

Botanischer Garten der Universität Tübingen

1974 – 2008

2 System

FRANZ OBERWINKLER

Emeritus für Spezielle Botanik und Mykologie
Ehemaliger Direktor des Botanischen Gartens

2016

2016 zur Erinnerung an

LEONHART FUCHS (1501-1566),
450. Todesjahr

40 Jahre Alpenpflanzen-Lehrpfad
am Iseler, Oberjoch, ab 1976

20 Jahre Förderkreis Botanischer Garten
der Universität Tübingen, ab 1996

für alle, die
im Garten gearbeitet
und
nachgedacht haben

Inhalt

Vorwort	8
Baupläne und Funktionen der Blüten	9
Hierarchie der Taxa	13
Systeme der Bedecktsamer, Magnoliophytina	15
Das System von ANTOINE-LAURENT DE JUSSIEU	16
Das System von AUGUST EICHLER	17
Das System von ADOLF ENGLER	19
Das System von ARMEN TAKHTAJAN	21
Das System nach molekularen Phylogenien	22
Basale Gruppen	26
Amborellales	26
Nymphaeales, Seerosenartige Gewächse	26
Austrobaileyales	28
Schisandraceae, Spaltstaubblattgewächse	28
Ceratophyllales, Hornblattartige Gewächse	28
Einkeimblättrige Blütenpflanzen	29
Acorales, Kalmusartige Gewächse	30
Arales, Aronstabartige Gewächse	30
Araceae, Aronstabgewächse	30
Orontiaceae, Goldkeulengewächse	31
Lemnaceae, Wasserlinsengewächse	31
Alismatales, Froschlöffelartige Gewächse	32
Hydrocharitaceae, Froschbißgewächse	32
Butomaceae, Schwanenblumengewächse	33
Alismataceae, Froschlöffelgewächse	33
Juncaginaceae, Dreizackgewächse	33
Potamogetonaceae, Laichkrautgewächse	34
Scheuchzeriaceae, Blumenbinsengewächse	34
Tofieldiaceae, Liliensimsengewächse	35
Dioscoreales, Yamswurzelartige Gewächse	35
Nartheciaceae, Beinbrechgewächse	36
Dioscoreaceae, Yamswurzelgewächse	36
Liliales, Lilienartige Gewächse	37
Melanthiaceae, Schwarzblütengewächse	37
Colchicaceae, Zeitlosengewächse	38
Alstroemeriaceae, Inkaliliengewächse	38
Smilacaceae, Stechwindengewächse	38
Liliaceae, Liliengewächse	39
Asparagales, Spargelartige Gewächse	40
Iridaceae, Irisgewächse	40
Asphodelaceae, Affodillgewächse	41
Hemerocallidaceae, Tagliliengewächse	41
Agapanthaceae, Schmuckliliengewächse	41
Alliaceae, Lauchgewächse	42
Amaryllidaceae, Narzissengewächse	42
Aphyllanthaceae, Blattlosblütengewächse	43
Hyacinthaceae, Hyazinthengewächse	43
Anthericaceae, Grasliliengewächse	44

Asparagaceae, Spargelgewächse	44
Ruscaceae, Mäusedorngewächse	45
Orchidales, Orchideen	45
Commelinidae, Tradescantienartige Verwandtschaft	47
Typhales, Rohrkolbenartige Gewächse	48
Typhaceae, Rohrkolbengewächse	48
Sparganiaceae, Igelkolbengewächse	48
Juncales, Binsenartige Gewächse	49
Juncaceae, Binsengewächse	49
Cyperaceae, Sauergräser	50
Poales, Süßgräser	53
Commelinales, Tradescantienartige Gewächse	55
Zingiberales, Ingwerartige Gewächse	56
Cannaceae, Blumenrohrgewächse	56
Zweikeimblättrige Blütenpflanzen,	57
Magnoliidae, Magnolienartige Verwandtschaft	58
Magnoliales, Magnolienartige Gewächse	59
Laurales, Lorbeerbaumartige Gewächse	60
Lauraceae, Lorbeergewächse	60
Calycanthaceae, Gewürzstrauchgewächse	61
Aristolochiales, Osterluzeiartige Gewächse	61
Piperales, Pfefferartige Gewächse	62
Saururaceae, Molchschwanzgewächse	62
Ranunculales, Hahnenfußartige Gewächse	63
Berberidaceae, Berberitzengewächse	63
Nandinaceae	64
Ranunculaceae, Hahnenfußgewächse	64
Papaveraceae, Mohngewächse	65
Fumariaceae, Erdrauchgewächse	66
Proteales, Silberbaumartige Gewächse	68
Platanaceae, Platanengewächse	68
Nelumbonaceae, Lotosblumengewächse	69
Trochodendrales, Radbaumartige Gewächse	70
Buxales, Buchsbaumartige Gewächse	71
Gunnerales, Mammutblattartige Gewächse	72
Rosidae, Rosenartige Verwandtschaft	73
Saxifragales, Steinbrechartige Gewächse	74
Paeoniaceae, Pfingstrosengewächse	74
Altingiaceae, Amberbaumgewächse	75
Hamamelidaceae, Zaubernußgewächse	75
Cercidiphyllaceae, Katsurabaumgewächse	75
Daphniphyllaceae, Lorbeerblattgewächse	76
Crassulaceae, Fetthennengewächse	77
Haloragaceae, Tausendblattgewächse	77
Penthoraceae	78
Iteaceae	78
Grossulariaceae, Johannisbeergewächse	78
Saxifragaceae, Steinbrechgewächse	79
Geraniales, Storchschnabelartige Gewächse	80
Crossosomatales	81
Staphyleaceae, Pimpernußgewächse	81

Stachyuraceae, Ährenschwanzgewächse	81
Zygophyllales, Jochblattartige Gewächse	82
Celastrales, Zürgelbaumartige Gewächse	83
Celastraceae, Zürgelbaumgewächse	83
Parnassiaceae, Sumpferzblattgewächse	84
Malpighiales, Leinartige Gewächse	84
Hypericaceae, Johanniskrautgewächse	85
Violaceae, Veilchengewächse	86
Passifloraceae, Passionsblumengewächse	86
Salicaceae, Weidengewächse	87
Euphorbiaceae, Wolfsmilchgewächse	87
Linaceae, Leingewächse	89
Oxalidales, Sauerkleeartige Gewächse	89
Fabales, Hülsenfrüchtler	90
Mimosaceae, Mimosengewächse	90
Caesalpiniaceae, Johannisbrotbaumgewächse	91
Fabaceae, Schmetterlingsblütler	91
Polygalaceae, Kreuzblümchengewächse	92
Rosales, Rosenartige Gewächse	93
Rosaceae, Rosengewächse	93
Rhamnaceae, Kreuzdorngewächse	94
Elaeagnaceae, Ölweidengewächse	95
Ulmaceae, Ulmengewächse	95
Cannabaceae, Cannabinaceae, Hanfgewächse	96
Urticaceae, Brennnesselgewächse	96
Moraceae, Maulbeerbaumgewächse	97
Cucurbitales, Gurkenartige Gewächse	97
Coriariaceae, Gerberstrauchgewächse	98
Cucurbitaceae, Gurkengewächse	98
Datisceae, Scheinhanfgewächse	99
Begoniaceae, Begonien	99
Fagales, Buchenartige Gewächse	100
Nothofagaceae, Südbuchengewächse	101
Fagaceae, Buchengewächse	101
Myricaceae, Gagelsträucher	101
Juglandaceae, Walnußgewächse	102
Betulaceae, Birkengewächse	102
Casuarinaceae, Keulenbaumgewächse	103
Myrtales, Myrtenartige Gewächse	103
Onagraceae, Nachtkerzengewächse	103
Lythraceae, Weiderichgewächse	104
Brassicales, Kreuzblütlerartige Gewächse	105
Tropaeolaceae, Kapuzinerkressengewächse	106
Resedaceae, Waugewächse	106
Capparidaceae, Kaperngewächse	106
Cleomaceae, Spinnenpflanzen	107
Brassicaceae, Cruciferae, Kreuzblütler	107
Malvales, Malvenartige Gewächse	109
Thymelaeaceae, Seidelbastgewächse	109
Cistaceae, Cistrosengewächse	110
Tiliaceae, Lindengewächse	110

Malvaceae, Malvengewächse	111
Sapindales, Seifenbaumartige Gewächse	112
Aceraceae, Ahorngewächse	113
Rutaceae, Rautengewächse	113
Vitales, Weinartige Gewächse	114
Santalales, Sandelbaumartige Gewächse	114
Caryophyllidae, Nelkenartige Verwandtschaft	115
Caryophyllales, Nelkenartige Gewächse.....	115
Tamaricaceae, Tamariskengewächse	117
Frankeniaceae.....	117
Plumbaginaceae, Bleiwurzwächse	117
Polygonaceae, Knöterichgewächse	118
Amaranthaceae, Fuchsschwanzgewächse	118
Chenopodiaceae, Gänsefußgewächse.....	119
Aizoaceae, Mittagsblumen	119
Phytolaccaceae, Kermesbeerengewächse.....	120
Caryophyllaceae, Nelkengewächse	120
Nyctaginaceae, Wunderblumengewächse	121
Basellaceae, Schlingmeldengewächse	121
Montiaceae, Quellkrautgewächse.....	122
Portulacaceae, Portulakgewächse.....	122
Cactaceae, Kakteen	123
Dilleniales, Rosenapfelartige Gewächse	123
Asteridae, Asternähnliche Gewächse	125
Cornales, Hartriegelartige Gewächse	127
Loasaceae, Blumennesselgewächse	127
Hydrangeaceae, Hortensiengewächse	127
Cornaceae, Hartriegelgewächse	128
Davidiaceae, Taubenbaumgewächse.....	129
Ericales, Heidekrautartige Gewächse.....	130
Balsaminaceae, Springkrautgewächse	130
Polemoniaceae, Himmelsleitergewächse	131
Primulaceae, Primelgewächse	131
Theaceae, Teegewächse	132
Actinidiaceae, Kiwigewächse, Strahlengriffelgewächse	133
Ericaceae, Heidekrautgewächse	133
Garryales, Seidenquastenartige Gewächse.....	134
Gentianales, Enzianartige Gewächse	135
Rubiaceae, Rötengewächse	136
Gentianaceae, Enziangewächse.....	136
Apocynaceae, Hundsgiftgewächse.....	137
Lamiales, Taubnesselartige Gewächse.....	138
Oleaceae, Ölbaumgewächse	138
Gesneriaceae, Gloxiniengewächse	139
Plantaginaceae, Wegerichgewächse.....	139
Callitrichaceae, Wassersterngewächse.....	140
Globulariaceae, Kugelblumengewächse	141
Scrophulariaceae, Rachenblütler	141
Buddlejaceae, Schmetterlingsstrauchgewächse	142
Martyniaceae, Gemshorngewächse	143
Acanthaceae, Akanthusgewächse.....	143

Bignoniaceae, Trompetenbaumgewächse	144
Verbenaceae, Eisenkrautgewächse	145
Lamiaceae, Lippenblütler	145
Paulowniaceae, Kaiserbaumgewächse	146
Orobanchaceae, Sommerwurzgewächse	147
Boraginales, Raublattartige Gewächse	148
Boraginaceae, Raublattgewächse	148
Hydrophyllaceae, Wasserblattgewächse	149
Heliotropiaceae, Sonnwendegewächse	149
Solanales, Nachtschattenartige Gewächse	150
Solanaceae, Nachtschattengewächse	150
Convolvulaceae, Windengewächse	151
Cuscutaceae, Kleeseidengewächse	152
Aquifoliales, Stechpalmenartige Gewächse	152
Aquifoliaceae, Stechpalmengewächse	152
Helwingiaceae	153
Apiales, Doldenblütlerartige Gewächse	154
Araliaceae, Efeugewächse	154
Apiaceae, Doldenblütler	154
Dipsacales, Kardenartige Gewächse	156
Adoxaceae, Moschuskrautgewächse	156
Sambucaceae, Holundergewächse	156
Diervillaceae, Buschgeißblattgewächse	157
Caprifoliaceae, Geißblattgewächse	157
Linnaeaceae, Moosglöckchengewächse	158
Morinaceae, Kardendistelgewächse	158
Dipsacaceae, Kardengewächse	159
Valerianaceae, Baldriangewächse	159
Asterales, Asternartige Gewächse	160
Campanulaceae, Glockenblumengewächse	160
Lobeliaceae, Lobeliengewächse	160
Stylidiaceae, Säulenblumen	161
Menyanthaceae, Fieberkleegewächse	161
Asteraceae, Körbchenblütler	162
Glossar	163
Abkürzungen	173
Schriften	173
Anhänge	173
Dank	174
Literatur	174
Index	199

Vorwort

Dies ist „**Teil 2 System**“ eines Rückblicks auf den Botanischen Garten der Universität Tübingen für den Zeitraum 1974-2008. Eine Übersicht des Gartens wurde im ersten Teil gegeben (siehe **Teil 1 Übersicht**).

Das System hat in wissenschaftlichen Botanischen Gärten eine zentrale Bedeutung.

Es ermöglicht, die Vielfalt der höheren Pflanzen in einer räumlich gegliederten Anordnung zu überblicken.

Systematiker haben sich immer bemüht, Gliederungsvorschläge zu erarbeiten, die überzeugend erschienen. Dies konnte nur im Rahmen der jeweils verfügbaren Untersuchungsmethoden erfolgen. Daher basierten traditionelle Systeme auf vergleichend morphologischen Prinzipien. Diese wurden zunehmend durch Merkmale aus dem Chemismus ergänzt. Bei breiter Kenntnis einer Organismengruppe ergaben sich zusätzliche Charakteristika aus ihrer Ökologie und Verbreitung.

Es bestand daher seit langem der Anspruch, „**natürliche Systeme**“ zu erarbeiten, die ein Abbild der Evolution liefern sollten.

Diese Absicht erfuhr einen revolutionären Aufschwung, als molekulare Marker zur Erstellung von Abstammungsgemeinschaften verwendet werden konnten. Molekularphylogenien haben in wenigen Jahren Systematik und Evolutionsforschung erfasst und dominiert.

Es werden **Steckbriefe für die Verwandtschaften** verwendet, die knappe Beschreibungen der wichtigsten Merkmale, Verbreitungsangaben und kurze Hinweise zu **phylogenetischen Hypothesen** enthalten. Diese lassen sich in den Gesamtzusammenhang der Bedecktsamer, Angiospermae, mit Hilfe der Übersicht von Abb. 19 einbinden. Die Literaturzitate zielen primär auf Neuerungen ab, die erstmals publiziert wurden, werden aber,

wenn es angebracht erschien, durch weitere Publikationen bis 2016 ergänzt.

Die **Familienbeschreibungen** wurden weitgehend aus den Vorlesungen von HERMANN MERXMÜLLER (1959-64) an der Universität München und dem Syllabus der Pflanzenfamilien (MELCHIOR 1964) entnommen sowie durch eigene Vorlesungsmaterialien zu „Höhere Pflanzen“ (1974-2007) ergänzt. Chemische Daten stammen aus der Chemotaxonomie der Pflanzen von HEGNAUER (1962 folgende).

Die Texte und Pflanzenbilder wechseln mit **Aufnahmen aus dem System** ab. Dadurch kann ein Bezug zum jeweiligen Revier hergestellt werden. Als zusätzliche Orientierungshilfen werden in diesen Text mehrfach gleich beschriftete **Satellitenaufnahmen** eingefügt.

Im Text werden vereinzelt **Links** in den Botanischen Garten verwendet, wie sie von 2005 bis 2008 eingerichtet wurden. Damit kann festgestellt werden, wie lange die ehemaligen, revier- und pflanzenspezifischen Verlinkungen verfügbar bleiben.

Das **System ist das zentrale Revier des Gartens**. Mit dem Arboretum werden Gehölze der gemäßigten Breiten einbezogen. Daher wird in der vorliegenden Darstellung immer auf die Reviere im Baumgarten verwiesen. Desgleichen werden auch andere Anpflanzungen im Garten berücksichtigt. Das System kann damit auch auf subtropische und tropische Pflanzengruppen ausgedehnt werden.

Für Nicht-Botaniker werden die Fachtermini in einem **Glossar** erläutert.

Zweck dieser Darstellung ist, die Bedeutung des Systems für den akademischen Unterricht zu dokumentieren.

Baupläne und Funktionen der Blüten



Abb. 1: Längsschnitt durch die Blüte einer Gartentulpe, *Tulipa kaufmanniana*. Die Blütenorgane sind beschriftet. Weiteres im Text. Orig.

Die Bedeutung der Blütenbaupläne

Blütenmorphologie ist in der Systematik der Blütenpflanzen für das Erkennen von Verwandtschaften unverzichtbar. Darauf wird bei der Besprechung der Systeme immer wieder eingegangen. Die wichtigsten Grundlagen zu Blütenbauplänen und ihren Funktionen werden daher vorweg exemplarisch dargestellt.

An einem nicht ganz medianen Blütenlängsschnitt der **Gartentulpe**, *Tulipa kaufmanniana* (Abb. 1) sind zu sehen: gleichgestaltete Blütenblätter (P) in zwei Reihen, nach innen gefolgt von Staubblättern (A) und einem zentralen Fruchtknoten (G) mit einer terminalen Narbe.

Hauptblütenorgane und ihre Kennbuchstaben:

- K – Kelch
- C – Krone
- P – Blütenblätter (Perianth), die nicht in Kelch- und Kronblätter differenziert sind
- A – Staubblätter (Androeceum)
- G – Fruchtknoten (Gynoeceum), aus Fruchtblättern gebildet
- Sa – Samen(anlagen)

Das einfache Beispiel der Tulpe zeigt in ihrem Blütenbauplan die **Grundstrukturen der Blüten der Einkeimblättrigen** (Monocotyledoneae), ist also repräsentativ für viele Arten, die dieser Verwandtschaft angehören.

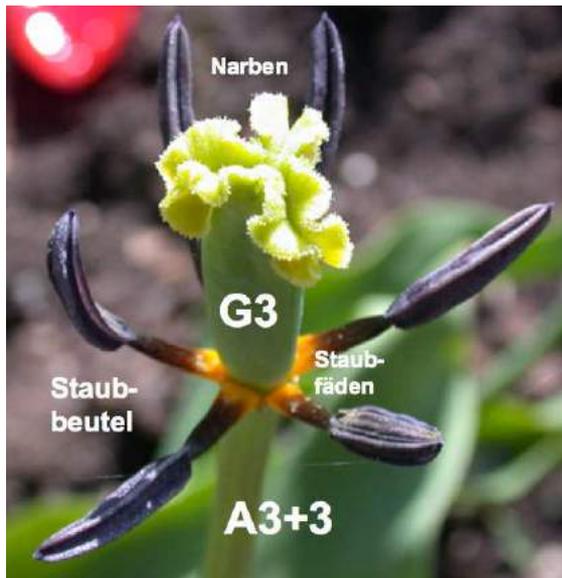


Abb. 2: **Tulpenblüte ohne Blütenblätter.** Alle 6 Staubblätter sind sichtbar; sie stehen auf zwei Kreisen, daher A 3+3. zentraler, dreiblättriger Fruchtknoten erkennbar an den drei Kanten und den drei terminalen Narben.

Wenn Blütenorgane abpräpariert werden, kann die Anordnung an der Abstammungsachse gut erkannt werden. Bei der Tulpe ließen sich die sechs Blütenblätter von zwei Wirteln entfernen. Das gleiche trifft auf die Staubblätter zu (Abb. 2). Dass der in der Mitte stehende Fruchtknoten aus drei Fruchtblättern verwachsen ist (G3), läßt sich unschwer am Querschnitt erkennen (Abb. 3). Aber auch die drei Narben an der Spitze des Fruchtknotens weisen darauf hin (Abb. 2).

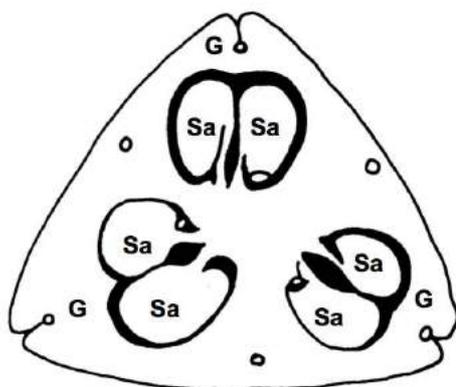
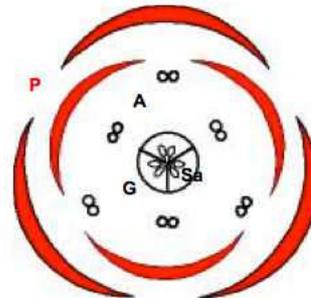


Abb. 3: Querschnitt durch den dreiblättrigen **Fruchtknoten** (G) der Tulpe mit zentralwinkelständigen Samenanlagen (Sa). Die Mitte der einzelnen Fruchtblätter liegt an der jeweiligen Kante des Fruchtknotens. Orig.

Im **Fruchtknoten** der Tulpe sind die Samenanlagen (Sa) zentral inseriert (Abb. 3). Sie werden zumeist an den Rändern der Frucht-

blätter gebildet. Das bedeutet bei der Tulpe, dass die drei Fruchtblätter mit ihren Seiten verwachsen sind und damit ihre Ränder in die Mitte gelangten. Dies ist eine zentrale Plazentation der Samenanlagen.



P3+3 A3+3 G(3)

Abb. 4: **Blütendiagramm und Blütenformel** der Tulpe: 2 Kreise von 3 jeweils gleichen Blütenhüllblättern (P), gefolgt von 2 Kreisen Staubblättern (A) und einem zentralen Fruchtknoten aus 3 verwachsenen Fruchtblättern (G). Entsprechend lautet die Blütenformel P3+3 A3+3 G(3). Orig.

Blütenstrukturen und die Zahlen der an ihrem Bau beteiligten Organe lassen sich durch **Diagramme** und **Formeln** wiedergeben. Für die Tulpe ist das in Abb. 4 gezeigt.

Als **Grundregel** kann die **Abfolge der Blütenorgane** gelten, von außen nach innen (Abb. 5): **K, C** (bzw. P in Abb. 5), **A, G, Sa**.

Die unterschiedlichen Blütenbaupläne sind nicht nur ein Ausdruck der Evolution der Blütenpflanzen, sondern auch der vielfältigsten Anpassungen an Bestäubungs- und Verbreitungsbiologie.

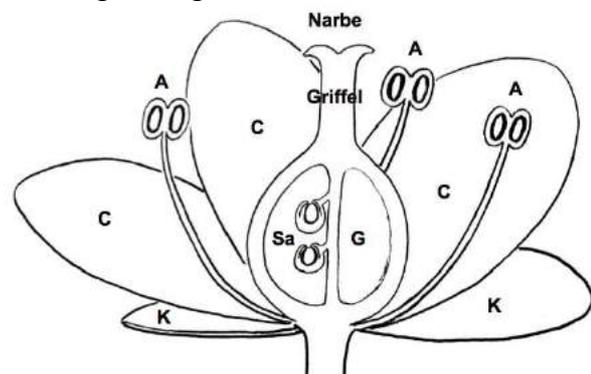


Abb. 5: Längsschnitt einer **Blüte mit Kelch- (K) und Kronblättern (C)**, Staubblättern (A), zu einem Fruchtknoten (G) verwachsenen Fruchtblättern, die mit einem gemeinsamen Griffel in den Narben enden. Samenanlagen (Sa) sind zentralwinkelständig inseriert. Orig.

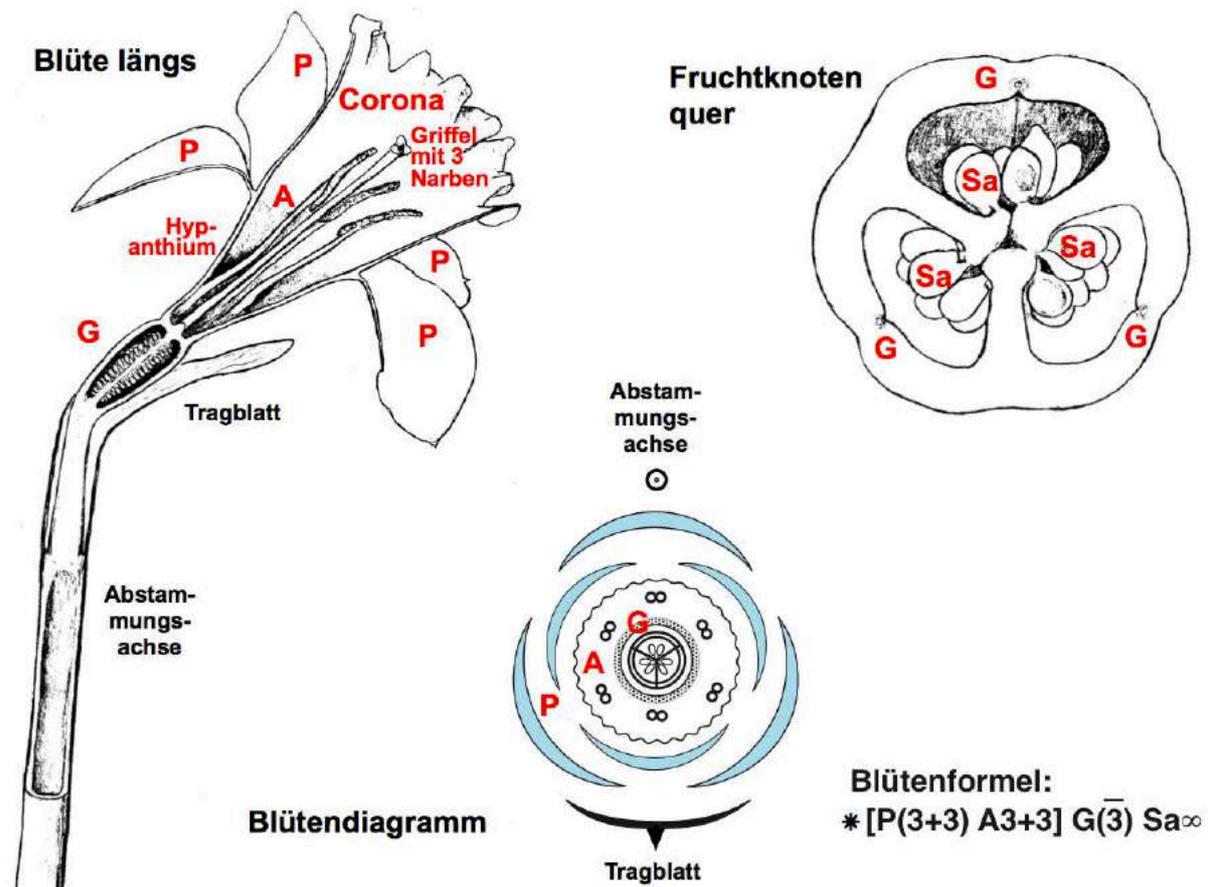


Abb. 6: Längsschnitt durch die **Blüte der Osterglocke**, *Narcissus pseudonarcissus*, Narzissengewächse, Amaryllidaceae. Querschnitt durch den Fruchtknoten mit zentralwinkelständigen Samenanlagen und Blütendiagramm in der Darstellung für die oberen Organteile, also nicht ihre Verwachsungen. A Staubblätter, **Corona** Kronblattauswuchs (Krönchen), **G** Fruchtknoten, **P** Kronblätter, **Tb** Tragblatt der Blüte. Orig.

Um Übereinstimmungen und Abweichungen der Blütenbaupläne aus der gleichen Verwandtschaft der Einkeimblättrigen, Monocotyledoneae, zu verdeutlichen, wird die **Osterglocke** verwendet (Abb. 6).

Der **Blütenlängsschnitt** zeigt einen Fruchtknoten (G) mit dem terminal alle übrigen Blütenorgane verwachsen sind. Dieser Fruchtknoten wird unterständig genannt, im Diagramm doppelt konturiert und in der Blütenformel mit

$\overline{G(3)}$ angegeben.

Ein Strich unter (3) würde einen oberständigen Fruchtknoten bezeichnen. Darauf wird, wegen des häufigen und normalen Vorkommens, oftmals verzichtet (Abb. 4).

Besonderheiten der Osterglocken-Blüte sind die basal zu einer Röhre verwachsenen Kronblätter und der **Krönchenauswuchs**. Die Blütenröhre, **Hypanthium**, wird im Diagramm als Ring um den Fruchtknoten und in der Formel mit eckiger Klammer angegeben.

Das Krönchen, Corona, hat im Diagramm einen gewellten Ring. In der Blütenformel ist diese Struktur nicht berücksichtigt.

Die **Kronblätter** (P) sind im Diagramm mit ihren oberen, freien Teilen wiedergegeben. Der **unterständige Fruchtknoten** (G) ergibt zwangsläufig, dass sie mit ihm verwachsen sind. Dass eine Kronröhre ausgebildet ist, wird durch die Signatur des Hypanthiums und in der Formel durch die runde Klammer angegeben.

Die in der Kronröhre inserierten **Staubblätter** (A) zeigt die eckige Klammer an. Da die Insertion basal ist, wurde sie im Diagramm nicht berücksichtigt. Dies wäre durch radiale Verbindungen zwischen Staubblättern und Hypanthium möglich.

Viele **Samenanlagen** (Sa) sind durch die liegende Acht in der Formel symbolisiert. Der **radiärsymmetrische Bau der Blüte** wird durch den Stern * vor der Formel angegeben.

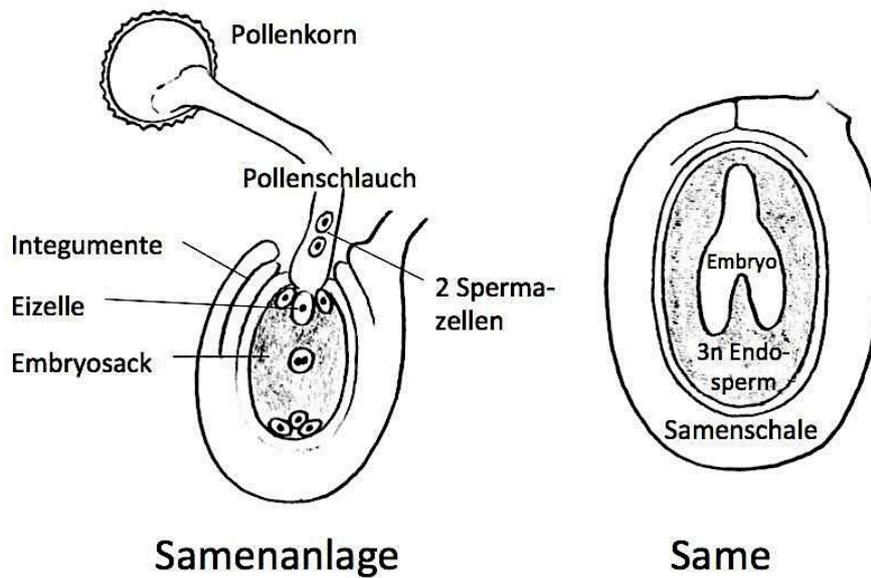


Abb. 7: Längsschnitte durch eine **Samenanlage** (links) und einen **Samen** (rechts). Die Samenanlage ist illustriert zum Zeitpunkt kurz vor der Befruchtung durch eine Spermazelle aus dem Pollenschlauch. Erläuterung im Text. Orig.

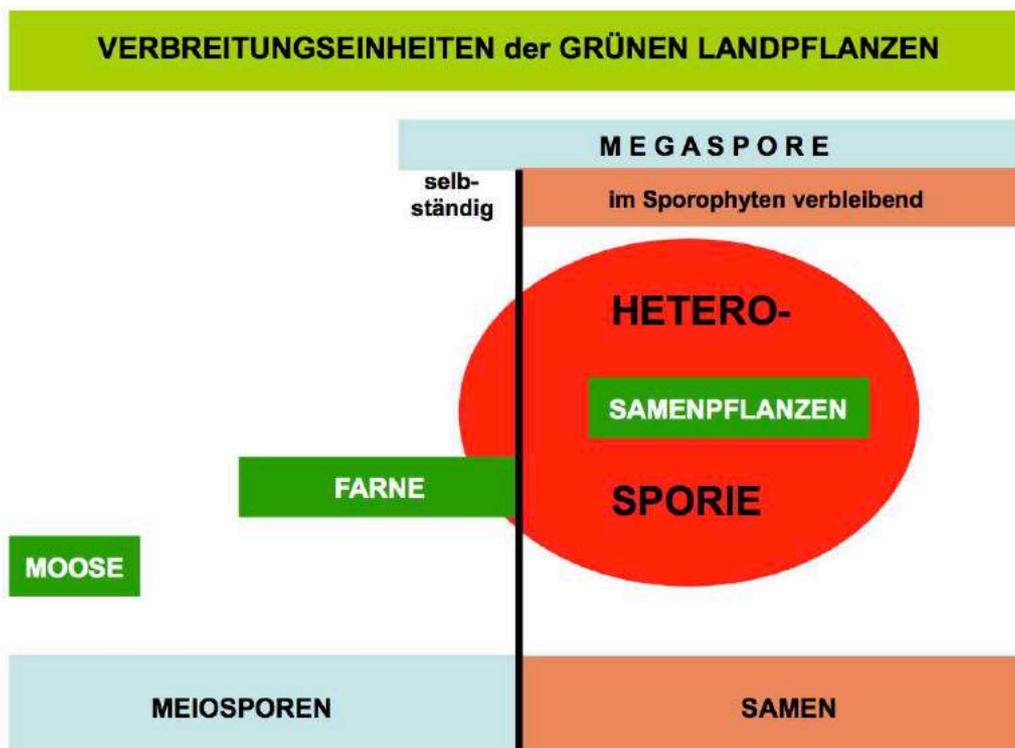


Abb. 8: **Verbreitungseinheiten von Moosen, Farnen und Samenpflanzen.** Die im Schema verwendeten Fachausdrücke werden im Text erklärt. Orig.

Obwohl Sinn und Zweck von Blüten durch ihre Reifestadien der Früchte selbsterklärend sind, soll auf die höchst komplizierten und ungemein effizienten Vermehrungs- und Verbreitungseinheiten der **Samen** entwicklungs-

geschichtlich kurz eingegangen werden (Abb. 7).

Aus der **haploiden Eizelle**, eingeschlossen in der Samenanlage und diese im Fruchtknoten befindlich (Abb. 3-6), wird eine **diploide Zy-**

gote, die sich zum **Embryo** weiterentwickelt. Dieser wird von einem Nährgewebe, dem **Endosperm**, umgeben. Es entsteht aus der zunächst diploiden **Embryosackzelle**, die nach Verschmelzung mit einer weiteren Zelle aus dem Pollenschlauch durch deren Kern triploid wird. Der **Embryo**, also die junge Pflanze, wird durch die **Samenschale**, die aus diploidem Mutterpflanzen-Gewebe besteht, geschützt, bis günstige Bedingungen für die Keimung gegeben sind.

Dieser Vorgang ist die Kombination von sexueller Fortpflanzung mit Vermehrung. Sexuelle Fortpflanzung bedeutet Bildung von **Gameten** durch **Reduktionsteilung** (R!) und der Verschmelzung ihrer Kerne, **Karyogamie** (K!) in der Zygote.

Sexuelle Fortpflanzung: R! + K!

Moose und **Farne** vermehren sich durch ihre Sporen, genauer, ihre **Meiosporen** (Abb. 8), die durch Reduktionsteilung (R!) entstanden sind. Diese haploiden Sporen keimen und bilden eigenständige, **haploide Pflanzen**, weil meist unscheinbar, „Pflänzchen“ genannt. Sie bilden in eigenen Organen, den **Gametan-**

gien, die Gameten. Die männlichen Gameten der Moose und Farne sind begeißelt, benötigen daher **Wasser**, in dem sie zu den weiblichen Eizellen schwimmen können.

Samenpflanzen haben diese Schwierigkeiten in ihrem Entwicklungsgang überwunden durch den Verlust der begeißelten männlichen Gameten und durch den Verlust eigenständiger haploider Pflänzchen für die Gametenbildung. Bei ihnen werden die männlichen Gameten als **nicht begeißelte Spermazellen** im Pollenschlauch gebildet (Abb. 7). Der weibliche Gamet ist die Eizelle in der Samenanlage.

Der **Vorteil der Samenpflanzen** gegenüber Moosen und Farnen als Landpflanzen besteht darin, dass für ihre sexuelle Fortpflanzung kein Wasser benötigt wird.

Im Schema der Abb. 8 werden noch die Termini **Megaspore** und **Heterosporie** verwendet. Diese Begriffe beziehen sich auf unterschiedlich ausgebildete, zumeist kleine männliche und größere, weibliche Meiosporen. Die Megasporen verbleiben im bildenden **Sporophyten**.

Hierarchie der Taxa

Abteilung		divisio -phyta
Unterabteilung		subdivisio -phytina
Klasse		classis -opsida
Unterklasse		subclassis -idae
Ordnung		ordo -ales
Unterordnung		subordo -ineae
Familie		familia -aceae
Unterfamilie		subfamilia -oideae
Gruppe	tribus -eae	
Gattung	genus	
Art	species	

Hierarchische Stufenleiter der Klassifizierung von Taxa mit deutschen und lateinischen Namen. In der wissenschaftlichen Nomenklatur werden ab der Gruppe taxonspezifische Endungen verwendet, die fett angegeben wurden. Die wissenschaftlichen binären Artnamen, nicht jedoch ihre Autoren, werden kursiv geschrieben.

Für die Systematisierung von Organismen ist die Verwendung von hierarchischen Einheiten zweckmäßig. Diese **Taxa** werden seit altersher benutzt und haben sich bewährt. Gleichwohl sind sie gedankliche Produkte des Menschen und existieren als solche nicht in der Natur. Dieses Faktum wurde und wird nicht selten als Argument gegen Systematik als einer exakten Naturwissenschaft verwendet.

Zusätzlich wird diese Disziplin noch durch „**Autoren**“ belastet. Es sind diejenigen Personen, die erstmals und richtig nach den Vorgaben eines **Internationalen Codes der botanischen Nomenklatur** (ICBN), seit 2011 **Code der Nomenklatur für Algen, Pilze und Pflanzen** (International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants, ICNafp), Organismen beschrieben haben oder beschreiben und deren eigener Name als Bestandteil einer gültigen Benennung zählt.

Seit CARL VON LINNÉ (1707-1778) in *Species Plantarum* (1753) die **binäre Nomenklatur** konsequent angewandt hatte, wird eine **Art** mit zwei Namen, dem Gattungs- und dem Artnamen beschrieben. Dahinter folgt der Name des Autors. Die **Osterglocke** wird wissenschaftlich *Narcissus pseudonarcissus* L. genannt. Autoren, die viele Arten beschrieben haben, werden zumeist mit abgekürztem Namen zitiert, wie L. für LINNÉ.

Bei diesem Verfahren ergibt sich zwangsläufig die Frage, was eine **Art als biologische Einheit** ist. Lange wurde die genetisch plausible Meinung vertreten, dass Individuen, die sich fertil kreuzen, eine Art repräsentieren. Jeder, der Weiden, *Salix*, von ihren natürlichen Standorten und in ihrer Kreuzungsvielfalt kennt, kann dieser Verallgemeinerung nicht zustimmen.

Praktikable **Artumschreibungen**, die mehrere konstante morphologische und ökologische Eigenschaften berücksichtigten, waren schon lange im Gebrauch und auch bewährt, aber schwer eindeutig zu definieren.

Viele molekularphylogenetische Analysen von Populationen „einer Art“ zeigen unterschiedlich hohe **kryptische Variabilitäten**, die verständlich machen, dass Arten an ihren Arealgrenzen mit benachbarten Populationen nächstverwandter Sippen interagieren können und damit nicht mehr eindeutig fassbar sind.

Arten werden zu Gattungen, diese zu Familien, dann zu Ordnungen, schließlich zu Klassen und Abteilungen zusammengefaßt (Abb. 9), die, wenn phylogenetisch analysiert, die Abstammungsgeschichte der betrachteten Organismen reflektieren sollen.

Im folgenden wird nur die Unterabteilung der **Bedecktsamer**, **Magnoliophytina**, der Abteilung Samenpflanzen, Spermatophyta, behandelt.

Systeme der Bedecktsamer, Magnoliophytina

Durch **Systeme** werden Organismengruppen so strukturiert, dass eine Übersicht möglich wird. **Taxonomisch** wird gegliedert und benannt und damit auch klassifiziert. Systeme bezwecken eine gerichtete Ordnung, fast immer um natürliche Verwandtschaften zu erfassen. Diese müssen auf eine gemeinsame Abstammung zurückgeführt werden können und sind dann **Monophyla**. Eine Anordnung nach ihrer evolutiven Entstehung liefert die **phylogenetische Systematik**. Im englischen Sprachgebrauch wird „**taxonomy**“ oft mit „**systematics**“ gleichgesetzt.

plantis libri XVI“, bei GASPARD BAUHIN (1560-1624) in „Pinax theatri botanici“ (1623) und bei JOSEPH PITTON DE TOURNEFORT (1656-1708) in „Éléments de botanique“ (1694).

Bereits in seinem „Regnum Vegetabile“ (1735) hat CARL VON LINNÉ gezeigt, dass Samenpflanzen, Nackt- und Bedecktsamer, am besten zu verstehen sind, wenn ihre Blüten, blühend und fruchtend (Abb. 9), erfasst und verglichen werden.

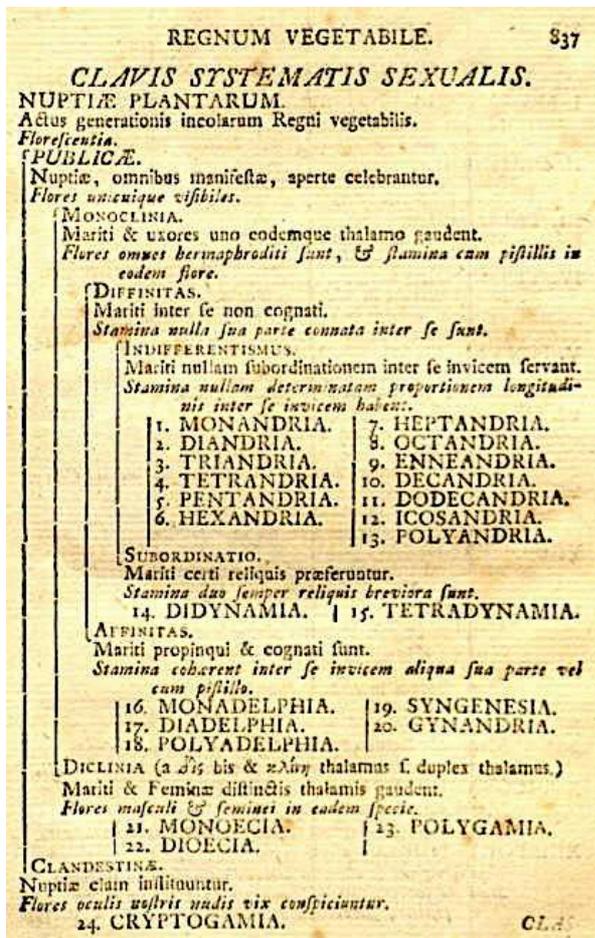


Abb. 9: Schlüssel zum Sexual-System der Blütenpflanzen von CARL VON LINNÉ, aus seinem Regnum Vegetabile (1735).

