

BASALE ANGIOSPERMAE, Einfurchenpollen-Zweikeimblättrige Unterklasse Magnoliidae

Gruppe aus mehreren Evolutionslinien (paraphyletisch) von hohem phylogenetischem Alter (älteste Fossilfunde ca. 140 mio. Jahre). Basale Angiospermae umfassen etwa 8600 rezente Arten in 30 Familien. Alle Vertreter sind primär zweikeimblättrig und haben Sprosse mit ringförmig angeordneten Leitbündeln. Die meisten Arten sind Holzpflanzen, haben ungeteilte Blätter mit netznerviger Aderung und ein allorhizes Wurzelsystem (Primärwurzel bildet langlebige Pfahlwurzel). Blüten sind unterschiedlich gebaut und zeigen aber meist ursprüngliche (primitive) Merkmale, die man den ersten (fossilen) 'Urangiospermen' zuschreibt. Ein typischer rezenter Vertreter dieser Gruppe ist die Magnolie, bei der viele ursprüngliche Merkmale ersichtlich sind.

Merkmale:

- 2 Keimblätter, Pollen monosulcat
- Blütenhüllblätter spiralig angeordnet, freistehende in unbestimmter Zahl (Perigon)
- Staubblätter primär vielzählig, in unbestimmter Zahl
- Fruchtblätter chorikarp auf verlängerter Achse
- Narbe direkt auf Fruchtknoten sitzend (Griffel fehlend)
- Vielsamige Balgfrucht
- Holzpflanzen mit ungeteilten Blätter

Ursprüngliche Blütenformel: $P \infty A \infty \underline{G} \infty$

Systematische Gliederung:

1. Hauptast:

Ordnung: **Amborellales**

Amborella (Neukaledonien)

Ordnung: **Nymphaeales**, Seerosengewächse

Seerose, Teichrose

2. Hauptast: Magnolienartige (Magnolianaes)

Ordnung: **Magnoliales**, Magnoliengewächse

z.B. Magnolie (ursprünglich Amerika und Ostasien, bei uns gepflanzt)

Ordnung: **Lurales**, Lorbeergewächse

z.B. Lorbeer (Tessin), Avocado, Zimtbaum, Kampferbaum

Ordnung: **Piperiales**, Pfeffergewächse

z.B. Haselwurz (Jura), Pfeffer (tropisch)

Beispiele: *Amborella trichopoda*

Älteste heute noch lebende Angiospermae, kleiner Strauch mit winzigen Blüten und chorikarpen Früchten; kommt nur in Neukaledonien (Insel im Südpazifik) vor, gilt als lebendes Fossil.

Nymphaea alba, Weisse Seerose

Ausdauernde Wasserpflanzen mit grossen runden Schwimmblättern und weissen Blüten; Kelch grünlich, mit zahlreichen Kronblätter ohne Nektardrüse, Fruchtknoten synkarp, bildet mehrfächerige Kapsel; Schwimmblattgesellschaften an Seeufern.

Magnolia spp., Magnolie

Bäume oder Sträucher mit grossen Blüten; heimisch in Südostasien und Nordamerika, bei uns oft angepflanzt in Gärten, z.B. Tulpenmagnolie (*Magnolia × soulangeana*), eine Hybride aus Ostasien.

Liriodendron tulipifera, Tulpenbaum

Baum mit charakteristischer Blattform (vorne mit stumpfem Winkel eingeschnitten) und grossen Blüten; natürliches Vorkommen Laubmischwälder in Nordostamerika, bei uns gepflanzt in Parks (z.B. auf dem Sechseläuteplatz).

Laurus nobilis, Echter Lorbeer

Bis 20 m hoher Baum, Pflanze 2-häusig, männliche Blüten 10-12 Staubblättrwe, Perigon 4, Frucht schwarz, eiförmig; Küsten des Mittelmeergebiets, im Tessin eingebürgert.

Asarum europaeum, Haselwurz

Krautige Pflanze mit nierenförmigen Blättern, Blüten zwischen den Blättern verborgen, rotbraun mit 3 Perigonblättern; Laubmischwälder (z.B. Jura).

