaltungen ist diejenige, welche man als Wurzelknolle bezeichnet. Wurzelknollen sind im allgemeinen anormal stark knollenförmig verdickte Wurzeln, welche als Reservestoffbehälter dienen, wobei meist die Verdickung des Organes auf anormal starker Entwicklung der parenchymatischen Elemente in den verschiedenartigsten Regionen der im primären oder sekundären Zustande befindlichen Wurzel zurückzuführen ist. Als Beispiel für die Wurzelknollen kann die in Figur 1a dargestellte Knolle von *Orchis purpurea* dienen. Die Wurzelknollen sind mit den normalen Wurzeln durch Übergänge, die fleischig verdickten oder röhrenförmigen Wurzeln etc., verbunden. Eigentümliche, durch Funktion und anatomischen Bau, von den normalen Wurzeln etwas abweichende Wurzelumgestaltungen sind die Luftwurzeln vieler Orchideen, Arroiden u. s. w. und die Haftwurzeln und Kletterwurzeln, die Atmungswurzeln (z. B. von *Avicennia*, *Sonneratia*), die Schwimmwurzeln (z. B. bei *Jussiaea*). Ferner gehören hierher die endogen entstehenden Saugwurzeln (Haustorien) mancher Parasiten. Auch zu Dornenwurzeln können die Wurzelanlagen sich ausbilden, wie wir sie z. B. bei Species von Palmengattungen, *Acanthoriza* und *Iriartea*, finden.

b) Umgestaltete Achsen. Auch die Achsen können zuerst, oft unter mehr oder weniger weitgehender Verkümmern der an ihnen sitzenden Blätter, zu Knollen umgewandelt werden. Eine solche Achsenknolle ist z. B. die Kartoffel, welche das verdickte Ende einer mit sehr kleinen Schuppenblättern besetzten, unterirdisch wachsenden Achse ist, ferner die Knolle von *Smilax China* (*Radix Chinae*,

Fig. 2), welche die verdickte Basis einer Achse ist, von *Arum maculatum*, von *Crocus sativus*. Als Übergänge von den normalen Wurzeln zu den Achsenknollen sind die fleischig verdickten Rhizome (z. B. von *Iris*)

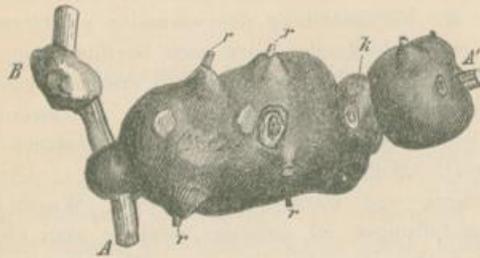


Fig. 2.

Achsenknolle von *Smilax China* L. A relative Hauptachse, A' oberer, nicht verdickter Teil des sonst abgeschnittenen Zweiges der Achse A. r Wurzeln, k Knospen des verdickten, unteren Teiles der unterirdischen Achse A'.
(Abbildung aus Archiv d. Pharmacie, 1881.)

zu betrachten, welche ebenso wie die Knollen als Reservestoffbehälter dienen. Unter Rhizom versteht man eine unterirdische, Blattorgane tragende Achse. Häufig werden auch Achsen zu Dornen z. B. bei *Gleditschia triacantha* L., ferner zu Ranken, z. B. bei *Passiflora*.

Es mag noch bemerkt sein, daß es gelingt, auch solche Achsen einer knollenbildenden Pflanze, die in normalem

Verlauf der Entwicklung niemals zu Knollen werden, zu veranlassen, daß sie sich zu Knollen umwandeln. So z. B. gelang es Vöchting durch Verdunkelung der oberirdischen Achsenteile der Kartoffel, die Achsen junger Seitenknospen der oberirdischen Zweige, die also unter normalen Verhältnissen zu gewöhnlichen, mit Laubblättern besetzten, schlanken Zweigen geworden wären, zur Umwandlung in Knollen zu veranlassen.

