Allgemeine Botanik.

Morphologie.

äußere Morphologie

Die **Morphologie** zerfällt in **Organographie** und **Anatomie**; erstere lehrt uns die äussere Form der vegetativen und reproductiven Organe des Pflanzenkörpers, letztere den inneren Bau und die stoffliche Zusammensetzung der betreffenden Organe.

innere M.

I. Organographie.

A. Die vegetativen oder Ernährungsorgane des Pflanzenkörpers.

Der **Vegetationskörper** der niedrigsten Pflanzen besteht im allereinfachsten Fall nur aus einer Zelle, die kuglig, stabförmig, spiralig etc. gestaltet sein kann. Bei den nächst höheren Pflanzen hingegen kann man bereits am Pflanzenkörper zwei Punkte deutlich unterscheiden: Basis und Spitze. Bei den Algen, z. B. den fadenbildenden Conjugaten (Spirogyra und Zygnema) besteht der Pflanzenkörper aus Zellreihen oder Fäden, deren Zellen cylindrisch und fest miteinander verbunden sind. Bei höher organisirten Algen, z. B. Rhodophyceen (Gigartina mamillosa, irländisches Moos)

treffen wir blattartige Auswüchse an. Wir finden jedoch hier immer noch keine deutliche Differenzirung zwischen Stamm und Wurzel, man nennt ihren Vegetationskörper einen **Thallus** (**Trieblager**), der bald einem Blatt oder Stengel gleicht, oft aber auch eigenartige Formen annimmt, wie z. B.
I. bei den Pilzen. Solche Gewächse heissen **Thallophyten** (**Lagerpflanzen**); sie besitzen abgesehen von event. Anheftungsorganen niemals eine Wurzel, welche zur Nahrungsaufnahme dient. Den Übergang von den niederen zu den
II. höher entwickelten Gewächsen bilden die **Bryophyten** (**Moose**) und zwar die niedrigste Abteilung derselben, die **Lebermoose.** Bei den Moosen finden wir noch keine eigentliche Wurzel, da diese ohne Wurzelhaube ist. Erst bei
III. den **Pteridophyten** (**Gefässkryptogamen**) ist eine vollständig ausgebildete Wurzel mit Wurzelhaube vorhanden.

IV. Bei allen höheren Pflanzen ist schon in frühester Jugend eine Gliederung in Wurzel und Spross vorhanden.

Bevor wir jedoch zu der Organographie der Wurzel und des Sprosses übergehen, wollen wir erst die Verzweigungssysteme und Symmetrieverhältnisse des Pflanzenkörpers näher betrachten.

Verzweigungssysteme.

I. **Monopodiale Verzweigung:** Die Seitenverzweigungen, welche in der Ein- oder Mehrzahl vorhanden sein können, sind stets unter der Spitze des Hauptsprosses angelegt. Wir unterscheiden:

1. **racemöse Verzweigung:** Der Hauptspross ist am kräftigsten entwickelt; die Seitenverzweigungen sind regelmässig angeordnet und bleiben hinter der Hauptachse zurück (z. B. bei den Coniferen).
2. **cymöse Verzweigung:** Unter der Spitze des Hauptsprosses entstehen Seitenverzweigungen, welche die Hauptachse überragen.

Der Thallus kann sein: 1) kugelig 2) ellipsoidisch 3) scheibenförmig 4) cylindrisch.

Pilze sind auch organ. Haftung ungeeignet.

Parasiten leben auf lebenden Stämmen (Cuscuta europaea)

Saprophyten " " Stämmen " (Neottia, Corallorhiza)

Cormus: Ist der in Stamm u. Blatt gegliederte Körper der höheren Pflanzen.

Ein Übergang vom Thallus zum Cormus findet bei den Hepaticae (Lebermoose) z. B.

Riccia fluitans hat einen bandartigen Thallus.

Blasia pusilla " " " " mit spitzen Einschnitten

Plagiochila asplenioides zeigt volle Gliederung in Stamm u. Blatt.

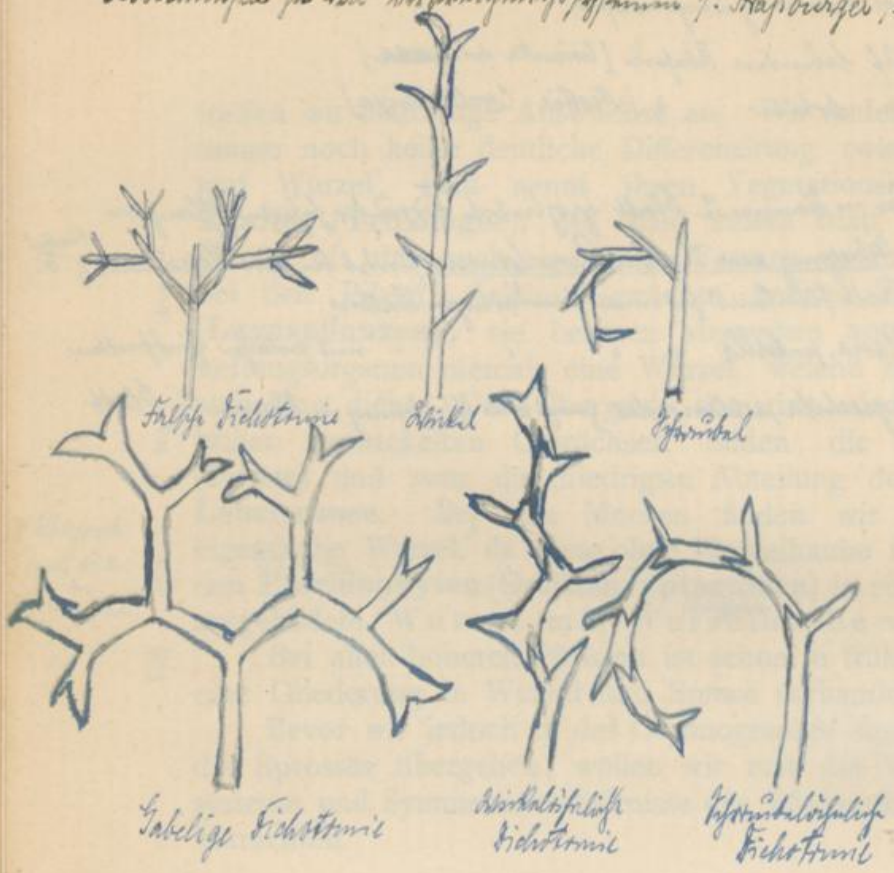
Polytomie oder falsche Dichotomie: Bei monopodialer Verzweigung können sich die Internodien stärker ausbilden als die Hauptachse u. dadurch den Schein einer Dichotomie oder bei Förderung von mehr als zwei Ästen einer Polytomie entstehen. z. B. Viscum album.

Racemöse Blütenstände: Traube (botrys), Ähre (spica), Dolde (umbella)

Internodien unten: Köpfchen (capitulum)

" verzweigt: Rispe (panicula), zusammengesetzte Dolde

Abbildungen zu den Vorzeichnungsschemen f. Strasburger, Botanik S. 402.
403.



Jeder in der Richtung zum Scheitel bis zur Basis eines Pflanzenteils geführte Schnitt ist ein <u>Längsschnitt</u>.
Die rechtwinklig zu den Längsschnitten geführten Schnitte sind <u>Querschnitte</u>.

II. a) ~~Monochasium oder~~ **Sympodium**, es ist nur je ein Seitenspross vorhanden; wir bezeichnen das Sympodium als:

α) **Schraubel**, wenn die Seitensprosse alle an ein und derselben Seite der Abstammungsachse stehen,

β) **Wickel**, wenn die Seitensprosse abwechselnd an verschiedenen Seiten der Abstammungsachse stehen, wobei auch eine Scheinachse gebildet werden kann, indem die Seitensprosse in der Verlängerung der Abstammungsachse stehen; es entsteht so ein **Wickelsympodium.**

III. b) **Dichasium**, es sind je zwei einander gegenüberstehende Seitensprosse vorhanden. (gegenständige Blätter)

c) **Pleiochasium**, es sind mehrere Seitensprosse vorhanden.

II. **Dichotomische Verzweigung** oder **Dichotomie** (Gabelung): Die Hauptachse teilt sich an der Spitze in zwei Nebensprosse, welche entweder beide gleich stark, oder der eine stärker, als der andere, entwickelt sind; in letzterem Fall kann die eine Gabelung stets auf einundderselben Seite — schraubenähnliche Gabelung — oder abwechselnd rechts und links liegen — wickelähnliche Gabelung.