EUDICOTYLEDONAE, Echte Zweikeimblättrige Unterklasse Rosidae

Die Eudicotyledonae bilden eine höher entwickelte, monophyletische Gruppe mit ebenfalls 2 Keimblättern, aber tricolpaten Pollen. Zu ihnen gehören über 3/4 aller Angiospermen (ca. 180'000 Arten).

Merkmale: - 2 Keimblätter, Pollen tricolpat
- Blütenorgane 5-zählig (selten 4), meist in Kreisen angeordnet
- Blütenhülle doppelt (Kelch und Krone)
- Leitbündel kreisförmig angeordnet, mit Kambium
- Blätter netznervig, oft geteilt oder zusammengesetzt
- Hauptwurzel langlebig (allorhiz)

Bei der Ausprägung der Blütenhülle (Perianth) der Angiospermen kann man vier Entwicklungsstufen unterscheiden und deren Familien werden zwei Gruppen (*Choripetalae*, *Sympetalae*) zugeordnet:

Choripetalae (Blütenblätter frei)

- 1) keine Blütenhülle
- 2) Blütenhülle einfach (Perigon)
- 3) Blütenhülle aus Kelch und freien Kronblättern bestehend.

Sympetalae (Blütenblätter verwachsen)

- 4) Blütenhülle aus Kelch und verwachsenen Kronblättern bestehend.

Die Reihenfolge der Entwicklungsstufen entspricht der angenommenen Evolution der Blütenmerkmale. Weil höhere Entwicklungsstufen aber durch Konvergenz mehrfach bei verschiedenen Familien entstanden sind, verweist die gleiche Entwicklung nicht unbedingt auch auf die phylogenetische Verwandtschaft der Familien. Zudem kann die scheinbar ursprüngliche Ausprägung eines Merkmals sekundär durch Umkehrung oder Verlust erworben sein.

Das in der Vorlesung verwendete Einteilungsschema der Familien, basierend auf Entwicklungsstufe und Stellung des Fruchtknotens, soll als Orientierungshilfe und Überblick über die zum **Prüfungsstoff** gehörenden Familien dienen.

Systematische Gliederung (Überblick):

Eudicotyledonae können in 4 Ordnungsgruppen unterteilt werden:

- 1) **Basale Ordnungen** (paraphyletisch, meist wenig spezialisierter Blütenbau, Blütenhülle einfach, Staubblätter zahlreich, Fruchtblätter frei und ohne Griffel)
- 2) **Ordnungen mit unklaren** Verwandtschaftsbeziehungen
- 3) **Rosanae** (Blütenhülle doppelt, Kelch und vorwiegend freie Kronblätter, 2 Staubblattkreise, meist Nebenblätter)
- 4) **Asteranae** (Blütenhülle doppelt, Kelch und verwachsen Kronblätter, meist 1 Staubblattkreis, Nebenblätter meist fehlend)

Ordnung: RANUNCULALES

Pflanzen krautig oder verholzt, Blütenorgane vielzählig und schraubig oder in Kreisen angeordnet, Fruchtblätter zahlreich (meist) und nicht verwachsen (chorikarp); umfassen 7 Familien mit etwa 4500 Arten. Artenreich und für die einheimische Flora wichtig ist nur die Familie Ranunculaceae.

Verbreitung weltweit, hauptsächlich in der gemässigten Zone und in Gebirgen der Nordhemisphaere (weltweit über 2500 Arten, CH ca. 100).

- meist Kräuter mit radiär geteilten Blättern (selten verholzt, z.B. *Clematis*)
- Blütenhülle einfach: Perigon P₅ (-8)
- Nektarblätter N₅ (-8) → fakultativ
- Staubblätter vielzählig A_∞
- Fruchtblätter vielzählig, chori-karp C_∞
 - mehrsamige Balgfrüchte
 - 1-samige Nüsschen

Äussere Staubblätter entwickelten sich über sterile Staminodien mit Nektardrüsen und kronblattähnliche Nektarblätter zu echten Kronblättern (nektarsteril). Die Hochblatthülle (Perianth) wurde vom bunt gefärbten Perigon zum grünen Kelch. Jede Stufe wird durch eine noch heute vorkommende Gattung repräsentiert und illustriert eine Entstehungsmöglichkeit der doppelten Blütenhülle (Kelch und Krone).