Makroskopisch eindeutig erkennbare Grundbaupläne von Blüten sind seit altersher zur Zuordnung der Arten zu einer bestimmten Gruppe verwendet worden, so bei ANDREA CAESALPINO (1519-1603) schon 1583 in „De

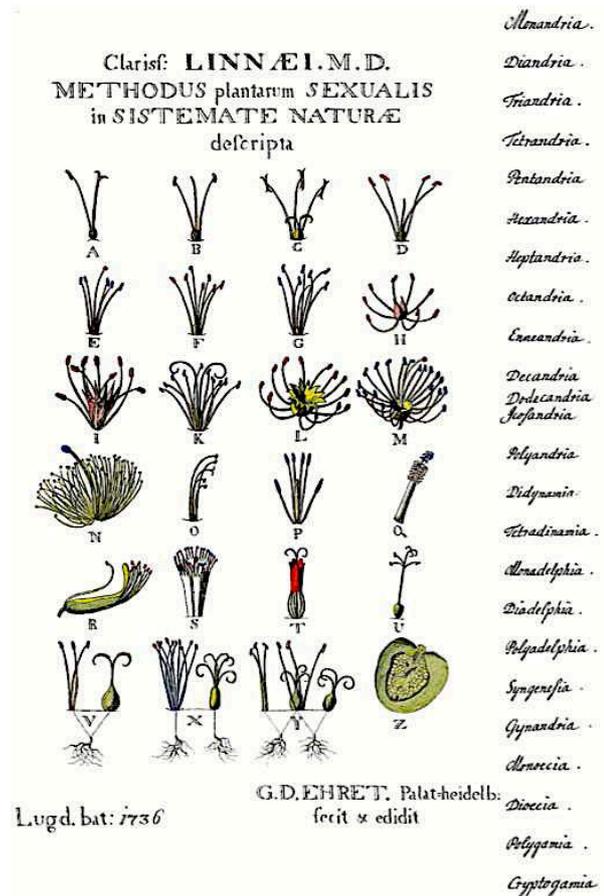


Abb. 10: Illustrationen von Blütenorganen zum Sexual-System von CARL VON LINNÉ durch GEORG DIONYSIUS EHRET (1736).

Das **Sexual-System** von CARL VON LINNÉ wurde ein Jahr später von GEORG DIONYSIUS EHRET (1708-1770) eindrucksvoll illustriert (Abb. 10).

Das System von ANTOINE-LAURENT DE JUSSIEU

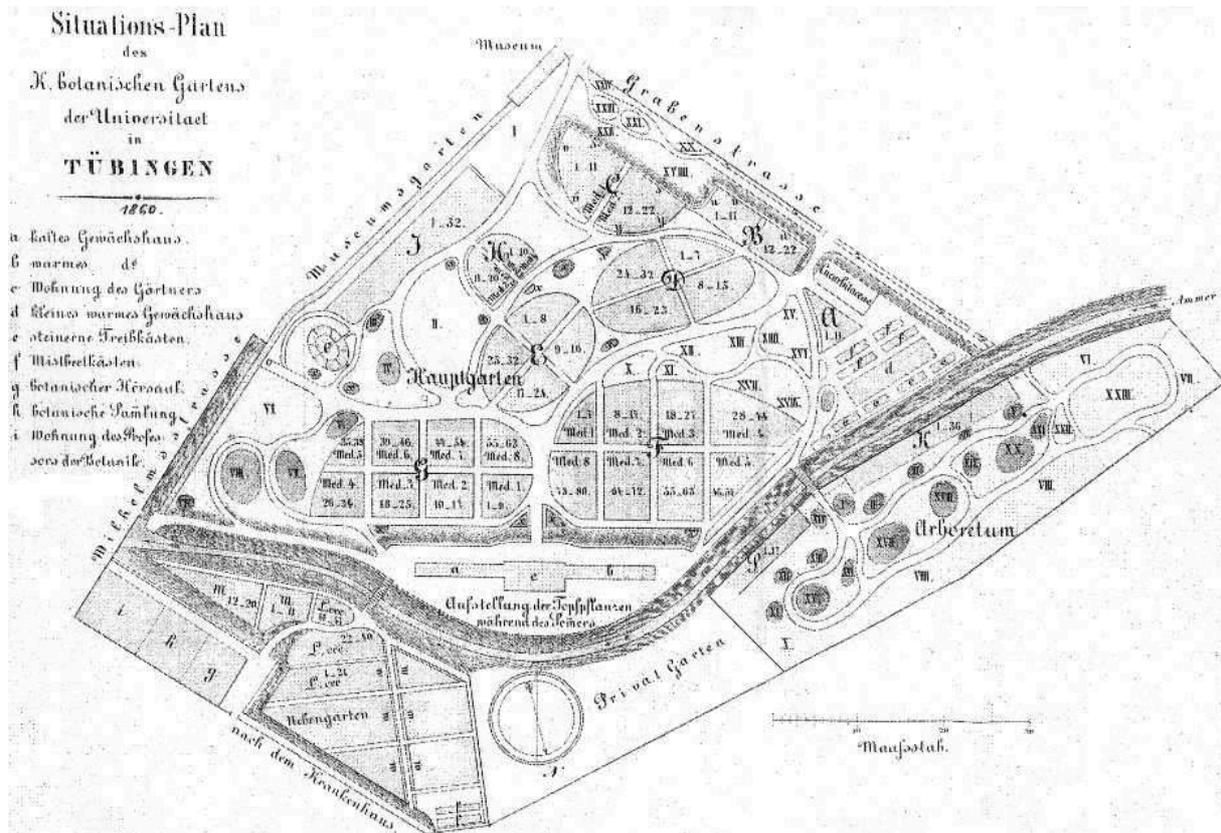


Abb. 11: Erstes System im Alten Botanischen Garten Tübingen nach DE JUSSIEU. Aus HOCHSTETTER (1860).

Im dritten der Tübinger Gärten, der heute als „Alter Botanischer Garten“ bezeichnet wird, wurde zuerst das System von ANTOINE-LAURENT DE JUSSIEU (1748-1836) aus seinen „Genera Plantarum, secundum ordines disposita juxta methodum in Horto Regio Parisiensi exarata“ (1789), übernommen (Abb. 11). Die Zusammenstellung der Stauden im Garten erfolgte, „soweit es thunlich war in sieben grossen Landquartieren“ (HOCHSTETTER 1860, mit der von ihm verwendeten Nomenklatur und Schreibweise):

I. Acotyledoneae, ohne Keimblätter: Im Freien ausdauernde Farnkräuter, Filices (z).

II. Monocotyledoneae, mit einem Keimblatt: **Landquartiere A und B** mit Lilien-, Narzissengewächsen und Verwandten, Smilacaceae, Dioscoreaceae, Aroideae, Liliaceae, Amaryllidaceae, Commelynaceae, Irideae, Orchideae, Colchicaceae.

Landquartier C mit Süß- und Sauergräsern, Gramineae, Cyperaceae, Juncaceae und mit „denjenigen medizinischen Pflanzen aus der

Klasse der Monocotyleae, welche sich im Freien cultivieren lassen“.

III. Dicotyledoneae, mit zwei Keimblättern: **Landquartier D** mit Körbchenblütlern, Compositae.

Landquartier E mit Kardengewächsen (Dipsacaceae), Baldriane (Valerianaceae), Rötengewächse (Rubiaceae), Bleiwurzwächse (Plumbaginaceae), Kugelblumen (Globulariaceae), Wegeriche (Plantagineae), Waagewächse (Resedaceae), Winden (Convolvulaceae), Primeln (Primulaceae) und weitere Körbchenblütler (Compositae).

Landquartier F enthielt folgende Familien: Hülsenfrüchtler (Leguminosae), Nachtkeuzgewächse (Onagraceae), Weideriche (Lythrariceae), Hundswürgergewächse (Apocynaceae), Schwalbenwurzgewächse (Asclepiaceae), Enziane (Gentianeae), Winden (Convolvulaceae) Glockenblumen (Campanulaceae), Rosengewächse (Rosaceae), Doldenblütler (Umbelliferae), Himmelsleitengewächse (Polemoniaceae), Raublattgewächse (Boraginaceae),

Wasserblattgewächse (Hydrophyllaceae), Hahnenfußgewächse (Ranunculaceae), Berberitzen (Berberideae), Mohngewächse (Papaveraceae), Kreuzblütler (Cruciferae), Johanniskräuter (Hypericaceae), Storchschnabelgewächse (Geraniaceae), Cistosen (Cistaceae), Malvengewächse (Malvaceae), Nachtschattengewächse (Solaneae), Eisenkrautgewächse (Verbenaceae) und Akanthusgewächse (Acanthaceae). „In den acht Längs-Rabatten, mit Med. bezeichnet, sind die medizinischen Pflanzen des freien Landes aus diesen genannten Familien zusammengestellt“ gewesen.

Landquartier G enthielt nachstehende Familien: Sauerkleegewächse (Oxalideae), Springkräuter (Balsamineae), Kapuzinerkressen (Tropaeoleae), Rachenblütler (Scrophulariaceae), Lippenblütler (Labiatae), Leinkräuter (Sileneae), Mieren (Alsineae), Wunderblumen (Nyctagineae), Kermesbeeren (Phytolaccaceae), Knöteriche (Polygoneae), Gänsefußgewächse (Chenopodeae), Osterluzeigewächse (Aristolochiaceae), Wolfsmilchgewächse

(Euphorbiaceae), Rautengewächse (Rutaceae), Leingewächse (Linaceae), Brennnesseln (Urticaceae), Scheinhanfgewächse (Datisceae) und Veilchen (Violariaceae). Auch hier waren die Arzneipflanzen (Med.) in eigenen Längsrabatten zugeordnet.

Im **Landquartier H** befanden sich die einjährigen Pflanzen der Körbchenblütler (Compositae) und der Amaranthgewächse (Amaranthaceae).

Landquartier J enthielt Einjährige aus verschiedensten Familien, „der alphabetischen Reihenfolge nach gesät oder gepflanzt und können daher leicht gefunden werden“.

„**Die Bäume und Sträucher, arbores et frutices:** Im Hauptgarten befinden sich im Ganzen vierundzwanzig Gruppen, welche auf dem Situationsplan mit I–XXIV bezeichnet sind. Z.B. *Aesculus hippocastanum* L. steht in der Gruppe VI, *Populus nigra* L. in der Gruppe VIII u.s.w. Die zahlreichen einzeln stehenden Bäume und Sträucher sind sorgfältig etikettiert“.

Das System von AUGUST EICHLER

Die **Monocotyledones** waren untergliedert:

1. Staubblätter unterweibig (hypogynisch)
2. Staubblätter umweibig (perigynisch)
3. Staubblätter oberweibig (epigynisch)

In den „Monocotyledones, stamina perigyna“ unterschied er acht Ordnungen: Palmae, Asparagi, Junci, Lilia, Bromeliae, Asphodeli, Narcissi und Irides.

Die **Dicotyledones** enthielten vier Gruppen mit Untergliederungen der ersten drei Punkte wie bei den Monocotyledones:

1. Apetalae, Kronenlose
2. Monopetalae, mit (scheinbar) einblättriger Krone
3. Polypetalae, mit mehreren getrennten Kronblättern
4. Diclines irregulares, getrenntgeschlechtliche, meist kronenlose Pflanzen

Auch die Systeme von STEPHAN ENDLICHER (1836-40), ADOLPHE BROGNIART (1843) und ALEXANDER BRAUN (1864) untergliederten die Bedecktsamer in Ein- und Zweikeimblättrler.

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde das **System von AUGUST EICHLER** (1839-1887) im Garten eingerichtet, das in seinen „Blüthendiagramme: construiert und erläutert“ (1875) veröffentlicht wurde. EICHLER hatte

dadurch die **Grundlage für die vergleichende Blütenmorphologie** geschaffen, eine wesentliche Voraussetzung dafür, natürliche Verwandtschaften der Blütenpflanzen zu erkennen.

Er gliederte die Pflanzen in Cryptogamae und Phanerogamae, diese in Gymnospermae und Angiospermae und letztere in ein- und zweikeimblättrige Pflanzen.

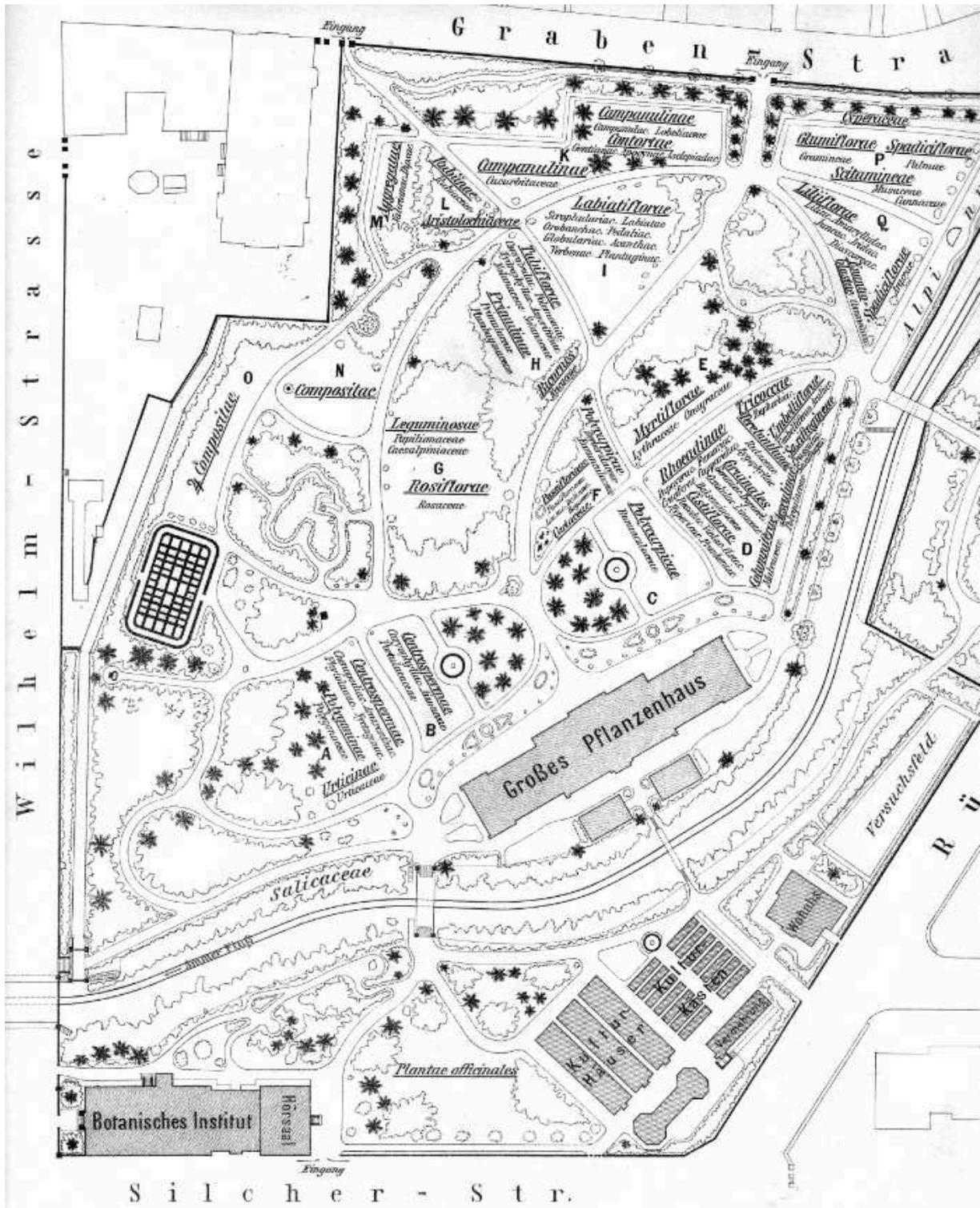


Abb. 12: System im Alten Botanischen Garten Tübingen nach AUGUST EICHLER. Lithographie von W.C. RÜBSAMEN, Stuttgart, nicht datiert.

Aus dem **Gartenplan** (Abb. 12) lassen sich unschwer uns geläufige monophyletische Gruppen ablesen, auch wenn die Nomenklatur überwiegend merkmalsbezogen und nicht, wie heute, Taxon-abgeleitet ist.

Die einkeimblättrigen **Monocotyledoneae** enthielten die sieben Ordnungen:
 Helobiae: Lemnaceae, Najadaceae incl. *Potamogeton*, Hydrocharitaceae, Alismaceae incl. *Butomus*, Juncaginaceae
 Spadiciflorae (EICHLER: „nicht annähernd vollständig“): Araceae, Palmae, Typhaceae

Glumaceae: Cyperaceae, Gramina,
 Enantioblastae: Centrolepidaceae, Restiaceae,
 Eriocaulaceae, Xyridaceae, Commelinaceae,
 Liliiflorae: Juncaceae, Liliaceae s.l., Amaryllidaceae, Dioscoreaceae, Iridaceae, Haemodoraceae, Pontederiaceae, Bromeliaceae
 Scitamineae: Musaceae, Zingiberaceae, Marantaceae
 Gynandrae: Burmanniaceae, Orchidaceae

Die **Dicotyleae** wurden in die verwachsenkronblättrigen Sympetalae und die freikronblättrigen Choripetalae gegliedert.

Sympetalae, Haplostemones:

Tubiflorae: Convolvulaceae, Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Asperifoliae, Solanaceae
 Labiatiflorae: Scrophulariaceae, Lentibulariaceae, Bignoniaceae, Acanthaceae, Gesneraceae, Selaginaceae, Plantagineae, Verbenaceae, Labiatae
 Ligustrinae: Oleaceae, Jasminaceae
 Contortae: Gentianaceae, Loganiaceae, Apocynaceae, Asclepiadaceae

Aggregatae: Rubiaceae, Caprifoliaceae, Valerianaceae, Dipsacaceae, Compositae
 Campanulinae: Campanulaceae, Lobeliaceae, Goodeniaceae, Stylidiaceae
 Anhang: Cucurbitaceae

Sympetalae, Diplostemones:

Primulinae: Primulaceae, Plumbaginaceae, Myrsinaceae

Diospyrinae: Sapotaceae

Obdiplostemones:

Bicornes: Epacridaceae, Ericaceae, Rhodraceae, Hypopityaceae

Die 21 Ordnungen der **Choripetalae** werden aus dem Syllabus (1883) aufgelistet:

Urticinae, Polygonina, Centrospermae, Polycarpicae, Rhoeadinae, Cistiflorae, Columniferae, Gruinales, Terebinthinae, Aesculanae, Frangulinae, Tricoccae, Umbelliflorae, Saxifraginae, Opuntiinae, Passiflorinae, Myrtiflorae, Thymelinae, Rosiflorae, Leguminosae.

Das System von ADOLF ENGLER

Im neuen Garten auf der Morgenstelle wurde zuerst das von ADOLF ENGLER (1844-1930) im Syllabus der Pflanzenfamilien (1903) publizierte System verwendet (Abb. 13). Es enthielt die beiden Klassen Monocotyledoneae und Dicotyledoneae, die von EICHLER (1883) übernommen wurden. Die Familien (1-97) werden im folgenden den Ordnungen nach ENGLER (1903) zugeordnet und dahinter durch deutsche Bezeichnungen ergänzt:

Ordnungen der Monocotyledoneae

Helobiae (1-6) Froschlöffelartige Gew.
 Liliiflorae (9-13) Lilienartige Gew.
 Juncales (14) Binsenartige Gew.
 Commelinales (15) Tradescantienartige Gew.
 Graminales (16) Süßgräser
 Cyperales (17) Sauergräser
 Spathiflorae (18) Aronstabartige Gew.
 Scitamineae (19) Ingwerartige Gew.

Microspermae (20) Orchideen

Ordnungen der Dicotyledoneae:

Casuarinales (21) Keulenbaumartige Gew.
 Juglandales (22) Walnußartige Gew.
 Urticales (23, 24) Brennesselartige Gew.
 Polygonales (25) Knöterichartige Gew.
 Centrospermae (26-32) Nelkenartige Gew.
 Cactales (33) Kakteen
 Celastrales (34) Spindelbaumartige Gew.
 Geraniales (35) Storchschnabelartige Gew.
 Ranunculales (36-38) Hahnenfußartige Gew.
 Aristolochiales (40) Osterluzeiartige Gew.
 Rosales (41-45) Rosenartige Gew.
 Myrtiflorae (46, 47) Myrtenartige Gew.
 Gunnerales (48) Großblattartige Gew.
 Papaverales (50-53) Mohnartige Gew.
 Violales (54-56) Veilchenartige Gew.
 Cucurbitales (57) Gurkenartige Gew.
 Guttiferales (58) Hartheuartige Gew.
 Malvales (59) Malvenartige Gew.

Geraniales (35, 60-63) Storchschnabelartige Gew.
 Rutales (64, 65) Rautenartige Gew.
 Sapindales (66) Seifenbaumartige Gew.
 Umbelliflorae (67-69) Doldenblütlerartige Gew.
 Ericales (70) Heidekrautartige Gew.
 Primulales (71) Primelartige Gew.

Plumbaginales (72) Bleiwurzartige Gew.
 Tubiflorae (73-86) Röhrenblütige Gew.
 Plantaginales (87) Wegerichartige Gew.
 Gentianales (88-90, 92) Enzianartige Gew.
 Dipsacales (91, 93) Kardenartige Gew.
 Campanulales (94-97) Glockenblumenartige Gew.



Abb. 13: Erstes System im Neuen Botanischen Garten Tübingen auf der Morgenstelle nach ADOLF ENGLER. Aus MÄGDEFRAU (1971).

Das System von ARMEN TAKHTAJAN

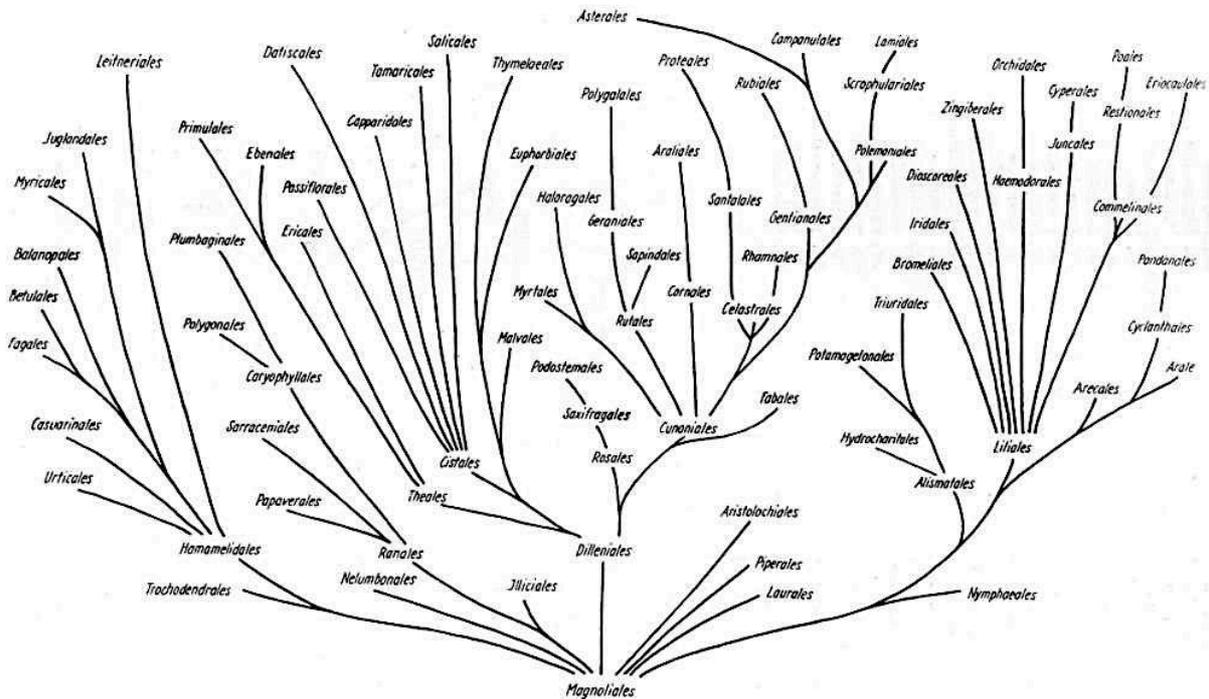


Abb. 14: Ordnungen im System nach TAKHTAJAN (1959).

Der Stammbaum von Abb. 14 faßt die Vorstellungen von ARMEN TAKHTAJAN (1959) zur Stammesgeschichte der Bedecktsamer zusammen. Diese enthält wesentliche Elemente der Klassifizierungen der Angiospermen von EICHLER und ENGLER (siehe oben). Es lassen sich unschwer größere Verwandtschaften erkennen, die in der anschließenden Liste als Überordnungen ausgewiesen sind. Auf diese und die Ordnungen wird in den folgenden Teilen eingegangen.

Dicotyledones

Polycarpicae: Magnoliales, Laurales, Piperiales, Aristolochiales, Nymphaeales, Nelumbonales, Illiciales, Ranales, Papaverales, Sarraceniales

Amentiferae: Trochodendrales, Hamamelidales, Urticales, Casuarinales, Fagales, Betulales, Balanopales, Myricales, Juglandales, Leitneriales

Centrospermae: Caryophyllales, Polygonales, Plumbaginales

Cistiflorae: Dilleniales, Theales, Cistales, Passiflorales, Datiscales, Capparidales, Tamaricales, Salicales

Heteromerae: Ericales, Ebenales, Primulales
Columniferae: Malvales, Euphorbiales, Thymelaeales

Rosiflorae: Rosales, Cunoniales, Saxifragales, Podostemales, Fabales

Myrtiflorae: Myrtales, Haloragales

Pinnatae: Rutales, Sapindales, Geraniales, Polygalales

Umbelliflorae: Cornales, Araliales

Disciflorae: Celastrales, Rhamnales, Santalales, Proteales

Tubiflorae: Gentianales, Rubiales, Polemoniales, Scrophulariales, Lamiales

Campanulatae: Campanulales, Asterales

Monocotyledones

Helobiae: Alismatales, Hydrocharitales, Potamogetonales, Triuridales

Liliiflorae: Liliales, Bromeliales, Iridales, Dioscoreales, Zingiberales, Haemodorales, Orchidales

Junciflorae: Juncuales, Cyperales

Farinosae (Enantioblastae): Commelinales, Eriocaulales, Restionales, Poales

Spadiciflorae: Arecales, Cyclanthales, Arcales, Pandanales



Abb. 15: Systemrevier im neuen Botanischen Garten Tübingen nach Vorstellungen von TAKHTAJAN (1959) und HUBER (1963, 1969). Orig. 4.1976.

Das System nach molekularen Phylogenetien

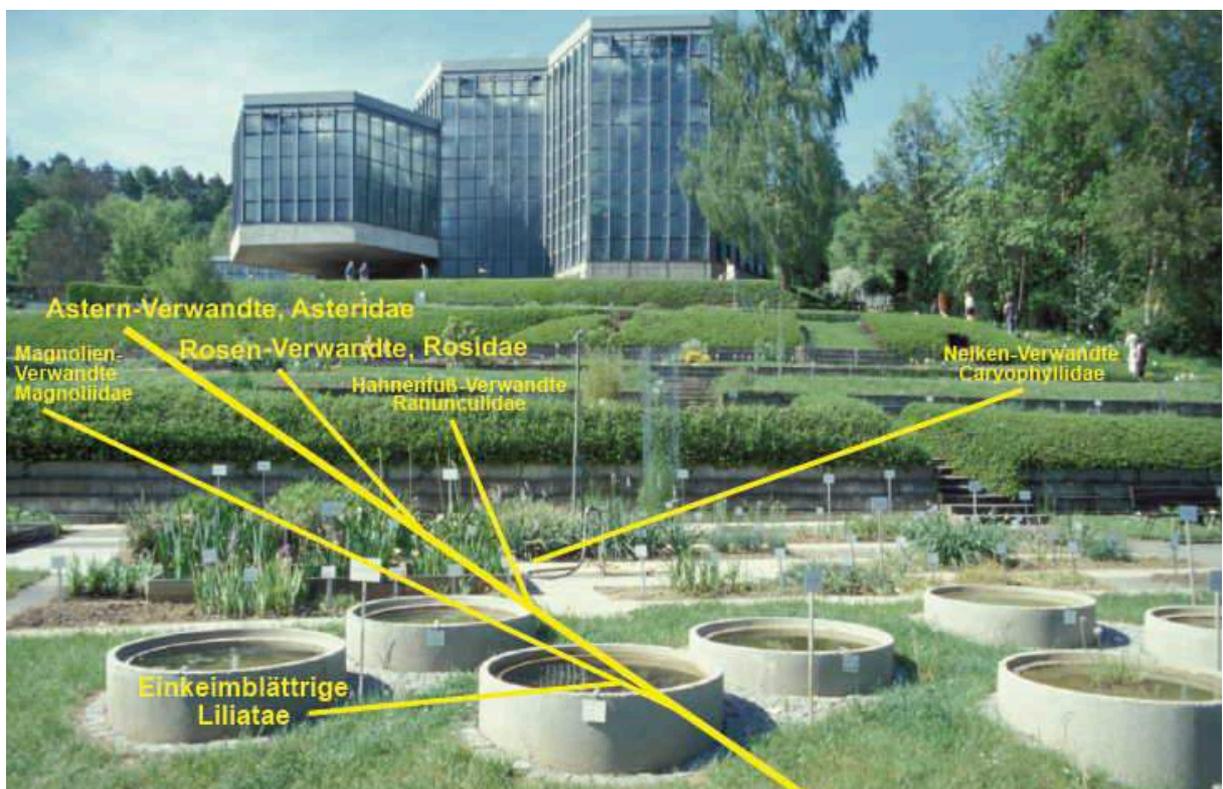


Abb. 16: Systemrevier im neuen Botanischen Garten Tübingen **nach molekularphylogenetischen Hypothesen**. Es sind die Hauptgruppen der Bedecktsamer eingetragen. Die Nymphaeales befinden sich außerhalb des unteren Bildrandes. Orig. 6.2001

Bei meinem Amtsantritt in Tübingen 1974 waren längst die **Systeme** von **ARMEN TAKHTAJAN** (1910-2009) und **ARTHUR CRONQUIST** (1919-1992) anerkannt, Systeme der Angiospermen, die in der Münchner Schule von **HERMANN MERXMÜLLER** (1920-1988) ausgefeilt jedes Sommersemester mit Überzeugungskraft doziert wurden.

Gegen den Widerstand der technischen Leitung hatte sich der Reviergärtner des Systems, **EMIL FUHRER**, 1974-75, der neuen Aufgabe eines Umbaus der Anlage gewidmet, diese in erstaunlich kurzer Zeit gemeistert und mit pflegerischer Bravour die Qualität der Präsentation über seine Dienstjahre hinweg erhalten. Wir konnten gut mitverfolgen, wie die **molekular begründete Systematik** entwickelt wurde und allmählich ihren unangefochtenen Siegeszug antrat. Dieser Neuentwicklung auch in der Darstellung des Gartensystems

Rechnung zu tragen, war eine besondere Herausforderung.

Im **LEONHART FUCHS**-Jahr 2001 tagte der Verband Botanischer Gärten in Tübingen. Als Hauptthema wurde „**Systeme in Botanischen Gärten**“ gewählt. Wir konnten als Vorreiter unter deutschen Gärten ein nach molekularphylogenetischen Hypothesen angeordnetes System vorführen. Das terrassenförmige Gelände der Tübinger Anlage eignete sich dafür naturgemäß besonders. Daher war es nicht nur gerechtfertigt, sondern vielmehr verpflichtend, einen hohen wissenschaftlichen Anspruch für dieses Revier geltend zu machen. In der 2007 erstellten Internetpräsentation des Gartens war es möglich, durch Anklicken eines gelisteten Familiennamens das Teilrevier im Plan des Systems zu lokalisieren.



Abb. 17: Systemreviere auf den Terrassen des neuen Botanischen Gartens mit Benennungen der **Großgruppen**. Orig. 10.5.2005.

System mit Revieren für Angiospermen-Ordnungen



Abb. 18: Systemreviere in der Terrassenanlage vor dem Tropicarium. Unterlegt ist der Meisterplan von ANDREAS BINDER.

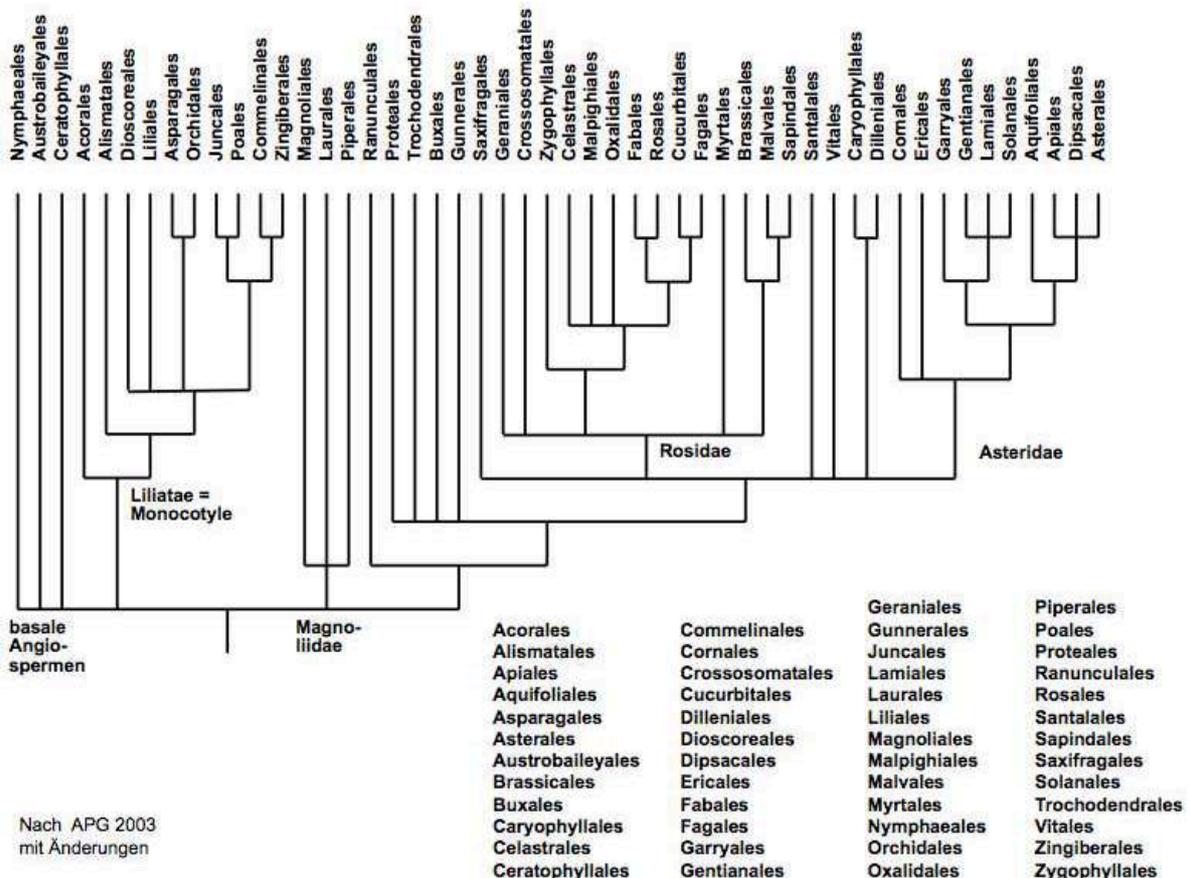


Abb. 19: System der Bedecktsamer, Angiospermae, nach APG II 2003, verändert.

Das aktuelle System der Bedecktsamer, Angiospermae, dargestellt auf den Terrassen vor dem Tropicarium (Abb. 16-20)

Dieses Kapitel ist strikt wissenschaftlich ausgerichtet. Um es für interessierte Nicht-Systematiker verstehbar zu machen, wurden, soweit möglich, auch deutsche Namen für Organismengruppen, Familien und Ordnungen, verwendet. Es wird empfohlen, den folgenden Text mit den Abb. 19, 20 und 21 zu vergleichen sowie die dazugehörigen Anhänge (**System 1, 2, 3, 4**) gleichzeitig zu benutzen.

Vertiefend kann der Stoff dadurch aufbereitet werden, dass die im Anhang verfügbaren, alphabetisch gelisteten Familien, zusätzlich verwendet werden.

Bei geeigneten Beispielen werden die Systeme von EICHLER (1883), ENGLER (1900-, 1903), TAKHTAJAN (1959), HUBER (1991), CRONQUIST (1981, 1988) mit molekular begründeten Phylogenien (CHASE et al. 1993, APG 1998, APG II 2003, APG III 2009) verglichen und ihre Darstellung im System des Tübinger Gartens vorgestellt.

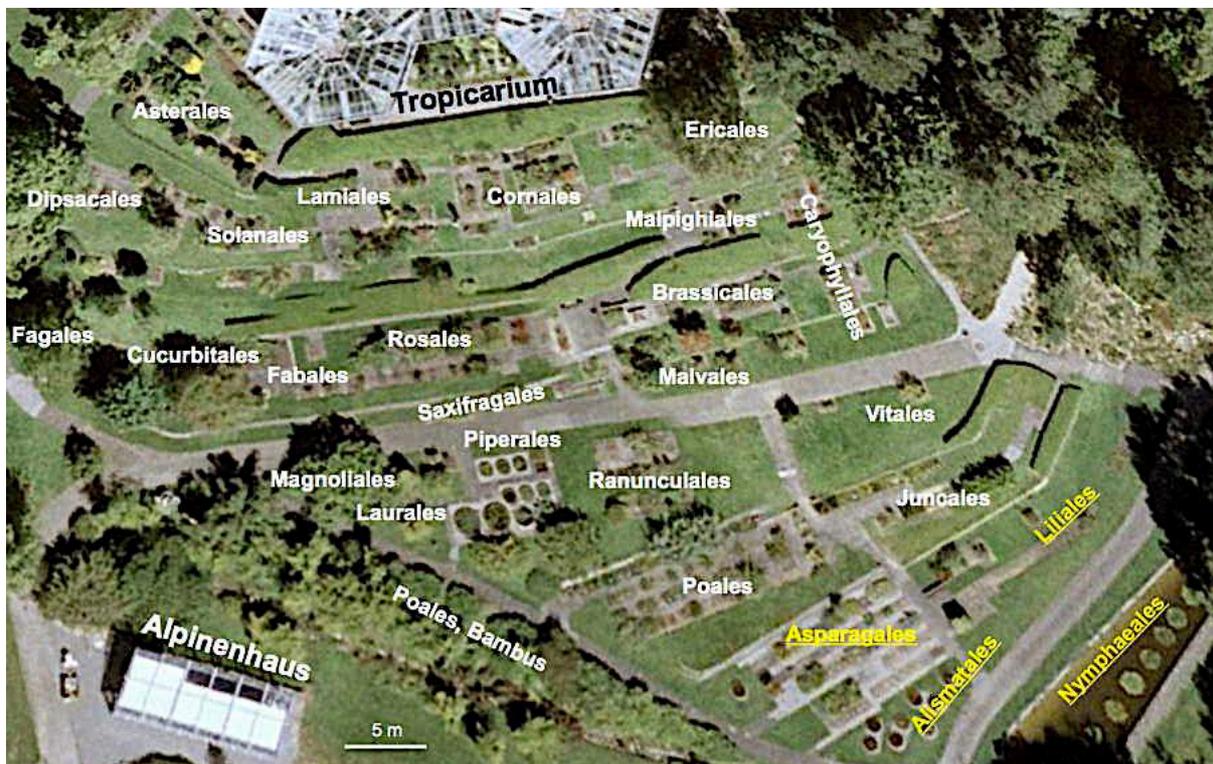


Abb. 20: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die Reviere der **wichtigsten Ordnungen** eingetragen. Die gelb gekennzeichneten Ordnungen werden im Text als nächste besprochen. Derselbe Plan wird im Folgenden als Orientierungshilfe mehrfach verwendet. Photo: Google Earth, 2007.

Basale Gruppen

Amborellales



Abb. 21: *Amborella trichopoda*, Botan. Garten Bonn. Orig. 18.2.2008.

Ein Kleingehölz aus Neukaledonien, *Amborella trichopoda* (Abb. 21, 22), besitzt keine Gefäße (BAILEY et SWAMEY 1948, CARLQUIST et SCHNEIDER 2001), hat anscheinend ein ursprüngliches Endosperm (FLOYD et FRIEDMANN 2001) und wird nach molekularphylogenetischen Hypothesen **als ursprünglichster Bedecktsamer** angesehen (BORSCH et al. 2000, SOLTIS et al. 2008, RUHFEL et al. 2014). Durch Mitochondrien-Fusion soll es

zu einem horizontalen Transfer von Genomen bei dieser Art gekommen sein, die zu einer Akkumulation von Fremdgenen führte (RICE et al. 2013). Es gibt ein eigenes *Amborella* Genome Project (2013). Die Art wurde nicht im Tübinger Garten kultiviert.



Abb. 22: *Amborella trichopoda* mit alter Infloreszenz. Botan. Garten der Tokyo Universität. Orig. 28.5.2007.

Nymphaeales, Seerosenartige Gewächse

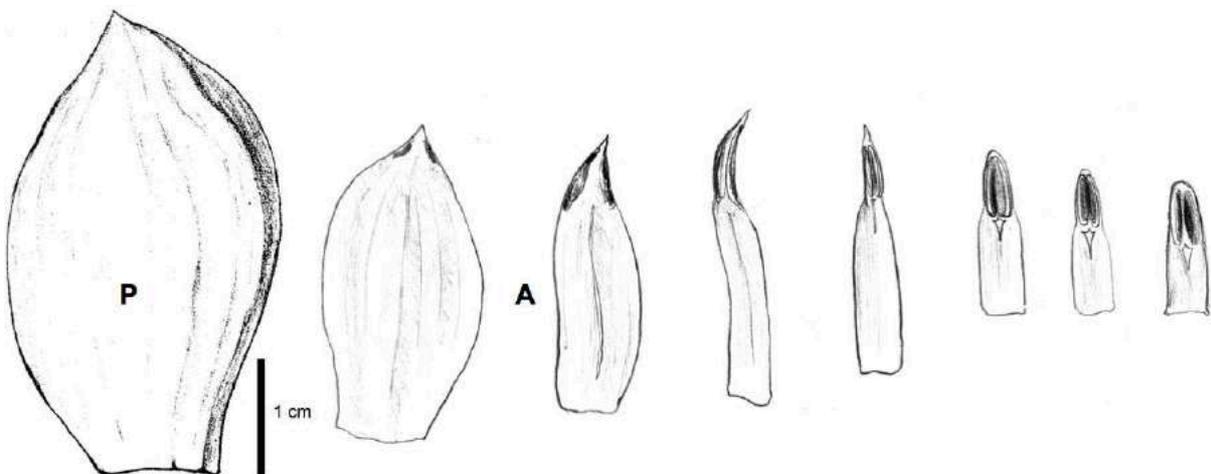


Abb. 23: Gradueller Übergang von Kronblättern (P) zu Staubblättern (A) bei *Nymphaea alba*, Seerose, Seerosengewächse, Nymphaeaceae. Die spitzenwärts dunklen Bereiche kennzeichnen die Staubbeutel. Orig.