Symmetrieverhältnisse.

Darunter verstehen wir, wie ein ganzer Pflanzenkörper oder irgend ein Organ desselben in Bezug auf seine Teilbarkeit gebaut ist. Hiernach unterscheiden wir:

multilateral, actinomorph 1. **radiär**, wenn ein Organ nach mehreren Richtungen hin in zwei gleiche Hälften geteilt werden kann, z. B. eine Mohnkapsel.

bisymmetrisch 2. **bilateral**, wenn er nach zwei Richtungen hin in zwei gleiche Teile geteilt werden kann, z. B. ein Schötchen von Capsella Bursa Pastoris, dem bekannten Hirtentäschchen.

monosymetrisch Zygomorph „3. **dorsiventral,** wenn es nur durch einen Schnitt in einer ganz bestimmten Richtung in zwei gleiche Teile geteilt werden kann, z. B. Blätter der Dicotylen.

4. **unsymmetrisch,** wenn es gar nicht in gleiche Teile geteilt werden kann; so sind z. B. die meisten Begonienblätter asymmetrisch gebaut.

Wurzel: Sie ist der abwärts wachsende Teil der Pflanze, dringt in den Boden ein, bildet das Haftorgan für den Pflanzenkörper und nimmt aus dem Erdboden Wasser und in diesem gelöste anorganische Nährstoffe auf. Die Wurzel wächst infolge der Schwerkraft abwärts; wir nennen solche Organe **positiv geotropisch,** im Gegensatz zu denjenigen, welche entgegengesetzt aufwärts wachsen (Spross) **negativ geotropisch.** Das Wachstum wird durch das **Urmeristem,** einer Gruppe von Zellen, an der Spitze der Wurzel bewirkt; als schützende Hülle gegen Verletzungen ist die Wurzelspitze mit der **Wurzelhaube** umgeben, deren äussere, ältere Zellen etwas Schleim absondern und dadurch das Ausbreiten im Erdreich erleichtern. Die Wurzelhaube besteht aus einer Schicht parenchymatischer, lockerer Zellen, welche vom Vegetationspunkt zuwachsen. Das Meristem ist nach zwei Richtungen thätig: es bildet Wurzelzellen und Haubenzellen. Die Wasser- und Nahrungsaufnahme wird jedoch nicht von der Wurzelhaube besorgt, hierzu dienen die **Wurzelhaare,** deren Wachstum kurz hinter der Wurzelhaube an der Spitze der Wurzel als kurzhaariger Filz beginnt; nach oben zu verlängern sie sich zu langen, dünnen Schläuchen, sind aber nur von kurzer Lebensdauer, da fortwährend neue Wurzelhaare gebildet werden. Die Haare verwachsen auf das Innigste mit den Gesteinsteilchen des Bodens und nehmen so durch Ausscheidung einer schwach sauer reagirenden Flüssigkeit, welche wahrscheinlich Ameisensäure ist, auch in Wasser unlösliche Substanzen, wie z. B. Kieselsäure (Equisetinen) oder Aluminiumoxyd (Lycopodinen) auf. Die nach den Gesetzen der Osmose aufgenommenen, in Wasser gelösten Nährsalze werden von der Wurzel aus in den Spross und die Blätter

Die Wurzel ist ausgezeichnet durch:

1) positiven Geotropismus.

2) einen Vegetationspunkt, der mit einer Wurzelhaube (calyptra) bedeckt ist.

3) eine besondere anatomische Struktur.

4) Wurzelhaare, die zur Aufnahme von H_2O u. anorgan. Bestandteile aus dem Boden dienen.

5) Seitenwurzeln (die endogen entstehen).

Der Vegetationspunkt bedingt das Längenwachstum der Pfl.
Die Wurzelhaube dient zum Schutz der Wurzel.

Wurzelhaare fehlen bei vielen Waldbäumen. Diese Pfl. besitzen eine sog. Pilzwurzel d.h. Mycorrhiza

Symbiose: Pilz u. Wurzel leben miteinander zusammen. Der Pilz hat die Aufgabe H_2O u. anorgan. Bestandteile aufzunehmen, während er selbst organ. Substanz aus der betr. Pfl. entnimmt. Dieser Pilz gehört zur Trüffel-Orten.

Die jüngsten Seitenwurzeln entstehen acropetal, d. h. immer unter den älteren Seitenwurzeln in der Nähe des Vegetationspunktes.
Acropetal heißt eine scheitelwärts fortschreitende Anlage.

Adventivwurzeln: sind solche W., die an anormaler Stelle entstehen, z. B. an den Stengeln für die ungeschlechtliche Vermehrung sehr wichtig.

Das Stängelchen steht in Korrelation d. h. in Beziehung zum Gefäßsystem.

Adventivwurzeln gehen bei den Aroideen mitunter in Luftwurzeln über. Adventivw. finden sich auch in der Mangrovewelt.

Luftwurzeln der Epiphyten sind mit einem sog. Velamen versehen, durch welches H_2O aufgenommen wird, z. B. die Cisternenbildung der Bromeliaceae.

Rhizophora-Arten in den Mangrovebestäuden besitzen Stelzenwurzeln.

geführt, wo dann die Zersetzung (Assimilation) der anorganischen Salze zu organischen Verbindungen durch das Licht erfolgt. Dadurch, dass die oberen Wurzelhaare stets nach kurzer Zeit zusammenschrumpfen resp. absterben, während unten an der Wurzelspitze sich neue bilden, wird es der Wurzel ermöglicht, dass sie fortwährend mit neuen, noch nicht aufgebrauchten Partien des Bodens in innige Berührung kommt, und somit eine äusserst günstige Ausnützung des Erdreiches erfolgen kann.

Die Wurzel kann Seitenverzweigungen sog. **Seitenwurzeln** erzeugen, jedoch niemals Blattorgane (Unterschied vom Spross). Die Anlage der Seitenwurzeln geschieht **endogen**, d. h. im Innern aus dem Pericambium, welches in Form von einzelligen, zarten Parenchymzellen den Gesamtbündelstrang umgibt. Beim Spross hingegen entstehen die Seitenorgane, wie wir sehen werden, exogen.

Die Wachstumsrichtung der Seitenwurzeln ist infolge der Schwerkraft schräg, d. h. in einem spitzen Winkel zur Hauptwurzel, wodurch eine möglichst sichere Befestigung des Pflanzenkörpers im Erdreich erzielt wird.

Wenn die Wurzel die Fortsetzung des oberirdischen Hauptsprosses nach unten zu bildet und besonders stark entwickelt ist, so nennt man diese Hauptwurzel **Pfahlwurzel,** wir finden sie bei den meisten Dicotylen und Coniferen.

Im Fall, dass die Hauptwurzel schon zeitig zu Grunde geht, entstehen seitlich aus der Sprossachse sekundär gebildete, ebenfalls endogene Wurzeln, sog. **Adventivwurzeln,** welche zum gleichen Zweck der Befestigung und Nahrungsaufnahme dienen. (Monocotylen und Pteridophyten.)

Als **Faserwurzel** bezeichnen wir ein ganzes Wurzelsystem, das sich aus vielen, unregelmässig nebeneinander stehenden Adventivwurzeln zusammensetzt.

An den oberirdischen Sprossteilen mancher tropischen Gewächse entstandene Adventivwurzeln werden **Luftwurzeln,** genannt; manche Luftwurzeln besitzen die Fähigkeit Feuchtigkeit aus der Atmosphäre anzuziehen und so als Wasserreservoirs der Pflanze zu dienen. Es gehören hierzu noch die sog. **Stützwurzeln, Stelzwurzeln** und **Haftwurzeln,** von denen für uns nur die letzteren von Wichtigkeit sind.

Haftwurzeln finden wir z. B. bei dem bekannten Epheu, Hedera Helix; sie nehmen nicht Wasser und Nährstoffe auf, sondern dienen lediglich als Haft- und Kletterorgane; viele tropische, epiphytisch, d. h. auf irgend einem anderen Gegenstand, sei es Pflanze oder Stein etc., lebende Gewächse besitzen neben ihren eigentlichen Wurzeln solche Haftwurzeln.