Zierpflanzen: Rittersporn, Akelei, Anemonen, *Clematis*
 Gift- /Arzneipflanzen: Eisenhut
 Gewürze: Schwarzkümmel (*Nigella*)

- 1 Blüten zygomorph (monosymmetrisch)
 - Aconitum* Eisenhut
 - Delphinium* Rittersporn
- 1* Blüten aktinomorph (radiärsymmetrisch)
 - 2 Nektarblätter mit Sporn
 - Aquilegia*, Akelei
 - 2* Nektarblätter ohne Sporn oder fehlend
 - 3 Früchte mehrsamig (Balgfrucht)
 - 4 Nur Perigonblätter
 - Caltha*, Dotterblume
 - 4* Perigonblätter und kleine Nektarblätter
 - Trollius*, Trollblume
 - Helleborus*, Nieswurz
 - 3* Früchte 1-samig (Nüsschen),
 - 5 Nur Perigonblätter
 - Anemone*, Anemone
 - Pulsatilla*, Kuhschelle, Anemone
 - Thalictrum*, Wiesenraute
 - Clematis*, Waldrebe
 - 5* Perigon und kronblattartige Nektarblätter (oder Krone)
 - Ranunculus*, Hahnenfuss
 - Adonis*, Adonisröslein → Kelch + Krone

Fam. **Berberidaceae**

Verholzte Sträucher, Nektarblätter mit 2 Drüsen.

Beispiel: *Berberis vulgaris*, Berberitze

Strauch mit (meist dreiteiligen) Dornen und spitzgezähnten Blättern, gelbe Blütenhülle (P6 N6 \underline{C}_1), mit roten Beeren als Früchte; an sonnigen Lagen in lichten Wäldern, Nebenwirt von Weizenrost (*Puccinia graminis*).

Fam. **Papaveraceae**, Mohngewächse

Kräuter mit Milchsaft (enthalten zahlreiche Alkaloide); Blütenhülle aus Kelch und Krone bestehend, einheitlich auf Zweigliedrigkeit reduziert: K2 C2+2 A ∞ \underline{C}_2 $\rightarrow \infty$

Die beiden Kelchblätter fallen beim Öffnen der Blüte ab. Frucht eine vielsamige Kapsel, die sich mit Löchern öffnet, oder eine Schote.

Beispiele: *Papaver rhoeas*, Klatsch-Mohn

Pflanze mit weissem Milchsaft, Blüten rot, Kapsel kugelig mit sehr vielen kleinen Samen (für Mohnbrötchen verwendet); 1-2 jährig, häufig in warmen Lagen oder auf Schuttplätzen, Ackerunkraut.

Chelidonium majus, Schöllkraut, Warzenkraut

Pflanze mit gelbem Milchsaft (zytostatisch, in der Volksmedizin zur Warzenbehandlung benutzt), Blüten gelb, Frucht eine Schote; halbschattige Lagen, Ruderalstellen, Hecken, Mauern.

Nutzpflanzen: Der Schlafmohn (*Papaver somniferum*) wurde seit der Pfahlbauzeit als Ölpflanze genutzt (Samen mit ölreichem Endosperm); der Milchsaft der Pflanze (vor allem bei unreifen Kapseln, aus dem das Rohopium gewonnen wird) enthält zahlreiche Alkaloide; das wichtigste ist Morphin mit schmerzlindernder und berauschender Wirkung.

Ordnung ROSALES

Früher wegen morphologischer Ähnlichkeit der Blütenmerkmale (ähnliche Entwicklungsstufe) in die Nähe der Ranunculales gestellt; heute als eine höher entwickelte Ordnung zu den Rosanae gestellt. Blüten- und Fruchtmerkmale sehr vielgestaltig, oft mit verdicktem, krugförmigen Blütenboden, in den die Fruchtknoten eingesenkt sind; viele verholzten Arten (Bäume, Sträucher), meist mit Nebenblättern.