Mit sechs Gattungen und ca. 70 Arten krautiger, ausdauernder Rhizom-Süßwasserpflanzen sind die Seerosenartigen Gewächse, **Nymphaeales**, weltweit verbreitet. Sie gelten nach molekularphylogenetischen Hypothesen als nächst Verwandte von *Amborella*.

Nymphaeaceae, Seerosengewächse (Abb. 23-25). Seerosen haben zerstreute Leitbündel ohne Kambien und ohne Tracheen. Blätter lang gestielt, meist mit herz- oder schildförmigen Spreiten, die auf der Wasseroberfläche schwimmen; gelegentlich mit einfachen oder fein zerteilten, untergetauchten Blättern bei *Cabomba*. Blüten radiär, zwittrig, mit Blütengliedern in spiraliger und/oder kreisiger Anordnung, teilweise basal verwachsen; Bestäubung häufig durch Käfer; P5-∞ oder K3-5 und C3-∞; Blütenblätter können kontinuierlich in Nektarblätter übergehen und diese ebenso in Staubblätter (Abb. 23); A3-∞, G1-∞ frei oder mit der angeschwollenen Blütenachse verwachsen (Pseudocoenocarpie), meist mit vielen Samenanlagen; Fruchtoöffnung meist durch Anschwellen des inneren Schleimes. **Name** aus dem Griechischen für junge Frau, Nymphe, auch für weibliche Gottheit.

Mono- und Dikotylenmerkmale der Nymphaeales

Wasserpflanzen ohne Gefäße, meist mit markständigen Leitbündeln, großen Blüten, viel Perisperm, uni- oder aporaten Pollen und einer Mischung von Merkmalen der Ein- und Zweikeimblättrler:

Dikotyledonen-Charakteristika: Zweikeimblättrige Embryonen; netzaderige Blätter; schraubige Blütenhülle; spiralig angeordnete und manchmal blattartig-flächige Staubblätter; unitegmische Samenanlagen (Ceratophyllaceae); zelluläre Bildung des Endosperms; Siebröhrenplastiden ohne Proteinkristalloide; Bildung von Ellag- und Gallussäure.

Monokotyledonen-Charakteristika: Rhizodermis in Lang- und Kurzzellen gegliedert; zerstreute Leitbündel der Sproßachse; zusammengesetzte Mittelrippe.



Abb. 24: Basale Terrasse im Tübinger System mit dem Revier für *Nymphaea*, Seerosen. Orig. 5.5.2005.



Abb. 25: Blüte von *Nymphaea candida*, weiße Seerose, TüBG. Orig. 4.6.2002.

Familien: Cabombaceae, Nymphaeaceae.

Systematik und Phylogenie: Die Blütenmorphologischen Ähnlichkeiten zwischen *Nymphaea*, *Magnolia* und *Ranunculus* veranlassten EICHLER (1883) und ENGLER (1903), diese Taxa in die Reihe der Ranales zu stellen. So wurden sie auch im neuen Tübinger Garten angeordnet (Abb. 13: Teilreviere 36 und 38)

Nach molekularphylogenetischen Hypothesen (BORSCH et SOLTIS 2008, BORSCH et al. 2008) und Fossilfunden werden die Nymphaeales mit *Amborella* und den Austrobaileyaceae zu den ältesten Angiospermen gerechnet. Daher wurden die Seerosen im Systemteich ausgepflanzt (Abb. 24).

Revierhinweise: *Nymphaea* wird auch in der Ökologie bei Wasserpflanzen und im Tropicarium im zentralen Wasserbecken kultiviert.

Austrobaileyales



Abb. 26: Einzelblüte von *Schisandra grandiflora*, großblütiges Spaltstaubblatt, TüBG. Orig. 17.5.2006.

Schisandraceae, Spaltstaubblattgewächse (Abb. 19, 26). Früher einzige Familie der Illiciales (Sternanisartige Gewächse), jetzt in die **Austrobaileyales** eingegliedert. Die Familie enthält 3 Gattungen und ca. 90 Arten von Sträuchern und Lianen, die in Süd-, Südost- und Ostasien, sowie in den südöstlichen USA verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Stipeln, wechselständig, mit Öl- oder Schleimdrüsen.

Blüten radiär, zwittrig oder eingeschlechtig; Blütenhülle einfach, mehrgliedrig, spiralig; A4-∞, spiralig; Fruchtblätter zumeist viele und frei, spiralig oder kreisig; Balg- oder Beerenfrüchte. **Name** aus dem Griechischen hergeleitet (schizein - spalten, aner, andros - Mann, männliches Organ), bezieht sich auf die getrennten Theken mancher Arten. **Gattungen:** *Illicium*, *Kadsura*, *Schisandra* (Abb. 26).

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen werden *Illicium*, *Kadsura* und *Schisandra* zu den Schisandraceae zusammengefasst. Sie bilden ein Monophylum innerhalb der Austrobaileyales (SOLTIS et al. 1997, DENK et OH 2006, WANG et al. 2010).

Revierhinweise: *Schisandra* ist auch im Arboretum angepflanzt.

Vgl. [Teil 3 Arboretum](#), [7 Schisandraceae](#).

Ceratophyllales, Hornblattartige Gewächse



Abb. 27: **System** im Tübinger Botanischen Garten mit den Revieren Ceratophyllales, Hornblattartige, und Allismatales, Froschlöffelartige, im Vordergrund. Orig. 3.6.2006.

Ceratophyllaceae, Hornblattgewächse. (Abb. 27, 28). Einzige Familie der Ceratophyllales (Hornblattartige Gewächse) mit 1 Gattung, *Ceratophyllum*, und 2-6-(30) wurzelloser, untergetaucht wachsender, krautiger, verzweigter Wasserpflanzenarten, die weltweit im Süßwasser verbreitet sind. Einzelne beblätterte Sprosse sind wurzelartig umgebildet und zur Verankerung im Substrat geeignet; Blätter ein- bis vierfach gegabelt, knorpelig, gezähnt, ohne Stipeln, quirlig an den Knoten des Stängels. Blüten spirozyklisch, mit einem Blütenhüllkreis, Tepalen basal verwachsen, eingeschlechtig. Männliche Blüten: P(12) selten (8-15), A10-20, aber

auch 5-27, spiralig stehend; Antheren mit gegabelten Konnektivfortsätzen; weibliche Blüten: P(9-10) G1 mit langem Griffel und einer Samenanlage; Nußfrucht.



Abb. 28: *Ceratophyllum submersum*, untergetauchtes Hornblatt. TüBG. Orig. 17.3.2006.

Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (kéras - Horn, phyllon - Blatt); er bezieht sich auf die knorpeligen Blätter.

Systematik und **Phylogenie**: Die reduzierten Blüten erschweren eine systematische Interpretation der Gattung, die traditionell zu den Nymphaeales gestellt wurde. Eine Verbindung zu den Chloranthaceae erscheint möglich (DOYLE et al. 2015). In Dendrogrammen des Plastidengenoms erscheint *Ceratophyllum* als basale Gruppe der Angiospermen, nicht jedoch in 18S rDNA Stammbäumen (GOREMYKIN et al. 2009).

Revierhinweise: *Ceratophyllum* wird auch in der Ökologie bei Wasserpflanzen und in den Schauaquarien kultiviert.

Einkeimblättrige Blütenpflanzen Monocotyledoneae

Klasse mit ca. 11 Ordnungen, 80 Familien, 3000 Gattungen und 60.000 Arten überwiegend krautiger, seltener holziger Samenpflanzen, mit nur einem Keimblatt und markständigen, zerstreuten Leitbündeln, ohne Kambium zwischen Xylem und Phloem und daher ohne sekundäres Dickenwachstum. Primärwurzel durch sekundär gleichartig gebildete Wurzeln (Homorhizie) ersetzt. Blätter überwiegend parallelnervig. Blüten überwiegend 3zählig, oft auch reduziert. Pollen meist mit einer oder auch ohne Apertur. Im Gegensatz zu den Magnoliatae fehlen Ellagsäure und Ellagitannine, sowie Uronsäuren in Schleimen. Auch Alkaloide, ätherische Öle, Gerbstoffe und Polyterpene sind insgesamt bei Monocotylen wenig verbreitet. - Den Monocotyledonen fehlen Gymnospermenmerkmale fast vollständig (Ausnahme: Pol-

len mit einer Keimfurchen), während sie bei Dikotyledonen weit verbreitet sind. Die Angiospermen sollten daher mit dikotylen Vorläufern aus gymnospermen Verwandten entstanden sein. Die Einkeimblättrigen sind dann als ein Seitenast aus einer Dikotyledonengruppe [erste Hauptgruppe sensu HUBER (1991) mit Nymphaeales, Piperales, Ölzelligen (Aristolochiales, Annonales, Winterales), Illiciales, und Dreifurchenpolligen (Berberidales, Centrospermae, Polygonales, Plumbaginales)] hervorgegangen.

Die **einkeimblättrigen Blütenpflanzen** (Abb. 19, Anhang **System 1**) sind im Tübinger System auf der gleichen Ebene wie die Seerosen im Teich angepflanzt, entsprechen demnach einer basalen Position.

Acorales, Kalmusartige Gewächse

Acoraceae, Kalmusgewächse

(Abb. 19, 29) Einzige Familie der **Acorales** (Kalmusartige Gewächse) mit einer Gattung, *Acorus*, Kalmus, und 2(4) Arten von kriechenden Rhizomstauden im Süßwasser und Sumpf; winzige Blüten in Kolben, ohne Spathae; giftig durch ätherische Öle; mit einem **griechischen Pflanzennamen** benannt.

Systematik und Phylogenie: Traditionell zu den **Araceae** gestellt, jedoch morphologisch (BUZGO et ENDRESS, 2000; BOGNER 2011) und molekularphylogenetisch sehr verschiedenen (GOREMYKIN et al. 2005; PETERSEN et al. 2015), daher heute in einer eigenen Ordnung geführt.



Abb. 29: Blütenstand von *Acorus calamus*, **Kalmus**. TüBG. Orig. 24.6.2006.

Arales, Aronstabartige Gewächse



Abb. 30: *Lysichiton americanum*, **skunk cabbage**, Aronstabgewächse, Araceae, TüBG. Orig. 20.4.2004.

Arales: Pflanzen mit Kolbeninfloreszenzen (Spadices) und Infloreszenzhüllen (Spathae), die bei den Wasserlinsen vollständig reduziert sind.

Araceae, Aronstabgewächse

(Abb. 19, 30). Familie mit ca. 120 Gattungen und etwa 4000-5000 Arten ausdauernder, krautiger Pflanzen, die weltweit verbreitet sind, in den Tropen aber ihre Hauptverbreitung besitzen. Rhizom- oder Knollenstauden mit aufrechten, kriechenden oder schlingenden Stämmchen. Blätter mit Blattscheiden, Stielen (*Pistia* mit ungestielten Blättern) und verschiedenartigen Spreiten (ungeteilt, gelappt, durchbrochen bis fingerig zerteilt). Keuliger Blütenstand (Spadix) von einem Hochblatt (Spatha) begrenzt oder umhüllt. Blüten meist klein bis sehr klein und variabel hinsichtlich der Zahl der Blütenglieder, z.B. P3+3 A3+3 G(3), oder P2+2 A2+2 oder 3+3 G(2) oder 1, meist zwittrig, aber auch eingeschlechtig. Fruchtknoten, unabhängig von der Zahl der Fruchtblätter meist einfächerig, mit vielen bis wenigen Samenanlagen; eine

Samenanlage pro Fruchtknoten meist basal. Beerenfrüchte überwiegen. Oft spezialisierte Bestäubungsbiologie, z.B. mit Spathae als Gleitfallen (CHARTIER et al. 2014). Reich an Calciumoxalat-Raphiden und Oxalsäure. Mit einem griechischen **Pflanzennamen** (aron) benannt. **Gattungsauswahl:** *Alocasia*, *Amorphophallus*, *Arisaema*, *Arum*, *Calla*, *Colocasia*, *Dieffenbachia*, *Lysichiton*, *Monstera*, *Montrichardia*, *Philodendron*, *Pinellia*, *Pistia*, *Scindapsus*, *Spathiphyllum*.



Abb. 31: *Orontium aquaticum*, Goldkeule. TüBG. Orig. 5.5.2002.

Systematik und Phylogenie: Die Araceae sind traditionell in einer eigenen Ordnung, Arales, geführt worden. Nach molekularphylogenetischen Analysen können sie in die Alismatales integriert werden (CABRERA et al. 2008, CUSIMANO et al. 2011, NAUHEIMER et al. 2012, MAYO et BOGNER 2013, HENRIQUEZ 2014). Wenn diese Ordnung aber enger gefasst wird, lassen sich die Arales als deren Schwestergruppe verstehen. *Acorus* wird neuerdings in einer eigenen Ordnung, Acorales, geführt (siehe oben). Es ist eine Frage der Bewertung der Kategorien, ob die Wasserlinsen als eigene Familie oder als Unterfamilie der Araceae eingestuft werden (ROTHWELL et al. 2004). Bei Trennung müssen auch die Orontiaceae erhalten bleiben, um die Monophylie der Araceae zu gewährleisten. Eine ausführliche Darstellung der Gattungen der Familie geben MAYO et al. (1997).

Revierhinweise: Zahlreich sind tropische Araceen im Tropicarium zu finden. In der

Verlängerung des Primeltales sind die beiden *Lysichiton*-Arten angepflanzt (Abb. 30).

Orontiaceae, Goldkeulengewächse

Zusammen mit der ostaustralischen *Gymnostachys anceps* 4 Gattungen und 7 Arten in Ostasien und Nordamerika. *Orontium aquaticum* (Abb. 31) ist eine amphibische Staude mit winzigen Spathae, aber auffällig weiß gefärbten Infloreszenzachsen und goldgelben Kolben. Nach dem Fluß **Orontes** in Syrien benannt.

Revierhinweis: *Orontium aquaticum* ist in dauerfeuchter Erde am Quellsumpf ausgepflanzt.

Lemnaceae, Wasserlinsengewächse

(Abb. 32). Familie mit 5 Gattungen und 30 Arten, kleiner, schwimmender Wasserpflanzen, die insgesamt fast weltweit verbreitet sind. Kleinste Blütenpflanzen. Blätter und Sproß nicht unterscheidbar: linsenartige Sproßglieder mit oder ohne einfache Wurzeln. Blüten eingeschlechtig, äußerst vereinfacht: Männliche Blüte = 1 Staubblatt; weibliche Blüte = 1 ungefächerter Fruchtknoten; Blüten in die Sproßglieder eingesenkt. **Name** nach der griechischen Bezeichnung für Teich (limné).

Systematik: Lemnoideae, mit Wurzeln:

Lemna, *Spirodela*;

Wolffioideae, ohne Wurzeln: *Wolffia*, *Wolffiella*, *Wolffiopsis*.

Revierhinweise: Wasserlinsen werden auch in der Ökologie bei Wasserpflanzen kultiviert.



Abb. 32: *Lemna minor*, kleine Wasserlinse und *Spirodela polyrrhiza*, Teichlinse, Aronstabgewächse, Araceae, TüBG. Orig. 4.6.2002.

Alismatales, Froschlöffelartige Gewächse

Ordnung monocotyler Wasser- und Landrizomstauden, gelegentlich einjähriger Kräuter, mit etwa 12 Familien, 45 Gattungen, 450 Arten (ohne Araceae s.l.). Blätter wechselständig, basal rosettig, selten quirlig, lanzettlich bis gestielt, mit ovalen bis pfeilförmigen Spreiten. Infloreszenzen meist rispig, seltener auch ährig und traubig, sowie Einzelblüten. Blüten 3zählig, zwittrig und eingeschlechtig, zumeist mit oberständigen Fruchtknoten aus freien Karpellen. Staubblätter 3+3, gelegentlich aber auch zahlreich oder nur 3.

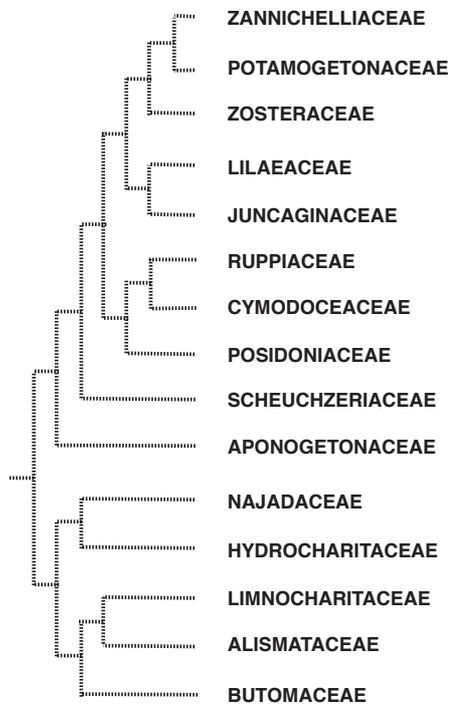


Abb. 33: **Familien der Alismatales:** Graphische Darstellung von Daten eines Sequenzvergleiches des Plastidengenoms. Nach LES et HAYNES (1995).

Systematik und Phylogenie (Abb. 33): Wegen der sehr heterogenen Blütenbaupläne können die Alismatales als relativ ursprüngliche Monocotyle angesehen werden. Traditionell werden die Araceae in einer eigenen Ordnung, Arales, geführt. In molekularen Dendrogrammen sind sie in den Alismatales enthalten oder erscheinen als ihre Schwestergruppe (ILES et al. 2009, ILES et al. 2013, ROSS et al. 2015).

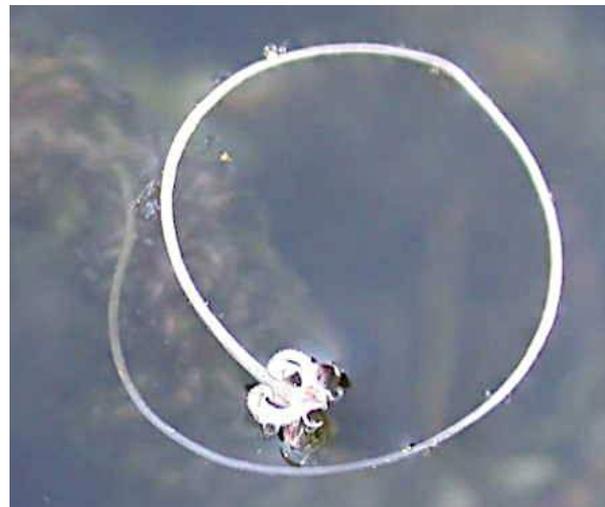


Abb. 34: Weibliche Blüte von *Elodea canadensis*, Wasserpest. TüBG. Orig. 5.7.2002.

Hydrocharitaceae, Froschbißgewächse

(Abb. 33-35). Familie mit 18 Gattungen und ca. 120 Arten, untergetaucht wachsender, selten flutender, ausdauernder oder einjähriger Wasserpflanzen, die subkosmopolitisch verbreitet sind, hauptsächlich aber in den Tropen und Subtropen vorkommen. Blätter einfach, scheidig, Blattspreiten lanzettlich bis oval. Blüten von ein- oder zweiblättriger, sitzender oder gestielter Spatha umgeben, meist radiär, selten schwach zygomorph, zwittrig oder eingeschlechtig und dann zweihäusig; P3+3 seltener 2+2, oder nur einkreisig; die äußere Blütenhülle kann kelchartig ausgebildet sein. Staubblätter meist viele, seltener 3-2. Fruchtknoten unterständig, mit 2-15 Karpellen und gleich vielen Griffeln. Meist werden vielsamige Schließfrüchte gebildet. **Name** aus dem Griechischen abgeleitet (hydor - Wasser, charis - Freude). **Gattungsauswahl:** *Elodea*, *Hydrocharis*, *Najas*, *Stratiotes*, *Vallisneria*. **Systematik und Phylogenie:** Die historische Biogeographie, Merkmalsevolution und Phylogenie der Familie wurde von TANAKA et al. (1997), LES et al. (2006), CHEN et. al. (2012) behandelt.



Abb. 35: Blühende Pflanze von *Stratiotes aloides*, **Krebsschere**. TüBG. Orig. 27.5.2000.



Abb. 36: Blüte von *Butomus umbellatus*, **Schwanenblume**. TüBG. Orig. 5.7.2002.

Butomaceae, Schwanenblumengewächse (Abb. 33, 36). Familie mit 1 Art, die von Nordafrika über Europa bis Zentralasien, den Himalaja und Ostasien verbreitet ist. Die Rhizomstauden haben lange, linealische, zweireihig inserierte Blätter. Blütenstand doldig, mit Endblüte und seitlich übergipfelnden Teilblütenständen. Blüten regelmäßig radiär und zwittrig, P3+3 A6+3 G6, oberständig und choricarp, mit Balgfrüchten. Der **Name** bezieht sich auf die schneidenden Blätter (Griech. boús - Rind, témnain - schneiden). **Phylogenie:** Nach molekularen Daten nächst verwandt mit den Hydrocharitaceae und mit diesen, den Alismataceae und den Limnocha-

ritaceae ein Monophylum innerhalb der Alismatales bildend (HERTWECK et al. 2015).



Abb. 37: Blüte von *Alisma lanceolatum*, **lanzenförmiger Froschlöffel**. TüBG. Orig. 5.7.2002.

Alismataceae, Froschlöffelgewächse (Abb. 33, 37). Familie mit 15 Gattungen und 90 Arten von Rhizomstauden, die an nassen Standorten oder im Wasser subkosmopolitisch, besonders aber in der Nordhemisphäre verbreitet sind. Blätter gestielt, lanzettlich/elliptisch/pfeilförmig, mit Blattscheiden. Blüte radiär, zwittrig/eingeschlechtig, P3+3 (= K3 C3) A3+3/∞ G3-∞, choricarp, meist in quirlig verzweigten Blütenständen. **Benennung** nach einem griechischen Namen einer Wasserpflanze. **Gattungsauswahl:** *Alisma*, *Baldellia*, *Echinodorus*, *Limnocharis*, *Sagittaria*. **Systematik und Phylogenie:** Vergleichend morphologisch hat LEHTONEN (2009) die Alismataceae dargestellt. Nach molekularphylogenetischen Dendrogrammen sind die Limnocharitaceae die Schwesterfamilie der Alismataceae. Diese bilden mit den Butomaceae und Hydrocharitaceae ein Monophylum innerhalb der Alismatales (Abb. 33; HAYNES et al.1998a, CHEN et al. 2012).

Juncaginaceae, Dreizackgewächse (Abb. 33, 38, 39). Familie mit 3 Gattungen und 30 Arten einjähriger oder ausdauernder Sumpfkrauter, die insgesamt subkosmopolitisch, bevorzugt küstennah, verbreitet sind. Blätter linealisch und scheidig. Blütenstand ährig oder traubig, ohne Tragblätter. Blüte radiär und zwittrig oder eingeschlechtig, P3+3

A3+3 oder 4 G6-4, oberständig, mit freien oder teilweise verwachsenen Karpellen, die zu einsamigen Nüßchen oder Spaltfrüchten reifen. **Name** wegen der binsenartigen Blätter von *Juncus* - Binse, abgeleitet. **Gattungsauswahl:** *Triglochin*.

Systematik und Phylogenie: Die Juncaginaceae gruppieren mit den Aponogetonaceae, Cymodoceaceae, Potamogetonaceae, Ruppiaceae, Scheuchzeriaceae und Zosteraceae zu einem Monophylum innerhalb der Alismatales (HAYNES et al. 1998b, VON MERING et KADEREIT 2010, 2014).



Abb. 38: Reviertrog der Juncaginaceae, **Dreizackgewächse**, im System von TüBG, Orig. 3.6.2006.



Abb. 39: Blüten von *Triglochin palustris*, **Sumpfdreizack**, mit fiedrigen Narben. TüBG. Orig. 20.4.2004.

Potamogetonaceae, Laichkrautgewächse (Abb. 33, 40). Familie mit 4 Gattungen und ca. 100 Arten von ausdauernden, seltener einjährigen Süßwasserpflanzen, die weltweit verbreitet sind. Blätter oft dimorph, mit feinzerteilten submersen und breitspreitigen Schwimmblättern. Die unscheinbaren Blüten sind in gestielten, über die Wasseroberfläche hinausragenden Ähren zusammengezogen;

meist 4 schuppenartige Hüllblätter stehen vor 4 Staubblättern; Fruchtblätter meist 4, frei oder teilweise verwachsen mit je einer Samenanlage; reif Steinfrüchtchen oder Nüßchen. Der aus dem Griechischen hergeleitete **Name** (potamós - Fluß, geiton - Nachbar) verweist auf die Standortsansprüche. **Gattungsauswahl:** *Groenlandia*, *Potamogeton*, *Zannichellia*.

Systematik und Phylogenie: Die Potamogetonaceae bilden mit den Aponogetonaceae, Cymodoceaceae, Juncaginaceae, Ruppiaceae, Scheuchzeriaceae und Zosteraceae ein Monophylum innerhalb der Alismatales (HAYNES et al. 1998c, LINDQUIST et al. 2006).

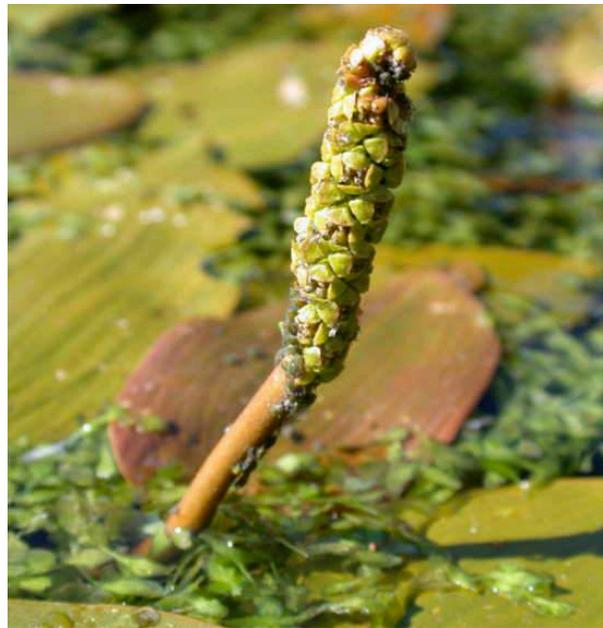


Abb. 40: Blütenstand von *Potamogeton natans*, **schwimmendes Laichkraut** mit den großen Blättern, umgeben von der dreifurchigen Wasserlinse *Lemna trisulca*, mit den schmalen Blättern. TüBG. Orig. 5.7.2002.

Scheuchzeriaceae, Blumenbinsengewächse (Abb. 33, 41). Familie mit 1 Art, *Scheuchzeria palustris*, die in nordhemisphärischen Mooren weit verbreitet ist. Grasartig aussehende Kleinstauden mit wechselständigen, linealischen, stängelumfassenden Blättern. Blüten in endständigen Trauben, mit Tragblättern; Blüten radiär, zwittrig, P3+3 A3+3 G3-6, Karpelle nur basal verwachsen, 1-2-samig. Nach dem Schweizer Naturforscher JOHANNES SCHEUCHZER (1684-1738) benannt. **Systematik und Phylogenie:** Die Familie wurde von HAYNES et al. (1998d) behandelt.

Innerhalb der Ordnung Alismatales wurden unterschiedliche, molekular begründete Positionen, vorgestellt (LES et al. 1997, ILES et al. 2013, LES et TIPPERY 2013).



Abb. 41: Fruchtende *Scheuchzeria palustris*, **Blumenbinse**, mit nicht verwachsenen Fruchtblättern. TüBG. Orig. 7.2000.

Tofieldiaceae, Liliensimsengewächse (Abb. 42). Drei Gattungen mit 30 Arten der nördlich gemäßigten Zone und des nördlichen Südamerika. Rhizomstauden mit Faserwurzeln, zumeist basalen, zweireihigen Blättern

und aufrechten Stängeln mit terminalen Ähren oder Trauben. Blütenblätter zumeist frei. Kapsel Früchte mit apikal freien Fruchtblättern und Griffelfortsätzen. Nach dem englischen Botaniker THOMAS TOFIELD (1730-79) benannt. **Gattungsauswahl:** *Tofieldia*.

Systematik und Phylogenie: Traditionell, wie auch von CRONQUIST (1981, 1988), zu den Liliales gestellt oder den Melanthiales eingegliedert (TAKHTAJAN 1959, 1997). Nach molekularen Analysen zu den Alismatales gehörig (TAMURA et al. 2004, AZUMA et TOBE 2011).



Abb. 42: Blüten von *Tofieldia calyculata*, **Liliensimse**. TüBG. Orig. 2.6.2002.

Dioscoreales, Yamswurzelartige Gewächse

Hauptmerkmale der Taxa dieser Monokotylen-Ordnung sind (darunter Charakteristika der Dikotylen "D"): Leitbündel überwiegend kreisig angeordnet (D) und mit mehreren, getrennten Siebteilen; Blätter gestielt und netzaderig (D); Blüten vom Monokotylenbauplan, meist eingeschlechtig und zweihäusig verteilt, mit sepaloiden Blütenhüllen und ober- bis unterständigen Fruchtknoten; meist nur 2 Samenanlagen pro Fruchtknotenfach; Samen-

schale mit Endotesta-Kristallschicht (D); Embryo mit seitlichem Keimblatt und endständiger Plumula. **Familienauswahl:** Burmanniaceae, Dioscoreaceae, Nartheciaceae, Taccaceae.

Phylogenie: Die relativ basale Stellung der Ordnung innerhalb der Monokotylen wird auch durch molekulare Daten unterstützt (CADDICK et al. 2002).



Abb. 43: Ausschnitt des Blütenstandes von *Narthecium ossifragum*, **Beinbrech**. TüBG. Orig.18.6.2000.

Nartheciaceae, Beinbrechgewächse

(Abb. 43). Familie der **Dioscoreales** (Yamswurzelartige Gewächse) mit Rhizomstauden in 4 Gattungen und etwa 40 Arten mit zahlreichen distichen Basalblättern und aufrechten Infloreszenzstängeln mit Blütentrauben; Blüten 3zählig mit (weitgehend) freien Tepalen, behaarten Filamenten und linealischen Antheren; von Insekten bestäubt; Kapsel 3-fächerig; Samen an beiden Enden geschwänzt; toxisch durch das Saponin Narthecin (Lebergift). **Name** aus dem Griechischen, narthex = Stab, verweist auf den schmalen, ährigen Blütenstand. **Gattungsauswahl:** *Aletris*, *Narthecium*.

Systematik und Phylogenie: Auf der Basis von phylogenetischen Analysen haben FUSE et al. (2012) eine systematische Bearbeitung der Familie vorgenommen.

Dioscoreaceae, Yamswurzelgewächse

(Abb. 44, 45). Etwa 4 Gattungen und ca. 400 Arten, die überwiegend als Lianen in den Tropen verbreitet sind. Nur wenige Arten kommen extratropisch vor. Häufig sind Knollen und Rhizome. Die meist herzförmigen, gestielten und wechselständigen Blätter besitzen eine palmate Nervatur. Blüten P3+3 A3+3 G(3), radiär gebaut und überwiegend eingeschlechtig. Ein Staubblattkreis kann

staminodial ausgebildet sein; der Fruchtknoten ist unterständig und dreifächerig. Der **Name** verweist auf den griechischen Arzt DIOSCORIDES, der um 50 n. Chr. lebte.

Phylogenie: CADDICK et al. (2002) bestätigten morphologisch und molekular die Monophylie der Dioscoreales.



Abb. 44: *Dioscorea caucasiaca*, **kaukasische Yamswurzel** am Klettergestell im System des TüBG. Orig. 14.6.2006.



Abb. 45: Blütenstand von *Tamus communis*, **Schmerwurz**, Dioscoreaceae, Yamswurzelgewächse, TüBG. Orig. 23.5.2009.

Auch die **Taccaceae** werden zu den Dioscoreales gestellt oder in die Dioscoreaceae einbezogen (KUBITZKI 1998a). *Tacca chantieri* wird im Tropicarium kultiviert.

Liliales, Lilienartige Gewächse

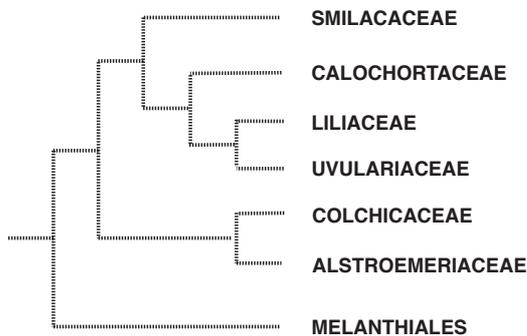


Abb. 46: Familien der Liliales und Verwandte: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993 in der Auswertung von RICE et al. 1997).

Die Liliales beinhalten 10 Familien, 70 Gattungen und 1500 Arten krautiger Pflanzen mit parallelnervigen Blättern und überwiegend radiären, 3zähligen Blüten; Perianth zumeist gleichartig, die äußere Hülle nur selten kelchartig; Kapsel Früchte; Samen anatrop, mit orange, roten oder braunen, jedoch nicht schwarzen und krustigen Samenschalen. Im Gegensatz zu den Asparagales und Orchidales finden sich Raphiden bei den Liliales nur selten. **Familienauswahl:** Alstroemeriaceae, Calochortaceae, Colchicaceae, Liliaceae, Melanthiaceae, Smilacaceae.

Phylogenie (Abb. 46): Die Liliales bilden ein Monophylum innerhalb der Monocotylen (Liliatae). Die Calochortaceae können in die Liliaceae und die Uvulariaceae in die Colchicaceae integriert werden. Nach molekular begründeten Dendrogrammen stehen die Iridaceae den Asparagales nahe. Dagegen gruppieren die Smilacaceae mit den Liliales. Die Melanthiales können auch als Familie den Liliales eingegliedert werden (RUDALL et al. 2000, VINNERSTEN et BREMER 2001, FAY et al. 2006, PETERSEN et al. 2012, KIM et al. 2013).

Melanthiaceae, Schwarzblütengewächse (Abb. 47, 48). Familie der Liliales mit 15 Gattungen und ca. 170 Arten von überwiegend ausdauernden Kräutern, die hauptsächlich nordhemisphärisch, mit wenigen Arten auch in Südamerika, verbreitet sind. Arten einiger Gattungen ohne Chlorophyll. Blätter

einfach, flach, spiralig inseriert. Blüten meist klein, weiß, gelblich, braun bis purpurn, radiär, dreizählig, P3+3 A3+3 G(3) oberständig, dreifächerig, Kapsel frucht, Samen geflügelt oder mit Anhängseln. Toxisch durch Alkaloide (*Veratrum*) und das Saponin Narthecin (Lebergift). Der Name (Griech.: mélas - schwarz, anthos - Blüte, Blume) bezieht sich auf die dunkelblütigen Arten. **Gattungsauswahl:** *Daiswa*, *Helonias*, *Melanthium*, *Paris*, *Trillium*, *Veratrum*, *Zigadenus*.



Abb. 47: Blüte von *Veratrum nigrum*, schwarzer Germer, Melanthiaceae, Schwarzblütengewächse. TüBG. Orig. 25.6.2005.



Abb. 48: Blühende *Paris quadrifolia*, Einbeere. Orig. 6.5.2006.

Systematik und Phylogenie: Gattungsumschreibungen, Abgrenzung der Familie und ihre Position innerhalb der Lilienartigen wurden behandelt von TAMURA (1998), FUSE et TAMURA (2000), und ZOMLEFER et al. (2001).



Abb. 49: Blüten von *Colchicum speciosum*, der **prächtigen Zeitlose**. TüBG. Orig. 20.6.1995.

Colchicaceae, Zeitlosengewächse

(Abb. 46, 49). Familie der Liliales mit 15 Gattungen und 250 Arten von Stauden mit wohl ausgebildeten unterirdischen Organen (Achsenknollen), die in Afrika, dem Mittelmeergebiet, in Asien und Australien verbreitet sind. Blätter ungeteilt, parallelnervig, basal rosettig oder am Stängel verteilt. Blüte radiär, zwittrig, dreiteilig, P3+3 A3+3 G(3) oberständig, Kapsel Frucht. Das stark toxische Alkaloid Colchicin ist ein charakteristischer Sekundärmetabolit. **Name** nach dem antiken Kolchis an der Ostküste des Schwarzen Meeres benannt. **Gattungsauswahl:** *Bulbocodium*, *Colchicum*, *Disporum*, *Uvularia*.

Systematik und Phylogenie: Die Colchicaceae bilden mit den Alstroemeriaceae und weiteren Familien ein Monophylum innerhalb der Liliales (VINNERSTEN et MANNING 2006, NGUYEN et al. 2013, CHACÓN et al. 2014).

Alstroemeriaceae, Inkaliliengewächse

(Abb. 46, 50). Familie der Liliales mit 4 Gattungen und ca. 170 Arten von Rhizomstauden oder Lianen, die in Süd- und Mittelamerika verbreitet sind und deren Hauptvorkommen in

den Anden liegt. Blätter ungeteilt, linealisch bis oval und gedreht (Unterseite nach oben). Blütenstände meist doldig mit blattartigen Tragblättern. Blüten groß und auffällig gelb bis rot gefärbt, dreizählig, radiär bis schwach zygomorph, P3+3 A3+3 G(3) unterständig, Kapsel Frucht. Nach dem schwedischen Botaniker KLAS ALSTROEMER (1736-1796) benannt. **Gattungen:** *Alstroemeria*, *Bomarea*, *Leontochir*, *Schickendantzia*.

Phylogenie: Nach molekularen Daten sind die Alstroemeriaceae die Schwesterfamilie der Luzuriagaceae. Diese bilden mit den Colchicaceae und Petermanniaceae ein Monophylum der Liliales.



Abb. 50: Blüten von *Alstroemeria aurantiaca*, **orange-gelbe Inkalilie**, Botan. Garten Bonn. Orig. 17.6.2008.

Smilacaceae, Stechwindengewächse

(Abb. 46, 51). Familie der Liliales mit 1 Gattung und ca. 200 Arten von windenden Kräutern und Sträuchern, die annähernd kosmopolitisch verbreitet sind. Blätter meist gestielt, steif und breit, mit netziger Nervatur. Blüte meist radiär, eingeschlechtig, P3+3, A meist 3+3, selten 3, 3+3+3 oder 18, G(3) oberständig, überwiegend dreifächerig, mit 1-3 Samen in einer Beerenfrucht. **Benennung** mit einem griechischen Pflanzennamen. Nach älterer Klassifikation in den Liliaceae enthalten.

Phylogenie: Monophylum der Liliales und Schwestergruppe der [Liliaceae](#) (KIM et al. 2013).



Abb. 51: Blühende *Smilax aspera*, raue Stechwinde, TüBG. Orig. 3.11.1985.

Liliaceae, Liliengewächse

(Abb. 46, 52-54). Familie der Liliales mit 13 Gattungen und ca. 600 Arten von Zwiebelpflanzen, die nordhemisphärisch verbreitet sind und deren Hauptvorkommen in SW-Asien und dem Himalajagebiet bis China liegen. Blätter einfach, meist wechselständig, seltener quirlig. Blüten radiär, zwittrig, dreizählig, P3+3 A3+3 G(3) oberständig, dreifächerige Kapsel Frucht. Mit verschiedenen toxischen Inhaltsstoffen: Alkaloide (*Fritillaria*), Tulipaline und Tuliposide (*Tulipa*). Name griechisch-lateinischer Herkunft (Griech.: leirion - weiße Lilie; Lat.: liliium - Lilie). **Gattungsauswahl:** *Cardiocrinum*, *Erythronium*, *Fritillaria*, *Gagea*, *Lilium*, *Lloydia*, *No-mocharis*, *Notholirion*, *Tulipa*.

Systematik und Phylogenie: Üblicherweise wird die Familie in einem sehr viel breiteren Umfang verstanden (ENGLER 1888). Das vorliegende Familienkonzept ist sehr eng gefaßt, repräsentiert damit aber zweifelsohne eine natürlichere Gruppierung (SHINWARI 1994, HAYASHI and KAWANO 2000, PERUZZI 2015). Nach molekularen Daten werden in die Liliaceae auch die Calochortaceae und Tricyrtidaceae eingeschlossen (TAMURA 1998a,b,c). Siehe Anhang „**Lieblingspflanze 3. Tulipa sylvestris**“.

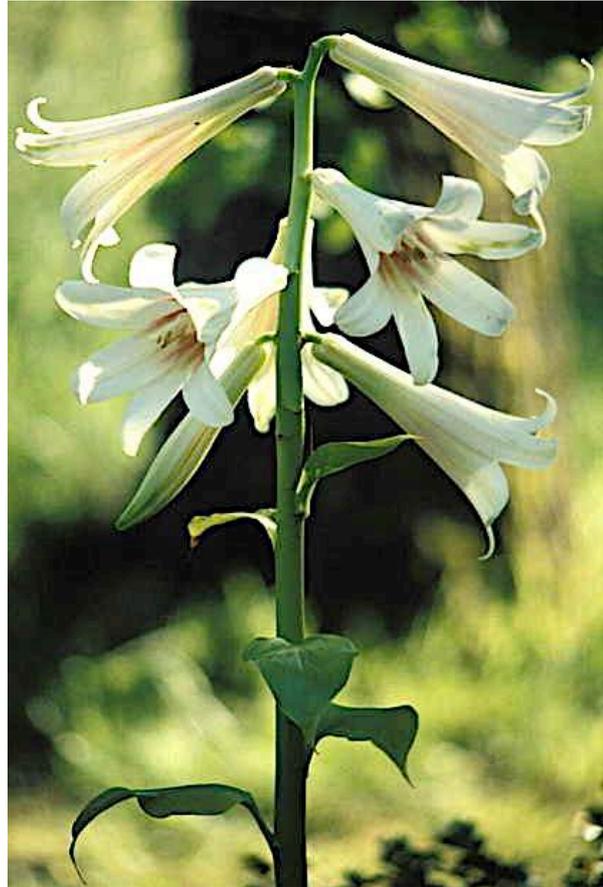


Abb. 52: Blütenstand von *Cardiocrinum giganteum*, Himalaja-Riesennilie, TüBG. Orig. 20.6.1995.