Sehr häufig dienen Wurzeln auch anderen Funktionen und werden dann diesbezüglich umgewandelt; man nennt sie **metamorphosirte Wurzeln.** Hierzu gehören die **Knollen;** sie dienen als Reservestoffbehälter für organische Nährstoffe, welche von der Pflanze produzirt wurden, um den Winter über in ihnen für die neue Vegetationsperiode aufgespeichert zu werden. Als Beispiel für solche fleischig verdickte Wurzeln mögen die bekannten Tubera Salep, Knollen verschiedener bei uns wachsenden Orchisarten dienen, doch ist zur Bildung einer Salepknolle ein ganzes Wurzelsystem verwendet, während die **Rübe** nur die zur Spindel angeschwollene Hauptwurzel vorstellt z. B. Daucus Carota, unsere Möhre.

In Sümpfen wachsende Pflanzen besitzen teilweise auch metamorphosirte Wurzeln, sog. **Atemwurzeln;** sie dienen als Atemorgane, sind ebenfalls etwas verdickt und wachsen nach oben, bis sie die für die Pflanze notwendige sauerstoffreiche Atmosphäre erreicht haben.

Bei einigen epiphytischen Orchideen finden wir sogar metamorphosirte Wurzeln zur Assimilation befähigt, indem diese chlorophyllhaltig und flach ausgebreitet sind. In vereinzelten Fällen, z. B. bei einigen Palmen, treten Wurzeln oberirdisch als **Dornen** auf.

Eine vollständige Umwandlung erfahren die Wurzeln der Schmarotzer, Pflanzen, welche teils zu Grunde gegangenen organischen Wesen (sog. Saprophyten), teils lebenden Pflanzen (sog. Parasiten) organische Verbindungen als Nahrung entnehmen. Die Wurzeln dieser teilweise auch bei uns vertretenen Schmarotzer sind in **Saugwurzeln, Haustorien,** umgewandelt; es sind anfangs normale Wurzeln, welche, sobald sie auf benachbarte Wurzeln anderer Pflanzen stossen, diese befallen, und dann ein scheibenförmiges Aussehen an-

Daucus carota, Georgine, Tubera Jalapp. sind knollig verdickte Wurzeln.

= 1. Tuber 12.

Athemwurzeln sind mit einem besonderen Gewebe versehen, durch welches V. aufgenommen wird z.b. bei d. Sonneratia-Arten.

Emergenzen: Unter dieser Bezeichnung sind mannigfaltige Anhänge des Pflanzenkörpers ~~Anhänge~~ zusammengefasst worden, die den Anspruch homolog zu sein nicht erheben können. Hierher gehören heterogene Gebilde, die sowohl dem Thallus, wie dem Cormus angehören können.

Morphologie des Sprosses.

1) die Rg. des Sprosses ist negativ geotropisch.
2) der Vegetationspunct des Sprosses ist nackt.
3) Gliederung der Achse am Sprosse:
a) Blätter, die sich zuerst entwickeln und exogen entstehen (in acropetaler Reihenfolge)
b) Seitensprosse, die sich aus den Vegetationspunkten entwickeln, die in der Achsel der Blätter zur Entstehung kommen. Entstehung dieser Blätter exogen.
4) der Sprosse ist der Träger der Blätter, Blüten u. Früchte. der Sprosse ist Träger der wichtigsten Assimilationsorgane u. Reproductionsorganen.

Knoten: Blattansatz.

Blätter entstehen exogen u. acropetal (d. h. die jüngeren Blätter über den älteren immer mehr gegen die Spitze des Vegetationspunktes zu).

Durch seitliche Vegetationspunkte entsteht der entwickelte Zweigsystem bei höheren Pflanzen.

In der Achsel eines jeden Blattes entwickelt sich ein Vegetationspunct (Sprosse, Achse)

Die Seitensprosse entwickeln sich immer in der Achsel eines Blattes.

Schlafende Knospen: Knospen des Sprosses, die sich erst nach Jahren entwickeln.

Concaulescens: Das Laubblatt entwickelt sich auf der Hauptachse (z. B. Ruta grav.)

Recaulescens: Das Laubblatt entwickelt sich auf der Seitenachse.

nehmen. Ein bekanntes Beispiel ist die auf Bäumen schmarotzende Mistel, Viscum album. Die niederen Gewächse, Thallophyten, besitzen gar keine echte Wurzel, sondern nur haarartige Organe, welche die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen besorgen; jedoch geschieht dieses nicht vollständig, weshalb die Oberfläche der Pflanzen nicht cuticularisirt ist, um für Wasser durchlässig zu sein. Diese haarartigen Organe bezeichnet man als **Haarwurzeln, Rhizoiden.** Viele Meeresalgen haben ganz bedeutende, den Wurzeln ähnliche, Haftorgane.

Der Spross besteht aus der Sprossachse und den Blattorganen; er bildet den aufwärts wachsenden Teil des Pflanzenkörpers und ist in Bezug auf seine Wachstumsrichtung **negativ geotropisch.** Ferner unterscheidet er sich von der Wurzel dadurch, dass das Urmeristem an der äussersten Spitze liegt, ohne von einem Schutzgewebe bedeckt zu sein. Die Blätter entstehen unterhalb der Meristems als kleine Ausstülpungen die sich bald über den Vegetationspunkt erheben, sich darüber schlagen und ihn bedecken. Diese jugendliche Anlage nennen wir **Knospe.**

Die Seitenverzweigungen am Spross entstehen **exogen,** d. h. äusserlich am Vegetationspunkt ihrer Abstammungsachse, dicht unter dem Vegetationskegel als kleine Zellerhebungen in den Achseln der Blattorgane. Man unterscheidet:

a) **Normale Verzweigungen;** sie entstehen unterhalb der Urmeristems als kleine Zellhügel an ganz jugendlichen Sprossen in der Achsel eines Blattes als Achselknospe; das Blatt heisst das **Trag-** oder **Deckblatt.** Sind die Blätter sehr zahlreich, so schlagen die Seitenverzweigungen oft fehl. (Coniferen.)

b) **Adventivverzweigungen;** sie unterscheiden sich von den vorigen dadurch, dass sie an älteren Pflanzenteilen entstehen. Sie brechen aus der Rinde älterer Teile hier und da hervor und zwar endogen, z. B. bei den Pappeln; man bezeichnet sie als **Stockausschläge.** Zur Bildung derselben sind jedoch nicht alle Gewächse fähig, so z. B. finden sie sich bei den Nadelhölzern

meistens nicht. Öfters entstehen sie an lebenden Pflanzen, an Blattorganen, Blütenteilen, man nennt diese Pflanzen lebendig gebärend; es sei hierbei auf die ungeschlechtliche Fortpflanzung bei Farnen und Moosen durch **Brutknospen** nur hingewiesen. Adventivverzweigungen entwickeln sich auch aus den Wurzeln mancher Bäume oder Sträucher und heissen dann **Wurzelsprosse**; diese dienen ebenfalls zur ungeschlechtlichen Vermehrung. Jedoch können auch durch zufällige Verwundungen, z. B. Anritzen oder Fällen von Bäumen solche Stockausschläge herbeigeführt werden.

(Poa alpina):

Die Blattorgane und Seitensprosse wachsen durch den an dem obersten Ende der Sprossachsen gelegenen Vegetationspunkt in die Länge. Die Blätter sind in mehr oder weniger weiten Abständen inserirt, und nennt man diese verdickten Stellen, an denen die Blattorgane sitzen, **Blattknoten**; die durch nachträgliche Streckung der dazwischen liegenden Sprossteile entstandenen Zwischenräume zwischen den einzelnen Blattknoten heissen **Internodien.** Unentwickelte Internodien finden wir bei den Knospen und Kurztrieben; bei ersteren stehen die Blätter sehr dicht bei einander, gehen jedoch beim Wachstum später in entwickelte Internodien über, während z. B. bei der Lärche, Larix, an den langen Zweigen, den sog. Langtrieben, unentwickelt bleibende Kurztriebe sitzen, welche büschelförmig reich beblättert sind.

Je nach Anlage der Seitensprosse unterscheidet man:

ħ : **Baum,** hier verzweigt sich die holzig verdickte Achse erst in den oberen Partien wiederholt, die unteren Seitenverzweigungen werden abgeworfen.

ħ̄ : **Sträucher,** sie besitzen ebenfalls eine holzig verdickte Achse, die Verzweigung beginnt jedoch schon dicht über der Wurzel, so dass man keine Hauptachse erkennen kann.

Halbsträucher, ihre Achsen sind nur teilweise verholzt, die jugendlichen Sprosse bleiben krautartig grün.

