

GLIEDERUNG DER ANGIOSPERMAE

Traditionelle Systeme (bis in die späten 90er Jahre) unterteilten die Angiospermae in zwei Unterklassen (Dicotyledonae, Monokotyledonae). Namensgebendes Merkmal war die Zahl der Keimblätter, wobei eine Reihe weiterer morphologischer Merkmale bei Spross und Blüten auftreten, die eine Zuordnung zu den beiden Gruppen erlauben.

Neue phylogenetische Untersuchungen basierend auf DNA Sequenzdaten schlagen vor die Angiospermae in drei Gruppen aufzuteilen:

- 1) Basale Angiospermae (mit monosulcaten Pollen)
z.B. Nymphaeales, Magnoliales
- 2) Monocotyledonae (bisheriger Umfang)
- 3) Eudicotyledonae (übrige mit tricolpaten Pollen)

Die Basalen Angiospermae sind durch zwei plesiomorphe Merkmale charakterisiert: 2 Keimblätter, monosulcate Pollen. Die beiden anderen Gruppen durch je ein apomorphes Merkmal charakterisiert: 1 Keimblatt (Monocotyledonae), resp. tricolpate Pollen (Eudicotyledonae). Monocotyledonae und Eudicotyledonae sind monophyletisch, während die Basalen Angiospermae paraphyletisch sind.

Monosulcate Pollen haben eine längsgestreckte Keimfalte (furchenähnlicher, verdünnter Bereich, wo der Pollenschlauch austritt); tricolpate Pollen haben drei rundliche Keimöffnungen (meist äquatorial).

Vergleich Monocotyledonae / Eudicotyledonae (vgl. Folie):
(Liliidae/Rosidae)

Bauplan von Grundtypen mit gestreckter Hauptachse:

- Anzahl Keimblätter (primäres Merkmal): im Embryo angelegt, erscheint als erstes, wenn die Saat aufgeht; meist deutlich verschieden von Laubblättern; für praktische Zuordnung kaum brauchbar, da bei adulten Pflanzen nicht mehr sichtbar.
- Blätter: Blattnervatur, Blattrand und -teilung, Blattstiel, Blattscheide (basaler Teil des Blattes umgibt den Stengel)
- Blüten: Zähligkeit von Perigon, Kelch und Krone, Staubblattkreise (Anordnung alternierend!)
- Leitbündel: Anordnung im Stengelquerschnitt, Kambium und sekundäres Dickenwachstum (Jahrringe)
- Wurzeln: Hauptwurzel bleibt erhalten (allorhiz) oder wird durch sprossbürtige Wurzeln ersetzt (homorhiz)

MONOCOTYLEDONAE, Einkeimblättrige

Unterklasse Liliidae

Umfasst mit ca. 55'000 Arten etwa 22 % der Angiospermae. Monocotyledonae haben sich vor ca. 125 mio. Jahren (Kreide) aus ursprünglichen zweikeimblättrigen Angiospermen entwickelt. Urformen weisen Merkmale auf, wie wir sie heute noch bei Basalen Angiospermen finden (verholzte Sträucher, chorikarpe Fruchtblätter, viele Staubblätter, einfache Blütenhülle, schraubenständige Anordnung aller Blütenteile).

Merkmale: - 1 Keimblatt, Pollen monosulcat

- Blütenhülle einfach (Perigon), meist 3-zählig
- Leitbündel zerstreut, ohne Kambium (kein sekundäres Dickenwachstum möglich)
- Blätter meist parallelnervig
- Blattscheiden häufig, Blattstiele selten
- Hauptwurzel kurzlebig, wird durch sprossbürtige Wurzeln ersetzt (homorrhiz)

Systematische Gliederung:

Man kann die Monocotyledonae in 3 Gruppen einteilen.

- 1) Ursprüngliche Ordnungen (paraphyletisch, zeigen oft noch ursprüngliche Angiospermae Merkmale)
- 2) Tierbestäubte Ordnungen (paraphyletisch, mit meist grossen, farbigen Blüten)
- 3) Windbestäubte Ordnungen (monophyletisch, oft reduzierte Blüten, bei uns meist grasartig)

In den folgenden zwei Doppelstunden werden 4 Ordnungen mit ausgewählten einheimischen Familien besprochen.