Abb. 53: Bestand von *Fritillaria meleagris*, Schachbrettblume, in der Feuchtwiese neben dem System, TüBG. Orig. 20.4.2004.



Abb. 54: *Lilium umbellatum*, Schirmlilie im System, TüBG. Orig. 14.6.2006.

Asparagales, Spargelartige Gewächse

Hauptmerkmale der **Asparagales** sind nach HUBER (1969): Pflanzen mit Raphiden, oft spindelig verdickten Wurzeln; häufig Rosettengehölze und Zwiebelstauden; Nektarien meist an den Septen der Fruchtknoten; unreife Samenschale meist stärkefrei; äußere Schichten der Samenschale sehr oft durch Phytomelane schwarz gefärbt.

Taxa ohne Orchideen: 13 Familien mit ca. 250 Gattungen und 8500 Arten. **Familienauswahl:** Agapanthaceae, Agavaceae, Alliaceae, Amaryllidaceae, Anthericaceae, Aphyllanthaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae, Convallariaceae, Dasypogonaceae, Doryanthaceae, Dracaenaceae, Funkiaceae, Hemerocallidaceae, Hyacinthaceae, Hypoxidaceae, Iridaceae, Nolinaceae, Ruscaceae.

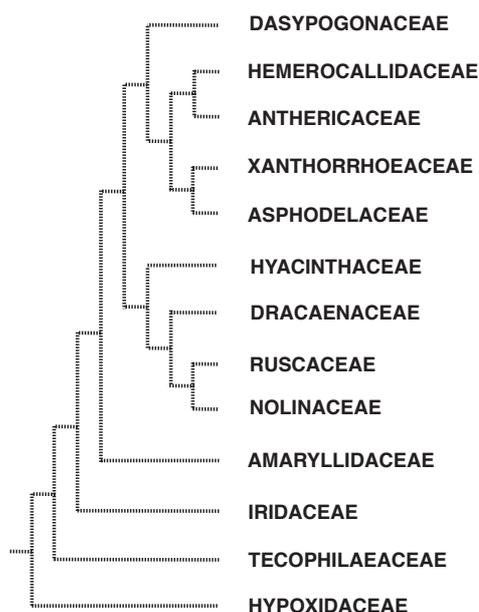


Abb. 55: Familien der **Asparagales**: Graphische Darstellung eines Sequenzvergleiches der Plastidengenome (CHASE et al. 1993). Die Iridaceae werden in neueren Systemen auch in die Liliales gestellt.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Daten können die Orchideen in die Asparagales eingegliedert werden. Schwestergruppe der Orchidales oder mit diesen vereint (CHASE et al. 2000a, FAY et al. 2000, MCPHERSON and GRAHAM 2001, KIM et al. 2012).



Abb. 56: *Iris bucharica*, **Oster-Iris**, im System des TüBG. Orig. 29.4.2006.

Iridaceae, Irisgewächse

(Abb. 55, 56). Familie der Asparagales mit ca. 70 Gattungen und etwa 2000 Arten, überwiegend von Rhizomstauden, die subkosmopolitisch verbreitet sind und deren Hauptvorkommen in der Südhemisphäre liegen. Blätter basal und am Stängel, häufig zweizeilig. Blütenhülle radiär oder bilateral-symmetrisch; A3, G(3) unterständig, meist dreifächerig, Griffel dreiästig, Griffeläste manchmal petaloid, viele Samenanlagen in zentralwinkelständiger Plazentation, Kapsel septizid. Der **Name** (Griech.: iris - Regenbogen, Iris - Göttin des Regenbogens) bezieht sich auf die Farbenvielfalt der Blüten. **Gattungsauswahl:** *Acidanthera*, *Belamcanda*, *Crocus*, *Dierama*, *Freesia*, *Gladiolus*, *Hermodactylus*, *Iris*, *Crococsmia*, *Orthosanthus*, *Romulea*, *Sisyrinchium*, *Sparaxis*, *Tigridia*, *Tritonia*.

Phylogenie: Die Abstammungsgeschichte der Iridaceae wurde von GOLDBLATT (1990, 2001), GOLDBLATT et al. (1998, 2008) GOLDBLATT et MANNING (2008) untersucht.

Siehe Anhang „**Lieblingspflanze 15. Oster-Iris**“.



Abb. 57: *Asphodelus albus*, Affodill, TüBG. Orig. 9.5.2002.

Asphodelaceae, Affodillgewächse

(Abb. 55, 57). Familie der Asparagales mit 20 Gattungen und etwa 800 Arten von Stauden, aber auch verholzenden Pflanzen, die altweltlich verbreitet sind und deren größte Artenvielfalt in Südafrika zu finden ist. Blätter oft in Rosetten und häufig sukkulent. Blüten radiär bis zygomorph, meist zwittrig, dreizählig, P3+3 A3+3 G(3) oberständig, dreifächrig; Frucht eine loculizide Kapsel. Der Name entspricht der altgriechischen Bezeichnung.

Gattungsauswahl: *Aloë*, *Asphodelus*, *Asphodeline*, *Bulbine*, *Bulbinella*, *Eremurus*, *Gasteria*, *Haworthia*, *Kniphofia*, *Paradisea*.

Systematik und Phylogenie: Die Schwestergruppe der Asphodelaceae stellen die Xanthorrhoeaceae dar. Die beiden Familien bilden mit den Hemerocallidaceae ein Monophylum innerhalb der Asparagales (SMITH and VAN WYK, 1998, CHASE et al. 2000b, KLOPPER et al. 2010). Die Aloideae werden auch als eigene Familie, Aloaceae, angesehen.

Hemerocallidaceae, Tagliliengewächse

(Abb. 55, 58). Familie der Asparagales mit etwa 20 Gattungen und ca. 100 Arten lilienar-

tiger Rhizomstauden, die im südlichen Europa und im gemäßigten Asien verbreitet sind. Blätter linealisch, scheidig, an der Basis gedrängt. Blüten dreizählig, vom Lilien-Typus, gelb, orange bis rot gefärbt. Der Name ist aus dem Griechischen hergeleitet (heméra - Tag, kállos - Schönheit). Weit verbreitete und sehr beliebte Zierstauden. **Gattungsauswahl:** *Dianella*, *Eccremis*, *Hemerocallis*, *Phormium*.

Phylogenie: Die Schwestergruppe der Hemerocallidaceae stellen die Xanthorrhoeaceae mit den Asphodelaceae dar. Diese Familien bilden ein Monophylum innerhalb der Asparagales (CLIFFORD et al. 1998, FURNESS et al. 2014). Auf Grund molekularer Daten werden neuerdings zu den Hemerocallidaceae u.a. auch *Dianella*, *Eccremis* und *Phormium* gestellt. Siehe Anhang „**Lieblingspflanze 17. Taglilien**“.



Abb. 58: *Hemerocallis middendorffii*, Taglilie, im System des TüBG. Orig. 10.6.2005.

Agapanthaceae, Schmuckliliengewächse

(Abb. 59). Familie der Asparagales, die im südlichen Südafrika verbreitet ist. Stauden mit dickfleischigen Wurzeln, kriechenden Wurzelstöcken, riemenförmigen, sommer- oder immergrünen Blättern, Doldenblütenständen auf langen Stängeln und meist blauen, seltener weißen, ausgebreiteten bis röhri- gen Blüten; durch hämolytische Sapogenine (Agapanthagenin, Yuccagenin) schwach giftig; beliebte Sommerblüher, die nur mit Abdeckung im Freien überwintert werden können; **Name:** Griech. agápe - Liebe, anthos – Blüte.

Phylogenie: Die Agapanthaceae sind nächst verwandt mit den Alliaceae und bilden mit diesen und den Amaryllidaceae ein Monophylum der Asparagales (KUBITZKI 1998b).



Abb. 59: *Agapanthus* Hybride, **Schmucklilie**, im System des TüBG. Orig. 3.7.2003.

Alliaceae, Lauchgewächse

(Abb. 60, 61). Familie der Asparagales mit 13 Gattungen und etwa 800 Arten von Zwiebelpflanzen oder Rhizomstauden, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Hauptgebiete hoher Artdiversitäten sind Eurasien und Südamerika. Blätter meist basal gehäuft und lanzettlich bis bandartig. Blütenstände zumeist schirmartig-doldig, mit meist 2 (1-mehreren) Hüllblättern. Blüten radiär bis zygomorph nach dem Liliaceen-Bauplan P3+3 A3+3 G(3) oberständig und dreifächerig, Kapsel loculizid. Viele Arten synthetisieren Allylsenföle, die den Zwiebelgeruch bedingen; **Benennung** mit dem römischen Namen für Knoblauch.

Gattungen und Systematik: **Allioideae**, Zwiebelpflanzen oder mit kurzen Wurzelstöcken: *Allium*, *Ipheion*, *Nectaroscordum*, *Nothoscordum*; **Gillesioideae**, kleine, wenigblütige Zwiebelpflanzen Südamerikas, bes. in Chile: *Gilliesia*; **Tulbaghioideae**, Rhizomstauden Südafrikas: *Tulbaghia*. **Phylogenie:** Die Alliaceae bilden mit den Agapanthaceae und den Amaryllidaceae ein Monophylum innerhalb der Asparagales. Die *Allium*-ähnlichen westamerikanischen Stauden der Brodiaea-Triteleia-Verwandtschaft werden zu den Themidaceae zusammengefasst, der Schwe-

sterfamilie der Hyacinthaceae (FAY and CHASE 1996, RAHN 1998).



Abb. 60: Revier der Alliaceae, **Lauchgewächse** im System des TüBG. Orig. 14.6.2006.



Abb. 61: Blüten von *Allium christophii*, **Christophs Lauch**, TüBG. Orig. 23.5.2002.

Amaryllidaceae, Narzissengewächse

(Abb. 6, 55, 62). Familie der **Asparagales** (Spargelartige Gewächse) mit ca. 50 Gattungen und etwa 900 Arten von Zwiebelpflanzen (selten mit Rhizomen), die subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter meist flach, lineal, basal gehäuft und zweireihig angeordnet. Blütenstand terminal, doldenartig, basal von Hüllblättern (2-8) umgeben. Blüten meist radiär (selten zygomorph), dreizählig, P3+3 A3+3 (selten 3-18) G(3), unterständig, dreifächerig, Kapseln, seltener Beerenfrüchte meist mit vielen Samen. Reich an giftigen Amaryllidaceen-Alkaloiden (Abkömmlinge des N-Benzyl-N-β-phenylethylamins, z.B. Belladin, Crinidin, Galanthamin, Lycorin, Tazettin). Benennung mit dem **Namen** einer griechischen Schäferin. **Phylogenie:** Die Amaryllidaceae bilden mit den Agapanthaceae und den Alliaceae ein Monophylum (siehe dort) innerhalb der Asparagales.



Abb. 62: Blüte von *Narcissus poeticus*, **Dichternarzisse**, TüBG. Orig. 9.5.2003.



Abb. 63: Blüte von *Aphyllanthes monspeliensis*. TüBG. Orig. 30.5.2002.

Aphyllanthaceae, Blattlosblütengewächse (Abb. 63). Familie der Asparagales mit einer Art, die vom Westmediterranean bis zu den SW-Alpen verbreitet ist. Pflanzen krautig, ausdauernd; Blätter bis auf die Scheiden reduziert; Stängel binsenartig. Blüten radiär, zwittrig, dreizählig, Fruchtknoten oberständig. Der aus dem Griechischen abgeleitete **Name** (aphyllos - ohne Blätter, anthos - Blüte) verweist auf den Habitus der Art.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Daten bilden die Aphyllanthaceae mit den Hyacinthaceae und Agavaceae ein Monophylum der Asparagales (CONRAN 1998).

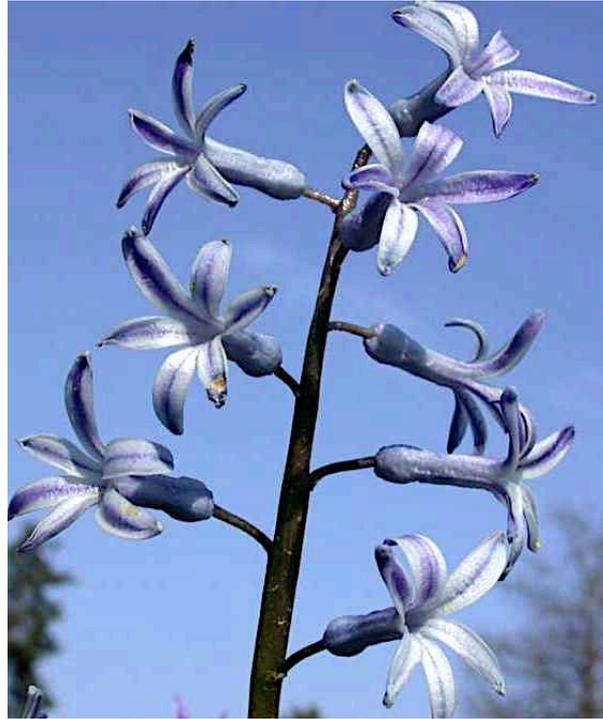


Abb. 64: Blütenstand von *Hyacinthus orientalis*, **Hyazinthe**, TüBG. Orig. 5.4.2002.

Hyacinthaceae, Hyazinthengewächse

(Abb. 55, 64). Familie der Asparagales mit ca. 30 Gattungen und etwa 600 Arten von ausdauernden Zwiebelgewächsen, die weit verbreitet sind, und deren Hauptvorkommen in Südafrika, dem Mittelmeergebiet und in SW-Asien liegen. Blätter einzeln bis mehrere, grundständig gehäuft, meist linealisch-lanzettlich. Blüten radiär, dreizählig, zwittrig, P3+3 meist verwachsen, A3+3 manchmal mit Filament-Anhängseln, G(3) oberständig, mit Septalnektarien. Mehrere Arten giftig durch Bufadienolide (*Bowiea*, *Scilla*, *Urginea*) oder Cardenolide (*Ornithogalum*). Nach **HYAKINTHOS** aus Sparta, einem Freund APOLLONS, benannt. Familie mit wichtigen Zierpflanzen; **Gattungsauswahl:** *Bowiea*, *Camassia*, *Chionodoxa*, *Eucomis*, *Galtonia*, *Hyacinthoides*, *Hyacinthus*, *Muscari*, *Ornithogalum*, *Puschkinia*, *Scilla*, *Urginea*.

Phylogenie: Nach molekularen Hypothesen sind die Hyacinthaceae die Schwestergruppe der Themidaceae und nah verwandt mit den Aphyllanthaceae und den Agavaceae (siehe dort und SPETA 1998, LYNCH et al. 2001, STEDJE 2001a,b).



Abb. 65: Blütenstand von *Anthericum liliago*, **großblütiger Graslilie**, TüBG. Orig. 25.5.2009.

Anthericaceae, Grasliliengewächse

(Abb. 65). Familie der Asparagales mit etwa 10 Gattungen und 300 Arten rhizombildender Stauden, die weltweit verbreitet sind. Blätter meist grasartig, seltener reduziert. Blüte radiär, zwittrig, P3+3 A3+3, seltener 3, G(3), oberständig, dreifächerig. Name: Griech. antherikos - Halm, Grashalm. **Gattungsauswahl:** *Anthericum*, *Chlorophytum*.

Systematik und Phylogenie: Früher wurden die Gattungen dieser Familie zu den Liliaceae s.l. gezählt. Nach molekularen Daten gehören die Anthericaceae in einem engen Sinne zu den Asparagales. Die hier geführte Gattung *Arthropodium* wird jetzt zu den Laxmanniaceae (Asparagales) gestellt.

Asparagaceae, Spargelgewächse

(Abb. 66, 67). Familie der Asparagales, im engen Sinne mit 1-3 Gattungen und ca. 300 Arten von Sträuchern, Halbsträuchern, Lianen, Stauden und einjährigen Kräutern, die weltweit weit verbreitet sind. Blätter meist stark reduziert und schuppenartig, oft durch nadelartig erscheinende Triebbüschel (Kladodien) ersetzt.



Abb. 66: Spreizklimmer *Asparagus verticillatus*, **Wirtelspargel**, im System, TüBG. Orig. 3.6.2006.



Abb. 67: Blüten von *Asparagus umbellatus*, **doldiger Spargel**, TüBG. Orig. 14.9.2006.

Blüten unscheinbar, radiär, dreizählig, zwittrig oder eingeschlechtig, Fruchtknoten oberständig, Beerenfrucht meist auffällig (rot, blau; schwach giftig durch Saponine) gefärbt. **Benennung** nach einem alten griechischen Pflanzennamen. **Gattungen:** *Asparagus* (*Protasparagus* und *Myrsiphyllum* kaum von *Asparagus* trennbar).

Phylogenie: Die Asparagaceae bilden mit den Ruscaceae ein Monophylum innerhalb der Asparagales (KUBITZKI and RUDALL 1998, CHASE et al. 2009).



Abb. 68: Blüte auf einem blattartigen Spross von *Ruscus aculeatus*, **Mäusedorn**, TüBG. Orig. 17.12.2006.

Ruscaceae, Mäusedorngewächse
(Abb. 68). Familie der Asparagales mit 3 Gattungen und 8 Arten von Halbsträuchern und Lianen, die im makaronesisch-mediterranen Raum verbreitet sind. Blätter reduziert, schuppenförmig, durch abgeflachte und zuge-

spitzte Triebe (Phyllocladien) als Assimilationsorgane ersetzt. Blüte klein, unauffällig, radiär, dreizählig; Fruchtknoten oberständig, entwickelt sich zu roter Beerenfrucht. Benennung mit einem alten römischen Pflanzennamen. **Gattungen:** *Danaë*, *Ruscus*, *Semele*.

Phylogenie: Convallariaceae, Dracaenaceae, Nolinaceae und Ruscaceae bilden mit weiteren Taxa ein Monophylum innerhalb der Asparagales, das neuerdings als Ruscaceae im weiteren Sinne vorgeschlagen wird (YEO 1998, RUDALL 2000b, JANG and PFOSSER 2002).

Dracaenaceae und Nolinaceae werden im Subtropen- und Kanarenhaus vorgestellt.

Orchidales, Orchideen



Abb. 69: Blüten von *Cypripedium calceolus*, **Frauen-schuh**. Die Unterlippe ist pantoffelartig geformt. Orig. 30.5.2014.



Abb. 70: Blüte von *Dactylorhiza incarnata*, fleischfarbiges Knabenkraut. Die Unterlippe ist dreilappig gegliedert. In der Blütenmitte ist das Verwachsungsprodukt von Staubblatt und Griffel, das Gynostemium, zu erkennen. Orig. 6.6.2003.

Orchidaceae, Orchideen

(Abb. 69-72). Einzige Familie der Orchidales (Orchideenartige Gewächse) mit ca. 900 Gattungen und etwa 28.000 Arten terrestrischer, überwiegend aber epiphytischer, ausdauernder Kräuter, die weltweit verbreitet, jedoch in den Tropen am artenreichsten vertreten sind.



Abb. 71: Ein **Pollenpaket**, Pollinium, von *Dactylorhiza incarnata*, **fleischfarbiges Knabenkraut**, mit Stiel und Klebekörper. Orig. 3.7.1984.



Abb. 72: Teilblütenstand von *Epipactis palustris*, **Sumpfwurz**. Die unterständigen Fruchtknoten sind gut zu erkennen. TüBG. Orig. 22.6.2003.

Wurzeln oft knollig angeschwollen (**Name**: Griech. orchis - Hoden). Epiphyten mit Luftwurzeln. Stämmchen oft rhizomartig ausgebildet und Internodien nicht selten zu Speicherorganen angeschwollen (Pseudobulben). Blätter ungeteilt, linealisch bis oval, schwach bis deutlich sukkulent. **Blüte** dreizählig, zygomorph, mit unterständigem Fruchtknoten, oft um 180° gedreht (resupiniert). Blütenhülle oft deutlich kelch- und kronblattartig ausgebildet. Staubblätter 3-2, bei der weit überwiegenden Zahl der Arten jedoch nur ein Staubblatt vorhanden. Pollen selten einzeln, meist zu Tetraden vereint und diese zu **Pollinien** verklebt, die typischerweise den Inhalt eines gesamten Pollensackes ausmachen; Pollinien oft paketartig unterteilt (Massulae). Staubblatt und Griffel zu einem säulenartigen Organ

(**Gynostemium**) verwachsen. Griffel zumindest jung mit 3 Narbenlappen, reif oft verwachsen und eine Eindellung bildend (Rostellum s.l.); als **Rostellum** im engeren Sinn wird der mediane Narbenlappen und der anschließende, pollenaufnehmende Teil bezeichnet. Der Klebekörper (**Viscidium**) der Pollinien wird vom Rostellum gebildet und davon abgelöst. Meistens ist das Pollinium mit dem Viscidium durch einen Stiel (Caudicula) verbunden. Die vom Bestäuber übernommene "Bestäubungseinheit" (**Pollinarium**) kann aus einem oder mehreren Pollinien, deren Stielen und dem Viscidium bestehen. Diese Spezialisierungen optimieren die Bestäubung durch Insekten (**zygomorphe Blüten**; Pollinien; oft spezifische Bestäuber). Nur wenige Orchideen sind vogelblütig. Fruchtknoten dreiblättrig aber zumeist einfächerig mit sehr vielen Samenanlagen. **Keine doppelte Befruchtung**. Kapsel Frucht öffnet sich mit (wenige Ausnahmen, z.B. manche *Vanilla*-Arten) 3 oder 6 Schlitzen. Samen in den meisten Fällen winzig, unter 0.1 mm, ohne Endosperm. Die erste **Keimlingsentwicklung** (Protocorm) ist unter natürlichen Bedingungen zu allermeist nur im **Zusammenleben mit Pilzen** (besonders "*Rhizoctonia*"-Stadien der Gattungen *Sebacina* und *Tulasnella*) möglich. Pilzzellen dringen in Keimlingszellen ein (endotrophe Mykorrhizierung); sie werden während der weiteren Entwicklung in diesen Zellen verdaut. Ausgewachsene, **autotrophe Orchideen** sind zumeist auf die Mykorrhizierung nicht mehr angewiesen, wohl aber die **chlorophyllfreien, heterotrophen** Arten, z.B. die Nestwurz, *Neottia nidus-avis*.

Gattungsauswahl: *Cypripedium*, *Paphiopedilum*; *Cephalanthera*, *Epipactis*, *Spiranthes*; *Anacamptis*, *Dactylorhiza*, *Ophrys*, *Orchis*, *Gymnadenia*, *Platanthera*, *Disa*; *Bletilla*, *Phaius*, *Vanilla*; *Coelogyne*, *Pleione*, *Epidendrum*, *Dendrobium*, *Bulbophyllum*; *Cymbidium*, *Stanhopea*, *Oncidium*, *Maxillaria*, *Vanda*, *Angraecum*.

Systematik und Phylogenie: Traditionell werden die Orchideen in 3 Taxa (Unterfamilien oder Familien) gegliedert, Apostasioideae, Cypripedioideae und Orchidoideae. Die beiden ersten werden auch durch molekulare Phylogenien unterstützt. Die

verbleibende, große Mehrzahl der Orchideen wird nach molekularen Daten in weitere 3 Unterfamilien, Vanilloideae, Orchidoideae und Epidendroideae, zerlegt.

Schwestergruppe der Asparagales oder mit diesen vereint (CHASE et al. 2000a, FAY et al. 2000, MCPHERSON and GRAHAM 2001, KIM et al. 2012).

Commelinidae, Tradescantienartige Verwandtschaft

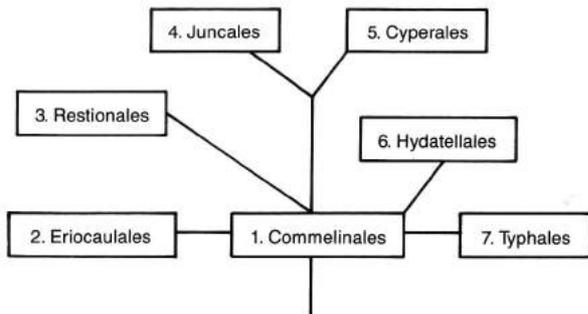


Abb. 73: **Commelinidae** nach CRONQUIST (1988).

Unterklasse monocotyle, grasartiger Pflanzen, in der Taxa unterschiedlicher Rangstufen untergebracht wurden (Abb. 73, 74, GIVNISH et al. 1999). Hier werden Typhales, Juncales, Poales, Commelinales und Zingiberales zusammengefasst.

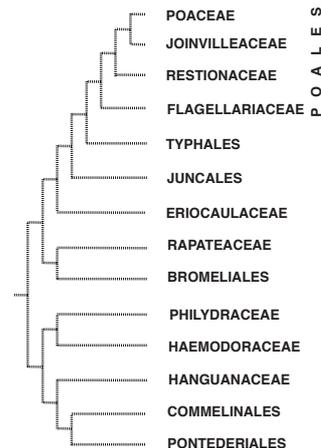


Abb. 74: **Ordnungen und Familien der Commelinidae**: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Stark modifiziert nach LINDER et KELLOGG (1995) und GIVNISH et al. (1999).

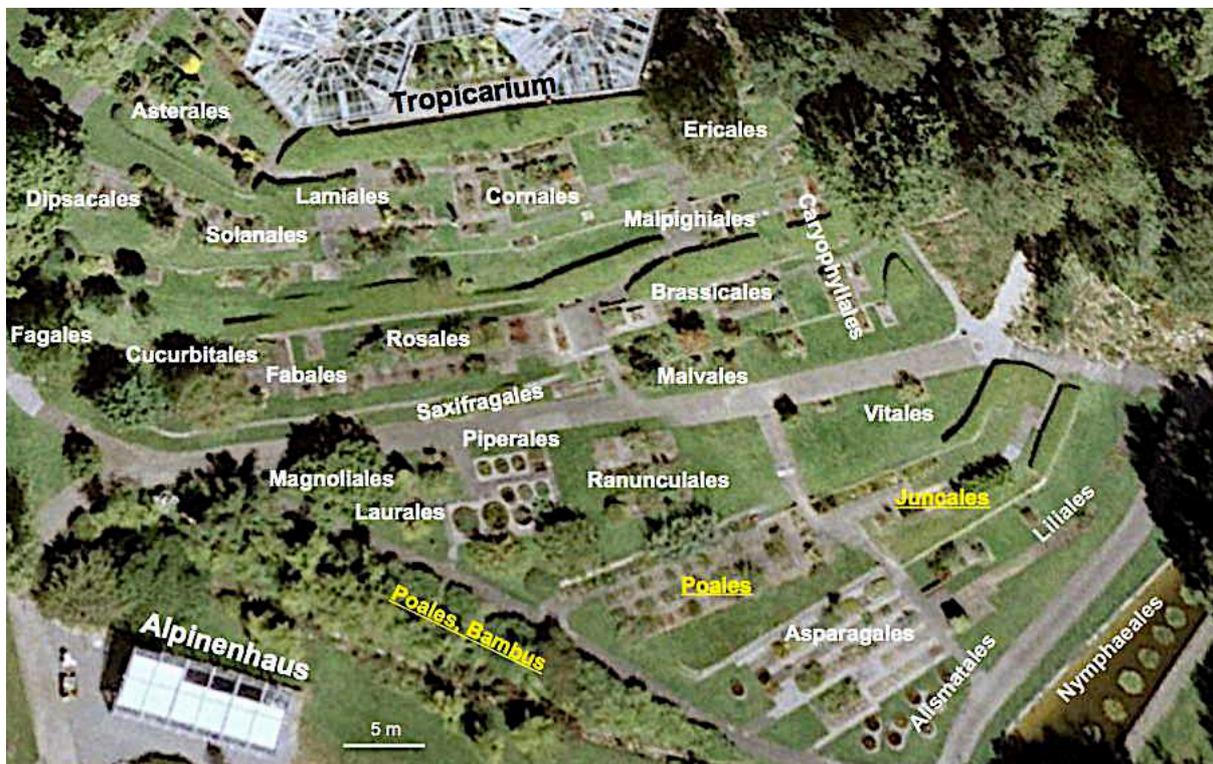


Abb. 75: Systemreife im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die **wichtigsten Ordnungen** eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Ordnungen, die im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.

Typhales, Rohrkolbenartige Gewächse

Typhaceae, Rohrkolbengewächse

(Abb. 76). Eine Gattung, *Typha*, und 15 Arten von Rhizomstauden in Süßgewässern, die subkosmopolitisch verbreitet sind, aber in den arktischen und teilweise in tropischen Gebieten fehlen. Blätter linealisch-bandartig, hauptsächlich im untergetauchten Bereich des unverzweigten Stängels inseriert. Blütenstände kolbig, mit weiblichen Blüten in einem unteren und männlichen Blüten in einem oberen Kolben. Blüten eingeschlechtig; weibliche Blüten mit jeweils einem Fruchtblatt und einem haarigen Perigon; männliche Blüten mit 1-3 Staubblättern und teilweise verschmolzenen Filamenten, sowie einer variablen Zahl von Perianthhaaren. Der **Name** bezieht sich auf die braune Farbe der Kolben (Griech. typhos - Rauch; typhé - Rohrkolben).



Abb. 76: *Typha latifolia*, breitblättriger Rohrkolben, Ludwigsburg, Orig. 2.7.2014.

Sparganiaceae, Igelkolbengewächse

(Abb. 77, 78). Eine Gattung und ca. 20 Arten von Knollenstauden im Süßwasser und an sumpfigen Standorten, die überwiegend nordhemisphärisch, mit einigen Arten aber auch von Indomalaysia bis Australien und Neuseeland verbreitet sind. Blätter linealisch (**Name**: Griech. spárganon - Band), scheidig

und zweireihig angeordnet. Blüten eingeschlechtig, mit unscheinbaren, 3-6 (1) schuppenartigen Tepalen; A1-8, G1 oder (2-3), oberständig; Blüten in dichten, kugeligen Infloreszenzen, die weiblichen Kugeln unten, die männlichen oben.

Systematik und Phylogenie: *Typha* und *Sparganium* werden auch in einer Familie, Typhaceae, zusammengefaßt und diese kann in die Poales eingegliedert werden (GUISINGER ET AL. 2010, SULMAN et al. 2013, STEVENS 2001-2016).



Abb. 77: Weiblicher Teilblütenstand von *Sparganium emersum*, einfacher Igelkolben, im System TüBG, Orig. 1.7.2008.



Abb. 78: Männlicher Teilblütenstand von *Sparganium emersum*, einfacher Igelkolben, im System TüBG, Orig. 1.7.2008.

Juncales, Binsenartige Gewächse

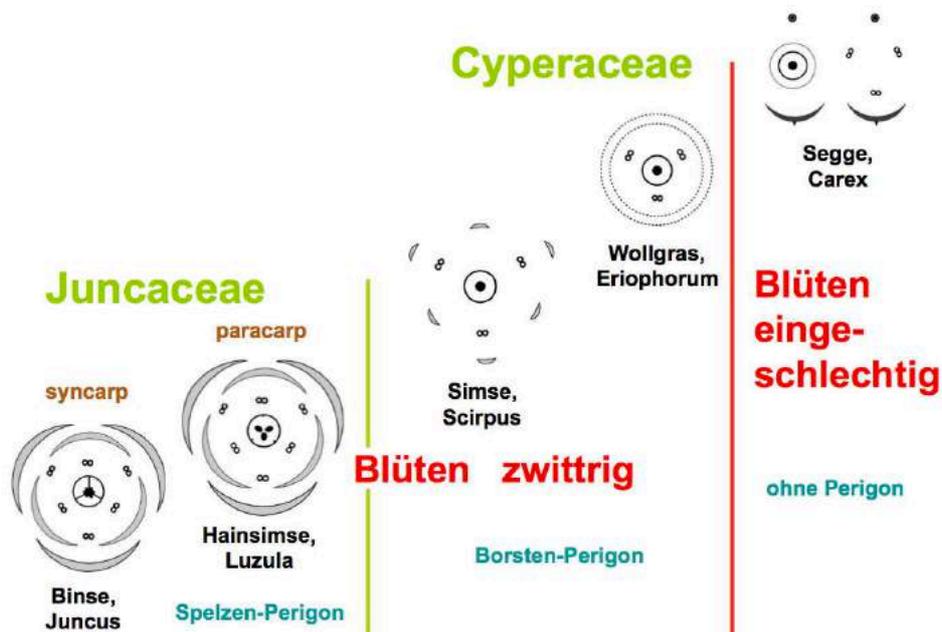


Abb. 79: Blütendiagramme der Binsengewächse, Juncaceae und Sauergräser, Cyperaceae. In der Abfolge kann die Reduktion der Spelzen (= Blütenblätter) und der Übergang von zwittrigen zu eingeschlechtigen Blüten verfolgt werden. Orig.

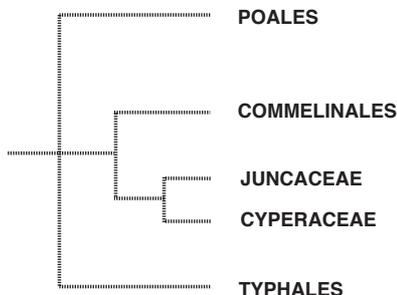


Abb. 80: Familien der Juncales, **Juncaceae** und **Cyperaceae**, und nahestehende Ordnungen. Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Die Cyperaceae und Juncaceae bilden nach molekularen Dendrogrammen ein Monophylum, das als eigene Ordnung, **Juncales**, klassifiziert werden kann. Innerhalb einer größeren Verwandtschaft gehören sie zu den Commelinidae. Sie können aber auch in die Poales eingliedert werden (Abb. 74, 80).

Reviere der tradescantienartigen Verwandtschaft, Commelinidae, sind auf der zweiten Terrasse des Systems im Garten angelegt (Abb. 81).



Abb. 81: Reviere der tradescantienartigen Verwandtschaft, Commelinidae, im System des TüBG. Orig. 19.5.2005.

Juncaceae, Binsengewächse (Abb. 79-84). Familie mit 6 Gattungen und ca. 400 Arten einjähriger und ausdauernder, grasartiger Kräuter, seltener verholzender Pflanzen, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter grasartig, flach oder stielrund, scheidig, meist drei-, seltener zweizeilig angeordnet. Blüten radiär, dreizählig, meist zwittrig, mit spelzenartigen Tepalen, $P3+3$ $A3+3$ oder 3, $G(3)$, oberständig, dreifächerig,

pro Fach mit vielen bis einer Samenanlage oder einfächerig; fachspaltig öffnende Kapsel Frucht (loculid). Der Name ist aus dem Lateinischen abgeleitet (jungere - zusammenbinden) und verweist auf den Verwendungszweck einiger Binsenarten. **Gattungsauswahl:** *Juncus*, *Luzula*, *Prionium*.

Systematik und Phylogenie: Die Juncaceae sind die Schwestergruppe der Cyperaceae, die zusammen mit den Thurniaceae ein Monophylum innerhalb der Poales bilden (PLUNKETT et al. 1995, BALSLEV 1998. Die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Familie haben ROALSON (2005) und ZÁVESKÁ DRÁBKOVÁ (2010) dargestellt.



Abb. 82: Teilblütenstand der Feldhainsimse, *Luzula campestris*. Unter Blüte geöffnet. Orig. 2.4.2005

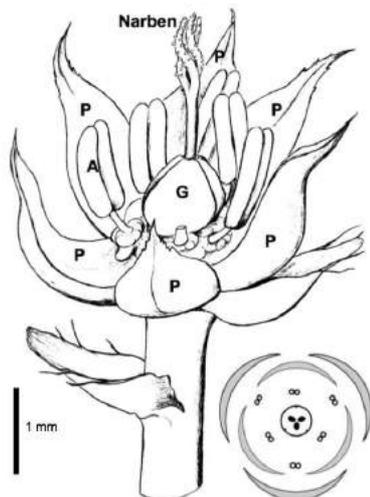


Abb. 83: Blüte und Blütendiagramm der Hainsimse, *Luzula*. Bis auf den ungefächerten Fruchtknoten (G) liegt der gleiche Bauplan wie bei der Tulpe (Abb. 1-4) vor. Orig.

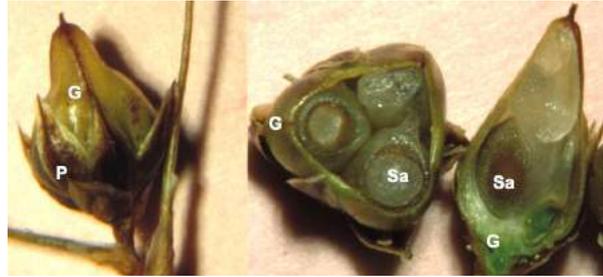


Abb. 84: Fruchtknoten der behaarten Hainsimse, *Luzula pilosa*, Seitenansicht, quer und längs geschnitten. G Fruchtknoten, P Perigon, Sa Samenanlagen. Orig. 8.6.1984.

Cyperaceae, Sauergräser

(Abb. 79, 80, 85-90). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 6000 Arten einjähriger oder ausdauernder, grasähnlicher Kräuter, die kosmopolitisch verbreitet sind und deren Hauptvorkommen in Feuchtgebieten der gemäßigten bis kalten Regionen beider Hemisphären liegen. Blätter grasartig, meist basal gehäuft und dreizeilig am dreikantigen Stängel angeordnet. Blüten radiär, klein und unscheinbar, zwittrig oder eingeschlechtig; Blütenhüllen (oft P3+3) schuppig, borstig, haarartig oder fehlend; Staubblätter 3-6-1; G(3-2) oberständig und einfächerig mit einer basalen Samenanlage, entwickelt sich zu einer einsamigen Nuß. Benennung mit einem **altgriechischen Namen** (kypeiros).

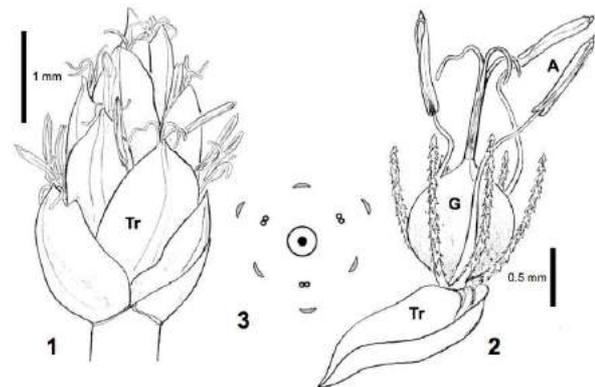


Abb. 85: Sauergräser, Cyperaceae. 1 Ährchen, 2 Blüte und 3 Blütendiagramm der Waldsimse, *Scirpus sylvaticus*. Tr Tragblatt. Orig.

Traditionelle **Systematik** (Auswahl, BRUHL 1995): **Caricoideae**, Blüten eingeschlechtig, in getrennten (Teil-) Infloreszenzen, 6 Gattungen mit ca. 2000 Arten: *Carex*, *Elyna*, *Kobresia*, *Uncinia*; **Rhynchosporoideae**, Ährchen ohne Terminalblüten, ca. 30 Gattungen mit etwa 500 Arten: *Cladium*, *Dichromena*, *Rhynchospora*; **Scirpoideae**, meist zwitt-

rige Blüten, 24 Gattungen mit ca. 2000 Arten: *Bulbostylis*, *Cyperus*, *Eleocharis*, *Eriophorum*, *Fimbristylis*, *Scirpus*.



Abb. 86: Blütenstand der Monte Baldo-Segge, *Carex baldensis*. TüBG. Orig. 19.5.2005.

Phylogenie: Die Juncaceae sind die Schwestergruppe der Cyperaceae, die zusammen mit den Thurniaceae ein Monophylum innerhalb der Poales bilden (siehe unter Juncaceae). Eine weltweite Gattungsgliederung wurde von BRUHL (1995) publiziert und die Phylogenie von SIMPSON et al. (2007), MUASYA et al. (2009) und SPALINK et al. (2016) interpretiert.



Abb. 87: Blütenstände der nordamerikanischen Segge *Carex grayi* mit auffällig großen Schläuchen (vgl. Abb. 90). TüBG. Orig. 2.6.2002.

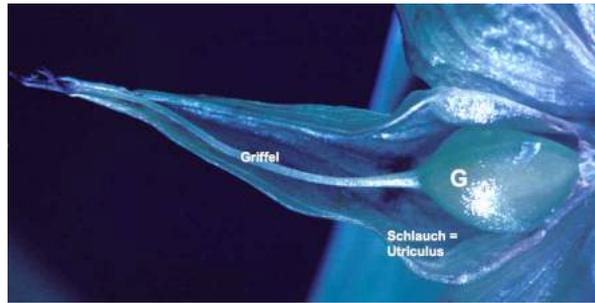


Abb. 88: Eine weibliche Blüte von *Carex grayi*. Schlauch durchgeschnitten, Fruchtknoten (G) und Griffel von der Seite sichtbar. TüBG. Orig. 2.6.2002.

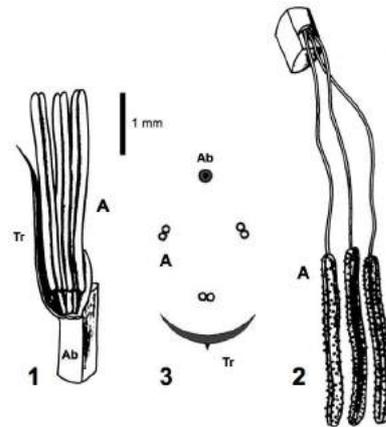


Abb. 89: Männliche Blüten der Waldsegge, *Carex sylvatica*. 1 junge Blüte, 2 Blüte mit reifen Staubblättern, die Pollen abgeben. 3 Blüten diagramm. Tr Tragblatt. Orig.

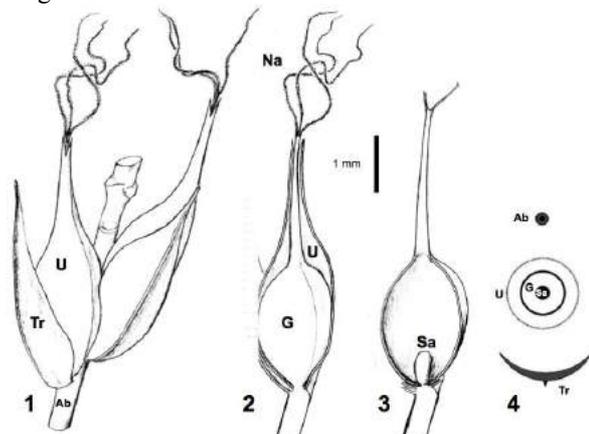


Abb. 90: Weibliche Blüten der Waldsegge, *Carex sylvatica*. 1 Teilblütenstand mit zwei Blüten, 2 aufpräparierte Blüte zeigt den einzigen Fruchtknoten (G) vom Schlauch (Utriculus, U) umgeben. 3 Längsschnitt durch den Fruchtknoten mit einer basalen Samenanlage (Sa). 4 Blüten diagramm. Tr Tragblatt. Orig.