ɣ : **Stauden,** sie dauern unterirdisch aus, während die

Beisprosse: Wenn sich in der Achsel eines Blattes mehrere Sprosse ausbilden.

seriale Beisprosse: Wenn die Beisprosse übereinander stehen z. B. Lonicera.

collaterale Beisprosse: " " " nebeneinander " z. B. versch. Liliaceen.

anomale Sprosse: durch pathologe. Ursachen, Pilze etc. entstehen.

Langtriebe und Langsprosse; Kurztriebe und Kurzsprosse (z. B. bei Plantago, Rinden).

Arten der Sprossverzweigung:

1) Monopodiale Sprossverzweigung

2) Sympodiale " (Hauptstck. die Achsen sind hier Scheinachsen u. sind aus verschiedenen Knoten zusammengesetzt. Scheinachse.

3) Dichasische (Dichopodiale) " (besonders in der Blütenstandsachse. Bei den Cyperaceen kann auch dichasische Verzweigung, nicht durch Achsen verschiedener Ordnung hervorgerufen.)

Intercalares Wachstum: Wenn das Wachstum des Sprosses von höheren Knoten (Knospen) höheren Zweig entsteht.

Habitus: Wachstum, Form, Farbe u. Ausbildung der Verzweigung Wachstumsrichtung u. Länge der einzelnen Sprosse bestimmen das Aussehen, den sog. Habitus der Pflanze.

Lianen: holzartige Pfl., die den anderen emporklettern.

1) Schlingpflanzen: Convolvulaceae

2) Blattpflanzen: Ranken.

Eine starke Reduktion der Blätter, vielfach auch der Stammteile, ist bei phanerogamen Parasiten, infolge parasitischer Lebensweise erfolgt. z. B. Cuscuta - Arten

oberirdischen Sprossteile im Herbst absterben. Die unterirdisch ausdauernden Teile, welche im Frühjahr wieder Blätter und Blüten erzeugen, dienen als Reservestoffbehälter und heissen **Rhizome**; diese unterscheiden sich von den Wurzeln deutlich durch Internodien und schuppenartige Blattansätze.

Krautartige Gewächse; sie besitzen eine saftige Achse und sind von nur kurzer Lebensdauer.

Halm, wir finden ihn bei den Gramineen; er ist innen hohl und besitzt grosse Internodien.

Die wichtigsten Aufgaben der Sprossachse bestehen darin, den Pflanzen die nötige Festigkeit zu geben, die Blattorgane in eine zur Assimilation möglichst günstige Lichtlage zu bringen und die Leitung von Wasser und Nährstoffen von der Wurzel in die Blätter oder umgekehrt zu besorgen; junge Holzgefässe sind z. B. ganz mit Wasser angefüllt. — Zugleich können die Sprossachsen auch andere Funktionen übernehmen und müssen zu diesem Zweck eine morphologische Veränderung erfahren; man nennt sie **metamorphosirte Sprosse.** Die wichtigsten Arten sind:

Ranken, sie dienen als Haftorgane, sind metamorphosirte Zweige von krautiger Beschaffenheit und besitzen keine Blattorgane; infolge der Reizbarkeit und Spannung des Turgors (vgl. pag. 101) schlingen sie sich um Stützgegenstände irgend welcher Art herum, sobald sie mit diesen zusammenkommen. Wir finden die Ranken bei Gewächsen, welche einen nur schwach ausgebildeten Stamm besitzen, z. B. beim Weinstock, Vitis vinifera und den meisten anderen Ampelideen.

Kletterhaken, wir finden sie häufig an Stelle der Ranken als kurze, scharfgekrümmte, holzige Häkchen, jedoch nur bei tropischen Gewächsen.

Flachsprosse oder Phyllocladien. Oft sind die eigentlichen Blätter nur klein entwickelt oder gar verkümmert; um nun den für das Leben der Pflanze unbedingt notwendigen Assimilationsprocess zu ermöglichen, gehen Sprosse in blattartige Gebilde über,

welch' letztere Flachsprosse oder Phyllocladien genannt werden. Sie sind als Sprosse deutlich zu erkennen, da sich Blätter event. auch Blüten und Früchte auf ihnen entwickeln. Phyllocladien finden wir z. B. bei Asparagus officinalis, dem bekannten Spargel. Papilionaceen

Succulenz = **Wasserspeicher.** Bei den Cacteen und Euphorbiaceen dienen die Flachsprosse öfters als Wasserreservoirs, indem die Sprosse in wasserreichen Zeiten eine möglichst grosse Menge Wasser aufnehmen, um es für wasserärmere Zeiten aufzuspeichern. Obgleich die Cuticula, die äusserste Schicht der Epidermiszellen, sehr zart entwickelt ist, wird doch die Wasserverdunstung durch einen schleimigen Zellinhalt verhindert.

Zu **Reservestoffbehältern** oder **Speicherungsorganen für Nährstoffe** können Sprosse ebenfalls umgebildet werden; es sind unterirdische Niederblattsprosse und zeigen nur äusserst winzig ausgebildete Blattorgane. Wir unterscheiden hier Rhizome, Knollen und Zwiebeln.

1) **Rhizom,** ein weite Strecken flach hinkriechender unterirdischer Spross mit deutlichen Internodien und schuppenartigen Blattorganen (Niederblätter). Im Herbst werden Reservestoffe abgelagert und die mit solchen Nährstoffen angefüllten Rhizome überdauern den Winter, um im Frühjahr bei Beginn der Vegetation nach oben wachsenden Sprossen, sog. Frühlingstrieben, anfänglich zur Nahrung zu dienen. Als Beispiel mögen die offizinellen Rhizoma Calami, Kalmuswurzel, von Acorus Calamus und Rhizoma Graminis, Queckenwurzel, von Triticum repens dienen.

2) **Knollen** sind fleischig verdickte Sprosse und zwar fleischig verdickte Internodien, z. B. bei der Herbstzeitlose, Colchicum autumnale oder sie entstehen als Seitenverzweigungen, z. B. bei der Kartoffel. Diese sind unterirdisch alte Spriessstücke [illegible] Blattorgane [illegible].

3) **Zwiebeln** sind unterirdische Niederblatt-

bei den Cacteae überwiegt der Stamm, mitunter die Assimilation der Blätter, im Innern einen Wasserspeicher enthaltend.

Monopodiales Rhizom: Spross bleibt unter der Erde (Paris quadrifol.)

Sympodiales Rhizom: die Achse des Rhizoms ist durch aufeinander folgende Sprosse zusammengesetzt. Vegetationspunkt ~~[illegible]~~ über der Erde (Rhizomende Sprosse)

Wirklich offizinellen Rhizome sind sympodiale Rhizome.
Cicuta virosa hat ein aufrechtes Rhizom.

Tubera Salep hat 2 Knollen (neuer u. Vorjahrknolle). Handförmige Knollen bei den Orchidaceen. Die Finger bei diesen Knollen sind alte Wurzeln u. entstehen endogen.

Zwiebelhäute, Zwiebelschuppen.

Klassifiziren nach oberirdischen Knollen u. Grundknospen: Kartoffel (oberirdische Knolle), Scharbockskraut, Feuteria.

Kartoffelknolle entwickelt sich aus ~~dem~~ unterirdischen Knollenknospen.
Oberirdische Knollenknospen: Fragaria.
In der Achsel der Blätter knollenartige Bildungen (die ungeschlechtl. Vermehrung dienen).

Sprossf
(Stamm
sie abwe

Blätter sind Auszweigungen der Achse, entstehen exogen u. in acropetaler Zustand. (Jüngere Blätter stehen über den älteren.)

1) Blattgrund = Blattscheide.
2) intercalar: Blattstiel
3) Oberblatt = Spreite.

sprosse; reservestoffreiche Niederblätter umgeben dicht gedrängt die kurze Achse. Zwiebeln besitzen viele Monocotylen.

Im Anschluss hieran können wir noch erwähnen:

Brutknospen sind kleine Knöllchen in der Achsel mancher Blätter, ebenfalls metamorphosirte Sprosse, besitzen jedoch ausser der Reservestoffspeicherung noch die Fähigkeit, durch Ablösung von der Mutterpflanze eine neue Pflanze hervorzubringen und so die Pflanzenart zu erhalten; z. B. Saxifraga granulata besitzt an den unterirdischen Verzweigungen solche Brutknospen.

Ausläufer, stolones, laufen am Boden her; an den Knoten entwickeln sich die Achselknospen zu neuen Pflanzen und erhalten ebenfalls dadurch die Art. Ausläufer finden wir bei der Erdbeere, Fragaria vesca.