c) Umgestaltete Laubblätter. Die verschiedenartigsten und wichtigsten Umgestaltungen erfahren die Laubblätter, das heißt also, wie schon angedeutet, meristematische Anlagen, welche ihrer Stellung, ihrer Anatomie, dem inneren und äußeren Bau ihrer ersten Entwicklungsstadien nach sich wie die Anlagen, welche wirklich zu normalen Laubblättern werden, verhalten, bleiben in sehr häufigen Fällen entweder auf einer niederen Entwicklungsstufe stehen oder entwickeln sich in einer von der normalen Form abweichenden Weise weiter. Die Blätter: Die wichtigsten Umgestaltungen der Laubblätter sind diejenigen, welche wir zweckmäßig wegen ihrer noch sehr nahen entwicklungsgeschichtlichen und anatomischen Beziehung zu den normalen Laubblättern als Blattorgane oder einfach als Blätter mit den Laubblättern zu einer engeren Organgruppe zusammenfassen. Es sind dies die Keimblätter, die Nieder- und Hochblätter, die Kelch- und Kronenblätter, die Staubblätter und die Fruchtblätter. Die Keimblätter, Niederblätter, Hochblätter, aber auch die Kelchblätter, Kronenblätter und Fruchtblätter können einen sehr verschiedenen morphologischen und anatomischen Bau besitzen, welcher aber fast immer dem der jüngeren oder älteren Laubblätter nahe verwandt ist. Als die hauptsächlichsten Merkmale für diese Organe hat man ihre relative Stellung an der Pflanze und ihre Funktion gewählt. Besser sind durch ihren Bau die Staubblätter charakterisiert, welche in ihrer fertigen Gestalt von den Laubblättern am

meisten unter allen Blattorganen abweichen. Was man unter den verschiedenen Bezeichnungen der Laubblätter-Umwandlungen zu verstehen hat, ist kurz folgendes:

α) Normale Keimblätter (Kotyledonen) sind die schon im Samen relativ weit entwickelten ersten Blattorgane der Pflanze, welche entweder selbst als Reservestoffbehälter für die junge Pflanze dienen oder als Saugorgane ausgebildet sind, welche die Nährstoffe des Endosperms aufnehmen, übrigens sehr verschiedene Gestalt und Anatomie aufweisen können (z. B. das Scutellum der Gräser). β) Niederblätter werden die meist schuppenförmigen, farblosen oder braunen, seltener grünen Blattorgane genannt, welche häufig zwischen den Keimblättern und den Laubblättern an der ersten Achse der Pflanzen ausgebildet sind, oder auch an Zweigen der ersten Achse der Pflanze unterhalb der Laubblätter. Niederblätter sind häufig ganz rudimentäre, funktionslose Blattorgane, z. B. die Scheidenblätter an den Rhizomen von *Curcuma*, oder sie sind Schutzorgane für junge Organe der Pflanze, so z. B. die Schuppenblätter der Knospe der Fohlkastanie (siehe Fig. 13, s s) oder die Schuppenblätter der Laubknospen von *Gentiana lutea*, oder auch Reservestoffbehälter, wo sie dann fleischig werden, z. B. die fleischigen Schuppenblätter von *Dentaria digitata* L. γ) Hochblätter werden die den Niederblättern morphologisch und anatomisch ähnlichen, jedoch fast immer grün oder auch kronenblattähnlich gefärbten Blattorgane genannt, welche zwischen der Laubblattregion und den Blüten der Pflanzen eingeschaltet sind. Sie dienen als Schutzorgane der Blüten, teilweise auch zur Erhöhung der Auffälligkeit des Blütenstandes und dadurch zur Anlockung befruchtender Insekten. Hochblätter sind auch die Spathae der Araceen etc., die Paleae der Gramineen und Cyperaceen. Als Involukrum bezeichnet man eine dichte Zusammenstellung von Hochblättern unter der Blüte oder dem Blütenstande. Die Hochblätter erfahren häufig auch besondere Umgestaltungen zu Honigapparaten (Nektarien der Maregraviaceen), zu Flugapparaten (*Tilia*, *Carpinus* u. s. w.) δ) Als Perigon-, Kelch- und Kronenblätter bezeichnet man die Blattorgane der Blüte, welche die Staubblätter und Carpelle umhüllen. Besteht die Blütenhülle aus gleichartigen Blättern, so nennt man die Blätter Perigonblätter, besteht sie aus zwei verschiedenartigen Blattorganen, so nennt man die äußeren Kelchblätter, die inneren Kronenblätter. ε) Die Staubblätter sind die Blattorgane, in welchen die Pollenkörner entstehen. ζ) Die Fruchtblätter (Carpelle) sind die oberhalb der Staubblätter an der Achse stehenden Blattorgane, welche sich am Aufbaue des Perikarps beteiligen und meist die Samenknospen tragen.