Siehe Anhänge **Fam. Sauergräser Cyperaceae** und **Sauergräser Seggen Carex**.



Abb. 91: Das System mit **Ordnungen der Einkeimblättrigen**, Monocotyledoneae, im Tübinger Botanischen Garten. Orig. 17.5.2005.

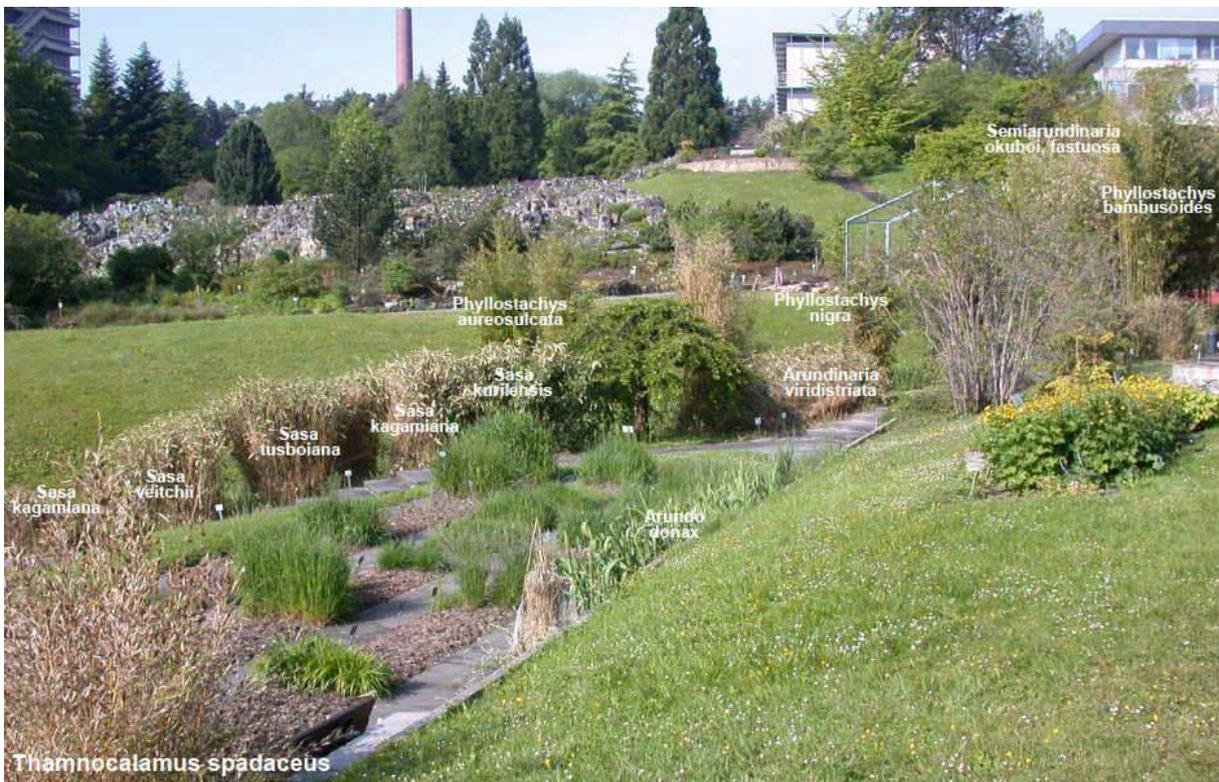


Abb. 92: Die **Süßgräser**, Poales, mit Bambusarten im Mittelgrund, im Tübinger Botanischen Garten. Orig. 19.5.2005.

Poales, Süßgräser

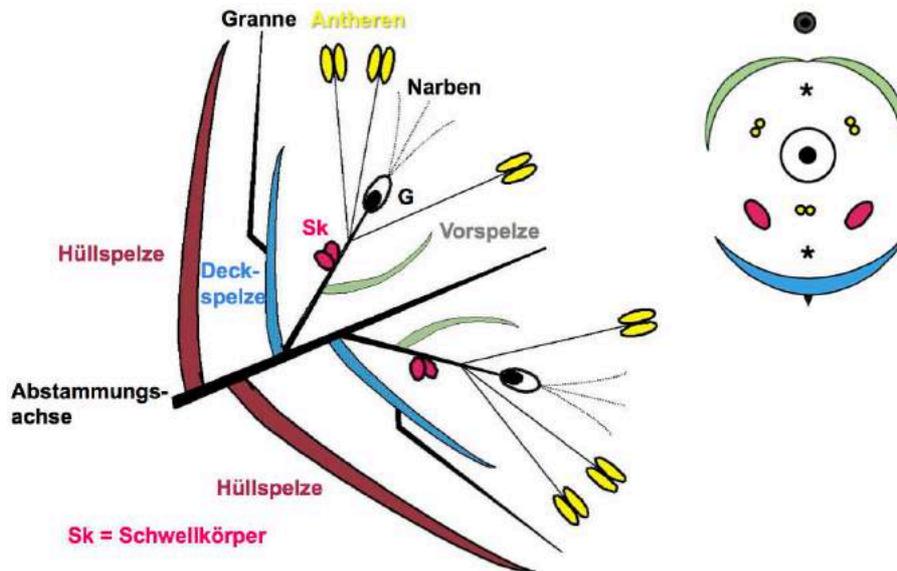


Abb. 93: **Grasährchen** mit zwei Blüten und Diagramm einer Blüte. Die Farben kennzeichnen gleiche Blütenorgane, die trotz ihrer starken Reduktion den Grundbauplan der Monokotylen mit Dreier-Wirteln erkennen lassen. Orig.

Hauptmerkmale der **Poales**: Grasartige Pflanzen mit meist zweizeiliger Beblätterung, spelzenartigen Blütenblättern oder unterschiedlich stark reduzierten Blüten.

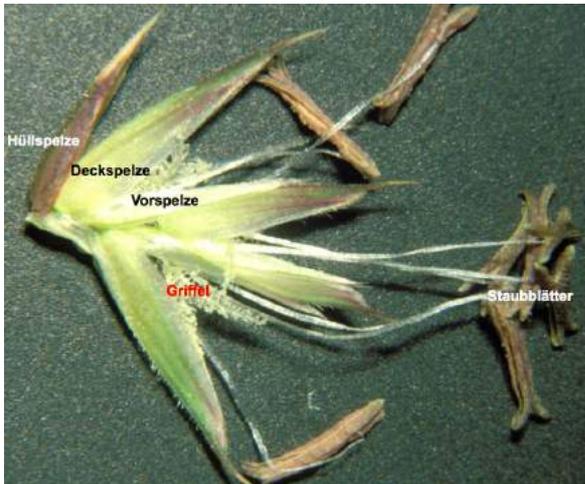


Abb. 94: Ährchen des **Knäuelgrases**, *Dactylis glomerata*. Beschriftet sind von links nach rechts: Hüllspelze, Deckspelze, Vorspelze, Griffel und Staubblätter. Vgl. dazu Abb. 93. Orig. 18.6.1984.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen bilden die Süß- und Sauergräser zusammen mit den Rohr- und Igelkolben sowie weiteren, habituell grasartig erscheinenden Monocotylen ein Monophylum

(BREMER 2002, LINDER et RUDALL 2005, GIVNISH et al. 2010, BOUCHENAK-KHELLADI 2014). Auch die Bromeliengewächse zählen zu dieser Verwandtschaft (SMITH et TILL 1998, BENZING et al. 2000, HORRES et al. 2000, GIVNISH et al. 2011, ESCOBEDO-SARTI et al. 2013).

Bromelien im TüBG sind zahlreich im Sukkulente(n)haus zu finden.

Poaceae, Süßgräser

(Abb. 92-95). Familie der Poales mit ca. 700 Gattungen und etwa 11.000 Arten einjähriger und ausdauernder Kräuter, sowie strauchartiger und baumförmiger Gräser, die kosmopolitisch verbreitet sind. Blätter flach, an Halmknoten entspringend und zweizeilig angeordnet, in Scheiden und Spreiten gegliedert; am Übergang der Scheide zur Spreite ist ein Blatthäutchen (Ligula) ausgebildet. Stängel (Halm) rundlich, in Knoten (Nodien) und Internodien gegliedert; Internodien meist hohl; Knoten sind zum Aufrichten der Halme befähigt. Blüten unscheinbar und reduziert, in komplexen Infloreszenzen angeordnet; in Ähren-, Ährenrispen- und Rispengräser gegliedert. Grundeinheit der Teilblütenstände

ist das "Ährchen" (Abb. 93, 94): es wird von (meist) zwei Hüllspelzen eingehüllt.

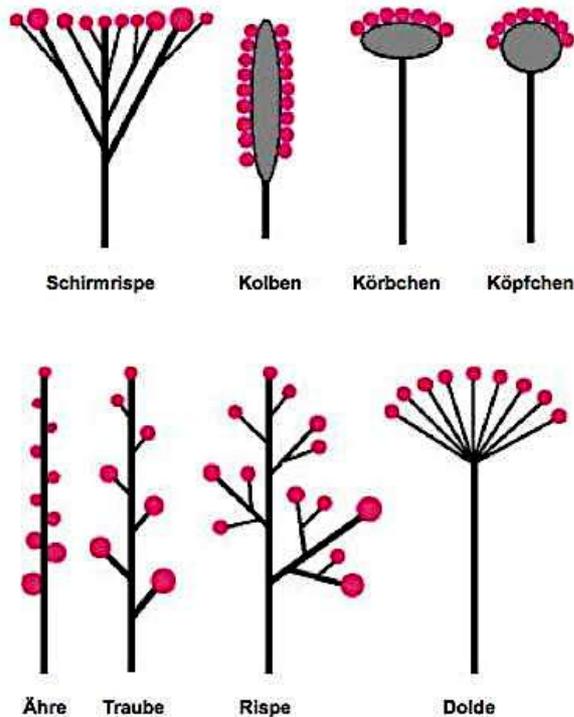


Abb. 95: Vereinfachte Übersicht über **Blütenstandstypen**. Rote Punkte symbolisieren Blüten, ihre Größe markiert die Aufblühfolge: Groß zuerst aufblühend, klein am spätesten blühend. Für die Untergliederung der Gräser sind Ähren und Rispen wichtig, bei denen die roten Punkte Ährchen, als Teilblütenstände (Abb. 92, 93) darstellen. Stark zusammengezogene Rispen der Gräser, mit sehr kurzen Ährchenstielen, werden als Ährenrispengräser bezeichnet. Orig.

Deckspelzen (bei vielen Arten begrannt) fungieren als Tragblätter der Einzelblüten; die zweikielige Vorspelze kann als Verwachsungsprodukt zweier äußerer Blütenhüllblätter (ursprünglich 3) angesehen werden, während die beiden Schwellkörper aus 2 inneren Tepalen hervorgegangen sein können (dritter Schwellkörper bei Bambuse-Arten erhalten); es sind meist 3, selten 6, 2 oder nur ein Staubblatt vorhanden; der oberständige Fruchtknoten besteht aus 3 oder 2 verwachsenen Fruchtblättern und enthält eine Samenanlage, die mit den Fruchtknotenwänden zu einer Einheit (Karyopse) verwächst. Süßgräser sind weltweit von außerordentlicher Bedeutung als Lieferanten von Grundnah-

rungsmitteln (Getreidegräser), sowie als Futtergräser und wichtigste Elemente in Grasvegetationen. Ziergräser gewinnen zunehmend an Bedeutung. Der Name stammt aus dem Griechischen (póa - Futter, Gras, Kraut).

Gattungsauswahl:

Getreidegräser: *Avena* (Hafer), *Hordeum* (Gerste), *Oryza* (Reis), *Panicum* (Rispenhirse), *Secale* (Roggen), *Sorghum* (Hirse), *Triticum* (Weizen), *Zea* (Mais).

Bambusgräser: *Arundinaria*, *Bambusa*, *Chusquea*, *Dendrocalamus*, *Phyllostachys*, *Sasa*, *Sinarundinaria*.

Ährengräser: *Agropyron* (Quecke), *Brachypodium* (Zwenke), *Lolium* (Lolch), *Nardus* (Borstgras).

Rispengräser: *Agrostis* (Straußgras), *Arrhenatherum* (Glatthafer), *Briza* (Zittergras), *Bromus* (Trespe), *Calamagrostis* (Reitgras), *Dactylis* (Knäuelgras), *Festuca* (Schwingel), *Glyceria* (Schwaden), *Helictotrichon* (Wiesenhafer), *Melica* (Perlgras), *Molinia* (Pfeifengras), *Phragmites* (Schilfrohr), *Poa* (Rispengras), *Saccharum* (Zuckerrohr).

Ährenrispengräser: *Alopecurus* (Fuchschwanz), *Anthoxanthum* (Ruchgras), *Cynosurus* (Kammgras), *Phleum* (Lieschgras), *Sesleria* (Blaugras), *Setaria* (Borstenhirse).

Phylogenie: Die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Familie der Süßgräser wurden mehrfach vergleichend morphologisch und intensiv molekularphylogenetisch untersucht. Es werden derzeit 12 Unterfamilien innerhalb der Poaceae unterschieden (DUVALL et al. 2007, SAARELA et GRAHAM 2010). Dabei ergaben sich auch kontroverse Ergebnisse (SIMON 2007). Auch Hypothesen über das Alter der Gräser und diverser ihrer intrafamiliären Gruppen sind sehr uneinheitlich (VICENTINI et al. 2008).

Siehe Anhänge **Fam. Süßgräser Poaceae 1 und 2.**

Commelinales, Tradescantienartige Gewächse

Meist sukkulent-grasartige Monocotyle mit 5 Familien, 70 Gattungen und ca. 800 Arten.

Phylogenie: Der derzeit verwendete Umfang der Ordnung wurde molekularphylogenetisch festgelegt (GIVNISH et al. 1999, CHASE et al. 2006, GRAHAM et al. 2006, SAARELA et al. 2006). Er weicht vom traditionellen Konzept der Ordnung stark ab. Die Commelinales sind die Schwestergruppe der Zingiberales.



Abb. 96: *Tradescantia subaspera* im System, TüBG. Orig. 30.6.2006.

Commelinaceae, Tradescantiengewächse (Abb. 96, 97). Familie der Commelinales, mit 40 Gattungen und ca. 700 Arten sukkulenter Stauden, seltener einjähriger Kräuter, die besonders in den Tropen verbreitet sind, aber auch in extratropische Gebiete, wie Nordamerika, Ostasien und Australien, ausstrahlen, dagegen in Europa fehlen. Blätter besitzen Scheiden und stehen wechselständig. Die zwittrigen Blüten sind meist regelmäßig nach dem Monocotylenschema K3 C3 A3+3 G(3), mit oberständigen Fruchtknoten, radiär oder zygomorph, aufgebaut. Manchmal sind nur die Staubblätter eines Kreises fertil. Häufig tragen die Filamente auffällige

Haare (Abb. 97). Die Frucht ist meist eine Kapsel. Der **Name** ehrt die holländischen Botaniker JAN (1629-92) und CASPAR COMMELIN (1667-1731). **Gattungsauswahl:** *Commelina*, *Rhoeo*, *Setcreasea*, *Tradescantia*, *Zebrina*.

Systematik und Phylogenie: Eine Klassifizierung der Familie wurde von BRENNAN (1966) vorgeschlagen. Die phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Familie wurden von EVANS et al. (2003) morphologisch und molekular untersucht und von BURNS et al. (2011) molekular analysiert.



Abb. 97: Blüte der **virginischen Dreimasterblume**, *Tradescantia virginica*, mit drei Kronblättern und sechs Staubblättern mit stark behaarten Staubfäden. Die drei Kelchblätter sind nicht sichtbar. TüBG. Orig. 13.6.2007.

Mehrere Arten der Commelinaceae sind in den Gewächshäusern angepflanzt, z.B. *Callisia elegans* aus Mexiko, *Cochlostema odoratissimum* aus der Neotropis, *Dichorisanthra thyrsoiflora* aus Brasilien, *Tradescantia venezuelensis* aus Venezuela, *Zebrina pendula* aus Mexiko.

Zingiberales, Ingwerartige Gewächse



Abb. 98: *Canna glauca* im System, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Hauptmerkmale der **Zingiberales** sind: Zumeist Rhizomstauden mit zwittrigen Blüten und unterständigen Fruchtknoten; Reduktionstendenzen der Stamina bis zu einer halben Anthere.

Die Ordnung enthält 8 Familien: Cannaceae, Costaceae, Heliconiaceae, Lowiaceae, Marantaceae, Musaceae, Strelitziaceae, Zingiberaceae.

In der Sommerbepflanzung wird *Canna* (Cannaceae), deren zehn Arten in der Neotropis vorkommen, im System des Gartens (Abb. 98) ausgepflanzt.

Phylogenie: Multigenanalysen der Monokotylen von CHASE et al. (2006) und GRAHAM et al. (2006) wiesen die Commelinales zusammen mit den Zingiberales als Monophylum aus. KRESS et al. (2001) analysierten morphologisch und molekular die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Zingiberales (Abb. 99).

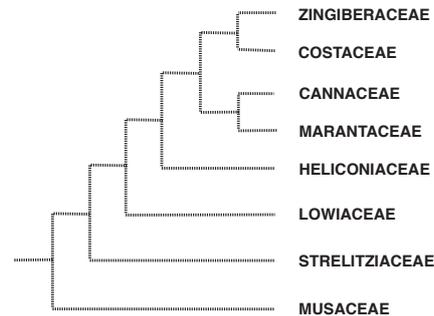


Abb. 99: **Familien der Zingiberales:** Dendrogramm nach morphologischen Daten und Sequenzen des Plastidengenoms. Verändert nach KRESS et al. (2001).

Cannaceae, Blumenrohrgewächse

(Abb. 98, 99). Familie mit der einzigen Gattung, *Canna*, und ca. 10 Arten von Rhizomstauden, die im südlichsten Nordamerika, Mittelamerika, der Karibik und dem nördlichsten Südamerika verbreitet sind.

Blätter oft groß, mit breiten, fiedernervigen Spreiten, spiralig gestellt. Blüten auffällig, zwittrig, asymmetrisch, K3, C3 mit Staubblattsäule verwachsen; 4-6 Staubblätter staminodial und korollinisch ausgebildet, ein Staubblatt mit einer halben, fertilen Anthere. Fruchtknoten dreifächerig, mit vielen, zentralwinkelständigen Samenanlagen. Aus dem Semitischen ins Griechische übernommener **Name** (cánna - Rohr).

Systematik und Phylogenie: Von den nah verwandten Zingiberaceen durch asymmetrische Blüten mit je einem halben, funktionsfähigen Staubblatt unterschieden. Die Familie wurde monographiert von MAAS-VAN DE KAMER et MAAS (2008) und phylogenetisch analysiert von PRINCE (2010).

Arten der Costaceae, Heliconiaceae, Marantaceae, Musaceae, Strelitziaceae und Zingiberaceae sind in den Gewächshäusern angepflanzt.

Zweikeimblättrige Blütenpflanzen, Dicotyledoneae

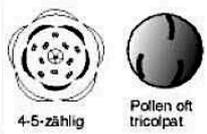
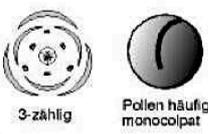
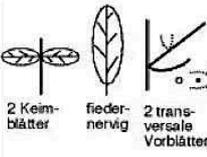
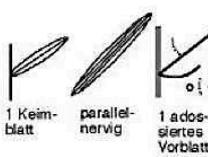
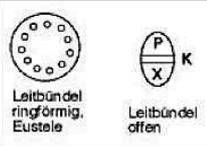
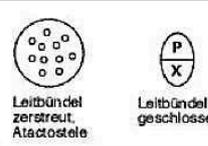
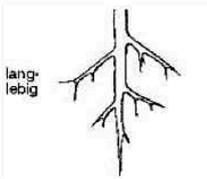
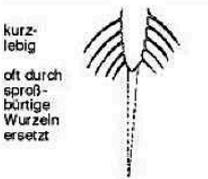
	ZWEIKEIM- BLÄTTRIGE	EINKEIM- BLÄTTRIGE
BLÜTE	 4-5-zählig Pollen oft tricolpat	 3-zählig Pollen häufig monocolpat
BLATT	 2 Keim- blätter fieder- nervig 2 trans- versale Vorblätter	 1 Keim- blatt parallel- nervig 1 adox- siales Vorblatt
SPROß	 Leitbündel ringförmig, Eustele Leitbündel offen	 Leitbündel zerstreut, Atactostele Leitbündel geschlossen
HAUPT- WURZEL	 lang- lebig	 kurz- lebig oft durch sproß- bürtige Wurzeln ersetzt
INHALTS- STOFFE <small>Orig FO</small>	Gerbstoffe ätherische Öle Polyterpene Alkaloide Triterpensaponine Ellagsäure Ellagitannine	vorwiegend: Steroidsaponine wenig: Gerbstoffe, ätherische Öle, Polyterpene, Alkaloide fehlen: Ellagsäure, Ellagitannine

Abb. 100: Merkmale der Morphologie und von Inhaltsstoffen der ein- und zweikeimblättrigen Blütenpflanzen, Mono- und Dicotyledoneae. Orig.

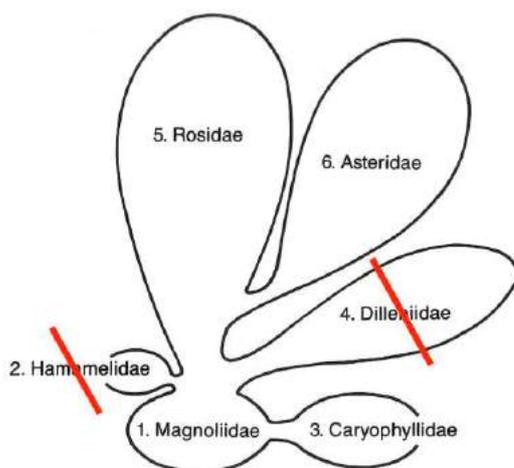


Abb. 101: Unterklassen der Dicotylen nach CRONQUIST (1988) und Wegfall der Hamamelididae und Dilleniidae nach molekularphylogenetischen Ergebnissen.

Die **Bedecktsamer** (Magnoliophytina, Angiospermae) werden nach gängiger Klassifi-

kation in zwei große Verwandtschaften, die beiden Klassen der Magnoliopsida (Dicotyledoneae, **zweikeimblättrige Blütenpflanzen**) und der Liliopsida (Monocotyledoneae, **einkeimblättrige Blütenpflanzen**) gegliedert (Abb. 100). Außer durch die Zahl der Keimblätter unterscheiden sich Arten beider Gruppen durch wichtige Merkmale, wie den Bau und die Anordnung der Leitbündel. Dicotyle Pflanzen besitzen offene Leitbündel, Holz- (Xylem) und Bastteil (Phloem) sind durch ein meristematisches (weiterwachsendes) Kambium verbunden. Im Sproß sind diese Leitbündel ringförmig angeordnet. Daher kann der Holzkörper regelmäßig vergrößert werden; die Pflanze wächst damit in die Breite. Leitbündel von Monocotylen sind unregelmäßig oder konzentrisch über den Sproßquerschnitt verteilt und sie sind geschlossen; Kambium zwischen Xylem und Phloem fehlt also. Damit sind die einkeimblättrigen Pflanzen nicht zu einem sekundären Dickenwachstum befähigt. Vier- bis fünfzählige Blüten (mit Ausnahme des Fruchtknotens) sind für dicotyle Pflanzen typisch, während Monocotyle überwiegend dreizählige, oder davon abgeleitete Blütenbaupläne besitzen. Netzaderige Blätter finden sich hauptsächlich bei Zweikeimblättrigen, während parallelernervige Blätter die Einkeimblättrigen auszeichnen. Schließlich bleiben bei den zweikeimblättrigen Pflanzen meist die Primärwurzeln erhalten und entwickeln sich zu mächtigen, seitlich verzweigenden Organen (Allorhizie). Demgegenüber sterben bei monocotylen Pflanzen die Primärwurzeln frühzeitig ab; sie werden durch gleichartige Wurzeln (Homorhizie), die aus dem Sproß austreiben, ersetzt.

Phylogenie: Molekulare Daten bestätigen die Monophylie der Monocotyledoneae. Die traditionellen Dicotyledoneae sind jedoch paraphyletisch. Entgegen der derzeit üblichen Position der Magnoliidae vor den Monocotyledoneae, wird hier nach der Anordnung in Abb. 19 verfahren.

Magnoliidae, Magnolienartige Verwandtschaft

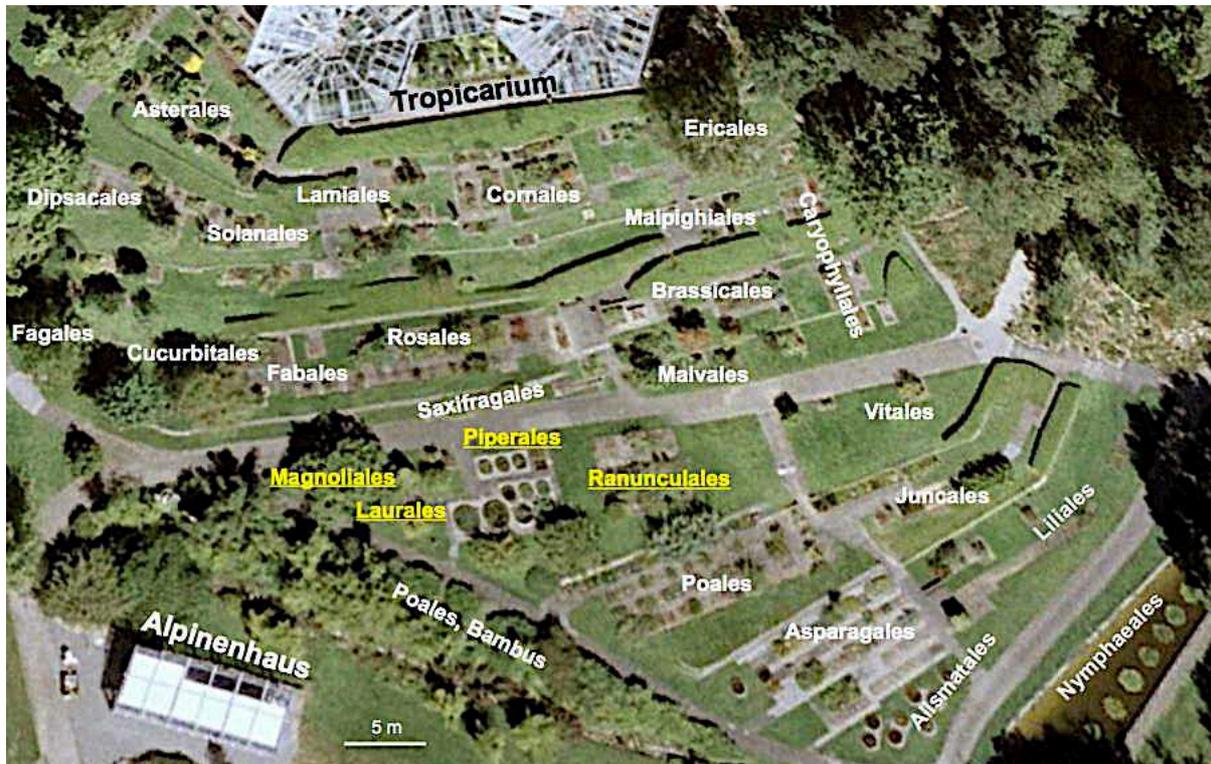


Abb. 102: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die **wichtigsten Ordnungen** eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Ordnungen, die im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.

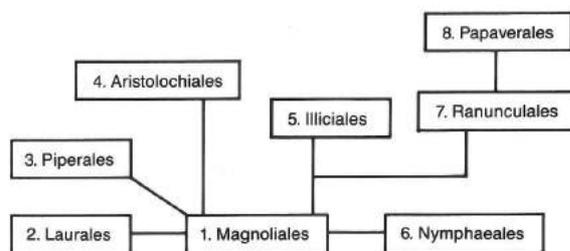


Abb. 103: **Magnoliidae nach CRONQUIST (1988)**. Zum Vergleich mit molekularphylogenetischen Vorstellungen siehe Text.

Wie der molekularphylogenetische Stammbaum (Abb. 19) zeigt, bilden Einkeimblütler, Monocotyledoneae, eine Abstammungsgemeinschaft, sie sind also monophyletisch, nicht aber die Zweikeimblütler, Dicotyledoneae (APG II 2003, APG III 2009).

Die Unterklasse der Magnoliidae, magnolienartige Verwandtschaft, umfaßte ursprünglich neben den Magnoliales, Laurales und Piperales, auch die Aristolochiales, Illiciales, Nymphaeales, Ranunculales und Papaverales (Abb. 103). Nach molekularphylogenetischen Hypothesen bilden jedoch nur die Ma-

gnoliales, Laurales und Piperales (incl. der Aristolochiales als Familie Aristolochiaceae), zusammen mit den Chloranthales und Cannellales ein Monophylum (MASSONI et al. 2014, 2015). Die Nymphaeales wurden als Vertreter der basalen Angiospermen bereits vorgestellt, ebenso wie die Austrobaileyaales (Illiciales), zu denen die Schisandraceae gestellt werden (siehe oben). Die Papaverales wurden als Familie (Papaveraceae) in die Ranunculales eingegliedert (FAY et CHRISTENHUSZ 2012, HOOT et al. 2015).

Traditionelle systematische Einteilungen von ENGLER (1892, 1903), HUTCHINSON (1959), TAKHTAJAN (1959), MELCHIOR (1964), CRONQUIST (1981, 1988) und HUBER (1991) stimmen in vielen Gruppierungen auch mit den molekularphylogenetischen Hypothesen überein.

Arten der Magnoliidae mit den Magnoliales, Laurales und Piperales sind auf der dritten Terrasse der Tübinger Systemanlage angepflanzt (Abb. 102).

Magnoliales, Magnolienartige Gewächse

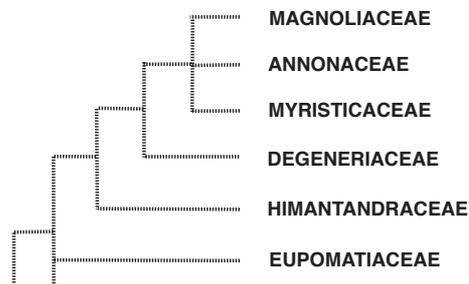


Abb. 104: Familien der Magnoliales incl. **Winterales**: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Verändert nach DONOGHUE in tree of life (1996).

Ordnung ursprünglicher, dikotyler, zumeist holziger und immergrüner Pflanzen ohne Stipeln, aber oft mit tütenartigen Blattscheiden.

Systematik und Phylogenie (Abb. 104): Die Familien Annonaceae, Degeneriaceae, Eupomatiaceae, Himantandraceae, Magnoliaceae und Myristicaceae werden in der Ordnung Magnoliales zusammengefasst. Ihre verwandtschaftlichen Beziehungen sind in unterschiedlichen molekularen Analysen uneinheitlich (DOYLE et ENDRESS 2000, SOLTIS et al. 2000, MAGALLÓN et al. 2015).



Abb. 105: Blüte von *Liriodendron tulipifera*, Tulpenbaum, TüBG. Orig. 12.6.2002.

Magnoliaceae, Magnoliengewächse (Abb. 104-106). Familie der **Magnoliales** (Magnolienartige Gewächse) mit 2-12 Gattungen und etwa 220 Arten von Holzgewächsen, die in Wäldern Süd-, Ost- und Südost-

asiens sowie im südöstlichen Nordamerika und in Mittel- und Südamerika vorkommen. Blätter einfach, wechselständig, mit großen, stängelumfassenden, hinfälligen Stipeln; Blüten auffällig, groß, mit freien, nicht in Kelch und Krone gegliederten Blütenhüllblättern und vielen, an deutlich konisch verlängerten Blütenachsen spiralig stehenden Staub- und Fruchtblättern (Abb. 106); Fruchtblätter frei oder zu Sammelfrüchten verwachsen. Wichtige Holzlieferanten und Ziergehölze. Benannt nach dem französischen Botaniker **PIERRE MAGNOL** (1638 -1715). **Gattungsauswahl**: *Magnolia*, *Michelia*, *Liriodendron*. **Phylogenie**: Die Magnoliaceae sind eine monophyletische Familie der Magnoliales mit den Myristicaceae als nächste Verwandte (DOYLE et ENDRESS 2000, SOLTIS et al. 2000). Durch molekulare Daten ist die traditionelle Gattungsgliederung der Magnoliaceae in Frage gestellt worden. Siehe Anhang „**Lieblingspflanze 16. Tulpenbaum**“. Vgl. **Teil 3 Arboretum, 12 Magnoliaceae**.

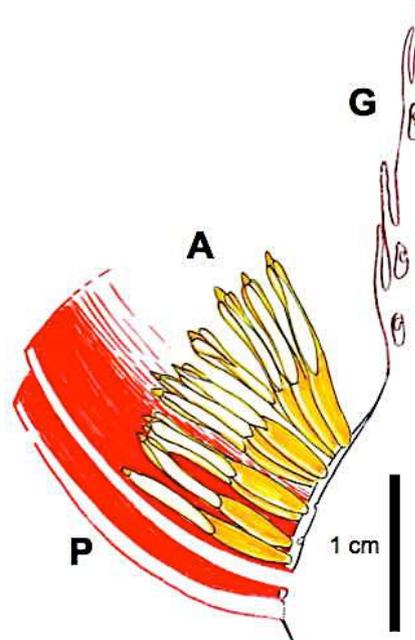


Abb. 106: Teillängsschnitt einer Blüte von *Magnolia x soulangiana* (*M. denudata* x *M. liliiflora*). P gleichgestaltete Blütenblätter, A Staubblätter, G Fruchtknoten. Orig.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 12 Magnoliaceae**.

Lurales, Lorbeerbaumartige Gewächse

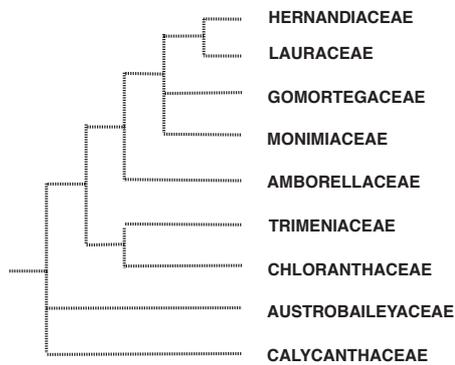


Abb. 107: Familien der Laurales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Verändert nach DONOGHUE in tree of life (1996).

Hauptmerkmale der **Lurales** sind: Überwiegend immergrüne Gehölze mit einfachen, lederigen Blättern, ohne Stipeln, gelegentlich mit Blattscheiden. Blütenhüllen schraubig oder in 2 bis mehreren Wirteln, meist freiblättrig. Festigungsgewebe der Samenschale - wenn vorhanden - vom äußeren Integument abgeleitet.

Systematik und Phylogenie (Abb. 107): Die Verwandtschaftsverhältnisse der Laurales wurden von RENNER (1999) morphologisch und molekular analysiert. Die Ordnung wurde auch mit den nah verwandten Magnoliales (= Annonales) vereint.



Abb. 108: Teilblütenstand von *Laurus nobilis*, Lorbeerbaum. TüBG. Orig. 25.2.2006.

Lauraceae, Lorbeergewächse

(Abb. 107, 108). Familie mit ca. 50 Gattungen und etwa 2500 Arten von Gehölzen und parasitischen Lianen mit fadenförmigen Stängeln. Die Lauraceen sind besonders in der Neotropis und in Südostasien verbreitet,

darüber hinaus kommen sie aber auch in Afrika, dem süd- und ostasiatischen Bereich, in Indomalaysien, Australien und Neuseeland vor. Blätter meist ungeteilt, ohne Stipeln, lederig, wechselständig, selten gegenständig oder quirlig. Blüten klein, zyklisch, zwittrig oder eingeschlechtig, meist 3zählig, Blütenachse verbreitert bis becherig; P3+3 oder selten 2+2, sehr selten 0; A meist 3-12, auf 4 Kreisen, die Glieder eines oder mehrerer Kreise auch staminodial; Antheren mit Klappen (2-4) aufspringend; G(3) meist mittelständig, selten unterständig, einfächerig, mit oder ohne Griffel; einsamige Beeren oder Steinfrüchte, meist von der Blütenachse (Cupula) teilweise oder ganz umgeben; die Cupula kann auch abfallen. Die Familie enthält wichtige Nutzpflanzen (Holz, Früchte, Gewürze: aromatische Blätter mit ätherischen Ölen, darunter toxische, wie Campher oder Safrol) und Ziergehölze, aber auch chlorophyllose Parasiten der Gattung *Cassytha*.

Mit dem lateinischen **Namen** für Lorbeer benannt. **Gattungsauswahl:** *Cinnamomum*, *Laurus*, *Lindera*, *Litsea*, *Ocotea*, *Persea*.

Phylogenie: Verwandtschaften und ihre Verbreitungsmuster wurden von CHANDERBALI et al. (2001) untersucht. Die Lauraceae sind die Schwestergruppe der Monimiaceae innerhalb der Laurales (RENNER 2005).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 17 Lauraceae.**



Abb. 109: Blüte von *Calycanthus fertilis*, Gewürzstrauch. Mehrere Blütenblätter wurden entfernt um die Staubblätter sichtbar zu machen. TüBG. Orig. 4.6.2010.

Calycanthaceae, Gewürzstrauchgewächse (Abb. 107, 109, 110). Familie mit 4 Gattungen und 7 Arten winterharter Sträucher, die gegenständig beblättert sind. Das Gesamtareal umfaßt 4 disjunkte Gebiete: Ostasien, Nordaustralien, sowie zwei Teilareale in SO- und SW-Nordamerika. Die zahlreichen, freien Fruchtblätter sind in einen deutlichen Blütenbecher eingesenkt. Der aus dem Griechischen abgeleitete **Name** bedeutet Kelchblüte. **Gattungen:** *Calycanthus*, *Chimonanthus*, *Idiospermum*, *Sinocalycanthus*.

Phylogenie: Die Calycanthaceae bilden das basale Monophylum der Laurales (RENNER 2005).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 10 Calycanthaceae.**

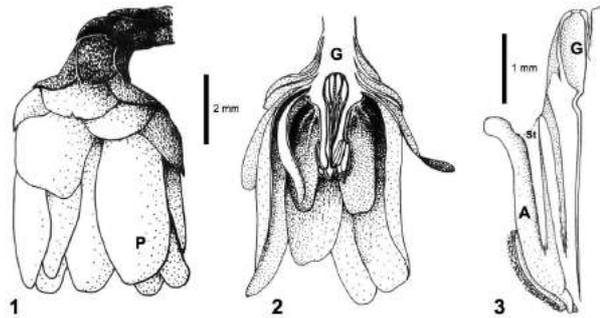


Abb. 110: Winterblüte, *Chimonanthus praecox*, Gewürzstrauchgewächse, Calycanthaceae. 1 Seitenansicht, 2 Längsschnitt, 3 Blütenausschnitt. P gleichgestaltete Blütenblätter, A Staubblatt, St Staminodium, G Fruchtknoten. Orig.

Aristolochiales, Osterluzeiartige Gewächse



Abb. 111: Teilblütenstand von *Aristolochia clematitis*, Osterluzei, TüBG. 29.4.2002.

Aristolochiaceae, Osterluzeigewächse (Abb. 111). Traditionell einzige Familie der Aristolochiales mit 9 Gattungen und ca. 500 Arten von Kräutern, Sträuchern und Lianen. Die nahezu weltweit verbreitete Familie fehlt allerdings in den kalten Gebieten der nördlich gemäßigten Zone und in Australien. Blüten zumeist dreigliedrig mit einfacher und verwachsener Blütenhülle. Der **Name** bedeutet im Griechischen "gut gebärend"; er bezieht sich auf die Form der Blüte, die einem Fötus gleichen soll. **Gattungsauswahl:** *Aristolochia*, *Asarum*, *Saruma*.

Systematik und Phylogenie: KELLY et GONZÁLEZ (2003) haben die verwandtschaftlichen Beziehungen der Aristolochiaceae analysiert. In molekularphylogenetischen Dendrogrammen gruppiert die Familie mit den Lactoridaceae innerhalb der weit gefaßten Piperales (NEINHUIS et al. 2005). Ob sie den Piperales zugeordnet werden kann, ist nicht gesichert.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 15 Aristolochiaceae.**

Piperales, Pfefferartige Gewächse

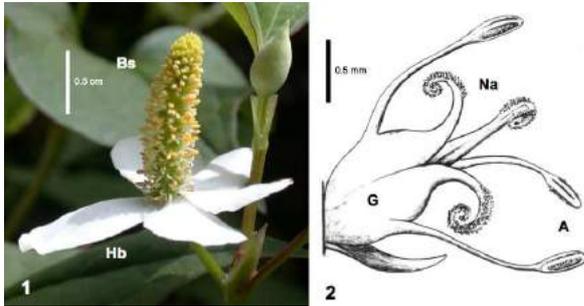


Abb. 112: Der **Eidechschwanz**, *Houttuynia cordata*, Saururaceae. **1** Blütenstand und **2** Einzelblüte, die zeigt, dass die Staubblätter (a) aus der Fruchtknotenwand (G) entspringen. Bs Blütenstand, Hb Hochblatt, Na Narbe. Orig.

Hauptmerkmale der **Piperales**: Sukkulente zweikeimblättrige Pflanzen, meist mit markständigen Leitbündeln. Sekundärholz durch ausdauerndes Kambium gebildet. Häufig Idioblasten mit ätherischen Ölen. Infloreszenzen ährig bis traubig, Blüten mit Tragblättern; Blütenhülle fehlend; Pollen mit einer oder ohne Apertur; Samen mit Perisperm.

Familien: Piperaceae, Saururaceae.

Systematik: Traditionell und auch nach molekularen Daten zu den Magnoliidae gestellt. Es gibt jedoch bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit den Nymphaeales (HUBER 1991: involutive Blattknospen; sukzedane Teilung der Pollenmutterzellen; unitegmische und crassinucellate Samenanlagen; Perisperm mit zusammengesetzten Stärkekörnern; kleine Embryonen) und den Arales (Ölidioblasten; Spaltöffnungen von Nebenzellen rosettig umgeben; ährige Blütenstände, vgl. Abb. 95).

Saururaceae, Molchschwanzgewächse (Abb. 112, 113). Familie mit 5 Gattungen und 6 Arten in Nordamerika und Ostasien. Blätter wechselständig, einfach, mit Stipeln,

die teilweise mit dem Blattstiel verwachsen. Blüten radiär, zwittrig, ohne Blütenhülle, zu kurz-zylindrischen Blütenständen zusammengezogen (Name: Griech. sauros - Echse, oura - Schwanz), die an der Basis kronblattartige Hochblatthüllen tragen. Die freien Fruchtblätter reifen zu Bälgen heran.