Dornen sind umgewandelte Seitensprosse, deren Meristem verholzt ist; sie bilden einen Schutz gegen das Gefressenwerden von Tieren.

Blattgebilde. Die Blätter sind flächenförmig ausgebreitete, meist grün gefärbte Organe, welche stets seitlich an den zugehörigen Achsen (Stämmen, Ästen, Zweigen) stehen und selbst nicht imstande sind, mit Ausnahme der Haargebilde, andere seitliche Verzweigungen zu bilden. Man kann also auch Staubgefässe und Fruchtblätter, wie wir später sehen werden, zu ihnen zählen. Mit Ausnahme der Pilze, Algen und Flechten besitzen alle Pflanzen Blätter, und zwar unterscheidet man je nach Stellung und Bestimmung Niederblätter, Laubblätter, Hochblätter und die Blattorgane der Blüte. Doch wollen wir zuerst die Laubblätter näher betrachten.

Die **Laubblätter** werden am Vegetationspunkt als runde Höckerchen, sog. **Primordialblätter**, angelegt und erreichen nach einer gewissen Zeit den Höhepunkt ihrer Entwickelung, d. h. sie können dann ihre Gestalt nicht mehr verändern. Die Spitze des Blattes ist zuerst fertig gebildet und stellt zuerst ihr Wachstum ein; somit ist die Spitze der älteste Teil des Blattes. Das Wachstum des Blattes geschieht

durch die Zellen am Grunde, es ist also die Spitze bereits fertig gebildet, während weiter rückwärts gelegene Zellpartien noch wachsen; man nennt dieses Wachstum **intercalar.** Eine Ausnahme hiervon bilden die Blätter der Gefässkryptogamen; bei ihnen wird zuerst die Basis, später die Blattspitze ausgebildet; es wachsen somit also die Farnblätter an der Spitze weiter.

Die Laubblätter sind für die Pflanze von grösster Wichtigkeit; sie verdanken ihre grüne Farbe dem Chlorophyll, welches die wichtige Aufgabe der Assimilation hat, anorganische Verbindungen in organische überzuführen; durch die Poren und Spaltöffnungen führen die Blätter den Pflanzen Kohlensäure und Wasser zu und bilden aus ihnen im Verein mit einigen durch die Wurzel aufgenommenen anorganischen Salzen die zum Aufbau nötigen Kohlenstoffverbindungen. Die Zuführung der Nährsalze aus dem Boden in die Blätter, und umgekehrt der Transport der durch die Assimilation gebildeten Stoffe in den Pflanzenkörper geschieht durch die Gefässe oder Leitbündel.

Unter **Nervatur des Blattes** verstehen wir das Gesamtnetz der Nerven und Adern. Durch das ganze Blatt geht der Hauptnerv; von diesem gehen die Seitennerven aus, welche wiederum in Längsnerven und Quernerven zerfallen. Zwischen diesen Längs- und Quernerven verlaufen in ganz feinen Fäden die **Adern,** zarte Gefässbündel; eine solche Nervatur finden wir bei den Dicotylen und nennen sie **netznervige** oder **winkelnervige** Nervatur. Bei den Monocotylen ist die Nervatur der Blätter **parallelnervig** oder **bogennervig.**

Man unterscheidet am Blatt: 1. **Blatt**~~**scheide**~~, 2. **Blattstiel,** 3. **Blattspreite;** doch sind nicht immer alle diese Teile vorhanden, oft fehlt Stiel oder Scheide.

Die **Blattscheide** wird von dem mehr oder weniger den Stengel umfassenden oder an ihm herablaufenden Blattgrund gebildet. Öfters wächst auch die Scheide in Lappen aus; es entstehen so die **Nebenblätter,** die wir bei den Leguminosen und

die Größe der Blätter steht in Beziehung zu seinem Standort.
Wirkung der austrocknenden Winde, die Blätter sind in diesen Gegenden klein oder reduziert. Ebenso können reduzierte Blattflächen vor zu feuchtigen Standorten u. vor Wasser z.B. Salicornia, Calluna vulgar., Lycopodiaceen.

Rollblätter (Querschnitt) entstehen durch ungleichen Wachstum der Blattfläche.

Starke Behaarung dient zum Transpirationsschutz. Epeletia ist sehr stark behaart.
Zerteilung der Blätter als Schutzeinrichtung gegen Regen und Wind z.B.
Banane, Palma (Risse gewellt den Seitennerven: secundäre Zerteilung in einzelne Lamellen)
Blätter nehmen mitunter auch Heft mit anorg. Substanzen auf, dann sind sie oder reduziert z.B. bei den Wasserpflanzen. Hydropotis vulgar.: Wasser u. Landform.

Heterophyllie: Zweierlei Blattformen an derselben Pfl. z.B. bei Ranunculus aquatilis. (Stammende Bl. ganzrandig, untergetauchte fein zerschlitzt). ferner bei den Eucalypten auf Neuholland (in der Jugend breite sitzende, später stielförmig gestielte Blätter. die Blätter der Eucalypten sind vertical gestellt, infolge wirft der Baum keinen Schatten (Rast im Zusammenhang mit Licht u. Wärme).

Winkelnerven: Seitennerven 1, 2, 3 Ordnung. häufig mit Kerbnerv versehen.

Offene Blattscheide bei den Gramineen.
Geschlossene " bei den Cyperaceen.
Nebenblätter bilden mitunter einen Kletterschutz, sie verwachsen häufig paarweise.
Bei den Stellaten sind die Nebenblätter quirlständig.

Die ungegegnete Blattspitze, soll das Abfließen des Wassers von der Blattfläche erleichtern, bzw. Traufelspitze (bs. Ficus ~~elastica~~ religiosa)

Bei verschiedenen bzw. Fam., besonders bs. kletternden Gewächsen soll die Spitze des Blattes als Anklammerungsspitze, der Festmachung der Sprosse dienen.

Fleischige, bzw. succulente Blätter dienen zur fleischigen Speicherung der Stoffspeicherung.

Der Blattstiel kann am seinem Grund anschwellen, er bildet ein Blattkissen oder Blattgelenk.

Blattungsarten: Blattungsarten bei ganzen Pflanzen (Laubblätter / Gefäßbündel) unterscheiden

1) gewelladerige Bl. (Monocotylen)
2) netzaderig u. netzaderig (Dicotylen)

die Knospen dient der Festigung. bs. Equisetum stromonium der Mangel die Assimilation.

Rosifloren etc. finden. Die Nebenblätter erreichen oft eine grössere Ausbildung, als die Blätter selbst, können aber auch nur sehr klein sein, wie kleine Schuppen, oder werden nach kurzer Zeit ganz abgeworfen; sie können auch zu einer sog. **Tute** verwachsen, welch' letztere dann den Stengel umschliesst. Meistenteils ist die Blattscheide gerade nicht auffallend, sondern nur an der Verbreitung zu erkennen, oft ist sie aber auch sehr deutlich entwickelt, z. B. bei den Umbelliferen. Bei den Monocotylen finden wir sie meistens gross und auffallend entwickelt und den Stengel vollständig umhüllend, z. B. bei den Gramineen; hier finden wir noch die **ligula**, Züngelchen, gleichsam als Verlängerung angebracht, welches das Herablaufen des Wassers verhindern soll.

Der **Blattstiel** verbindet die Blattspreite mit der Sprossachse; er kann jedoch auch fehlen und bezeichnet man in diesem Fall die Blätter als sitzend, im Gegensatz zu den gestielten Blättern. Der Stiel kann aber auch Veränderungen erleiden, z. B. Verbreitungen, sog. Flügel. Im Stiel finden wir einen Gefässbündelstrang, der sich auch im Blatt fortsetzt. Vereinzelte Fälle kommen vor, in denen das Blatt nur aus dem Blattstiel besteht; die Blattspreiten sind hier verkümmert, und muss nun der blattartig verbreiterte Blattstiel, ein sog. **Phyllodium** allein assimiliren, z. B. die Akazie.

Die **Blattspreite** kann sehr mannigfaltig ausgebildet sein; ihre Gestalt richtet sich ganz nach den Lebensverhältnissen, ist meist möglichst flach, um Licht und Wärme recht günstigen Zutritt zu verschaffen. Das Gefässbündelnetz tritt aus dem Blattstiel in die Blattspreite aus und verbreitet sich hier, um so dem ganzen Blatt die genügende Festigkeit zu verschaffen, was ganz besonders noch dadurch erreicht wird, dass der Blattrand durch starke Gefässbündel verstärkt ist.