Überblick der behandelten Taxa:

Ordnung: <i>Alismatales</i>	}	ursprünglich
Fam. Alismataceae (u.a.)		
Fam. Araceae		
Ordnung: <i>Liliales</i>	}	tierbestäubt
Fam. Liliaceae		
Fam. Colchicaceae		
Fam. Melanthiaceae		
Ordnung: Asparagales	}	windbestäubt (sekundär)
Fam. Asparagaceae		
Fam. Amaryllidaceae		
Fam. Iridaceae		
Fam. Orchidaceae	}	windbestäubt (sekundär)
Ordnung: <i>Poales</i>		
Fam. Poaceae Echte Gräser		
Fam. Cyperaceae Sauergräser		
Fam. Juncaceae		
Fam. Typhaceae		

Ordnung: ALISMATALES

Fam. **Alismataceae** (u.a.)

Krautige Wasser- und Sumpfpflanzen mit oft noch ursprünglichen Merkmalen: chorikarpe Fruchtblätter, viele Staubblätter, Perigon (alle Organe schraubenständig). Die Familie (zusammen mit Butomaceae) umfasst wenige, z.T. auffällige einheimische Arten; die meisten sind selten und wegen Biotopzerstörung und Verschwinden von Feuchtgebieten bedroht.

Beispiel: *Butomus umellatus*, Schwanenblume

Blüten mit 6 Perigonblätter, 9 Stbb. und vielen chorikarpen, mehrsamigen Fruchtblättern, Blüten in Dolden; stehende Gewässer (Röhricht, Stauseen).

Fam. **Araceae**, Aronstabgewächse

Vorwiegend tropische Kräuter oder Lianen, Blütenstände sind Kolben, meist umgeben von auffälligem Hochblatt (Spatha). Andere haben stark reduzierte Vegetationskörper mit winziger Spatha (früher eigene Fam. Lemnaceae). Umfasst einige beliebte Zimmerpflanzen (z.B. *Philodendron*). Wenige einheimische Arten.

Beispiele: *Arum maculatum*, Gefleckter Aronstab

Blätter pfeilförmig, netznervig! Nicht mit Blüten besetzter Teil des Kolbens purpurviolett (aus Spatha herausragend); Blüten eingeschlechtig, ohne Perigon, weibliche Blüten unten, männliche oben, von Spatha umgeben und oben durch Sperrborsten (sterile Blüten) verschlossen. Insektenfalle: harnartiger Geruch lockt Insekten an, die sich auf der glatten und mit Öltröpfchen versehenen Innenseite der Spatha nicht halten können und in den Kessel rutschen; erst nach erfolgreicher Bestäubung (über Nacht), verdorren die Haare und sie können die Falle verlassen); feuchte kalkhaltige Böden in Laubmischwäldern, kollin. Frisch giftig und hautreizend (Oxalatnadeln).

Lemna minor, Kleine Wasserlinse

Wasserpflanzen mit weitest gehender Reduktion der vegetativen und sexuellen Organe; blattartige Glieder 0.2 bis 15 mm lang (kleinste Blütenpflanzen der Welt!), frei auf dem Wasser schwimmend, durch Sprossung vermehrend und ganze Teppiche bildend; Blüten 1-geschlechtig (1 od. 2 Staubblätter, 1 Fruchtknoten), einheimische Arten vermehren sich meist nur vegetativ.

Familien der früher weitgefassten und heterogenen Ordnung Liliales werden heute zwei verschiedenen Ordnungen zugerechnet (Liliales/Asparagales, zusammen mit weiteren Familien). Zudem haben Erkenntnisse aus molekularphylogenetischen Untersuchungen auch die Aufteilung der Familien (mit Gattungen) stark verändert. Früher als wichtig angesehene morphologische Merkmale (z.B. Stellung des Fruchtknotens) sind mehrfach entstanden (konvergent) und sind deshalb nicht geeignet natürliche Verwandtschaftsgruppen zu charakterisieren. Die heute anerkannte Einteilung kann deshalb nicht immer mit morphologischen Merkmalen nachvollzogen werden.

Gemeinsame Merkmale der Liliales/Asparagales:

- Meist ausdauernde Kräuter mit Zwiebeln, Knollen oder Rhizomen (Geophyten)
- Blätter oft lanzettlich und ganzrandig (ohne Stiel) mit parallelen Hauptnerven
- Blüten mit Grundformel: $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$

Abwandlungen betreffen:

- Stellung des Fruchtknotens (ober-/unterständig)
- Zahl der Staubblätter (1 oder 2 Kreise)
- Symmetrie der Blüte
- Verwachsung des Perigons

Differenzialmerkmale von 3 „Leitfamilien“ der Liliales und Asparagales:

	Liliaceae Liliengewächse	Amaryllidaceae Amaryllisgewächse	Iridaceae Schwertliliengewächse
Fruchtknoten	oberständig	oberständig od. unterständig	unterständig
Staubblätter	6	6	3
Blütenstand*	Traube	Dolde	Ähre/Traube
Beispiele	Lilie, Tulpe	Narzisse, Schneeglöckchen	Schwertlilie, Krokus
Nutzpflanzen	Zierpflanzen	Lauch, Zwiebel	Safran

* Blütenstand kann auf eine einzige terminale Blüte reduziert sein.