Gattungen: *Anemopsis*, *Circaeocarpus*, *Gymnotheca*, *Houttuynia*, *Saururus*.



Abb. 113: Bestand von *Anemopsis californica*, **Scheinanemone**, im System, TüBG. Orig. 1.7.2008.

Phylogenie: In molekularphylogenetischen Dendrogrammen gruppieren die Saururaceae mit den Piperaceae innerhalb der Piperales (CARLQUIST et al. 1995, MENG et al. 2002).

Anemopsis californica und *Houttuynia cordata* (Abb. 29) vertreten im System die Pfefferartigen Gewächse (Piperales).

Arten der Gattungen *Piper*, Pfeffer, und *Peperomia*, Zwergpfeffer, (Piperaceae, Pfeffergewächse) sind reichlich in den Gewächshäusern angepflanzt.

Ranunculales, Hahnenfußartige Gewächse

Bewertet nach morphologischen Merkmalen wurden die **Ranunculales** traditionell mit den Magnolienartigen (siehe S. 58) gruppiert oder als nächst verwandt angesehen (ENGLER 1892, 1903, TAKHTAJAN 1959, MELCHIOR 1964, CRONQUIST 1981, 1988). HUBER (1991) unterschied die Ölzelligen mit der Magnolien-Verwandtschaft von den Dreifurchenpolligen mit der Hahnenfuß- und Nelkenverwandtschaft. Hauptmerkmale der Taxa dieser Ordnung sind: Meist wechselständige und zusammengesetzte Blätter ohne Stipeln; häufig viele und schraubig angeordnete Staubblätter; nicht selten auch 3zählige Blüten; Endosperm stärkefrei. Nach molekular begründeten Phylogenien erscheinen die Magnoliidae von den übrigen Dikotylen getrennt (Abb. 19). Die folgenden Ordnungen sind nach diesem Dendrogramm von links nach rechts angeordnet.

Ranunculales sind im System und Arboretum von TüBG mit den Familien Berberidaceae, Fumariaceae, Lardizabalaceae, Menispermaceae, Papaveraceae und Ranunculaceae vertreten.

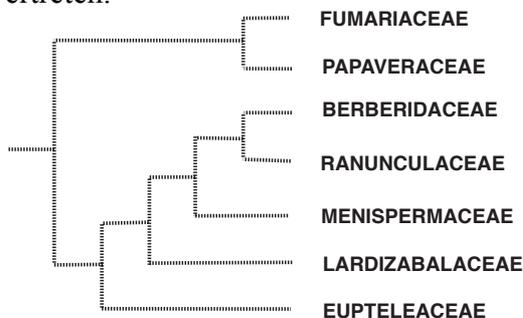


Abb. 114: Familien der Ranunculales und Papaverales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Phylogenie: Die Stammesgeschichte der Ranunculales wurde nach molekularen Daten von HOOT et CRANE (1995), WANG et al. (2009) und FAY et CHRISTENHUSZ (2012) analysiert.

Siehe Anhänge **Fam. Hahnenfußgewächse Ranunculaceae 1, 2.**

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 8 Menispermaceae, 11 Lardizabalaceae.**



Abb. 115: Blüte von *Mahonia aquifolium*, **Mahonie**. Botan. Garten München. Orig. 4.4.1968.

Berberidaceae, Berberitzengewächse (Abb. 114, 115). Familie mit 15 Gattungen und etwa 700 Arten von Sträuchern und Stauden, die in Ost- und Nordafrika, Europa, West-, Zentral- und Ostasien, sowie in Nordamerika und den Anden verbreitet sind; sie fehlen in den kalten Gebieten der Nordhemisphäre und im gesamten Australien.

Blätter einfach (auch schildförmig) bis gefiedert, ohne Stipeln, wechsel- oder grundständig. Blüten radiär, zwittrig und meist dreizählig; P bzw. K+C3-∞ (1-9-kreisig), A4-18 (meist zweikreisig), Filamente meist reizbar; Antheren oft mit 2 Klappen öffnend; G1, auch (2-3), einfächerig, mit meist vielen Samenanlagen; Balg- oder Beerenfrüchte, selten Nüsschen. Der **Name** bezieht sich auf eine arabische Bezeichnung für Frucht. **Gattungsauswahl:** *Berberis*, *Bongardia*, *Caulophyllum*, *Diphylleia*, *Dysosma*, *Epimedium*, *Jeffersonia*, *Leontice*, *Mahonia*, *Plagiorhegma*, *Podophyllum*, *Vancouveria*.

Systematik und Phylogenie: Die Berberidaceae bilden in molekularphylogenetischen Dendrogrammen mit den Ranunculaceae und Menispermaceae ein Monophylum (Abb. 114; HOOT et CRANE 1995). Molekulare Hypothesen unterstützen die Untergliederung der Familie in Berberideae und Podophylleae. Die traditionellen **Epimedeeae** erweisen sich jedoch als paraphyletisch. Die Gattungen

Bongardia, *Caulophyllum* und *Leontice* werden auch in einer eigenen Familie, Leonticaceae, zusammengefaßt. *Nandina*, oft zu den Berberidaceae gestellt, wird als Vertreter einer eigenen Familie, **Nandinaceae**, geführt.

Berberideae häufig mit Isochinolin- (Berberin) und Chinolizidin-Alkaloiden (N-Methylcytisin). Diese Inhaltsstoffe fehlen den **Podophylleae**, die dagegen wasserlösliche Lignan-Glycoside (Podophyllotoxin) enthalten. Viele Arten werden als Zierpflanzen verwendet.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 29 Berberidaceae**.



Abb. 116: Teilblütenstand von *Nandina domestica*. TüBG. Orig. 16.6.2006.



Abb. 117: Teilfruchtstand von *Nandina domestica*. TüBG. Orig. 21.5.2003.

Nandinaceae

(Abb. 116, 117). Eine Art, *Nandina domestica*, die im mittleren China verbreitet ist und in Japan seit alters her kultiviert wird. Der immergrüne Strauch hat ein- bis dreifach gefiederte, wechselständige Blätter. Blüten weiß, in endständigen Rispen; P_{∞} mehrkreisig (auch anders interpretiert: K_{∞} spiralig angeordnet, C_6 einkreisig); Nektarblätter 6, schmal, mit subapikalen Nektarien; A_6 , Antheren längsspaltig öffnend; G_1 oberständig, mit einer Samenanlage; Beere rot. Benennung nach dem japanischen Pflanzennamen „nanden“, Südhimmel.

Systematik und Phylogenie: Die Art wird meist zu den Berberidaceae gestellt. Die Familie läßt sich jedoch auch nach den molekularphylogenetischen Befunden von KIM et JANSEN (1996) rechtfertigen.

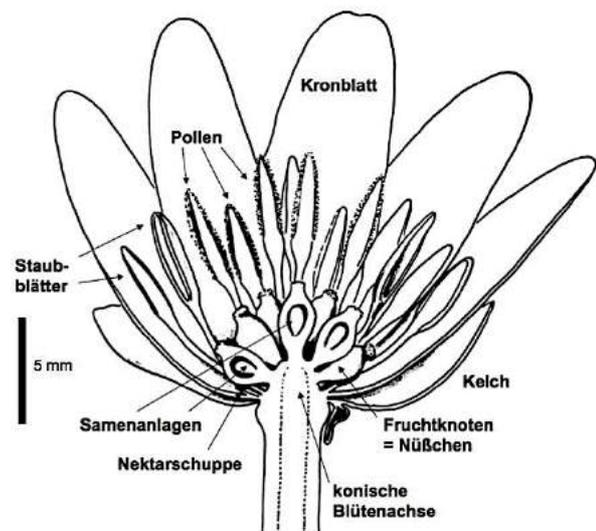


Abb. 118: Blütenlängsschnitt des Scharbockskrautes, *Ranunculus ficaria*, mit vielen freien Kron-, Staub- und Fruchtblättern, charakteristisch für die Hahnenfußgewächse. Orig.

Ranunculaceae, Hahnenfußgewächse

(Abb. 114, 118-120). Familie mit ca. 60 Gattungen und annähernd 2500 Arten von ausdauernden und einjährigen Kräutern, sowie wenigen verholzenden Gewächsen mit einer insgesamt weltweiten Verbreitung. Blätter zusammengesetzt aber auch einfach, wechsel- oder grundständig, selten gegenständig oder quirlig. In Blüten- und Fruchtmorphologie sehr vielfältig, jedoch oft durch viele, spiralig stehende Staubblätter und freie Fruchtblätter ausgezeichnet. Reich an Isochinolin-Alkaloiden und (sich gegenseitig ausschließend)

hautreizenden Scharfstoffen (Protoanemonin); stark giftige Diterpenoid-Alkaloide in *Aconitum* (Aconitin) und *Delphinium*, Cardenolide in *Adonis* und Bufadienolide in *Helleborus*. Der Name bezieht sich auf die lateinische Bezeichnung für Frosch, "rana"; er verweist auf die zahlreichen Arten, die an feuchten Standorten vorkommen.



Abb. 119: Blüte von *Anemone hupehensis*, chinesisches Windröschen, TüBG. Orig. 28.7.2002.

Gattungsauswahl: Eisenhut *Aconitum*, Christophskraut *Actaea*, Adonisröschen *Adonis*, Windröschen *Anemone*, Akelei *Aquilegia*, Schmuckblume, Dotterblume *Caltha*, Silberkerze *Cimicifuga*, Waldrebe *Clematis*, Rittersporn *Delphinium*, Winterling *Eranthis*, Nießwurz *Helleborus*, Leberblümchen *Hepatica*, Muschelblümchen *Isopyrum*, Knowltonia, Mäuseschwänzchen *Myosurus*, *Nigella*, *Paraquilegia*, Küchenschelle *Pulsatilla*, Hahnenfuß *Ranunculus*, Scheinakelei *Semiaquilegia*, Wiesenraute *Thalictrum*, Trollblume *Trollius*.

Phylogenie: Die Ranunculaceae bilden in molekularphylogenetischen Dendrogrammen mit den Berberidaceae und Menispermaceae ein Monophylum innerhalb der Ranunculales (HOOT et CRANE 1995, APG 2009).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 19 Ranunculaceae.**



Abb. 120: Blüte von *Aquilegia canadensis*, kanadische Akelei, TüBG. Orig. 29.4.2002.

Papaveraceae, Mohngewächse

(Abb. 114, 121). Familie mit 23 Gattungen und etwa 250 Arten einjähriger und ausdauernder Kräuter, selten Sträucher oder Bäume, die besonders in der nördlich gemäßigten Zone verbreitet sind. Einige Vertreter finden sich aber auch in den arktisch-alpinen Gebieten, in den mittelamerikanischen Gebirgen und Anden, sowie in Südafrika und Ostaustralien. Die Pflanzen enthalten Milchsaft in gegliederten Milchröhren; sie sind reich an Alkaloiden des Grundtyps Protopin (Codein, Papaverin, Morphin). Blätter einfach bis gelappt oder fiederteilig, ohne Stipeln, meist wechselständig. Blüten groß, auffällig gefärbt, radiär, zwittrig; K₂ C₂+2, oft mit zerknitterten Petalen; A_∞ meist mehrkreisig; G(2-∞) oberständig, primär einfächerig, aber sekundär unterteilt durch vorwachsene, parietale Plazenten mit vielen Samenanlagen; Kapsel klappig oder porig öffnend. Die Fami-

lie enthält wichtige Nutz- und Zierpflanzen. Mit dem lateinischen **Namen** für Mohn belegt.



Abb. 121: Blüte von *Papaver rhoeas*, **Klatschmohn**, TüBG. Orig. 18.6.2000.

Gattungsauswahl: *Argemone*, *Bocconia*, *Chelidonium*, *Eschscholzia*, *Glaucium*, *Hylo-mecon*, *Macleaya*, *Meconopsis*, *Papaver*, *Romneya*, *Sanguinaria*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde früher mit den Cruciferen in der Ordnung der Rhoadales zusammengefaßt. Heute wird sie mit den nah verwandten Fumariaceae in die eigene Ordnung der Papaverales gestellt. Pteridophyllaceae, Papaveraceae und Fumariaceae bilden ein Monophylum innerhalb der Ranunculales. Wenn die drei Familien als Unterfamilien gruppiert werden, sind sie in den Papaveraceae s.l. zusammengefasst (KADEREIT et al. 1995, HOOT et al. 2015).

Fumariaceae, Erdrauchgewächse

(Abb. 122, 123). Familie mit 20 Gattungen und ca. 600 krautigen Arten, die in Afrika, Eurasien und Nordamerika verbreitet sind. Die Pflanzen besitzen keinen Milchsaft; sie sind reich an Alkaloiden. Blätter meist gefiedert bis fingerig geteilt, ohne Stipeln, wechselständig. Blüten radiär, bilateral symmetrisch oder zygomorph, zwittrig; K2, oft früh abfallend; C2+2, ein oder zwei äußere Petalen mit Aussackungen oder Spornen; A2+2, oder zweibündelig und Stamina jeweils dreiteilig mit mittleren, ditheatischen und äußeren, monotheatischen Antheren; G(2), oberständig, einfächerig; Kapseln oder nüsschenartige

Früchte. Samen mit Elaiosomen. Einige Arten werden als Zierpflanzen verwendet. Die rauchfarben erscheinenden Blätter mancher Arten gaben Anlaß zur **Benennung** (Lat.: fumus - Rauch).



Abb. 122: Teilblütenstand von *Corydalis ophiocarpa*, **schlangenförmiger Lerchensporn**, TüBG. Orig. 5.5.2006.

Gattungsauswahl: *Adlumia*, *Corydalis*, *Dicentra*, *Fumaria*, *Hypecoum*, *Rupicapnos*, *Sarcocapnos*.

Systematik und Phylogenie: Siehe Papaveraceae.

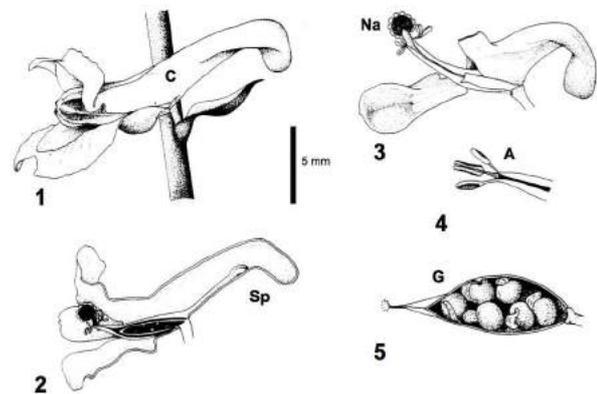


Abb. 123: Blüte des **Hohlen Lerchensporns**, *Corydalis cava* als Vertreter der Erdrauchgewächse, Fumariaceae, die auch in die Mohngewächse, Papaveraceae, einbezogen werden. 1 Seitenansicht, 2 Längsschnitt, 3 seitliche Kronblätter abpräpariert, 4 verwachsene Staubblätter, 5 Fruchtknotenlängsschnitt, Samen sichtbar, mit fleischigen Anhängseln (Ameisenverbreitung), Na Narbe, Sp Sporn. Orig.

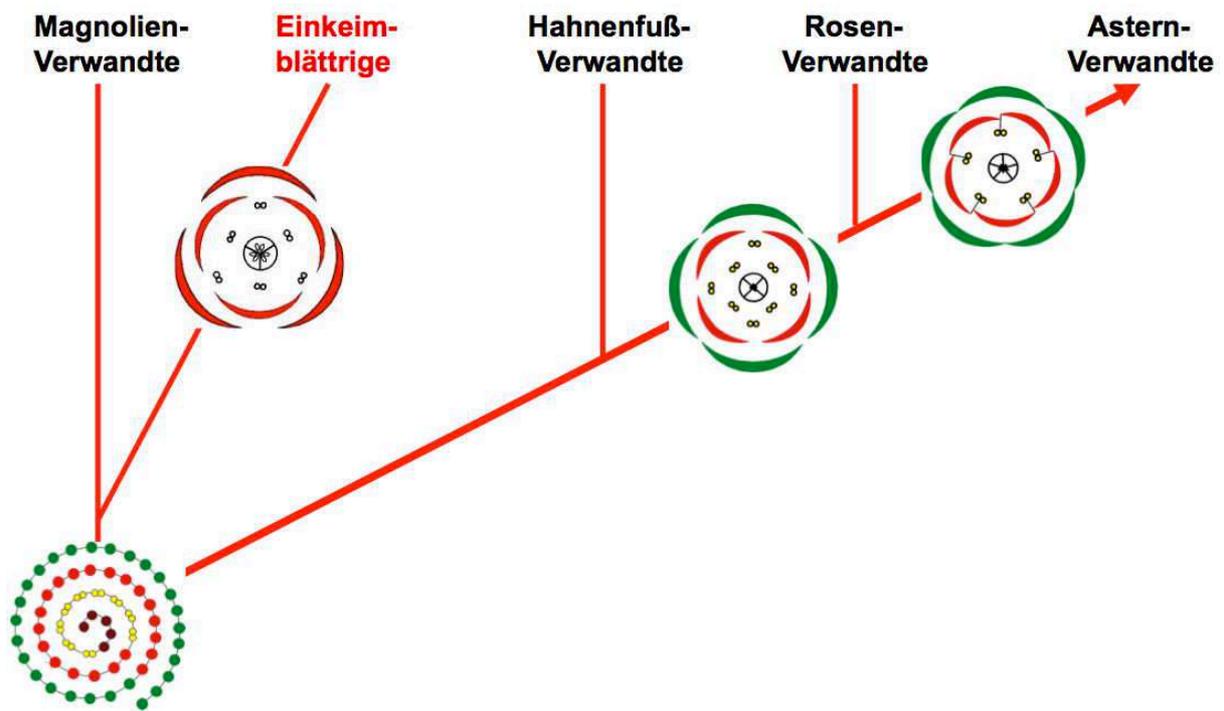


Abb. 124: Hauptschritte der **Evolution der Blüten der Bedecktsamer** von spiraliger und vielgliedriger Anordnung der Organe zu den radiärsymmetrischen Bauplänen, dreigliedrig bei den Monocotylen, zumeist vier- oder fünfgliedrig bei den Dicotylen. Mehrfach erfolgte der Übergang von den Frei- zu den Verwachsenblättrigen. Diese Blüten-Grundbaupläne liefern auch die Hauptmerkmale für die angegebenen größeren Verwandtschaftskreise. Grün – Kelchblätter (als Punkte kelchartig), rot – Kronblätter, bzw. gleichblättrige Blütenhüllblätter (Perigon), gelbe liegende Acht – Staubblätter, braune Punkte, bzw. zentraler (septierter) Kreis – Fruchtknoten. Orig.



Abb. 125: **Systemanlage** im Tübinger Botanischen Garten. Die Namen geben die Reviere von Familien an. Blick von West nach Ost. Orig. 4.5.2005.



Abb. 126: **Systemanlage** im Tübinger Botanischen Garten. Die Namen geben die Reviere von Familien an. Blick von Ost nach West. Orig. 4.5.2005.

Proteales, Silberbaumartige Gewächse

Nach der hier verwendeten Phylogenie wird die Ordnung Proteales molekular definiert (Abb. 127). Diese höchst unerwartete Gruppierung wurde durch Multigenanalysen bestätigt (MOORE et al. 2008, SOLTIS et al. 2011, RUHFEL et al. 2014, SUN et al. 2015).

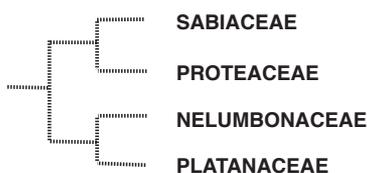


Abb. 127: **Proteaceae und Umfeld**: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE & al. 1993).

Platanaceae, Platanengewächse

(Abb. 127, 128, 129). Familie mit der einzigen Gattung *Platanus*, deren Baumarten in Südosteuropa, im Himalaja, in Südostasien und in Nordamerika vorkommen. Die Bäume sind laubwerfend und besitzen eine großflächig abblätternde Borke. Blätter meist gelappt, mit großen, hinfälligen Nebenblättern. Blüten klein und unscheinbar, eingeschlechtig, zu Kugelblütenständen zusammengezogen und einhäusig angeordnet; K3-8 C3-8; A3-8, fast sitzend und mit schildartig verbreiterten Konnektivspitzen; G6-9, selten 3, chorikarp. Staminodien können sowohl in männlichen als auch in weiblichen Blüten auftreten (Abb. 128). Nußfrüchte mit ausdauernden

Griffeln, im kugeligen Fruchtstand von langborstigen Haaren umgeben. Platanenarten und -hybriden sind als Zierbäume weit verbreitet und beliebt. Der Name rührt von der altgriechischen Bezeichnung "platanos" her.

Phylogenie: Molekular analysiert durch GRIMM et DENK (2008).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 23 Platanaceae.**

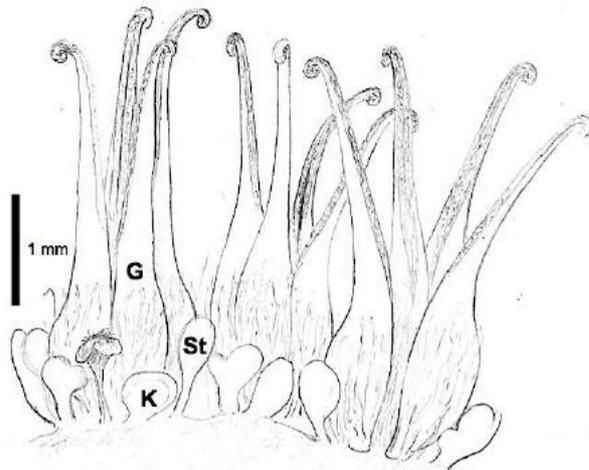


Abb. 128: Weibliche Blüten aus der kugeligen Infloreszenz der **Platane**, *Platanus hybridus*. G Fruchtknoten mit langen Narben, K Kelchblatt, St Staminodium (verkümmertes Staubblatt). Orig.



Abb. 129: Fruchtstand von *Platanus orientalis*, **orientalische Platane**, TüBG. Orig. 30.1.2009.



Abb. 130: Blüte von *Nelumbo nucifera*, **Lotosblume**, im System, TüBG. Orig. 12.7.2003.

Nelumbonaceae, Lotosblumengewächse

(Abb. 127, 130). Familie mit der einzigen Gattung *Nelumbo* und 2 Arten von Milchsaft führenden Wasser- und Sumpfrhizomstauden, die in Asien und Nordamerika verbreitet sind. Blätter jung schwimmend, dann lang und über die Wasseroberfläche hinaus gestielt, schildartig, wechselständig. Blüten radiär, zwittrig; K4-5 C10-25 A ∞ G12-30; Sepalen ausdauernd, Petalen früh abfallend; Karpelle in einen umgekehrt konischen Blütenboden eingesenkt. In warmen, frostfreien Gebieten als Wasserzierpflanzen weit verbreitet; in Ostasien auch als Nutzpflanzen kultiviert. Nach einem singhalesischen Namen benannt.

Systematik und Phylogenie: Üblicherweise wird die Gattung *Nelumbo* zu den Nymphaeaceae gestellt oder die eigene Familie der Nelumbonaceae in die Nymphaeales eingliedert. HUBER (1991) reiht die Familie in die Berberidales (= Ranunculales) ein. In verschiedenen, molekular begründeten Dendrogrammen kann *Nelumbo* an diversen Positionen auftauchen: Als Schwestergruppe von *Platanus* (CHASE et al. 1993, SOLTIS et al. 1997) oder bei den Trochodendraceae (SOLTIS et al. 1997).

Trochodendrales, Radbaumartige Gewächse

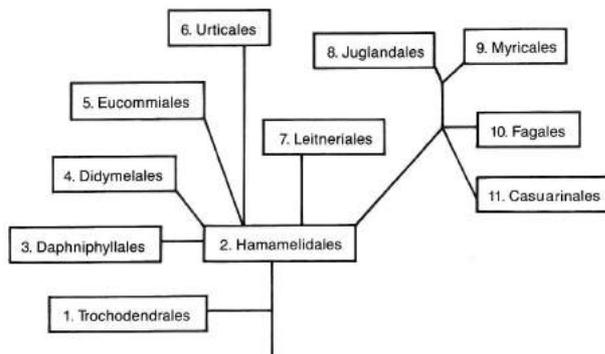


Abb. 131: Hamamelididae nach CRONQUIST (1988).

Zur traditionellen Unterklasse **Hamamelididae** der dicotylen Angiospermen, mit überwiegend kätzchenblütigen Taxa, wurden u.a. folgende Ordnungen gestellt (Abb. 131): Casuarinales, Fagales, Hamamelidales, Juglandales, Myricales, Trochodendrales. HUBER (1991) bringt auch die Cunoniales in engeren Zusammenhang mit den Hamamelidales. In molekularen Analysen läßt sich die Unterklasse nicht verifizieren.

Trochodraceae, Radbaumgewächse (Abb. 132, 133). Die einzige Art der Gattung Radbaum, *Trochodendron aralioides*, repräsentiert die Radbaumartigen Gewächse (Trochodendrales). Der Baum ist von Taiwan über die Riukiu-Inseln und Südkorea bis Japan verbreitet und im Japanrevier des Geographischen Alpiums, in der Ostasien-Abteilung und im Arboretum gepflanzt. Blätter immergrün, ungeteilt, gezähnt, ledrig, ohne Stipeln, quirlig genähert. Blüten radiär, zwittrig, ohne Blütenhüllen, mit vielen, in 4-5 Kreisen stehenden Staubblättern (**Name**: Griech. tróchos - Rad, déndron - Baum) und 6-∞ freien bis schwach verwachsenen Karpellen, die zu Bälgen heranreifen.

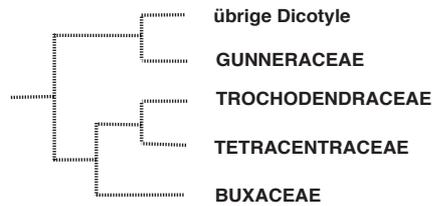


Abb. 132: Familien der Trochodendrales und Verwandte: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Systematik und Phylogenie: Die Trochodraceae bilden mit der ebenfalls monotypischen Familie der Tetracentraceae die Ordnung der Trochodendrales. *Tetracentron* wird aber auch in die Trochodraceae integriert.

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 9 Tetracentraceae](#).



Abb. 133: Blütenstand von *Trochodendron aralioides*, Radbaum, TüBG. Orig. 11.5.2004.

Buxales, Buchsbaumartige Gewächse

In die nähere Verwandtschaft der Platanen, Proteaceen und des Radbaumes werden auch die **Buchsgewächse** (Buxaceae, Abb. 132) gestellt. Sie sind weltweit, aber sehr zerstreut verbreitet, mit etwa 120 Arten, die auf sieben Gattungen verteilt werden.



Abb. 134: Revier der Buchsgewächse mit dem **Buchsbaum**, *Buxus sempervirens*, im System, TüBG. Orig. 20.12.2006.

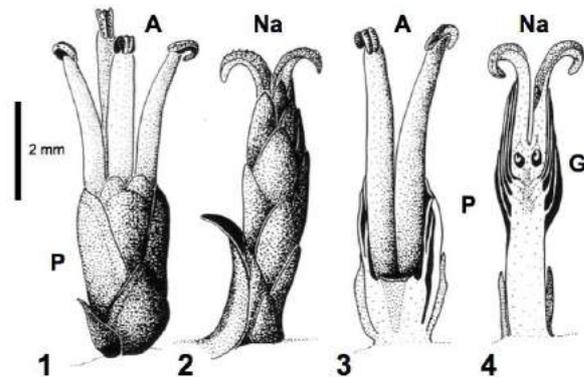


Abb. 135: Blüte von *Pachysandra terminalis*, **Ysander**. 1, 3 männliche, 2, 4 weibliche Blüten, jeweils Seitenansicht und Längsschnitt. Na Narben. Orig.

Buxaceae, Buchsgewächse

(Abb. 134-136). Familie mit 7 Gattungen und etwa 100 Arten von Sträuchern, seltener Bäumen oder Kräutern, die in den wärmeren Gebieten subkosmopolitisch verbreitet sind, aber in Australien fehlen. Blätter einfach, oft lederig, nebenblattlos, wechsel- bis gegenständig. Blüten radiär, eingeschlechtig und monoecisch oder dioecisch verteilt; K meist

4; C fehlend; A meist 4, episepal oder 6-∞; G meist (3), gefächert; 1-2 Samenanlagen/Fach; Kapsel oder Steinfrucht. Enthalten Steroidalkaloide der Pregnangruppe (Buxin, Buxinamin, Buxinidin, Cyclobuxin, Parabuxin), die bei Tieren zu Vergiftungen geführt haben. **Name** vom Griechischen pykós = fest, abgeleitet; bezieht sich auf das harte Holz des Buchsbaums.

Gattungsauswahl: *Buxus*, *Notobuxus*, *Pachysandra*, *Sarcococca*, *Styloceras*.

Systematik und Phylogenie: ENGLER und PRANTL (1897-1915) schlossen die Buxaceae in die Sapindales (Celastrales) ein. Molekularphylogenetisch gruppieren die Buxales mit den Gunnerales, Proteales und Trochodendrales im basalen Bereich der Eudicotylen (Abb. 19). *Simmondsia* ist der Vertreter einer eigenen Familie, Simmondsiaceae, die zu den Caryophyllales gehört (NANDI et al. 1998).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 1 Buxaceae.**



Abb. 136: Blütenstand von *Buxus sempervirens*, **Buchsbaum**. Zentral eine weibliche Blüte, umgeben von männlichen Blüten. TüBG. Orig. 20.4.2006.

Gunnerales, Mammutblattartige Gewächse

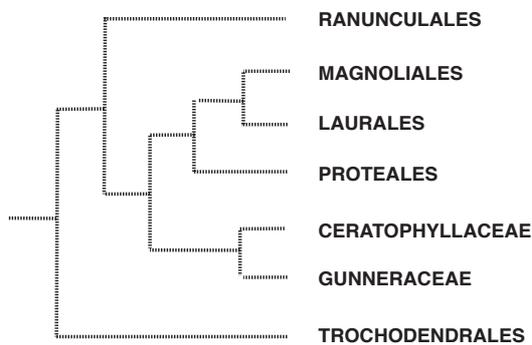


Abb. 137: Stellung der Gunneraceae:
Dendrogramm nach Sequenzen der 18S rDNAs
(SOLTIS et al. 1997).



Abb. 138: Blütenstände von *Gunnera manicata*,
Mammutblatt, im System TüBG. Orig. 9.5.2002.

Ordnung mit zwei sehr unterschiedlichen Familien, Gunneraceae und Myrothamnaceae.

Phylogenie: Die Gunneraceae wurden traditionell den Haloragales (CRONQUIST 1981) zugeordnet. In molekularphylogenetischen Dendrogrammen sind sie isoliert und in relativ basaler Position der Eudicotylen zu finden (Abb. 19).

Gunneraceae, Mammutblattgewächse

(Abb. 137, 138). Familie mit ca. 50 Arten, in der einzigen Gattung *Gunnera*, mit mächtigen, aufrechten, oder kriechend polsterförmigen Rhizomstauden, die hauptsächlich südhemisphärisch verbreitet sind, aber bis Mittelamerika reichen. Blätter mit großen Axillarstipeln. Blütenstände groß, walzlich, Blüten jedoch klein, meist ohne Petalen. A2, Fruchtknoten zweigriffelig, aber einfächerig, mit einer Samenanlage. In den Wurzelstöcken (Adventivwurzeln) sind regelmäßig Blaualgenkolonien (*Nostoc*) vorhanden. Nach dem norwegischen Bischof und Botaniker JOHAN ERNST GUNNER (GUNNERUS, 1718-73) benannt.

Phylogenie: Die Gunneraceae haben nach molekularen Daten die Myrothamnaceae als Schwestergruppe und werden mit dieser zur Ordnung der Gunnerales zusammengefasst (SOLTIS et al. 2003). Die Gattungsgliederung wurde molekularphylogenetisch analysiert (WANNTORP et al. 2001, WANNTORP 2006).

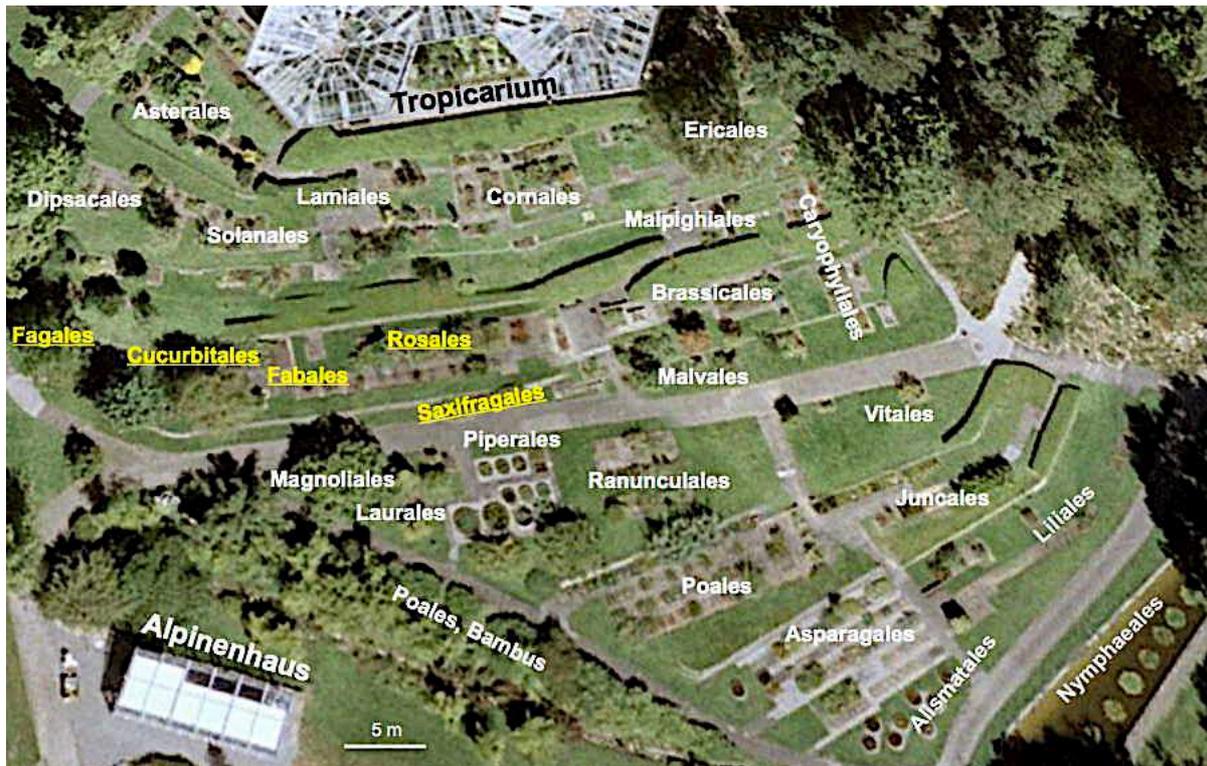


Abb. 139: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die wichtigsten Ordnungen eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Ordnungen, die im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.

Rosidae, Rosenartige Verwandtschaft

Auf der vierten Systemterrasse des Tübinger Gartens sind Arten der Rosidae angepflanzt (Abb. 139, Anhang [System 3](#)).

Rosidae, Unterklasse dikotyle Angiospermen mit überwiegend choripetalem Blütenbau und fixierten Blütengliedern. Es gibt keine allgemein akzeptierte Gliederung dieser Verwandtschaft. Die Gruppierung in Abb. 140 orientiert sich an dem Phylogenie-Vorschlag der Angiosperm Phylogeny Group (2003), der weitgehend mit der Darstellung von STEVENS (2016) übereinstimmt. Nach einer weiteren Auffassung sind die Saxifragales, Santalales und Vitales in der Unterordnung eingeschlossen. Die Ordnungen werden in der Reihenfolge der Abb. 140 von oben nach unten behandelt.

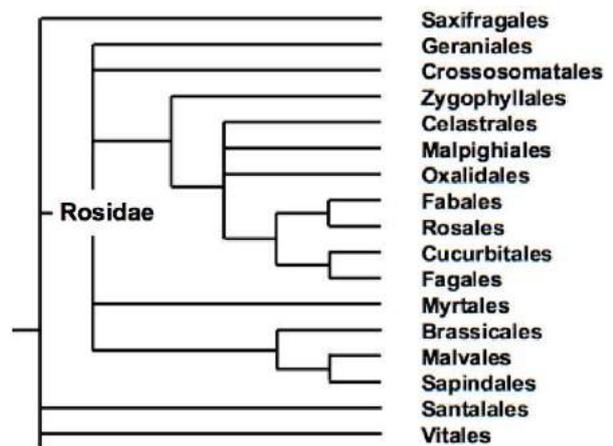


Abb. 140: Ausschnitt der **Rosidae** aus Abb. 19 des Systems der Bedecktsamer, nach APG II (2003), verändert.

Saxifragales, Steinbrechartige Gewächse

Hauptmerkmale der etwa 2500 Arten der **Saxifragales** sind: Sträucher oder Kräuter mit zusammengesetzten bis einfachen Blättern, ohne Stipeln; Blüten zumeist radiär, mit freien oder verwachsenen Blütenblättern, häufig intrastaminalen Diskusbildungen und freien, teilweise verwachsenen oder parakarpem Fruchtknoten; Griffel aber immer frei; Bälge, balgartige Kapseln, selten Beeren (*Ribes*). **Familienauswahl:** Altingiaceae, Cercidiphyllaceae, Crassulaceae, Daphniphyllaceae, Grossulariaceae, Haloragaceae, Hamamelidaceae, Iteaceae, Paeoniaceae, Penthoraceae, Saxifragaceae.

Systematik und Phylogenie: Bereits HUBER (1991) hat die Paeoniaceae zu den Saxifragales gestellt und die Parnassiaceae ausgeschlossen. Dies wird durch molekular begründete Dendrogramme bestätigt. Nach diesen sind auch die Altingiaceae, Cercidiphyllaceae, Daphniphyllaceae und Hamamelidaceae in die Ordnung einzubeziehen (FISHBEIN et al. 2001, FISHBEIN et al. SOLTIS 2004, JIAN et al. 2008, SOLTIS et al. 2013).

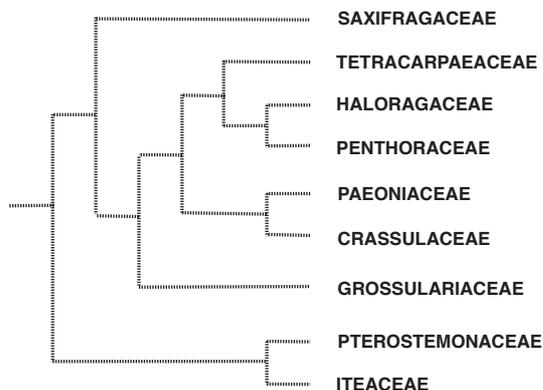


Abb. 141: Familien der Saxifragales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993 in der Auswertung nach RICE et al. 1997).

Paeoniaceae, Pfingstrosengewächse (Abb. 141, 142). Familie der **Saxifragales** (Steinbrechartige Gewächse) mit der einzigen Gattung *Paeonia*, deren Arten große, auffällige Blüten mit 5 Kelchblättern, 5-10 Kronblättern, vielen Staubblättern und 2-5 freien Fruchtblättern besitzen. Die 33 Arten sind in der nördlich gemäßigten Zone ver-

breitet. Der Name bezieht sich auf den griechischen Arzt PAEON, der, nach THEOPHRAST, als erster die giftigen Pflanzen medizinisch genutzt haben soll.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde früher wegen der zentrifugalen Entwicklung des Androeceums (CORNER 1946) zu den Dilleniales gestellt (CRONQUIST 1981). Nach molekularen Daten sind die Paeoniaceae ein Monophylum der Saxifragales (JIAN et al. 2008).

Siehe Anhang „**Lieblingspflanze 4. Pfingstrose**“.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 18 Paeoniaceae**.



Abb. 142: Blüte von *Paeonia mascula*, Pfingstrose. TüBG. Orig. 9.5.2002.



Abb. 143: Blätter und Blütenstand von *Liquidambar styraciflua*, Amberbaum. System, TüBG. Orig. 9.5.1993.

Altingiaceae, Amberbaumgewächse (Abb. 143, 144). Familie mit einer Gattung, *Liquidambar*, und 12 Baumarten, die in West-, Ost- und Südostasien, Indomalaien, sowie in Nordamerika verbreitet sind. Harzkanäle an der Markperipherie. Blätter palmat gelappt oder gezähnt. Blüten eingeschlechtig, ohne Kronen oder ohne Perianth; Staminodien in weiblichen Blüten öfters vorkommend.

Systematik und Phylogenie: *Altingia* und *Liquidambar* wurden vereint (SHI et al. 2001). Nach molekularphylogenetischen Hypothesen können die Hamamelidales (Abb. 101, 141, 144) in die erweiterten **Saxifragales** (Steinbrechartige Gewächse) eingegliedert werden (SOLTIS et al. 1997, APG III 2009).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 24 Altingiaceae.**

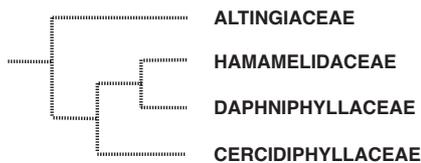


Abb. 144: Familien der ehemaligen Hamamelidales: Dendrogramm eines Einzelbaumes nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).



Abb. 145: Blüten mit jungen Staubblättern von *Parrotia persica*, persischer Eisenholzbaum, TüBG. Orig. 9.3.2003.

Hamamelidaceae, Zaubernußgewächse (Abb. 144-146). Traditionell Familie der Hamamelidales (Zaubernussartige Gewächse), die in 27 Gattungen mit rund 80 Arten von Bäumen und Sträuchern in West-, Südost- und Ostasien, in Süd- und Ostafrika, so-

wie im östlichen und südlichen Nordamerika, Mittelamerika und nördlichem Südamerika verbreitet sind. Blüten 4-5gliederig, mit Kelch und häufig auffälliger, gefärbter Krone, meist freikronblättrig; G2 mit 2 Griffeln, ober-, mittel- und unterständig. Der Name *Hamamelis* bezieht sich auf die alte griechische Benennung (háma - gleichzeitig, mélon - Apfel, Frucht) für *Mespilus*, Mispel (Rosaceae). **Gattungsauswahl:** *Hamamelis*, *Corylopsis*, *Fortunearia*, *Sinowilsonia*, *Fothergilla*, *Parrotia*, *Parrotiopsis*, *Distylium*.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen zu den Saxifragales s.l. gehörig (SOLTIS et al. 1997). Mit den Altingiaceae, Cercidiphyllaceae und Daphniphyllaceae auf einer basalen, nicht näher aufgelösten Evolutionshöhe der Ordnung stehend (Abb. 144).