Artenreich und ökonomisch von Bedeutung ist v.a. die Familie Rosaceae.

Fam. **Rosaceae**, Rosengewächse

Die Familie ist weltweit verbreitet (hauptsächlich in der gemässigten Zone) und umfasst über 3000 Arten (apomiktische Kleinarten nicht eingerechnet), in CH über 150. Vertreten sind Holzpflanzen und Kräuter mit wechselständigen, oft zusammengesetzten Blättern. Blütenhülle doppelt (Kelch + Krone), meist 5-zählig, Staubblätter zahlreich (sekundär vermehrt), Fruchtblätter zahlreich (meist chorisperm) bis 1.

K5 C5 (+5) A ∞ \underline{C}_{∞} $\rightarrow 1$ (Maloideae unterständig!)

Wichtige Merkmale für die Gliederung der Familie in Unterfamilien und Gattungen sind bei den Samenanlagen und beim Bau der Früchte zu finden; oft Scheinfrüchte mit Beteiligung von Achsengewebe, welches aus Geweben des Blütenstiels hervorgegangen ist, oder Sammelfrüchte. In der Schweiz sind 4 Unterfamilien vertreten.

1) Spiroideae:

- vielsamige Balgfrüchte (z.B. *Spiraea*)
- 1-samige Schliessfrüchte (Nüsschen) mit balgähnlichem Aussehen (z.B. *Filipendula*); leitet über zu Rosoideae.

2) Rosoideae:

- viele 1-samige Schliessfrüchte auf hartem Blütenboden (= Sammel-Nüsschen) (z.B. *Potentilla*, *Geum*, *Dryas*)
- Sammelfrüchte mit fleischig verdicktem Blütenboden (z.B. *Fragaria*, Erdbeere)
- Blütenachse krugförmig vertieft, Kelchbecher fleischig (z.B. *Rosa*) → Hagebutte
- Sammel-Steinfrucht (Fruchtwand mit fleischigem Mesokarp und hartem Endokarp) (z.B. *Rubus*: Himbeere, Brombeere)
- 1-samige Schliessfrucht von erhärtetem Blütenbecher umgeben (z.B. *Agrimonia*, *Alchemilla*, *Sanguisorba*).

3) Maloideae (Fruchtknoten unterständig):

- Fruchtblätter pergamentartig (Kerngehäuse), von saftig-fleischigem Achsengewebe umgeben (= Kernapfel) (z.B. *Cydonia*, *Malus*, *Sorbus*)
- Fruchtblätter sklerotisiert (= Steinapfel), mit fortschreitender Reduktion der Fruchtblattzahl (z.B. *Mespilus*, *Crataegus*, *Cotoneaster*)

4) Prunoideae:

- 1-samige Steinfrüchte (z.B. *Prunus*)

Apomiktische Fortpflanzung

Unter Apomixis versteht man allgemein eine Fortpflanzung ohne sexuelle Vorgänge. Bei Angiospermen handelt es sich meist um eine ungeschlechtliche Entwicklung von Samen ohne vorherige Befruchtung (= Agamospermie). Dabei entsteht die Eizelle und die übrigen Embryosackkerne ohne Meiose, was zu muttergleichen (klonalen) Tochterpflanzen führt. Zur Entwicklung des Samens braucht es aber in der Regel die Befruchtung der Polkerne, die dann ein polyploides (da nicht reduziertes) Endosperm bilden.

Erklärung für Vielgestaltigkeit: Apomixis ist meist nicht obligat und kann mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit durchbrochen werden (inklusive Bastardierung). Das führt zu folgenden Phänomenen:

- 1) Polyploide Reihen (Befruchtung von nicht reduzierten Eizellen)
- 2) Fixierung von einmal entstandenen Genotypen
- 3) Umweltfaktoren wirken selektiv auf bestimmte Genotypen.