Im einfachsten Falle besteht die Blattspreite nur

aus einem einzigen zusammenhängenden Abschnitt und heisst ein **einfaches Blatt**; durch Regen und Sturm zerschlitzen diese Blätter sehr leicht, ohne dass jedoch das Blatt in seinen Funktionen gestört wird, z. B. bei den Palmen.

Meistens aber besteht die Blattspreite aus mehreren Abschnitten und heisst ein **zusammengesetztes Blatt.** Die hierbei gebräuchlichen Benennungen sollen uns die folgenden Tabellen erläutern.

Das Blatt kann in Bezug auf **Zerteilung** sein:

1. **Einfach** oder **ungeteilt** ohne tiefer gehende Einschnitte.
2. **Gelappt** mit breiten, stumpfen Lappen; je nach der Tiefe dieser Einschnitte spricht man von:
   a) **fiederförmig gelappt,** wenn die Einschnitte nicht die Mitte der Blattfläche erreichen.
   b) **fiederspaltig,** wenn die Einschnitte die Mitte der Blattfläche erreichen.
   c) **fiederteilig,** wenn die Einschnitte bis über die Mitte der Blattfläche reichen.
   d) **fiederschnittig,** wenn die Einschnitte bis zur Mittelrippe des Blattes reichen.

Die Nervatur ist in diesen Fällen fiederförmig, d. h. es ist ein Hauptnerv vorhanden, der in der Mitte des Blattes liegt und Seitennerven aussendet.

Treten mehrere Hauptnerven von einem Punkt aus in die Blattfläche ein, so sprechen wir von einer handförmigen Nervatur; wir finden sie in folgenden Fällen:

a) **handförmig gelappt,** wenn die Einschnitte nicht die Mitte zwischen Blattrand und Blattgrund erreichen.
b) **handspaltig,** wenn die Einschnitte diese Mitte gerade erreichen.
c) **handteilig,** wenn die Einschnitte bis über die Mitte reichen.

Manche Pfl. entwickeln ein perkal Jahrtrieb (Stelzwurz, Tuberilaxpflz)
Angrenzung ap. den Zweigenden (zusammgezogene Blätter). Bananenblatt.
Einrollung der Jahrtrieb ist durch zusammengefaltet, secund.
Bildung.

Form der Blätter bei Wasserpflanzen, möglichst viele Berührungspunkte mit dem Wasser. Viel Blatt u. alle anderen untergetauchten Teile nehmen Kohl. u. anorgan. Salze auf.

Heterophyllie: 2 verschiedene Blattarten an einer Pfl. (Salvinia natans)
bf. Lufen (1) dorsiventral. Größe 2) -
Atropa belladonna.
Eucalyptus globulus.

d) **handschnittig**, wenn die Einschnitte bis zum Blattgrund reichen.

3. **Zusammengesetzt**, wenn die Blattfläche aus getrennten Teilblättchen besteht, deren einzelne Stielchen an dem gemeinsamen Blattstiel entspringen. Je nach der Nervatur unterscheiden wir auch hier:
Bei fiederförmiger Anordnung der Blättchen:
a) **paarig gefiedert**, wenn der gemeinsame Blattstiel in eine Spitze endigt;
b) **unpaarig gefiedert**, wenn der gemeinsame Blattstiel in ein Endblättchen ausläuft.

Es kann sich nun bei den einzelnen Fiederblättchen eines fiederförmigen Blattes die Fiederteilung ein-, zwei- oder mehrmals wiederholen und gelangen wir so zu den doppelt-, dreifach oder mehrfachgefiederten Blättern.

Bei handförmiger Anordnung der Blättchen:
a) **gefingert**, die einzelnen Blättchen entspringen an einem Punkt;
b) **fussförmig**, wenn die Seitenblättchen eines gefingerten Blattes noch weitere Blättchen besitzen, die ebenfalls gefingert entspringen.

Die Blattform.

1. Der **Umfang eines Blattes** kann sein:
a) **kreisrund**, die Blattfläche ist ebenso lang als breit.
b) **oval** oder **eliptisch**, die Blattfläche ist einhalbmal länger als breit und in der Mitte am breitesten.
c) **eiförmig**, das Blatt ist am Grunde breiter.
d) **verkehrt eiförmig**, das Blatt ist an der Spitze breiter.
e) **länglich**, das Blatt ist zwei bis dreimal so lang als breit.
f) **lanzettlich**, das Blatt ist vier- oder mehrmal so lang als breit.

g) **lineal,** das Blatt ist lang und schmal.
h) **spatelförmig,** die breite, runde Blattspitze verschmälert sich nach der Basis zu.
i) **keilförmig,** die verbreiterte Spitze ist nicht rund, sondern abgestumpft.

2. Der **Blattrand** kann sein:
a) **ganzrandig,** ohne jeden Einschnitt, vollständig glatt.
b) **gezähnt,** kurze, spitze Zacken zwischen abgerundeten, stumpfen Einschnitten.
c) **gesägt,** kurze, spitze Zacken zwischen spitzen Einschnitten; die Zacken können nochmals gesägt sein.
d) **gekerbt,** abgerundete stumpfe Zacken zwischen spitzen Einschnitten.
e) **buchtig** oder **ausgeschweift,** stumpfe Zacken zwischen stumpfen Einschnitten.

3. Der **Blattgrund** kann sein:
a) **stumpf,** die Blattränder bilden an der Basis einen stumpfen Winkel.
b) **spitz,** die Blattränder bilden an der Basis einen spitzen Winkel.
c) **abgerundet,** die Basis des Blattes ist bogenförmig.
d) **herzförmig,** die Blattfläche ist am Blattgrund zu zwei Lappen verlängert, welche abgerundet sind; die Bucht zwischen den Lappen ist spitz.
e) **nierenförmig,** die Lappen und Bucht sind gerundet.
f) **spiessförmig,** die Lappen sind spitz und die Bucht ist abgerundet.
g) **pfeilförmig,** die Lappen und die Bucht sind spitz.

4. Die **Blattspitze** kann sein:
a) **stumpf,** die Blattränder bilden an der Spitze einen stumpfen Winkel.
b) **spitz,** die Blattränder bilden einen spitzen Winkel.
c) **zugespitzt,** die Spitze ist vorgezogen.
d) **stachelspitzig** oder **bespitzelt,** das breite Blatt

Blattscheiden, wenn stark entwickelt = Blattscheide (Ranunculaceen)
Nebenblätter: Leguminosen, Rosifloren.
Nebenblätter sp. Carpelliferen: Teil der Kelchhülle.
stark ausgebildet bei Rubiaceen (Kranz: Quirle), nur 2 wirkliche Blätter.
Zisternförmige Nebenblätter sp. der Polygoneen.

Blattspitze bei Lianen, entwickelt sich sehr frühzeitig, auch bei Schlingpflanzen Orte (Traubenspitze.)

verschmälert sich plötzlich zu einer feinen Spitze, die oben aufsitzt.

e) **abgerundet,** die Spitze des Blattes ist gewölbt.

f) **ausgerandet,** die Spitze des Blattes ist gebuchtet.

5. Die **Nervatur des Blattes** kann sein:

a) **parallel-** oder **bogennervig**, an der Basis der Blattfläche entspringen mehrere unverzweigte, meist gleich stark entwickelte Nerven, welche nebeneinander die Blattfläche durchziehen, um in der Spitze zusammenzutreffen. Typus der Monocotylenblätter.

b) **netznervig,** es ist eine nach allen Richtungen hin verzweigte Nervatur vorhanden; man unterscheidet:

α) **handnervig,** drei, fünf oder mehr Hauptnerven treten am Blattgrund von einem Punkte aus in die Blattfläche ein.

β) **fiedernervig,** ein Hauptnerv durchzieht die Mitte der Blattfläche und sendet Seitennerven aus.

γ) **Fussnervig,** am Blattgrund entspringt nach rechts und links je ein Hauptnerv, welcher nur nach oben Seitennerven aussendet.

Die Anheftung des Blattes.

1. Es ist ein Blattstiel vorhanden:

a) **gestielt,** der Blattstiel geht am Blattgrund in die Blattfläche über.

b) **schildstielig**, der Blattstiel geht in die Mitte der Blattfläche über.