Abb. 146: Reife Staubblätter von *Parrotia persica*, persischer Eisenholzbaum. Orig. 9.3.2003.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 25 Hamamelidaceae.**

Cercidiphyllaceae, Katsurabaumgewächse (Abb. 144, 147). Familie mit der einzigen Gattung *Cercidiphyllum*, die mit zwei Arten in China, Korea und Japan verbreitet ist. Blätter dimorph (heterophyll), an Langtrieben elliptisch bis kreisförmig und gegenständig, an Kurztrieben herzförmig und wechsel-

ständig. Die kronblattlosen, eingeschlechtigen Blüten sind zweihäusig verteilt. A8-13, G1, Griffel mit 2 langen, parallelen Narben. Frucht vielsamig, mit 2 Samenreihen. Wegen der intensiv gelben Herbstfärbung der Blätter als Ziergehölze geschätzt. Der **Name** bezieht sich auf die Ähnlichkeit der Blätter mit denen des Judasohrbaumes, *Cercis siliquastrum*.

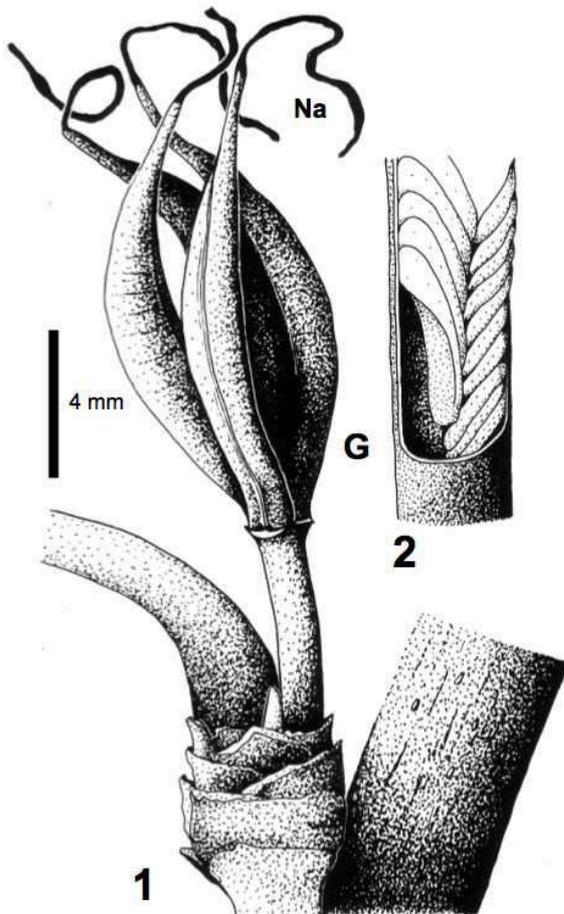


Abb. 147: Frucht des Katsurabaumes, *Cercidiphyllum japonicum*, Katsurabaumgewächse, Cercidiphyllaceae. **1** Frucht mit freien, apocarpem, Fruchtblättern, **G**. **2** aufgeschnittenes Fruchtblatt mit Samen. Na Narben. Orig.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen zu den Saxifragales s.l. gehörig. Mit den Altingiaceae, Daphniphyllaceae und Hamamelidaceae auf einer basalen, nicht näher aufgelösten Evolutionshöhe der Ordnung stehend (Abb. 144; QI et al. 2012, CRANE et DU VAL 2013).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 26 Cercidiphyllaceae**.

Daphniphyllaceae, Lorbeerblattgewächse (Abb. 148, 149). Familie mit einer Gattung, *Daphniphyllum* und ca. 10 Arten lorbeerartiger Bäume und Sträucher, die von Indien über Südostasien, den indomalaischen Archipel bis nach China und Japan verbreitet sind. Blätter ganzrandig, ohne Stipeln, scheinwirtelig angeordnet. Blüten eingeschlechtig, apopetal; K3-6 frei, verwachsen, auch fehlend und dann meist durch Staminodien ersetzt; A6-12 G(4-2), unvollständig gefächert; einsamige Steinfrucht. Mehrere Arten sehr giftig. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (daphne - Lorbeerbaum, phyllon - Blatt).

Systematik und Phylogenie: Über die Stellung der Gattung *Daphniphyllum* gibt es kontroverse Ansichten. Üblicherweise wird sie als monogenerische Familie den Euphorbiales eingegliedert. Es wurden aber auch verwandtschaftliche Beziehungen zu den Cornales, Hamamelidales, Theales und den *Pittosporaceae* diskutiert. Schließlich wurde *Daphniphyllum* als einzige Gattung einer eigenen Ordnung, Daphniphyllales, angesehen. Nach molekularphylogenetischen Hypothesen ist *Daphniphyllum* den Saxifragales s.l. zugehörig (HERMSEN et al. 2006). Mit den Altingiaceae, Cercidiphyllaceae und Hamamelidaceae auf einer basalen, nicht näher aufgelösten Evolutionshöhe der Ordnung stehend (Abb. 144).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 38 Daphniphyllaceae**.



Abb. 148: *Daphniphyllum macropodum*, Lorbeerblatt-Busch, im System von TüBG mit dem Tropicarium im Hintergrund. Orig. 19.4.2007.



Abb. 149: *Daphniphyllum macropodum*, junger Fruchtstand des Lorbeerblattes. Die beiden Narbenäste weisen auf einen zweiblättrigen Fruchtknoten hin. Orig. 18.5.2002.

Crassulaceae, Fetthennengewächse

(Abb. 141, 150, 151). Familie mit ca. 35 Gattungen und etwa 1500 Arten sukkulenter Stauden und kleiner Sträucher, sehr selten einjähriger Kräuter, die subkosmopolitisch verbreitet sind; besonders artenreich in Südafrika, dem makaronesisch-mediterranen Raum, sowie in Mexiko. Die meisten Arten sind hervorragend an Trockenstandorte angepasst; es gibt aber auch Vertreter, die in Feuchthabitaten oder sogar im Wasser leben. Blätter fleischig-sukkulent, meist einfach, ohne Stipeln, dicht bis rosettig, wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, meist 5zählig, seltener mit 3 bis 32 Blütengliedern, Blütenachse oft verbreitert; K und C frei bis verwachsen, A obdiplostemon oder haplostemon, G apokarp mit drüsigen Karpelschüppchen; meist Balgfrüchte. Die Familie enthält viele wichtige Zierpflanzen für Trockenstandorte. Der **Name** ist die Diminutivform des Lateinischen crassus - dick.

Gattungsauswahl: *Aeonium*, *Cotyledon*, *Crassula*, *Echeveria*, *Kalanchoë*, *Pachyphytum*, *Rhodiola*, *Sedum*, *Sempervivum*, *Tillaea*, *Umbilicus*.

Phylogenie: Die Crassulaceae bilden nach molekularen Daten mit den Aphanopetalaceae, Haloragaceae, Penthoraceae und Tetracarpaeaceae ein Monophylum innerhalb der Saxifragales. Molekularphylogenetisch werden die Unterfamilien Crassuloideae, Kalanchoideae und Sempervivoideae bestätigt (VAN HAM et 'T HART 1998, MORT et al. 2001, 2010, THIEDE et EGGLI 2006).



Abb. 150: Blüte von *Sempervivum arachnoideum*, Spinnweben-Hauswurz. Orig. 24.6.2006.

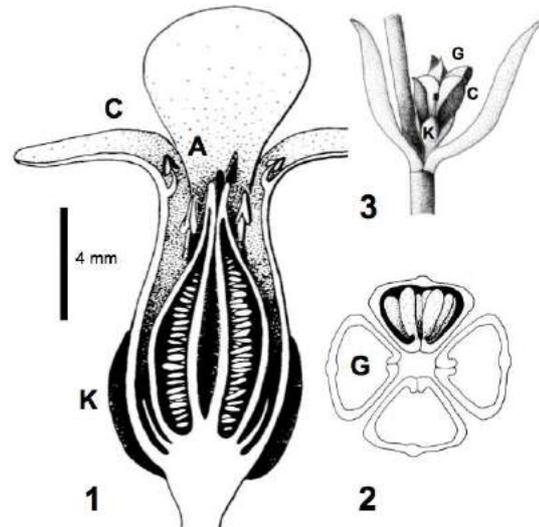


Abb. 151: Fetthennengewächse, Crassulaceae. 1 Blütenlängsschnitt und 2 Fruchtknotenquerschnitt von *Kalanchoë* sp. 3 *Crassula venezuelensis*, Blüte. Orig.

Haloragaceae, Tausendblattgewächse

(Abb. 152). Familie mit 9 Gattungen und ca. 150 Arten von krautigen Land-, Sumpf- und Wasserpflanzen, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach bis gefiedert, bei Wasserpflanzen oft dimorph, ohne Nebenblätter. Blüten klein, radiär, K4-3-2 C4-2-0 G(4-2), unterständig, 4-2-fächerig, pro Fach mit einer Samenanlage. **Name** aus dem Griechischen (halós - Salz, rhagós - Traube) abgeleitet. **Gattungsauswahl:** *Haloragis*, *Myriophyllum*, *Proserpinaca*.

Systematik und Phylogenie: Die Gattung *Gunnera*, häufig den Haloragaceae zugeord-

net, wird als Vertreter einer eigenen Familie (Gunneraceae) angesehen. MOODY et LES 2007, CHEN et al. 2014.



Abb. 152: *Myriophyllum brasiliense*, brasilianisches Tausendblatt. Botan. Garten Wien. Orig. 20.7.2005.

Penthoraceae

(Abb. 153). Familie mit einer Gattung, *Penthorum*, und zwei Arten, die in Ostasien und im östlichen Nordamerika verbreitet sind. Rhizomstauden mit einfachen, gezähnten, wechselständigen Blättern ohne Stipeln. Blüten klein, radiär, zwittrig, 5-8zählig (**Name**: Griech. pénte - fünf); Krone unscheinbar bis reduziert; Karpelle nur partiell verwachsen, in den Achsenbecher eingesenkt. Samen zahlreich.



Abb. 153: Teilblütenstand von *Penthorum sedoides*. TüBG. Orig. 25.8.2008.

Systematik und Phylogenie: Die Familie vermittelt morphologisch zwischen den Crassulaceae und Saxifragaceae s.str. Sie

wird auch von mehreren Autoren in die Saxifragaceae eingegliedert. Nach molekularen Daten als eigenständige Familie der Saxifragales gerechtfertigt (THIEDE 2006).



Abb. 154: Teilblütenstand von *Itea virginica*. TüBG. Orig. 6.7.2002.

Iteaceae

(Abb. 154). Familie mit zwei Gattungen, und ca. 20 Arten, die in Indomalaysien, Ostasien, Südafrika, Nordamerika und Mexiko verbreitet sind. Blätter einfach, wechselständig. Blüten: K5 C5 A5, G(2) z.T. schwach verwachsen, ober- bis halbunterständig. Der **Name** ist von der alten griechischen Bezeichnung für Weide abgeleitet. **Gattungen:** *Itea*, *Pterostemon*.

Systematik und Phylogenie: Molekular begründet wurden die Pterostemonaceae in die Iteaceae eingegliedert (APG II, III 2003, 2009).

Grossulariaceae, Johannisbeergewächse

(Abb. 155, 156). Familie mit einer Gattung, *Ribes*, und ca. 150 Arten von Sträuchern, die in der nördlich gemäßigten Zone und bis in die Anden verbreitet sind. K5 C5 A5 selten 4, Hypanthium, G(2) unterständig, einfächerig, mit 2 parietalen Plazenten; Beerenfrucht; Insektenbestäubung; Tierverbreitung. Nutz- und Ziersträucher. **Name** vom Lateinischen grossus – dick, abgeleitet.

Phylogenie: Mit den [Saxifragaceae](#) nächst verwandt. Dies wird auch durch molekulare Daten bestätigt (MORGAN et SOLTIS 1993).

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 20 Grossulariaceae](#).



Abb. 155: Teilblütenstand von *Ribes sanguineum*, blutrote Johannisbeere. Orig. 24.4.2010.

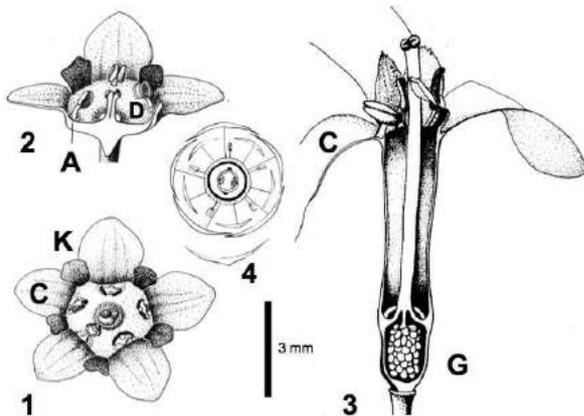


Abb. 156: Blüten der Johannisbeergewächse, Grossulariaceae. 1, 2 Alpenjohannisbeere, *Ribes alpinum*. Blütenaufsicht und –längsschnitt. 3 Goldgelbe Johannisbeere, *Ribes aureum*, Blütenlängsschnitt mit einer ausgeprägten Kronröhre. 4 Blütendiagramm von *Ribes*, in dem die Verwachsungen von Blütenorganen durch radiäre Linien angegeben sind. Ein Diskus (D) bedeckt den zweiblättrigen, unterständigen Fruchtknoten (G). Orig.

Saxifragaceae, Steinbrechgewächse

(Abb. 157). Familie mit ca. 30 Gattungen und etwa 600 Arten von Stauden, selten einjährigen Kräutern, die besonders in den Gebirgen der nördlich gemäßigten Zone verbreitet sind. Blätter überwiegend einfach, ohne Stipeln, meist wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, meist 5zählig, selten 4-, 6-

oder 10zählig; A obdiplostemon oder haplostemon; G(2) basal verwachsen, Karpelle apikal meist spreizend; Kapseln mit vielen Samen. Die Familie enthält zahlreiche, früh im Jahr blühende, als Zierpflanzen geschätzte Arten. Der **Name** ist aus dem Lateinischen hergeleitet (saxum - Fels, Stein, frangere - brechen). **Gattungsauswahl:** *Astilbe*, *Bergenia*, *Chrysosplenium*, *Darmera*, *Heuchera*, *Mitella*, *Rodgersia*, *Saxifraga*, *Tellima*, *Tiarella*, *Tolmiea*.



Abb. 157: Blütenstand von *Darmera peltata*, Schildblatt, im System, TüBG. Die schildförmigen Blätter werden erst nach der Blüte ausgebildet. Orig. 19.4.2007.

Systematik und Phylogenie: Mit den Grossulariaceae nächst verwandt. Dies wird auch durch molekulare Daten bestätigt (MORGAN et SOLTIS 1993, SOLTIS 2006, DENG et al. 2014). Das vorliegende Familienkonzept ist eng gefasst. Folgende Gattungen und Familien wurden ausgegliedert: *Bauera* (Cunoniaceae), *Brexia* (Celastraceae), Francoaceae (Geraniales), Hydrangeaceae (Cornales), Parnassiaceae (Celastrales), *Philadelphus* (Hydrangeaceae).

Geraniales, Storchnabelartige Gewächse

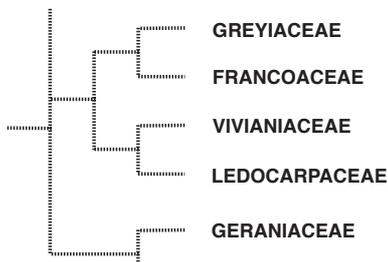


Abb. 158: Traditionelle Familien der Geraniales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993 in der Auswertung nach RICE et al. 1997).

Die Geraniales werden meist als eigene Ordnung innerhalb der Rosidae geführt, aber sehr unterschiedlich interpretiert. Die von den Geraniaceae abgespaltenen Ledocarpaceae und Vivianiaceae gruppieren in molekularen Dendrogrammen mit den Francoaceae (Abb. 158). Sie werden auch mit dieser Familie vereint, desgleichen die Greyiaceae und Melianthaceae (LINDER et al. 2006).

Familien: Francoaceae, Geraniaceae.



Abb. 159: Blüte von *Geranium pratense*, Wiesenstorchnabel. Orig. 23.7.2008.

Geraniaceae, Storchnabelgewächse (Abb. 158-160). Familie mit 7 Gattungen und etwa 800 krautigen und einigen wenigen strauchigen Arten, die subkosmopolitisch

verbreitet sind. Blätter meist gelappt bis geteilt, mit Stipeln, wechselständig. Blüten meist radiär, selten zygomorph, zwittrig; meist $K_5 C_5 A_{5+5}$ obdiplostemon, selten auch 15 oder 5, Filamente basal häufig verwachsen und gelegentlich auch mit Nektardrüsen; $G(5-3)$, selten (2-3-8), oberständig, mit schnabelartigen Spitzen, gefächert, meist mit 1-2 Samenanlagen pro Fach; häufig Spaltfrüchte. Mehrere Arten sind beliebte Zierpflanzen. Der Name ist aus dem Griechischen hergeleitet (géranos - Kranich); er bezieht sich auf die geschnäbelten Teilfrüchte. **Gattungsauswahl:** *Erodium*, *Geranium*, *Pelargonium*, *Sarcocaulon*.

Systematik und Phylogenie: Die Geraniaceae erscheinen in molekular begründeten Dendrogrammen als verwandt mit den Francoaceae und Verwandten (Abb. 158).



Abb. 160: Blüte und Früchte von *Erodium cicutarium*, Reiherschnabel. Orig. 24.4.2015.

Im Subtropenhaus werden Arten der Francoaceae, Greyiaceae und Melianthaceae kultiviert.

Crossosomatales

Ordnung der Rosidae (Abb. 19, 140) mit 7 Familien, 12 Gattungen und etwa 70 Arten. Überwiegend immergrüne Sträucher und kleine Bäume. Blätter einfach bis zusammengesetzt. Karpelle oft nur an der Spitze, bzw. mit dem Griffel zusammenhängend.

Familienauswahl: Crossosomataceae, Stachyuraceae, Staphyleaceae.

Phylogenie: In molekularphylogenetischen Dendrogrammen werden die genannten Familien zu einem Monophylum zusammengefasst, das in basaler Position der Rosidae steht und die Schwestergruppe der Geraniales bildet (SAVOLAINEN et al. 2000).



Abb. 161: Blüten von *Staphylea pinnata*, **Pimpernuß**. TüBG. Orig. 8.5.2002.

Staphyleaceae, Pimpernußgewächse (Abb. 161). Familie der **Crossosomatales** mit zwei Gattungen und ca. 50 Arten von Bäumen und Sträuchern, die im wärmeren Europa, Kleinasien, Kaukasus und in Ostasien, sowie im östlichen und westlichen Nordamerika, Mittelamerika, wie auch im nördlichen und mittleren Südamerika verbreitet sind. Blätter zusammengesetzt, mit Nebenblättern, wechsel- oder gegenständig. Blüten K5 C5 A5 G2-3 selten 4; K oft petaloid; Diskus meist vorhanden, becherig, intrastaminal; G frei oder ± verwachsen; Samenanlagen 1-∞, subbasal bis zentralwinkelständig. Balg, Kapsel, oder Schließfrucht. Einige Arten werden als Zierpflanzen verwendet. Der **Name** leitet sich von der griechischen Bezeichnung staphylé - Traube ab. **Gattungen:** *Dalrympelea*, *Staphylea*.

Phylogenie: Nach molekularen Daten bilden die Stachyuraceae und Crossosomataceae mit den Staphyleaceae zusammen ein Monophylum der Crossosomatales (SIMMONS et PANERO 2000, SIMMONS 2006).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 48 Staphyleaceae.**



Abb. 162: Blütenstände von *Stachyurus praecox*, **Ährenschwanz**. TüBG. Orig. 21.3.2014.

Stachyuraceae, Ährenschwanzgewächse (Abb. 162). Familie mit einer Gattung, *Stachyurus*, und ca. 5 Arten von Sträuchern und kleinen Bäumen, die vom Himalaja bis Ostasien verbreitet sind. Blätter einfach, wechselständig, mit langen Stipeln. Blüten radiär, zwittrig oder eingeschlechtig, K4 C4 A4+4 G(4), einfächerig. Der **Name** ist aus dem Griech. hergeleitet (stáchys - Ähre, ourá - Schwanz).

Phylogenie: Nach molekularen Daten sind die Stachyuraceae die Schwesterfamilie der Crossosomataceae. Mit den Staphyleaceae zusammen bilden sie das Monophylum der Crossosomatales (KIMOTO et TOKUOKA 2000, ZHU et al. 2006).

Zygophyllales, Jochblattartige Gewächse

Ordnung der Rosidae, die herkömmlich bei den Rutales (Sapindales) untergebracht wurde. HUBER (1991) hat die Zygophyllaceae von den Rutales wegen mehrerer Besonderheiten getrennt: Vorkommen von Triterpensaponinen, oft verdornende Nebenblätter und häufig kristallführende Innenschicht der Samenschale. Nach molekularphylogenetischen Hypothesen ist diese Ordnung innerhalb der Kerngruppe der Rosidae zu finden. Neben den Zygophyllaceae werden auch noch die neuweltlichen Krameriaceae mit einer Gattung, *Krameria*, und etwa 20 Arten zu den Zygophyllales gestellt (SIMPSON 2006).



Abb. 163: Blüte von *Peganum harmala*, **Steppenraute**. Orig. 13.8.2005.

Zygophyllaceae, Jochblattgewächse

Familie mit ca. 20 Gattungen und etwa 320 Arten von Sträuchern, Kräutern und einigen Bäumen, die mit großen Lücken in Trockengebieten der Tropen, Subtropen und mediterraner Klimazonen verbreitet sind. Blätter einfach bis doppelt gefiedert, oft doppelblattartig gefaltet (**Name**: Griech. zygón - Joch,

phylon - Blatt), häufig ledrig oder fleischig, manchmal mit dornigen Stipeln, gegen- oder wechselständig.



Abb. 164: Fruchtstand von *Peganum harmala*, **Steppenraute**. Orig. 7.9.2004.

Blüten meist radiär und zwittrig, mit Diskus oder Gynophor, K4-5 C4-5 selten fehlend; A4+4 oder 5+5, obdiplostemon, Filamente oft mit basalen Schuppen; G(4-5) oberständig, häufig geflügelt, gefächert, mit 1-∞ zentralwinkelständigen Samenanlagen; meist Kapsel Frucht, selten Beeren oder Steinfrüchte. Enthalten β -Carbolin-Alkaloide, Phenole, Steroid- und Triterpensaponine, die toxisch wirken können. Einige Arten sind Nutzholz-, Öl- und Farbstofflieferanten. **Gattungsauswahl**: *Fagonia*, *Guaiacum*, *Larrea*, *Nitraria*, *Peganum*, *Tribulus*, *Zygophyllum*.

Systematik und Phylogenie: Phylogenetische Beziehungen zu den Rosidae und innerhalb der Familie wurden von SHEAHAN et CHASE (2000) und BEIER et al. (2003) untersucht.

Celastrales, Zürgelbaumartige Gewächse

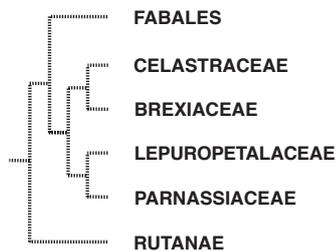


Abb. 165: Familien der Celastrales und nahe stehende Taxa: Dendrogramm nach Sequenzen der 18S rDNAs (SOLTIS et al. 1997).

Überwiegend holzige, seltener krautige Pflanzen mit einfachen, wechsel- oder gegenständigen Blättern; ohne oder mit kleinen Stipeln. Blüten radiär, zwittrig, freikronblättrig und meist mit intra- oder extrastaminalen Diskusbildungen. Staubblätter so viele wie Petalen und auf Lücke zu diesen stehend; Fruchtknoten synkarp, ober- bis mittelständig; Samenanlagen apotrop; Samen stärkefrei, oft mit Endosperm. **Familien:** Celastraceae, Lepidobotryaceae, Parnassiaceae.

Systematik und Phylogenie: Traditionell innerhalb der Rosidae zu den Celastranae gestellt. Nach molekularen Daten als eigenständige Ordnung innerhalb der Kerngruppe der Rosidae aufgefaßt. In molekularphylogenetischen Dendrogrammen werden die Brexiaceae, Hippocrateaceae und Stackhousiaceae in die Celastraceae eingeschlossen (SAVOLAINEN et al. 1997, ZHANG et SIMMONS 2006). Blütenmorphologie wurde von MATTHEWS et ENDRESS (2005) vergleichend untersucht und systematisch ausgewertet.



Abb. 166: Teilblütenstand von *Euonymus europaeus*, Pfaffenhütchen. Orig. 11.6.2006.

Celastraceae, Zürgelbaumgewächse (Abb. 165-167). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 1400 Arten von Bäumen und Sträuchern, zum Teil kletternd, die subkosmopolitisch, excl. der nördlichen Regionen der nördlich gemäßigten Zone, verbreitet sind.

Blätter einfach, gegen- oder wechselständig, mit kleinen oder ohne Nebenblätter. Blüten klein, radiär, überwiegend zwittrig, seltener eingeschlechtig; K4-5 C4-5 A4-5 G(2-5); A episepal; Diskus flach, polster- oder becherförmig; G gefächert, pro Fach meist mit 1-2 Samenanlagen. Pflanzen oft mit Dulcitol, Gut-tapercha (Polyterpene), Alkaloiden und Digitaloiden (Evonosid, Evobiosid, Evomonosid). Einige Arten finden als Holzlieferanten und Ziergehölze Verwendung. Der **Benennung** liegt ein griechischer Pflanzennamen zugrunde. **Gattungsauswahl:** *Cassine*, *Catha*, *Celastrus*, *Euonymus*, *Maytenus*, *Paxistima*.

Phylogenie: Morphologisch und molekular analysiert durch SIMMONS et al. (2000) und SIMMONS (2004a).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 50 Celastraceae.**



Abb. 167: Teilfruchtstand von *Euonymus europaeus*, Pfaffenhütchen. Orig. 9.10.2005.



Abb. 168: Blüte von *Parnassia palustris*, Sumpferzblatt. Orig. 11.8.2008.

Parnassiaceae, Sumpferzblattgewächse (Abb. 168). Familie mit zwei Gattungen und 15 Arten von Kleinstauden feuchter bis nas-

ser, meist auch halbschattiger Standorte in den kühleren Gebieten der Nordhemisphäre. Blätter einfach, oft mit herzförmigen Spreiten. Blüten radiär, zwittrig, K5 C5 A5, epipetalen Kreis als gefranste, drüsige Staminodien ausgebildet, G(3-4) ober- bis mittelständig, einfächerig; vielsamige Kapseln. Nach dem griechischen Berg **Parnassos** bei Delphi benannt. **Gattungen:** *Lepuropetalon*, *Parnassia*.

Systematik und Phylogenie: Die Gattung *Parnassia* wurde meist zu den Saxifragaceae gestellt oder in einer eigenen Familie den Saxifragales zugeordnet. Nach molekularen Analysen zu den Celastrales gehörig (Abb. 165, SIMMONS 2004b).

Malpighiales, Leinartige Gewächse



Abb. 169: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die wichtigsten Ordnungen eingetragen. Der unterstrichene und gelb geschriebene Name, **Malpighiales**, verweist auf die Lage der Ordnung, die nachfolgend besprochen wird. Photo: Google Earth, 2007.

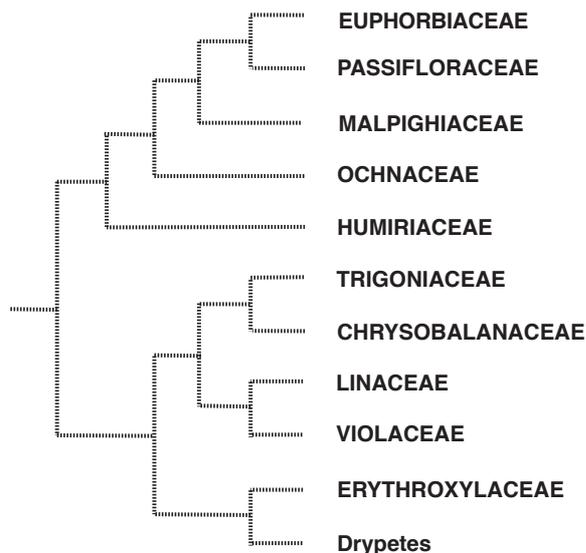


Abb. 170: Dendrogramm ausgewählter Familien der **Malpighiales** nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE & al. 1993).

Die folgende, nach molekularen Hypothesen konzipierte Ordnung der **Malpighiales**, enthält nahezu 40 Familien mit etwa 700 Gattungen und 16.000 Arten. Der **Name** leitet sich vom italienischen Naturforscher aus Bologna, MARCELLO MALPIGHI (1628-1694), her und ersetzt aus nomenklatorischen Gründen die gängige Benennung „Linales“.

Das Monophylum Malpighiales ist morphologisch extrem divers, molekular aber gut begründet (Abb. 170; DAVIS et al. 2005, WURDACK et DAVIS 2009, XI et al. 2012). Im Folgenden werden die Johanniskrautgewächse (Hypericaceae), Veilchengewächse (Violaceae), Passionsblumen (Passifloraceae), Weidengewächse (Salicaceae), Wolfsmilchgewächse (Euphorbiaceae) und Leingewächse (Linaceae) behandelt.

Das Revier der Malpighiales im Tübinger System ist aus Abb. 169 ersichtlich. Teilreviere lassen sich aus Abb. 175, 178, 181 erkennen.

In den Gewächshäusern sind weitere Arten der Malpighiales zu finden, die unterschiedlichen Familien angehören: Goldpflaumengewächse (Chrysobalanaceae), Balsampflaumgewächse (Clusiaceae), Cocagewächse (Erythroxylaceae), Acerolagewächse (Malpighiaceae), Nagelbeerengewächse (Ochnaceae), und Mangrovengewächse (Rhizophoraceae).



Abb. 171: Teilblütenstand von *Hypericum perforatum*, Johanniskraut. Orig. 26.6.2011.

Hypericaceae, Johanniskrautgewächse (Abb. 171). Traditionell Familie der Theales (Teeartige Gewächse), jetzt der **Malpighiales**, mit 9 Gattungen und etwa 550 Arten von Bäumen, Sträuchern und Stauden, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach, ganzrandig und fast immer gegenständig. Blüten radiär, zwittrig; K und C freiblättrig; A_{∞} , in 5-2 Bündeln; Frucht meist eine gefächerte Kapsel, selten eine Beere oder Steinfrucht. Pflanzen mit ätherischem Öl in schizogenen Öldrüsen, Flavonoiden (auch Biflavonoide), Gerbstoffe (Procyandine), Anthrachinonderivate (Hypericin), Phenolsäuren, Xanthone; antibakteriell wirkt das Phloroglucinderivat Hyperforin. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet: "auf der Heide wachsend". **Gattungsauswahl:** *Hypericum*, *Vismia*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie ist im engen Sinne definiert; häufig wurde sie früher in die größere Familie der Guttiferae (Clusiaceae s.l.) miteinbezogen. Nach molekularen Stammbäumen sind die Hypericaceae die Schwestergruppe der Podostemaceae. Diese bilden mit den Clusiaceae und Bonnetiaceae ein Monophylum innerhalb der Malpighiales (WURDACK and DAVIS 2009).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 65 Hypericaceae.**



Abb. 172: Blüten von *Viola odorata*, duftendes Veilchen. Orig. 8.4.2006.

Violaceae, Veilchengewächse

(Abb. 170, 172, 173). Familie mit ca. 30 Gattungen und etwa 1000 Arten von Kräutern und Sträuchern, die weltweit verbreitet sind. Blätter einfach, mit Nebenblättern, meist wechselständig, selten gegenständig. Blüten radiär bis zygomorph, zwittrig, K5 C5 A5 G(3) oberständig, einfächerig, mit vielen, parietalen Samenanlagen; Filamente basal zu einem Ring verwachsen; Kapsel öffnet sich oft schlagartig mit medianen Längsspalten. Samen mit Elaiosomen. Einige *Viola*-Arten sind wichtige Zierpflanzen. Mit einem **lateinischen Pflanzennamen** benannt.

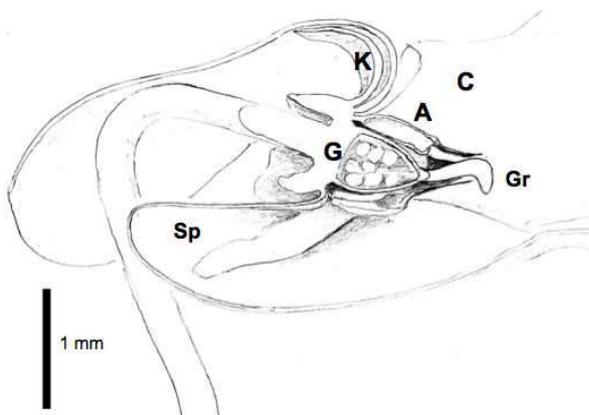


Abb. 173: Veilchengewächse, Violaceae. Längsschnitt durch einen Teil der Blüte des **behaarten Veilchens**, *Viola hirta*, obere Teile der Kronblätter fehlend. Gr Griffel, Sp Sporn. Orig.

Gattungsauswahl: *Hybanthus*, *Viola*.

Systematik und Phylogenie: Mit den Flacourtiaceae näher verwandt (TOKUOKA 2008,

BALLARD et al. 2014, WAHLERT et al. 2014). Die Evolution morphologischer Strukturen wurde von HOYOS-GÓMEZ (2015) untersucht.



Abb. 174: Blüte von *Passiflora coerulea*, blaue Passionsblume. Orig. 23.5.2010.

Passifloraceae, Passionsblumengewächse

(Abb. 174). Familie mit ca. 30 Gattungen und etwa 1000 Arten von Sträuchern und Lianen, die mit Ranken klettern, selten von Bäumen und Kräutern, die in den tropisch-subtropischen Gebieten Afrikas, incl. Madagaskars und Amerikas verbreitet sind und die nur mit wenigen Vertretern in Süd-, Südostasien, Indononesien und Nordaustralien vorkommen. Ranken entsprechen umgebildeten Infloreszenzen. Blätter einfach bis gelappt, mit hinfalligen Stipeln, wechselständig. Blüten radiär, meist zwittrig, selten eingeschlechtig; K5 frei, höchstens basal verwachsen; C5-(0) frei bis schwach verwachsen; fadenförmige Auswüchse bilden innerhalb der Krone eine Nebenkron; A5 vor den Petalen, meist mit dem Fruchtknotenstiel zu einer gemeinsamen Säule (Androgynophor) verwachsen; G(3-5) oberständig, einfächerig, mit parietalen Plazenten und vielen Samenanlagen; Samen von weichfleischigen, saftigen Samenhüllen umgeben. Beeren- oder Kapsel Früchte. Der **Name** ist aus dem Lateinischen hergeleitet (passio - Leiden, flos - Blume). **Gattungsauswahl:** *Adenia*, *Passiflora*, *Turnera*.

Systematik und Phylogenie: Die Stellung der Passifloraceae in den Malpighiales und die Eingliederung der Turneraceae werden molekular begründet (FEUILLET et MACDOUGAL 2006, TOKUOKA 2012).



Abb. 175: Revier der Weidengewächse, Salicaceae, im System mit der **hängenden Salweide**, *Salix caprea* Pendula. TüBG. Orig. 20.12.2006.



Abb. 176: Fruchstände der **Purpurweide**, *Salix purpurea*, Oberjoch. Orig. 3.6.2005.

Salicaceae, Weidengewächse

(Abb. 175-177). Traditionell einzige Familie der Salicales, jetzt den Malpighiales eingliedert, mit etwa 50 Gattungen und ca. 1000 Arten von Bäumen und Sträuchern mit annähernd weltweiter Verbreitung. Blüten mit becherigem Perianth oder ohne Blütenhülle, eingeschlechtig, in Kätzchen, A2-30 frei bis verwachsen, G(2) ungefächert, mit vielen Samenanlagen an parietal-basalen Plazenten; Kapsel Früchte, Samen mit Haarbüschel. Wichtig als Holzlieferanten, Zierbäume und -sträucher. **Name** nach der alten lateinischen Bezeichnung. **Gattungsauswahl:** *Azara*, *Dovyalis*, *Flacourtia*, *Idesia*, *Populus*, *Salix*.

Systematik und Phylogenie: Die Salicaceae bilden mit den Passifloraceae, Turneraceae, Violaceae und einigen weiteren Familien ein Monophylum innerhalb der Malpighiales (DAVIS et al. 2005). Nach molekularphylogenetischen Hypothesen beinhalten die neu umschriebenen Salicaceae auch die Gattungen einiger kleinerer, ehemals eigenständiger Familien sowie die Flacourtiaceae mit ca. 90 Gattungen und 1000 Arten.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 27 Salicaceae.**

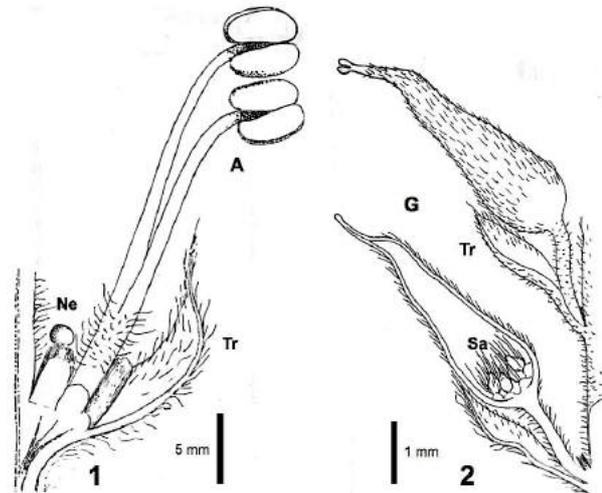


Abb. 177: **Blüten von Weiden, Salix.** 1 Männliche Blüte der Bruchweide, *Salix fragilis*. 2 Weibliche Blüten der Salweide, *Salix caprea*. A Staubblätter, Ne Nektarium, Tr Tragblatt der Blüte, G Fruchtknoten, Sa Samenanlagen. Orig.

Euphorbiaceae, Wolfsmilchgewächse

(Abb. 178-181). Familie der Malpighiales, bisher Euphorbiales, mit ca. 200 Gattungen und nahezu 7000 Arten, die subkosmopolitisch, mit den meisten Arten aber in den Tropen verbreitet sind. Blätter meist einfach, mit Nebenblättern und wechselständig, selten gegenständig. Blüten radiär, sehr verschieden ausgebildet und häufig stark vereinfacht (reduziert), eingeschlechtig, ein-/zweihäusig verteilt; K auch fehlend; C frei, selten verwachsen, meist fehlend; A ∞ /diplo-/haplostemon/bis auf 1 reduziert; G meist (3) oberständig, dreifächerig, reif oft in 3 Teile aufklappend (früherer Name der Familie: Tricoccae), meist mit 2/1 Samenanlagen/Fach. Giftig durch cyanogene Glycoside (Maniok), Lektine (Crotin, Curcin, Hurin, Ricin) und Ester von Diterpenalkoholen

(Phorbol). **Name** nach EUPHORBOS, dem Leibarzt des Königs JUBA von Mauretanien.



Abb. 178: Blühende *Euphorbia myrsinites*, Myrten-Wolfsmilch, im System, TüBG. Orig. 11.3.2007.



Abb. 179: Blühende *Euphorbia myrsinites*, Myrten-Wolfsmilch, im System, TüBG. Orig. 11.3.2007.

Gattungsauswahl: *Andrachne*, *Clutia*, *Codiaeum*, *Croton*, *Euphorbia*, *Hevea*, *Hura*, *Jatropha*, *Mallotus*, *Manihot*, *Mercurialis*, *Phyllanthus*, *Ricinus*, *Sauropus*, *Securinega*.
Systematik und Phylogenie: Bisher wurden die Euphorbiaceae in einer eigenen Ordnung, Euphorbiales, geführt. Nach molekularen Daten kann die Familie in die Malpighiales eingeschlossen werden (DAVIS et al. 2005). Von den Euphorbiaceae können als eigenständige Familie die Phyllanthaceae abgetrennt werden (WURDACK et al. 2004, SAMUEL et al. 2005, HOFFMANN et al. 2006, KATHRIARACHI et al. 2006). Sie würden u.a. die Gattun-

gen *Andrachne*, *Phyllanthus*, *Securinega* und *Uapaca* enthalten.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 5 Euphorbiaceae.**

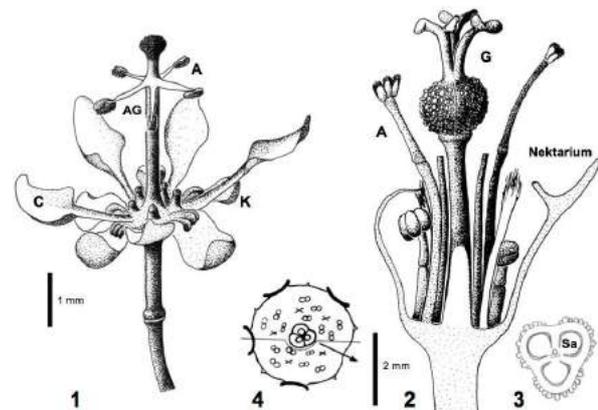


Abb. 180: Wolfsmilchgewächse, Euphorbiaceae. 1 *Clutia pulchella*, AG Androgynophor, Träger der Staubblätter und des Fruchtknotens. 2-3 Warzenwolfsmilch, *Euphorbia verrucosa*, 2 Schnitt durch einen Teilblütenstand (Cyathium) mit zentraler weiblicher Blüte, die nur aus einem verwachsenen, dreiblättrigen Fruchtknoten (G) besteht, der von mehreren männlichen Blüten (einzelne Staubblätter A) umgeben wird. Umrahmt wird das Cyathium von Hochblättern, die an der Spitze becherige Nektarien tragen. 3 Querschnitt durch den Fruchtknoten. 4 Diagramm des Cyathiums mit Angabe der Schnitttrichtung von Figur 2. Orig.



Abb. 181: Blütenstände von *Ricinus communis*, Wunderbaum im System des TüBG. Orig. 6.8.2007.



Abb. 182: Blüten von *Linum flavum*, **gelber Lein**.
Orig. 30.7.2002.