Andere Umgestaltungen der Laubblätter. Außer den hier als Blätter zusammengefaßten Umgestaltungen des Laubblattes finden sich, allerdings viel seltener, auch noch andere. So kann sich z. B. die Blattanlage ganz oder teilweise zu einer Ranke umgestalten (*Lathyrus Aphaca*), ferner zu einem Dorn (*Berberis vulgaris*). Auch die Kannen von *Nepenthes*

gehören hierher. Die Umgestaltung zu Nektarien und zu Flugapparaten haben wir schon oben erwähnt.

4. Die Nebenorgane der Phanerogamen.

Außer den 5 Hauptorganen der phanerogamen Pflanzen und den genannten Umwandlungen finden wir noch eine Reihe an der äußeren Gliederung der Pflanze teilnehmender, nicht aus Anlagen der Hauptorgane hervorgehender Organe, welche als Anhängsel der Hauptorgane zu betrachten sind und verschiedenartigen aber meist einfachen Bau und eine verschiedenartige Entwicklungsgeschichte besitzen. Dazu sind zuerst die Haare, Zotten und Stacheln zu rechnen, welche als Schutzorgane der Pflanze dienen, ferner manche Nektarien und noch einige andere, gewöhnlich in den Lehrbüchern der Anatomie besprochene kleine Organe der Pflanze.

Diese kurze Charakteristik der wichtigsten Organe wird genügen, um einen allgemeinen wissenschaftlichen Überblick über dieselben zu geben und ihre Beziehungen zu einander klar zu legen, welche auch bei der späteren Betrachtung der einzelnen Drogen und ihres Baues im Auge behalten werden müssen.

§ 2. Die äußeren Organe als Glieder der Pflanze.

Bei Betrachtung der Gestalt und der Stellung der Organe der Pflanze läßt man zweckmäßigerweise deren Bedeutung als Organe (Funktion etc.) ganz außer acht und bezeichnet und betrachtet sie einfach als Glieder der Pflanze, als Gebilde, deren Gestalten und Stellung die Form der ganzen Pflanze bedingen. Organe gleichen Namens bezeichnet man als gleichartige Glieder, Organe ungleichen Namens als ungleichartige Glieder. Wurzeln und Blätter sind z. B. ungleichartige, alle Laubblätter und deren Umwandlungen sind gleichartige Glieder. Unsere Aufgabe wird nun sein, die Lage der ungleichartigen Glieder, also der Achsen, Blätter, Wurzeln und Samenknospen zu einander am Pflanzenkörper, die Stellung gleichartiger Glieder zu einander und die durch die Verbindung der verschiedenen Glieder entstehenden zusammengesetzten Glieder (Sproß, Blüte etc.) des Pflanzenkörpers kennen zu lernen. Diese Art der Betrachtung ist deshalb vorteilhaft, weil eine ganze Reihe von morphologischen Erscheinungen allen Organen der Pflanze gemeinsam ist und so für alle zugleich abgehandelt werden kann.

1. Die Verzweigung der Glieder der Phanerogamen.

Die Glieder der Pflanze sind im stande, sich zu verzweigen. Wir verstehen unter Verzweigung eines Gliedes die Erscheinung, daß dasselbe