2. Es ist kein Blattstiel vorhanden:

a) **sitzend,** das Blatt ist mit dem breiten Blattgrund dem Spross angeheftet.

b) **halb-** oder **ganzstengelumfassend,** der Blattgrund umfasst halb oder ganz den Spross. H. Passerer stammifernum.

c) **durchwachsen,** die Zipfel eines ganzstengelumfassenden Blattgrundes sind verwachsen. 4. Bupleurum.

d) **verwachsen,** zwei an einem Spross gegenüber sitzende Blätter sind an ihrem Grunde mit einander verwachsen. 4. Lonicera caprifol.

e) **herablaufend,** die Blattfläche zieht sich am Spross hinab. 4. Verbascum thapsiforme

f) **ganz herablaufend,** die Blattfläche zieht sich am Spross bis zum nächst unteren Blatt hinab. In den beiden letzten Fällen heisst der Stengel **geflügelt.** (nimmt an der Assimilation teil).

Die Blattstellung.

1. **Quirlstellung;** es entspringen zwei oder mehr Blätter an einem Knoten. Agnus castus.
   a) **gegenständig,** es stehen sich zwei Blätter gegenüber.
   b) **kreuzständig** oder **decussirt,** zwei gegenständige Blätter bilden mit den am nächsten Knoten befindlichen ein Kreuz.
   c) **wirtelständig,** drei oder mehr Blätter sind an einem Blattknoten angeheftet.
2. **Spiralstellung;** es befindet sich an jedem Knoten nur ein einziges Blatt.
   a) **wechselständig,** die Blätter sind nicht auf gleicher Höhe abwechselnd angeheftet.
   b) **zerstreut,** die Blätter sind scheinbar beliebig um den Spross verteilt.

So regellos auch die Blätter bei der Spiralstellung angeordnet erscheinen, können wir doch eine ganz bestimmte Regelmässigkeit finden, wenn wir an einem Spross zwei genau senkrecht übereinander stehende Blätter durch eine Spirale, sog. **Grundspirale** oder **genetische Spirale,** verbinden, welche alle dazwischen liegenden Blätter berührt; wir finden dann, wenn wir auf dieser Spirale die Anheftungsstellen der

Zweizeilige Blattstellung: die Winkel, die 2 aufeinanderfolgende Blätter miteinander bilden sind gleich (Supplementwinkel).

Mit der Blattstellung hängt auch die Zweigstellung zusammen.

<u>Divergenz</u> ist der Winkel, den 2 nebeneinander oder 2 übereinander Blätter miteinander bilden. Die Divergenz wird immer durch einen Bruchteil von 360 ausgedrückt. $180° = 1/2$ Divergenz.
Wechselständige Blätter haben eine Divergenz von $1/2$.

$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{3}$ $\frac{2}{5}$ $\frac{3}{8}$ $\frac{5}{13}$ $\frac{8}{21}$ $\frac{13}{43}$ (Zähler u. Nenner der aufgeführten Zahlen addieren).

$1/3$ $1/4$ $\frac{2}{7}$ $\frac{3}{11}$ $\frac{5}{18}$ $8/29$ $\frac{13}{47}$.

$\frac{3}{5} \cdot 360° = 216° = 3/5$ Divergenz Man nimmt stets die größere
$\frac{2}{5} \cdot 360° = 144° = 2/5$ " . Divergenz, also $3/5$ D.

Jede Knospe entwickelt sich in der Achsel eines Blattes. Intrakaulare Knospen

<u>Hibernakle Knospen</u>: Kn., die im Winter überwintern.

<u>Knospenlage kann sein</u>: geöffnet, schneckenförmig, dachziegelig.
(vernatio) (Symbiosmigra)
Knospendrehung (aestivatio)

Blätter bezeichnen, dass bei jeder Pflanze auf eine bestimmte Anzahl von Umläufen dieser Grundspirale auch eine bestimmte Anzahl von Blättern kommt und bezeichnen den Zwischenraum, welchen die Spirale von einem Blatt bis zu dem genau über ihm stehenden Blatt bildet, als **Blattwirbel** oder **Cyklus.**

Das Gesetz der Blattstellung, die **Divergenz,** wird in einem Bruch ausgedrückt, welcher die Zahl der Umläufe einer Spirale in einem Cyklus zum Zähler und die Zahl der Blätter in demselben Cyklus zum Nenner hat. Die Blätter des Wallnussbaumes z. B. besitzen $^2/_5$, Ledum palustre $^3/_8$ Stellung, d. h. auf zwei resp. drei Umläufen der Spirale befinden sich fünf resp. acht Blätter. Bei den meisten Monocotylen finden wir $^1/_2$ Stellung, sog. zweizeilige Stellung.

Wir unterscheiden **rechtsgewundene,** von unten links nach oben rechts gehende, und **linksgewundene** Spiralen, letztere laufen von unten rechts nach oben links.

An kurzen, dicht mit Blättern besetzten Sprossachsen ist es oft unmöglich, die Grundspirale zu finden; in diesem Fall bestimmt man die regelmässige Anordnung der Blätter nach sog. **Orthostichen,** geraden Reihen, und **Parástichen,** schrägen Reihen, in welchen sich die Anheftungsstellen der Blätter befinden. V. V. 3 h. Strasburger.

Die Konsistenz der Blätter kann sehr verschieden sein, z. B. **krautig, fleischig, saftig, lederartig, papierartig,** und **trockenhäutig.**

Im Anschluss hieran wollen wir uns an dieser Stelle bereits über das Wesentlichste des anatomischen Baues des Blattes und seine physiologische Bedeutung orientiren.

Die Blattorgane dauern meistens nur eine Vegetationsperiode hindurch aus, sind einjährig, seltener erreichen sie ein Alter von fünf und mehr Jahren, wie z. B. die Nadeln der Coniferen.

Nach aussen wird das Blatt durch die **cuticularisirte Epidermis** abgeschlossen; die Epidermis besteht aus einer

einzelligen, chlorophyllfreien Schicht, die nach aussen hin durch die Cuticula, eine Korklamelle, verdickt ist. An der Unterfläche ist das Blatt weniger stark cuticularisirt, weshalb es auch hier heller erscheint.

Zwischen der oberen und unteren Epidermis ist das chlorophyllhaltige Grundgewebe, das **Blattfleisch**, sog. **Mesophyll**, vorhanden; es ist am mächtigsten im Blatt entwickelt.

An der Oberfläche des Blattes, welche dem Licht zugekehrt ist, finden wir das **Pallisadenparenchym**, lange, cylindrische, senkrecht zur Blattfläche stehende, äusserst chlorophyllhaltige Zellen ohne grössere Zwischenräume.

An der Unterseite des Blattes ist das **Schwammparenchym** gelegen; in diesem sind weite Intercellularräume vorhanden, weshalb es von lockerer Beschaffenheit ist. Es wird hierdurch das Eintreten von Kohlensäure durch die Spaltöffnungen ermöglicht, anderseits können auch keine Verwendung findende Gase wieder austreten. Das Gefässbündelnetz bildet das Stranggewebe, und sind die Gefässbündel für Achse und Blatt gemeinschaftlich.

Das Blatt hat den **Assimilationsprocess** zu besorgen; hierbei tritt kohlensäurehaltige Luft durch die Spaltöffnungen in die von feuchten Zellwandungen umgebenen Intercellularräume, wodurch Kohlensäure aufgesaugt wird, welche dann in gelöstem Zustand weitergeführt wird. Durch die Wurzeln werden nur ganz minimale Spuren von Kohlensäure aufgenommen. Durch den Assimilationsprocess wird nun die durch die Blattorgane aufgenommene Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegt; letzterer wird wieder abgegeben, während der Kohlenstoff zum Aufbau komplicirter organischer Verbindungen Verwendung findet.

Als **erstes Assimilationsproduct** entsteht **Stärke**, welche aber nur kurze Zeit in den Chlorophyllkörnern bleibt, sie wird in Traubenzucker wahrscheinlich durch Kondensation übergeführt und so in löslicher Form weitergeleitet. Durch den Assimilationsprocess wird die Pflanze an organischen Stoffen reicher; diese organischen Verbindungen dienen dem Tiere

Abbild. v. Strasb. p. 101.

Unter jeder Spaltöffnung findet sich im Blattgewebe ein großer Intercellularraum, die sog. Atemhöhle. Sie steht mit den übrigen Intercellularen des Blattgewebes in Verbindung. Spaltöffnungen zerfallen in Luftspaltöffnungen u. Wasserspaltöffnungen. Letztere sind größer als Luftspaltöffnungen.

Atmung ist notwendig, weil durch sie Energie gebildet wird. Diese (Energie) ist für das Wachstum notwendig.