Ordnung: LILIALES

Zwischen den parallelen Hautnerven feine netzförmige Nerven. Blüten aktinomorph mit Blütenformel $P_{3+3} A_{3+3} \underline{G}_{(3)}$ und oberständigem Fruchtknoten aus 3 verwachsenen Fruchtblättern. Blüten oft bunt gefärbt mit dunklen Flecken; viele sind deshalb bekannte Zier- und Gartenpflanzen (Tulpe, Lilien). Weltweit 11 Familien mit etwa 1600 Arten, drei Familien sind einheimisch.

Fam. **Liliaceae**, Liliengewächse

Pflanzen meist mit Zwiebeln; Blüten in Trauben, manchmal reduziert auf eine terminale Blüte. Verbreitung Nordhemisphäre (CH 14 Arten).

Fam. **Colchicaceae**

Pflanzen mit Sprossknollen; Perigonblätter zu langer Röhre verwachsen.

Beispiel: *Colchicum autumnale*, Herbstzeitlose

Grosse lila Blüten (erscheinen im Herbst), Perigonröhre bis 25 cm lang (Fruchtknoten im Boden versenkt), Blätter und Früchte erscheinen im Frühjahr; häufig auf feuchten Wiesen und Weiden; enthält ein potentes Zellgift (Colchizin).

Fam. **Melanthiaceae**

Pflanzen mit horizontal kriechendem Rhizom; Blüten in Trauben oder Rispen.

Ordnung: ASPARAGALES

Blätter zwischen den parallelen Hautnerven ohne netzförmige Nerven. Perigonblätter 6, meist frei und ohne dunkle Flecken, Stbb. 3 oder 6, Fruchtknoten ober- oder unterständig. Weltweit 24 Familien mit über 30'000 Arten, 5 Familien einheimisch.

Fam. **Asparagaceae**

Pflanzen ohne Zwiebeln; Blütenstand eine Traube mit eher kleinen, meist weissen Blüten. Blütenformel wie Liliaceae.

Fam. **Amaryllidaceae**, Amaryllisgewächse

Pflanzen meist mit Zwiebeln; Blütenstand eine Dolde, manchmal reduziert auf eine Blüte, von 1 bis 3 häutigen Hochblättern umgeben; Fruchtknoten ober- oder unterständig; 1600 Arten weltweit verbreitet (CH 21).

Fam. **Iridaceae**, Schwertliliengewächse

Pflanzen mit Rhizomen oder Sprossknollen; Blüten aktinomorph oder zygomorph; Staubblätter 3, Fruchtknoten unterständig; 1870 Arten weltweit verbreitet (CH 8).

Beispiel: *Crocus sativus*, Safran

Blüht im Herbst (blau), Kulturrelikt (Ursprung Westhimalaja), welches zur Safrangewinnung angebaut wird (z.B. im Wallis, Gemeinde Mund); rote Narben werden von Hand gepflückt (600 Blüten für 1 g Trockengewicht), pulverisiert und als Safran (Gewürz oder Färbemittel) gehandelt (z.Zt. teuerstes Gewürz, Kilopreis höher als Gold), verwendet in sehr kleinen Mengen intensiv gelb (Farbstoff Crocin); wird für Reisgerichte, Kuchen, Brot und sogar Likörherstellung verwendet.

Fam. **Orchidaceae**, Orchideen

Eine der artenreichsten Familien (25'000 Arten). Am artenreichsten in den Regen- und Nebelwäldern Südamerikas und Südostasiens (z.B. Amazonas, dort meist Epiphyten); einheimische Arten ausschliesslich erdbewohnend, viele sind selten und in der Schweiz geschützt (Ausnahmen: Knabenkräuter, Männertreu). Orchidaceae sind eine hochspezialisierte Familie, die sich schon früh von anderen Asparagales abgetrennt hat.

Vegetative Merkmale: ausdauernd, erdbewohnend oder epiphytisch, häufig mit Rhizomen oder Sprossknollen; Blätter breitoval bis grasartig (ähnlich Liliales).

Blüten: zygomorph (senkrechte Symmetrieebene), auffallend gefärbt, mit 6 freien Perigonblätter, medianes Blatt des inneren Kreises meist anders geformt (= Lippe, oft mit Sporn), um 180° gedreht (= Resupination, oft an Verdrehung des Fruchtknotens sichtbar); Staubblatt 1 (selten 2), Staubfaden mit Griffel und Narbe zu einer Säule verwachsen, Pollenmasse (Inhalt einer Theke) meist als ganzes übertragen (zusammen mit klebrigem, sterilen Teil der Narbe = Pollinium); Fruchtknoten unterständig, aus 3 synkarpen Fruchtblättern aufgebaut, bildet Kapselfurcht mit sehr vielen, winzig kleinen Samen (bis 3 mio, vgl. Vanille).