Leuchterscheinungen bei Pflanzen (Phosphoreszieren) hängen mit der Atmung zusammen. Es bilden sich Verbindungen, die mit O. zusammengebracht, leuchten.

Die Transpiration wird verhindert durch Lack, Firnis etc.

Das H2O steigt im Innern der Gefäße u. Tracheiden empor. An hohen Bäumen sieht man deutlich, daß die Wasserleitung im äußeren Holzteil stattfindet. (Durch Lithiumsalze kann man das Aufsteigen resp. die Schnelligkeit desselben verfolgen).

Transpirationsmesser.

zur Nahrung, welches sie wiederum in seinem Organismus zerlegt; es beruht hierauf der sog. Kreislauf der Natur.

Ausser der assimilatorischen Thätigkeit haben die Blattorgane noch die Aufgabe der **Atmung** zu erfüllen, wobei entgegen dem Assimilationsprocess Kohlensäure an die Atmosphäre abgegeben und Sauerstoff aus der Luft aufgenommen wird; wir sehen also somit, dass die Atmung der Pflanzen gerade so, wie beim Tier erfolgt, welch' letzteres ebenfalls Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure wieder ausatmet. Der durch die Atmung aufgenommene Sauerstoff führt im Pflanzenkörper vorhandene organische Verbindungen, Stärke, in lösliche Form, Traubenzucker, über. Während am Tage die Atmung neben dem Assimilationsprocess verläuft, findet in der Nacht nur die Atmung allein statt, da die Assimilation unbedingt das Vorhandensein von Licht erfordert. Beim Atmungsprocess wird Wärme erzeugt, ausserdem findet eine Verminderung an organischer Substanz statt, wodurch die Pflanze an Gewicht leichter wird.

In physiologischer Beziehung besorgen die Blattorgane die **Transpiration** oder **Verdunstung**, wobei in den Intercellularräumen durch die Spaltöffnungen mit Wasserdampf geschwängerte Luft an die Atmosphäre abgegeben wird; es ist dies von grosser Wichtigkeit, da somit die Thätigkeit der Wurzelhaare erhöht wird, indem fortwährend eine neue Aufnahme von Wasser und in ihm gelösten anorganischen Nährstoffen aus dem Boden erfolgen kann. Durch ein einfaches Experiment kann man leicht die Grösse der Transpiration bestimmen, indem man eine bis zu den Blättern mit Guttaperchapapier luftdicht abgeschlossene Topfpflanze auf die Wage bringt und nach einer gewissen Zeit das verdunstete Wasser durch Auflegen von Gewichten auf die leichter gewordene Wagschale ermittelt.

Die Transpiration ist bei den einzelnen Pflanzen eine äusserst verschiedene; bei den nur mit einer geringen Oberfläche ausgestatteten Nadeln der Coniferen ist sie sehr minimal, da dieselben meistens an trockenen Standorten stehen; bei anderen Pflanzen, deren Blätter eine grosse Blattfläche

besitzen, z. B. den Laubbäumen, finden wir eine äusserst rege Wasserverdunstung. Sachs gibt an, dass Tabakspflanzen bis zu einem Liter, Laubbäume fünfzig bis hundert Liter Wasser pro Tag verdunsten.

Nach der mehr oder weniger starken Transpiration der Pflanzen richtet sich auch ihr Aschegehalt, indem Pflanzen mit grosser Transpiration viel Wasser und die in diesem gelösten anorganischen Stoffe aufnehmen, somit auch einen grösseren Aschegehalt hinterlassen müssen, als Pflanzen, welche eine geringere Transpiration besitzen und daher auch weniger in Wasser gelöste anorganische Stoffe durch die Wurzel zugeführt erhalten.

Die Blattorgane können eine den Sprossen analoge Umwandlung erfahren und heissen dann **metamorphosirte Blätter**; man unterscheidet folgende Umwandlungen der Blätter:

1. **Blattranken**; wir finden sie besonders bei den Familien der Cucurbitaceen und Leguminosen, indem bei letzteren die obersten Fiederblättchen zu rankenartigen Fäden verwandelt sind, welche durch Reizbarkeit sich an einer Stütze festhalten und so der Pflanze als Kletterorgane dienen.
2. **Dornen**; ein bekanntes Beispiel bietet Berberis vulgaris, der Sauerdorn, an welchem wir oft alle Stadien der Metamorphose vom Blatt bis zum Dorn beobachten können. Dornen haben den Zweck, die Pflanze vor dem Gefressenwerden von Tieren zu schützen.
3. **Wasserspeicher** finden wir bei Sedum, Agave und anderen Pflanzen, welche an trocknen Standorten stehen. Ihre Blattfläche ist fleischig verdickt und können die inneren Gewebepartien bei feuchter Witterung eine grosse Menge von Wasser aufnehmen, um es bei eintretender Trockenheit für die Pflanze aufzuspeichern; man nennt solche Pflanzen auch **Blattsucculenten.**
4. **Reservestoffbehälter** dienen zur Ablagerung von

Blattranken bei den Lianen. Pisum sativ. Vicia. Smilax u. Bohnen.

Blattdornen bei Cacteen, Robinie etc.

Myrmecophyte Pfl.: Ameisenpflanzen. P. Kerner v. 189.

Phyllodien Blattartig ausgebildete Blattstiele bei den meisten Akazien.

Oft die einfachen, komplizierten Keimblätter.

8) Keimblätter: Gymnospermen besitzen meistens viele Keimblätter.
Taxus baccat. hat 2 Keimblätter. Keimblätter der Linde: sehr stark.
Papilionaceae haben sehr dicke Keimblätter.
Mitunter ist bei den Dicotylen nur ein Keimblatt vorhanden,
z. B. bei einer Ranunculus Art.
Streptocarpus (Gesneraceae) hat nur ein Keimblatt, das später
zu einem ganzen Blatt auswächst, es wird dann kein weiteres
Blatt mehr entwickelt.
Niederblätter entstehen aus dem Blattgrund.

(Euphorbiaceae)
Hochblätter sind häufig gefärbt. Spata der Aroideen ist ausgebildetes Hochblatt.
Auch involucrum der Compositen, finden sich auch bei den Umbelliferen.

Hochblätter: Blattorgane in der Blütenregion. Die einen als Deckblätter
der Blütenstände, Bracteae genannt.
Blattorgane der Einzelblüte sind Hochblätter, häufig flor. Prae genannt.
häufig gefärbt. Involucrum bei Compositen etc. Spata bei den Aroideen.

Insectivoren: nehmen tierische Eiweißnahrung auf.
Aldrovandia sehr seltene wurzellose Insektivoren.
Pinguiculaceae gehören auch zu den Insektivoren.

Nährstoffen; wir finden sie häufig bei den **Zwiebeln** vieler Monocotylen, indem zahlreiche, fleischig verdickte Blattorgane dichtgedrängt an einer kurzen Achse stehen. Die eine solche Zwiebel bildenden Blattorgane sind Niederblätter.

5. **Niederblätter,** wir unterscheiden hier solche
   a) an unterirdischen Pflanzenteilen, z. B. an den Rhizomen, Zwiebeln und Knollen. Es sind meist schuppenartige Blattorgane, die nur aus dem Blattgrund bestehen, und besitzen eine sehr verschiedene Grösse; so sind sie z. B. bei den Knollen sehr klein, während sie sich bei den Zwiebeln und einigen Rhizomen mächtig entwickeln;
   b) an oberirdischen Pflanzenteilen finden wir sie bei den Knospen als Knospenschuppen, indem die Knospe nach aussen von schuppenartigen Blattorganen abgeschlossen ist, an welchen sich eine harzige Masse ausscheidende Haare befinden.
6. **Hochblätter** finden sich nur an den Blüten des Sprosses, und erreicht mit ihrer Entwickelung der Pflanzenkörper seinen letzten Lebensabschnitt, nämlich die Fortpflanzungsperiode.
7. **Tierfallen** finden wir bei den fleischfressenden Pflanzen, sog. Insektivoren. Die bei uns in Gewässern weit verbreitete Utricularia besitzt an den Zipfeln ihrer Blätter blasenförmige Fallen, welche mit einem Deckel versehen zum Fangen kleiner Insekten bestimmt sind. Bei Nepenthes ist die Blattfläche zu einer Kanne umgewandelt, in welcher durch einen klebrigen Stoff Insekten beim Besuch festgehalten werden. Es kommen auch becherartige Fangvorrichtungen vor.

8. Keimblätter s. nebenst.