Blütenbiologie: Orchideen sind bekannt für ihre raffinierte Blütenbiologie. Es werden 4 Haupttypen unterschieden:

- 1) Kesselfallenblumen (z.B. Frauenschuh)
- 2) Nektarblumen (z.B. *Gymnadenia*)
- 3) Nektartäuschblumen (z.B. Knabenkräuter, *Nigritella*) imitieren Arten mit Nektar
- 4) Sexualtäuschblumen (z.B. *Ophrys*): Gestalt und Oberflächenstruktur der Lippe gleicht den Weibchen von solitären Bienen oder Wespen, welche durch Duftstoffe (ähnlich Sexualpheromone) angelockt werden. Nach der Landung auf der Blüte versuchen die Männchen zu kopulieren und beladen sich dabei mit Pollinien (kleben an Brust oder Kopf); später beim Besuch einer anderen Blüte erfolgt die Bestäubung. Die Insektenarten sind in der Regel auf eine Orchideenart spezialisiert, was mögliche Bastardierungen zwischen verschiedenen Arten verhindert (Isolationsmechanismus). Das Zusammenwirken von olfaktorischen, optischen und taktilen Schlüsselreizen der Blüten mit dem bestäubenden Insekt ist durch Koevolution entstanden. Pollenüberträger bei tropischen Orchideen auch Kolibri, Fledermäuse oder Frösche.

Mykorrhiza: Orchideen leben in Symbiose mit (endotrophen) Mykorrhizapilzen (z.B. *Rhizoctonia* oder *Sebacina*, Basidiomycetes), welche Wurzeln und andere Gewebe infizieren (Hyphenknäuel im Innern der Zellen). Vor allem bei der Keimung der endospermlosen Samen sind die meisten Orchideen auf die Kohlenhydratzufuhr durch die Mykorrhizapilze angewiesen. Einige Orchideenarten (z.B. *Neottia nidus-avis*, Vogelnestwurz) sind zeitlebens heterotroph und parasitieren ihre Mykorrhizapilze (= Mykoheterotrophie). Zudem kann die

Orchideenmykorrhiza mit einem Mykorrhizapilz einer benachbarten assimilierenden Pflanze (z.B. ein Waldbaum) assoziiert sein und damit die Kohlenhydrate von dieser beziehen.

Einheimisch sind Arten aus 24 Gattungen mit insgesamt 62 Arten; Blüten sind meist eher klein und unscheinbar, sind aber wegen ihrer Seltenheit naturschützerisch wertvoll und deshalb geschützt.

Beispiele: *Cypripedium calceolus*, Frauenschuh

Auffällige gelbe Unterlippe, Schuh oder Pantoffel ähnlich, bekannteste einheimische Orchidee; lichte Wälder, Gebüsche, auf kalkreichen Böden in geschützten Lagen. Bestäubung erfolgt durch Insekten (z.B. Sandbienen), die im Pantoffel gefangen bleiben (Kesselfallentyp), gelangen später über Haartreppe und „Fenster“ in der Kesselwand ins Freie, dabei streifen sie an den Narben vorbei und nehmen Pollinien auf; grosse oder schwache Insekten bleiben gefangen.

Ophrys, Ragwurz

Viele endemische Arten im Mittelmeerraum, die 6 einheimische Arten sind selten. Auffällige Unterlippe meist samtig behaart und dunkel mit heller Zeichnung, übrige Perigonblätter von anderer Farbe; Blüten täuschen weibliche Sexualpartner von solitären Bienen oder Wespen vor (Sexualmimikry); Vorkommen in ungedüngt Trockenwiesen (verschwinden bei Düngung) und lichten Föhrenwäldern.

Vanilla planifolia, Vanilleorchidee

Kletterpflanze mit Ranken, aus der Frucht (Kapsel) wird nach einem Fermentationsprozess das in der Fruchtschale enthaltene Vanille gewonnen. Das Aroma beruht neben dem Vanillin noch auf 35 weiteren Bestandteilen, daher dem synthetischen Aroma weit überlegen; Pflanze ursprünglich in Mexiko heimisch, heute auch in Indonesien, Madagaskar u.a. kultiviert. Dort erfolgt die Bestäubung von Hand, weil die natürlichen Bestäuber (Kolibri) fehlen.