Linaceae, Leingewächse

(Abb. 170, 182). Familie mit ca. 7 Gattungen und etwa 300 Arten von Kräutern, einigen Bäumen, Sträuchern und rankenden Gehölzen, die subkosmopolitisch verbreitet sind und deren Hauptvorkommen in extratropischen Gebieten liegen. Blätter einfach, meist schmal-lanzettlich, ohne oder mit Stipeln, wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, Diskus intra- oder extrastaminal oder fehlend;

K5-4 frei bis basal verwachsen; C5-4, Petalen häufig genagelt, schnell vergänglich und sehr leicht abfallend; A5-10, selten 20-∞, die epipetalen gelegentlich auch staminodial, Filamente basal vereint; G(5-2) oberständig, mit 5-2 freien Griffeln, gefächert und oft mit zusätzlichen, teilweise unvollständigen, falschen Scheidewänden; 1-2 Samenanlagen pro Fach; meist loculizide Kapseln. Wirtschaftlich wichtig durch Flachs und Leinsamen; einige Arten auch als Zierstauden geeignet. Der **Name** ist aus dem Lateinischen (linum - Faden) hergeleitet; er bezieht sich auf die Leinfasern. **Gattungsauswahl:**

Hugonia, Linum, Reinwardtia.

Systematik und Phylogenie: Die Linaceae wurden auch zu den Geraniales gestellt (NARAYANA et RAO 1978). Molekular begründete Phylogenien lieferten MCDILL et SIMPSON (2011), DRESSLER et al. (2014).

Oxalidales, Sauerkleeartige Gewächse

Nach molekular begründeten Hypothesen umfassen die **Oxalidales** sieben Familien, von denen in der heimischen Flora nur die Sauerkleegewächse vorkommen. Zu dieser Ordnung zählen weltweit etwa 60 Gattungen mit 1800 Arten. Eine vergleichende Untersuchung der Blütenmorphologien mit systematischer Auswertung wurde von MATTHEWS et ENDRESS (2002) durchgeführt.

Oxalidaceae, Sauerkleegewächse

(Abb. 183). Familie mit knapp 800 Arten von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, verteilt auf 6 Gattungen, die kosmopolitisch verbreitet sind, aber in den kälteren Gegenden der Nordhemisphäre fehlen. Blätter meist fingerförmig, seltener fiedrig zusammengesetzt oder selten einfach, meist ohne Stipeln, wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, 5zählig; K5 C5 frei oder basal vereint; A5+5 basal verwachsen; G(5) seltener (3), oberständig, mit freien Griffeln, gefächert, mit

vielen bis wenigen Samenanlagen pro Fach; meist loculizide Kapseln mit Schleuderapparaten für die Samenverbreitung; selten Beerfrüchte. Die Familie enthält Nutz- und Zierpflanzenarten, aber auch einige invasive Arten.



Abb. 183: Blüten von *Oxalis tetraphylla*, **Glücksklee**.
Orig. 9.7.2006.

Der aus dem Griechischen hergeleitete **Name** bezieht sich auf den scharfen und sauren Geschmack (oxys - sauer, scharf; hals, halis - Salz). **Gattungsauswahl:** *Averrhoa*, *Biophytum*, *Oxalis*, *Sarcotheca*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von COCUCCI (2004) bearbeitet.

Gattungen mit baumförmigen Arten, *Averrhoa* und *Sarcotheca* (*Connaropsis*), wurden auch in der eigenen Familie Averrhoaceae zusammengefaßt (HUTCHINSON 1959). In molekularphylogenetischen Dendrogrammen sind die Oxalidaceae die Schwestergruppe der Connaraceae (PRICE et PALMER 1993).

Fabales, Hülsenfrüchtler

Zu den **Hülsenfrüchtlern** (Fabales, Leguminosae, Abb. 19, 140, 184) zählen die Schmetterlingsblütler (Fabaceae), in die nach molekularphylogenetischen Vorstellungen auch die Mimosengewächse (Mimosaceae) und die Caesalpiniengewächse (Caesalpiniaceae) einbezogen werden können. Molekular begründet gehören auch die Kreuzblümchengewächse (Polygalaceae) in diese Verwandtschaft. Insgesamt werden in der Ordnung 4-6 Familien mit etwa 750 Gattungen und über 20.000 Arten zusammengefaßt, die weltweit verbreitet sind.

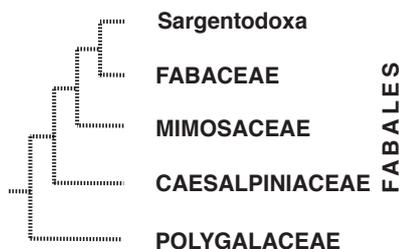


Abb. 184: **Fabales und benachbarte Taxa:** Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Arten der Hülsenfrüchtler sind im Tübinger System auf der Terrasse oberhalb der Steinbrechartigen, zwischen Rosenartigen und Gurkenartigen Gewächsen angepflanzt (Abb. 139).

Mimosaceae, Mimosengewächse

(Abb. 184, 185). Familie mit ca. 80 Gattungen und etwa 3000 Arten von Bäumen und Sträuchern, selten Kräutern, die fast ausschließlich in den Tropen und Subtropen

verbreitet sind. Blätter meist doppelt, seltener einfach gefiedert oder auf assimilierende Blattstiele (Phyllodien) reduziert, mit Stipeln, wechselständig. Blüten meist in kondensierten, köpfchen- oder ährenartigen Blütenständen, oft mit lang vorstehenden Staubblättern. Blüten radiär, selten zygomorph, zwittrig; K(5) selten (3-6-0), C5, selten 3-6, frei oder röhrig verwachsen; A meist ∞ , aber auch 10 oder selten 5, frei oder Filamente röhrig verwachsen; Pollenkörner oft zu Gruppen vereint; G1, sehr selten mehrere; mehrsamige Hülsenfrüchte. Wichtige Nutz- und Zierpflanzenfamilie.



Abb. 185: Zweig mit mächtigen Dornen, fiedrigen Blättern und kugeligen Blütenständen von *Acacia karroo*, **Karoo-Akazie**. Orig. 23.7.2010.

Der **Name** ist aus dem Griechischen (mimos - Nachahmer, Schauspieler) abgeleitet und bezieht sich offenbar auf die Reizbarkeit der Blätter einiger Arten. **Gattungsauswahl:**

Acacia, Albizzia, Calliandra, Enterolobium, Inga, Mimosa, Parkia, Pithecellobium, Prosopis.

Systematik und Phylogenie: Die Mimosaceae sind ein Monophylum der Fabales (LUCKOW et al. 2003, WOJCIECHOWSKI et al. 2004). Ihre Evolution und Biogeographie wurde von BOUCHENAK-KHELLADI et al. (2010) dargestellt.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 36 Mimosaceae.** Siehe Anhang „**Lieblingspflanze 7. Albizzia julibrissin**“.



Abb. 186: *Cassia marylandica*. 4.10.1985.

Caesalpiniaeeae, Johannisbrotbaumgewächse

(Abb. 184, 186, 187). Familie mit ca. 160 Gattungen und 2000 Arten von Bäumen, Sträuchern, seltener Kräutern, die überwiegend in den Tropen und Subtropen verbreitet sind. Blüten meist zygomorph mit aufsteigender Petalendeckung (Abb. 187). **Name** zu Ehren des italienischen Botanikers ANDREA CAESALPINO († 1603). **Gattungsauswahl:** *Bauhinia, Brownea, Caesalpinia, Cassia, Ceratonia, Cercis, Delonix, Gleditsia, Gynocladus, Koompassia, Parkinsonia, Senna, Tamarindus.*

Systematik und Phylogenie: Die Caesalpiniaeeae sind nach molekularen Daten paraphyletisch und stehen mit *Cercis* und *Bauhinia* an der Basis der Fabaceae s.l. Sie werden derzeit wieder als Unterfamilie, Caesalpinioideae, der Fabaceae, geführt. Mimosoideae und Faboideae sind jeweils Monophyla der

Fabaceae (STEVENS 2001, WOJCIECHOWSKI et al. 2004).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 35 Caesalpiniaeeae.**

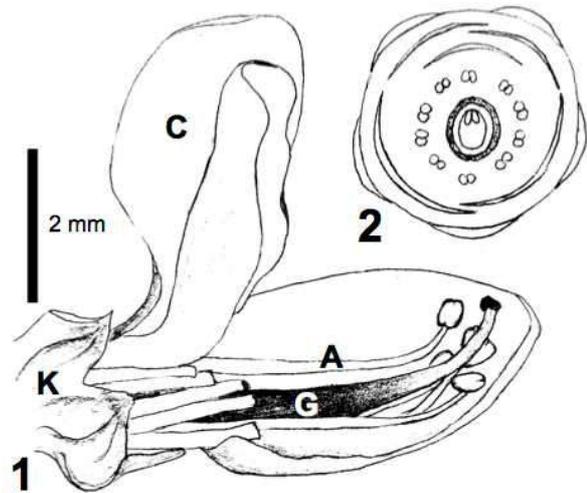


Abb. 187: **Chinesischer Judasbaum**, *Cercis sinensis*. 1 Blütenlängsschnitt und 2 Blütendiagramm. Johannisbrotbaumgewächse, Caesalpiniaeeae. Orig.

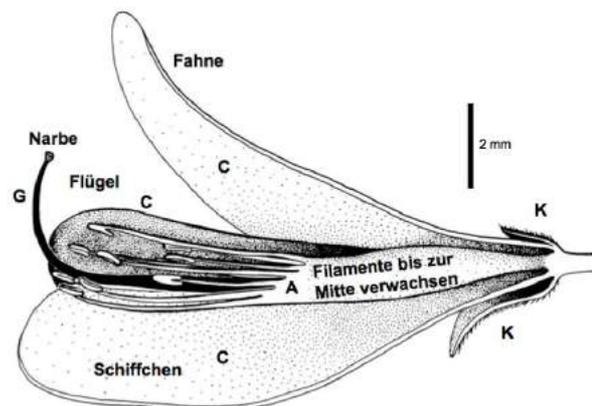


Abb. 188: Längsschnitt durch eine Blüte des **grauen Ginsters**, *Cytisus cinereus*. K Kelch, C Krone, A Staubblätter. Orig.

Fabaceae, Schmetterlingsblütler

(Abb. 184, 188, 189). Familie mit 400-500 Gattungen und ca. 10.000 Arten von Kräutern, Sträuchern und Bäumen mit einer insgesamt weltweiten Verbreitung. Blätter meist gefiedert, selten einfach, mit Stipeln. Blüte meist schmetterlingsartig mit Schiffchen, Flügel und Fahne und absteigender Petalendeckung (Abb. 188); A meist 10 mit Filamentverwachsungen; G1 = Hülse. Die Familie enthält viele, sehr wichtige Nutz- und Zierpflanzenarten. **Name:** Lat. faba - Bohne. **Gattungsauswahl:** *Abrus, Adenocarpus, Amorpha, Anagyris, Anthyllis, Arachis, Astragalus, Baptisia, Caragana, Cicer, Clad-*

rastis, Coronilla, Crotalaria, Cytisus, Desmodium, Dolichos, Erinacea, Erythrina, Galega, Genista, Glycine, Glycyrrhiza, Hedy-sarum, Hippocrepis, Indigofera, Kennedia, Laburnum, Lathyrus, Lens, Lotus, Lupinus, Medicago, Mucuna, Ononis, Oxytropis, Phaseolus, Pisum, Pueraria, Retama, Robinia, Sarothamnus, Sophora, Strongylodon, Tephrosia, Thermopsis, Trifolium, Ulex, Vicia, Wisteria.

Systematik und Phylogenie: Mimosaceae und Fabaceae, bzw. als Unterfamilien, sind jeweils Monophyla der Fabales bzw. der Fabaceae (MAGALLÓN et SANDERSON 2001).

Siehe Anhang **Fam. Schmetterlingsblüt-ler Fabaceae.**

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 37 Fabaceae.**



Abb. 191: Blütenstand von *Polygala myrtifolia*, myr-tenblättriges Kreuzblümchen, TüBG. Orig. 24.5.2009.



Abb. 189: Teilblütenstand von *Glycyrrhiza glabra*, Süßholz, Fabaceae, TüBG. Orig. 19.4.1995.

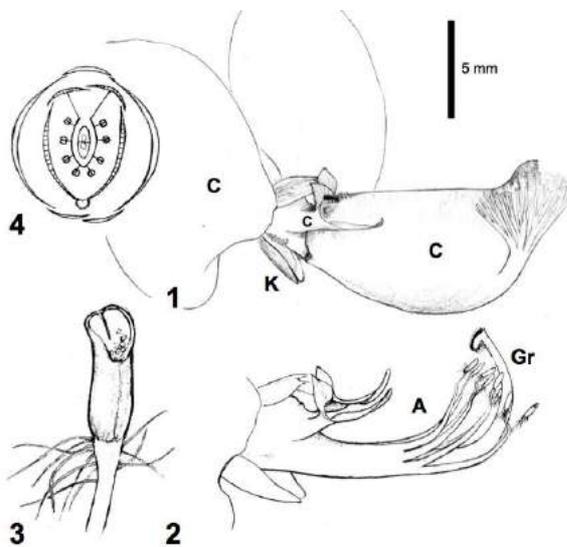


Abb. 190: Schmetterlingsblüte des myrtenblättrigen Kreuzblümchens, *Polygala myrtifolia*, Polygalaceae. 1 Seitenansicht, 2 Staubblätter und Griffel, 3 Staubbeutel, 4 Diagramm. Orig.

Polygalaceae, Kreuzblümchengewächse (Abb. 184, 190, 191). Familie mit 20 Gattungen und ca. 1000 Arten von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, die subkosmopolitisch verbreitet sind, aber in den kalten Gebieten der Nordhemisphäre zurücktreten oder fehlen. Blätter einfach, meist ohne Stipeln und wechselständig, selten gegenständig oder quirlig. Blüten zwittrig, zygomorph, schmetterlingsblütlerartig, 5zählig; K5 meist frei, die beiden seitlichen meist petaloid und flügelartig; C5 meist jedoch 3 und mit der Filamentrinne verwachsen, medianes Petalum schiffchenartig und mit zerschlitztem, rückenständigem Anhängsel; A meist 4+4, selten 5+5 oder auch auf 7-5-4 reduziert, zu- meist rinnig verwachsen; Antheren porig öffnend; G meist (2), selten (3-5), oberständig, gefächert oder einkammerig, mit einer oder wenigen Samenanlagen pro Fach; Kapsel, Nuß oder Steinfrucht. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (polys - viel, gála - Milch); er ist irreführend, da die Pflanzen weder Milchsaft enthalten, noch als Futterpflanzen verwendet werden. **Gattungsauswahl:** *Bredemeyera, Monnina, Polygala, Securidaca.*

Systematik und Phylogenie: Die Polygalaceae teilen wichtige Merkmale mit den Fabaceae (HUBER 1991): Triterpensaponine, einzelne Gefäße im Sekundärholz, median zy-

gomorphe Blüten, zu einer Rinne verwachsene Filamente, Porenantheren, intrastaminale Disci, gelegentlich Gynophor. Sie gruppieren in molekular begründeten Dendrogrammen

in den Fabales (Abb. 184), was auch nach der Blütenmorphologie des Schmetterlingsblütler-Bauplanes verständlich ist.

Rosales, Rosenartige Gewächse

Die **Kerngruppe der Rosidae** (Abb.19, 140, 192) wird von den Rosales (Rosenartige Gewächse), Fabales (Hülsenfrüchtler Gewächse), Cucurbitales (Gurkenartige Gewächse) und Fagales (Buchenartige Gewächse) gebildet. Rosales und Fabales sind Schwestergruppen (RAVI et al. 2007).

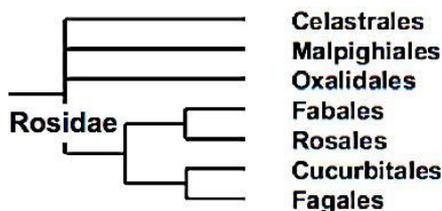


Abb. 192: Ausschnitt der **Rosidae** aus Abb. 19 und 140 des Systems der Bedecktsamer, nach APG II (2003), verändert.

Hauptmerkmale der ursprünglichen **Rosales** sind Holzgewächse mit einfachen Blättern, Stipeln und choripetalen Blüten, wirtelig angeordneten Staubblättern, sowie apokarpen Fruchtknoten. In den abgeleiteten Gruppen finden sich dann Kräuter, zusammengesetzte Blätter mit Nebenblättern, apetale Blüten, verringerte oder vermehrte Staubblätter, reduzierte Karpelle und Verwachsungen mit der Blütenachse. **Familienauswahl:** Konzept nach einem molekular begründeten Monophylum: Rosaceae s.l., Rhamnaceae, Elaeagnaceae, Cannabaceae, Moraceae, Ulmaceae, Urticaceae.

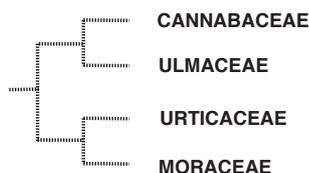


Abb. 193: **Familien der ehemaligen Urticales:** Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE & al. 1993).

System und Phylogenie: Eine Multigen-Analyse hat eine gut abgesicherte Phylogenie der Rosales geliefert (ZHANG et al. 2011). Danach werden auch die traditionellen Rhamnales (Kreuzdornartige) mit den Rhamnaceae (Kreuzdorngewächse) und Ölweidengewächsen (Elaeagnaceae) eingegliedert. Dies trifft auch für die ehemaligen Urticales (Brennnesselartige) mit den Moraceae (Maulbeerbaumgewächse), Urticaceae (Brennnesselgewächse), Ulmaceae (Ulmengewächse) und die Cannabaceae (Hanfgewächse) zu.

Die **Lage der Reviere** im Tübinger System kann aus den Abb. 139 und 194 ersehen werden.



Abb. 194: Reviere der **Rosaceae** und **Ulmaceae** im System, TüBG. Orig. 22.12.2006.

Rosaceae, Rosengewächse

(Abb. 194-196). Familie der Rosales (Rosenartige Gewächse) mit ca. 100 Gattungen und etwa 2500 Arten und einer insgesamt kosmopolitischen Verbreitung. Einige Arten sind ektomykorrhiziert. Blätter meist mit Stipeln. Blütenboden deutlich verbreitert, schalen-, becher-, krug- oder röhrenförmig, meist

K5 C5, A häufig vermehrt, G ∞ -1. Wichtige Familie mit vielen Nutz- und Zierpflanzen. Der Name entspricht der alten lateinischen Benennung.

Gattungsauswahl: *Acaena*, *Agrimonia*, *Alchemilla*, *Amelanchier*, *Aronia*, *Aruncus*, *Chaenomeles*, *Cotoneaster*, *Crataegus*, *Cydonia*, *Dryas*, *Eriobotrya*, *Exochorda*, *Filipendula*, *Fragaria*, *Geum*, *Kerria*, *Malus*, *Mespilus*, *Photinia*, *Potentilla*, *Prunus*, *Pyracantha*, *Pyrus*, *Rhodotypos*, *Rosa*, *Rubus*, *Sanguisorba*, *Sorbaria*, *Sorbus*, *Spiraea*, *Ulmaria*.



Abb. 195: Blüte der *Rosa omeiensis*, Omei-Rose. Orig. 5.5.2012.

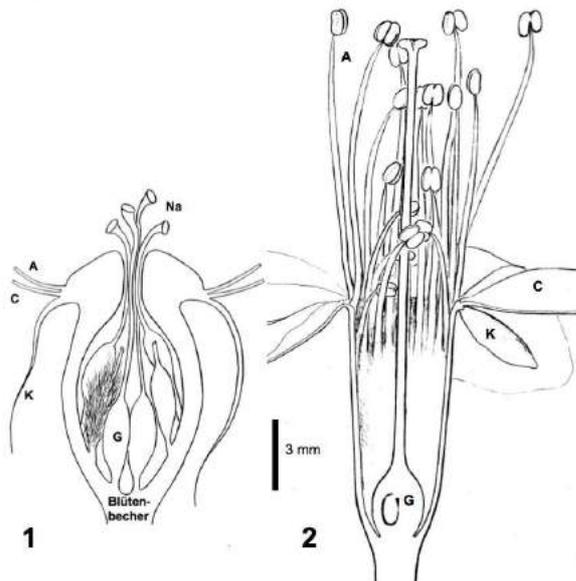


Abb. 196: Rosengewächse, Rosaceae. **1** Blütenlängsschnitt der Hundsrose, *Rosa canina*. **2** Blütenlängsschnitt einer Kirsche, *Prunus sargentii*. Charakteristisch für Rosengewächse ist ein \pm ausgeprägter Blütenboden, der manchmal becherförmig sein kann. K Kelch, C Kronblätter, abgeschnitten, A Staubblätter bei der Rose abgeschnitten, G freie Fruchtblätter bei der Rose, nur ein Fruchtblatt bei der Kirsche. Orig.

Systematik und Phylogenie: Die Rosaceae sind eine monophyletische Gruppe der Rosales in basaler Position (SAVOLAINEN et al. 2000, KALKMAN 2004, POTTER et al. 2007). Verbreitungsbiologie und Polyploidie der Rosengewächse wurden von VAMOSI et al. (2006) und DICKINSON et al. (2007) evolutiv interpretiert.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 34 Rosaceae.**



Abb. 197: Blüte von *Ziziphus jujuba*, chinesische Jujube, Rhamnaceae, Kreuzdorngewächse, TüBG. Orig. 31.8.2003.

Rhamnaceae, Kreuzdorngewächse

(Abb. 197, 198). Früher Familie einer eigenen Ordnung, Rhamnales (Kreuzdornartige Gewächse), jetzt den **Rosales** zugeordnet. Die Familie enthält ca. 50 Gattungen und etwa 900 Arten von Bäumen, Sträuchern und wenigen Lianen, die weltweit verbreitet sind. Die einfachen, mit Nebenblättern ausgestatteten Blätter stehen wechsel- oder gegenständig. Die überwiegend zwittrigen Blüten sind klein, meist K4-5 C4-5 A4-5 G(3); C oft unscheinbar bis fehlend; A epipetal; G syncarp, meist oberständig, selten mittel- bis unterständig, 3-/2-fächerig, pro Fach mit 1 Samenanlage. Diskus zwischen Kelch und Staubblättern (extrastaminal). Insekten- und Selbstbestäubung; Vogelverbreitung. Enthalten Cyclopeptid- und Benzylisochinolin-

Alkaloide; einige Arten volksmedizinisch, meist zur Gewinnung von Abführmitteln (Anthra-Glycoside: Glucofrangulin), genutzt. Mehrere Ziergehölze. Der **Name** leitet sich von der griechischen Bezeichnung für einen Dornstrauch ab. **Gattungsauswahl:** *Ceanothus*, *Colletia*, *Hovenia*, *Paliurus*, *Phyllica*, *Rhamnus*, *Ziziphus*.

Systematik und Phylogenie: Nach molekularen Daten sind die Rhamnaceae die Schwesterfamilie der Dirachmaceae, mit der sie, incl. der Elaeagnaceae und Barbeyaceae, ein Monophylum der Rosales bilden. Diese Gruppe steht in nächster Verwandtschaft zu den Rosaceae und den traditionellen Urticales (RICHARDSON et al. 2000).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 47 Rhamnaceae.**

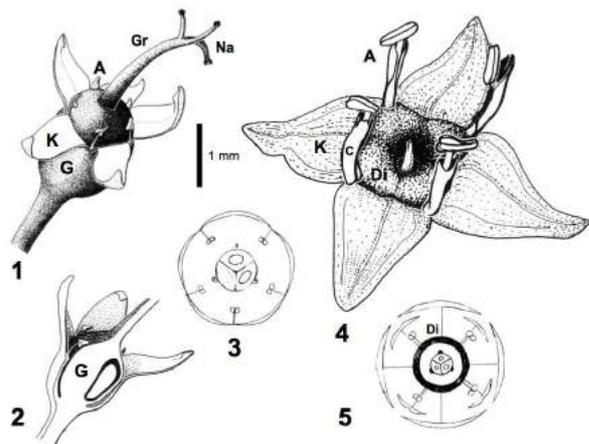


Abb. 198: Blüten von Kreuzdorn-Arten, *Rhamnus* spp. 1-3 Blüten ohne Kronblätter (apetal) von *Rhamnus alaternus*, 2 Blütenlängsschnitt, 3 Blütendigramm. 4, 5 *Rhamnus alpinus*. Di Diskus, Gr Griffel, Na Narbe. Kreuzdorngewächse, Rhamnaceae. Orig.

Elaeagnaceae, Ölweidengewächse

(Abb. 199). Traditionell Familie der Rhamnales (Kreuzdornartige Gewächse), jetzt Familie der **Rosales**, mit 3 Gattungen und 50 Arten von Sträuchern und kleinen Bäumen, die mit Stickstoff fixierenden Bakterien (Frankien) zusammenleben und die in der nördlich gemäßigten Zone verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Stipeln, wechselständig; sie besitzen eine schuppige und sternhaarige Epidermis. Blüten radiär, meist 4-zählig, apetal, G1. Mit mehreren, als Ziergehölze verwendeten Arten. **Name** aus der griechischen Bezeichnung für Olive (*Olea*

europaea) und Mönchspfeffer (*Vitex agnus-castus*) zusammengesetzt. **Gattungen:** *Elaeagnus*, *Hippophaë*, *Shepherdia*.



Abb. 199: Zweig mit Blütenständen von *Hippophaë rhamnoides*, Sanddorn. Orig. 23.4.2004.

Systematik und Phylogenie: Früher wurden verwandtschaftliche Beziehungen der Familie zu den bisherigen Rhamnales, aber auch zu den Proteales und Thymelaeales diskutiert. Nach molekularen Daten sind die Rhamnaceae die Schwesterfamilie der Elaeagnaceae mit der sie, incl. der Dirachmaceae und Barbeyaceae, ein Monophylum der Rosales bilden. Diese Gruppe steht in nächster Verwandtschaft zu den Rosaceae und den traditionellen Urticales (STEVENS 2016).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 39 Elaeagnaceae.**



Abb. 200: Beblätterte Zweige von *Ulmus parvifolia*, kleinblättrige japanische Ulme. Orig. 1.8.2010.

Ulmaceae, Ulmengewächse

(Abb. 193, 200). Familie der **Rosales**, früher Urticales (Nesselartige Gewächse), mit 6

Gattungen und ca. 40 Arten von Holzgewächsen mit einer Hauptverbreitung in Eurasien und Amerika. Blätter basal meist asymmetrisch. Blütenhüllblätter meist 4-5, G(2); Nuß- oder Steinfrucht, oft geflügelt. **Name** nach der alten lateinischen Bezeichnung. **Gattungsauswahl:** *Ulmus*, *Zelkova*. **Systematik und Phylogenie:** Die Ulmaceae, Cannabaceae, Moraceae und Urticaceae bilden nach molekularen Daten ein Monophylum innerhalb der Rosales (Abb. 193).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 16 Ulmaceae.**



Abb. 201: **Weibliche Blüten** von *Humulus lupulus*, **Hopfen**, in kopfigen Blütenständen und mit weit hervorragenden Griffeln, Cannabaceae, Hanfgewächse. Orig. 29.7.2007.

Cannabaceae, Cannabinaceae, Hanfgewächse

(Abb. 193, 201). Familie mit etwa 10 Gattungen und annähernd 200 krautigen, aufrecht wachsenden oder schlingenden Arten, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter gegen- oder wechselständig, mit freien Stipeln. Blüten radiär, eingeschlechtig, anemogam, dioecisch. P(5) A5 G(2). Milchröhren fehlen. Psychotrope Wirkungen durch Cannabinoide. Der **Name** ist eine aus dem Armenischen abgeleitete, altgriechische Bezeichnung für Hanf, "kannabis". **Gattungsauswahl:** *Cannabis*, *Celtis*, *Humulus*, *Trema*. **Systematik und Phylogenie:** Die Cannabaceae wurden oft als Unterfamilie der **Moraceae** geführt. Molekulare Analysen führten zu einer revidierten Zuordnung der Familie

(SOLTIS et al. 2002, VAN VELZEN et al. 2006, YANG et al. 2013).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 4 Cannabaceae.**



Abb. 202: **Weibliche Blüten** von *Urtica dioica*, **Brennnessel**; die Stängel sind dicht mit Brennhaaren besetzt. Orig. 12.6.2002.



Abb. 203: **Männliche Blüten** von *Urtica dioica*, **Brennnessel**; die Stängel sind dicht mit Brennhaaren besetzt. 8.7.2003.

Urticaceae, Brennnesselgewächse

(Abb. 193, 202, 203). Familie mit etwa 50 Gattungen und ca. 2600 Arten, überwiegend von Kräutern, aber auch von Sträuchern und Bäumen, die weltweit verbreitet sind. Blätter einfach, meist mit Stipeln, gegen- oder wechselständig. Blüten unscheinbar, grünlich, radiär, meist eingeschlechtig und einhäusig verteilt; P4-5; A4-5 jung eingekrümmt und bei Pollenreife zurückschnellend; G1 oberständig mit einer basalen Samenanlage; Nußfrucht. Der aus dem Lateinischen hergeleitete **Name** (uro - brennen) bezieht sich auf Arten

mit Brennhaaren, deren Inhaltsstoffe (Ameisensäure, Acetylcholin, Histamin, Serotonin) zu Juckreiz und Vergiftungen führen können. **Gattungsauswahl:** *Boehmeria*, *Coussapoa*, *Elatostema*, *Forskohlea*, *Gesnouinia*, *Laportea*, *Parietaria*, *Pilea*, *Soleirolea*, *Urera*, *Urtica*.

Systematik und Phylogenie: Die Ulmaceae, Cannabaceae, Moraceae und Urticaceae bilden nach molekularen Daten ein Monophylum innerhalb der Rosales. Die Schwestergruppe der Urticaceae sind die Moraceae (Abb. 193, SAVOLAINEN et al. 2000, SYTSMa et al. 2002, SOLTIS et al. 2011).



Abb. 204: Junge Fruchtstände von *Morus alba*, weißer Maulbeerbaum, TüBG. Orig. 24.5.2000.

Moraceae, Maulbeerbaumgewächse (Abb. 193, 204). Familie der **Rosales**, früher Urticales (Nesselartige Gewächse), mit 40 Gattungen und ca. 1200 Arten von überwiegend Holzgewächsen mit nahezu weltweiter Verbreitung, jedoch in den kalten Gebieten der nördlich gemäßigten Zone fehlend. Die Pflanzen enthalten Milchsaft in ungegliederten Milchröhren. Blätter einfach oder gelappt, mit Nebenblättern, wechsel- oder gegenständig angeordnet. Blüten mit einfacher Blütenhülle, P4 oder hüllblattlos, eingeschlechtig, einhäusig/zweihäusig verteilt, meist in Kätzchen oder Köpfchen zusammengezogen; A4 G(2) ober- bis unterständig, mit einer Samenanlage. In Arten einiger Gattungen kommen giftige Cardenolide vor. **Benennung** mit einem altgriechischen Namen. **Gattungsauswahl:** *Artocarpus*, *Broussonetia*, *Dorstenia*, *Ficus*, *Maclura*, *Morus*. **Systematik und Phylogenie:** Die Schwestergruppe der Moraceae sind die Urticaceae (Abb. 193). Zur Phylogenie der Familie siehe vorherige Familien.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 3 Moraceae.**

Cucurbitales, Gurkenartige Gewächse

Hauptmerkmale der Taxa der **Cucurbitales** sind nach HUBER (1991): Getrenntgeschlechtige, epigyne Blüten mit parakarpem Fruchtknoten, Samenschale bis auf die Exotesta zurückgebildet und chlorophyllfreie Speicherembryonen. **Familien:** Begoniaceae, Cucurbitaceae, Datisceae; nach molekularen Hypothesen zusätzlich: Tetramelaceae, Anisophylleaceae, Coriariaceae, Corynocarpaceae. **Phylogenie:** In molekularen Dendrogrammen erscheinen die Cucurbitales oft als Schwestergruppe der Fagales (Abb. 19, 140, 192). Die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb der Ordnung sind in Abb. 205 dargestellt. Eine vergleichende Bearbeitung der Blütenmorphologien mit systematischer In-

terpretation lieferten MATTHEWS et ENDRESS (2004). Die Phylogenie der Ordnung analysierten ZHANG et al. (2006).

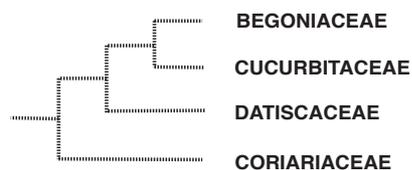




Abb. 206: Fruchtsstände von *Coriaria thymifolia*, **thymianblättriger Gerberstrauch**, Vilcabamba. Orig. 28.7.2004.

Coriariaceae, Gerberstrauchgewächse (Abb. 205, 206). Familie mit einer Gattung, *Coriaria*, und 5 Arten von Sträuchern, die von Nordafrika über das Mittelmeergebiet zum Himalaja bis Ostasien, nach Neuguinea, Neuseeland, sowie Mittel- und Südamerika verbreitet sind. Blätter einfach, ganzrandig, gegenständig. Blüten klein, radiär, zwittrig oder eingeschlechtig, K5 C5 A10 G10-5. Giftig durch das Glykosid Coriamyrtin. Der **Name** ist vom Lateinischen (corium - Fell, Haut, Leder) abgeleitet und bezieht sich auf die Verwertung einiger Arten für die Gerberei.

Phylogenie: In molekularphylogenetischen Dendrogrammen sind die Coriariaceae die Schwesterfamilie der Corynocarpaceae innerhalb der Cucurbitales (CARLQUIST et MILLER 2001). Die Familie wurde von KUBITZKI (2011) behandelt.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 46 Coriariaceae.**



Abb. 207: Blüte und Frucht von *Ecballium elaterium*, **Spritzgurke**. Royal Botanic Gardens Edinburgh. Orig. 5.8.2010.

Cucurbitaceae, Gurkengewächse (Abb. 205, 207). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 1000, meist krautiger und kletternder, ausdauernder, aber auch einjähriger Arten, die subkosmopolitisch verbreitet sind, in den Tropen ihre Hauptvorkommen besitzen und in den kalten Gebieten fehlen. Gefäßbündel mit intraxylärem Phloem (bikollateral). Blätter einfach bis gelappt oder gefiedert, wechselständig. An den Blattbasen entspringen, aus Sprossen umgebildete, spiralförmige Ranken. Blüten radiär, zu einem Blütenbecher verbreitert, meist eingeschlechtig und ein- oder zweihäusig verteilt; meist K(5) C(5) A5 mit dem Blütenbecher verwachsen; G(5-4-3) unterständig, einfächerig, mit parietalen Plazenten und vielen Samenanlagen. Meist Beeren, aber auch Kapsel Früchte. Die Familie enthält mehrere wichtige Nutzpflanzen. Der **Name** ist von der lateinischen Bezeichnung für Kürbis (cucumis) und orbis - Kreis, Kugel, abgeleitet. **Gattungsauswahl:** *Bryonia, Citrullus, Cucumis, Cucurbita, Cyclanthera, Ecballium, Echinocystis, Gynostemma, Lagenaria, Luffa, Momordica, Seschium, Sicyos, Trichosanthes, Xerosicyos. **Systematik und Phylogenie:** Die Stammesgeschichte der Ordnung und der Familie Cucurbitaceae analysierten SCHAEFER et RENNER (2011).*



Abb. 208: Männliche Blütenstände von *Datisca cannabina*, Scheinhanf, TüBG. 23.8.2005.

Datisceae, Scheinhanfgewächse

(Abb. 205, 208). Familie mit einer Gattung, *Datisca*, und zwei Arten von Bäumen und Stauden, die von der Ostmediterraneis bis zum Himalaja, in Südostasien und Indomalaien, sowie im trockenen SW-Nordamerika verbreitet sind. Blätter einfach oder gefiedert, ohne Stipeln, wechselständig. Blüten klein, meist eingeschlechtig, radiär, K6-8 C6-8 oder meist 0, A4-8-∞ G(3-8) unterständig, einfächerig, mit parietalen Plazenten und vielen Samenanlagen; Kapsel öffnet sich am Scheitel. Der Name ist aus dem Griechischen hergeleitet (dathoustai - ich verteile).

Systematik und Phylogenie: Großsystematische Stellung nach molekularen Daten siehe Abb. 205. Traditionell wurde die Familie auch zu den Capparidales, Violales, Begoniales oder in eine eigene Ordnung, Datiscales, gestellt. *Octomeles* und *Tetrameles* werden auch in eine eigene Familie, Tetramelaceae, zusammengefaßt (MATTHEWS et ENDRESS 2004).

Begoniaceae, Begonien

(Abb. 205, 209, 210). Familie mit 2 Gattungen und ca. 1600 Arten von oft sukkulenten Stauden und Sträuchern, die besonders in den Tropen und Subtropen, excl. Australien, verbreitet sind. Stängel meist fleischig, mit wechselständigen, Stipeln tragenden Blättern und asymmetrischen Spreiten. Blüten eingeschlechtig. Männliche Blüten mit 2 Paar

kreuzgegenständigen Blütenblättern und vielen Staubblättern. Weibliche Blüten mit 2-5 dachigen Blütenblättern und unterständigem, geflügeltem, aus 2-3 Fruchtblättern verwachsenen Fruchtknoten. Plazentation zentralwinkelständig. Samen zahlreich. Durch Calciumoxalat z.T. giftig. Wirtschaftlich wichtige Zierpflanzengruppe. Name nach dem französischen Statthalter von St. Domingo, MICHEL BÉGON (1638-1710). **Gattungen:** *Begonia*, *Hillebrandia*.

Systematik und Phylogenie: Die Auffassung, dass die Begoniaceae am nächsten mit den Datisceae verwandt sind, wird durch molekularphylogenetische Hypothesen bestätigt. Zusammen mit den Tetramelaceae und Cucurbitaceae bilden sie ein Monophylum.



Abb. 209: Weibliche und männliche Blüten von *Begonia grandis*, winterhartes Schiefblatt. Orig. 13.10.2010.

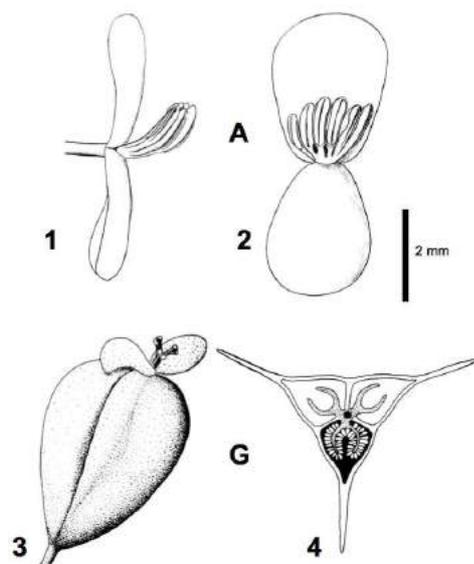


Abb. 210: Blüten von *Begonia semperflorens*, immerblühendes Schiefblatt. 1, 2 männliche Blüten (A Staubblätter); 3 weibliche Blüte. 4 Querschnitt durch den Fruchtknoten (G). Orig.

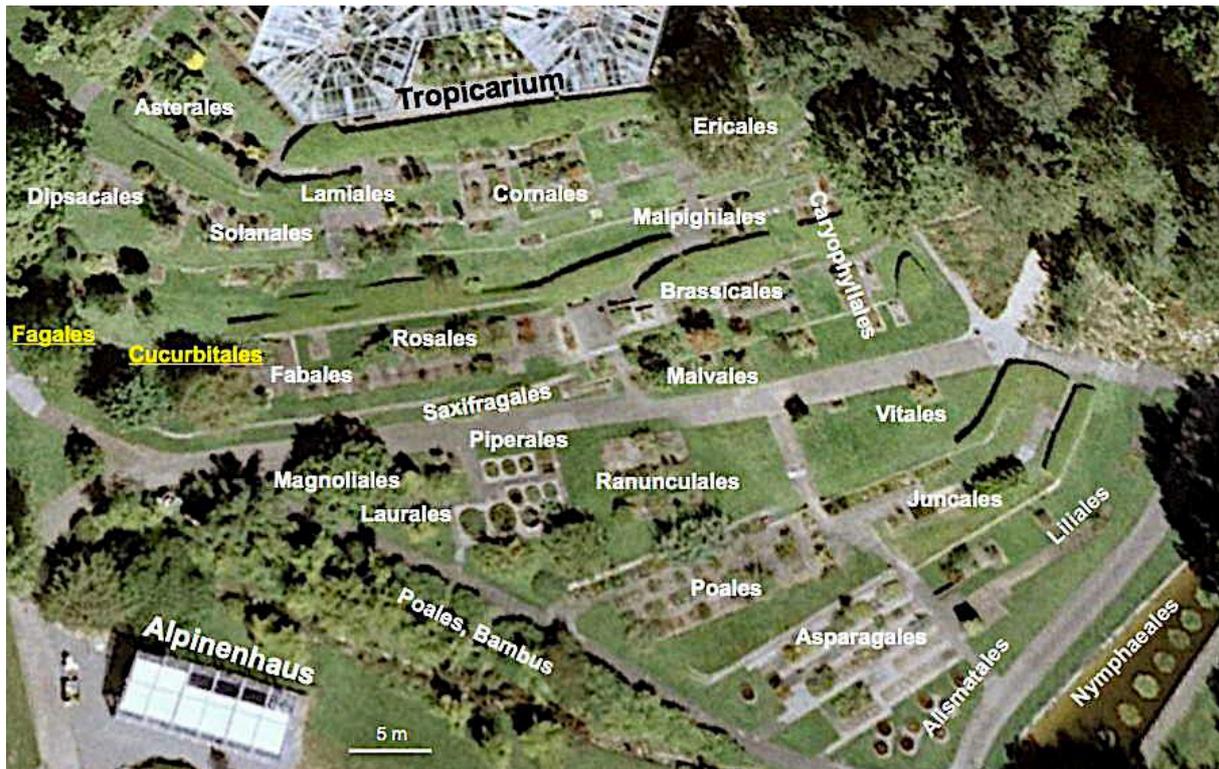


Abb. 211: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die **wichtigsten Ordnungen** eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Ordnungen, die vorhergehend dargestellt wurden und im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.

Fagales, Buchenartige Gewächse

Unter **Kätzchenblütler**, Amentiflorae, mit einfacher oder sogar fehlender Blütenhülle (Archichlamydeae, Monochlamydeae), wurden ursprünglich windblütige dikotyle Pflanzen mit häufig eingeschlechtigen Blüten zusammengefaßt (EICHLER 1875-1878, ENGLER und PRANTL 1887-1915). In den dikotylen Lignosae von HUTCHINSON (1959) enthielten die Hamamelidales neben den Buchen-, Birken- und Walnußgewächsen auch die Weiden und die Brennnesselartigen, eine Gruppierung, die sich auch bei TAKHTAJAN (1959) und erweitert in der Unterklasse Hamamelididae von CRONQUIST (1981) findet. HUBER (1991) ordnete den Hamamelidales mit „ihrem kätzchenblütigen Gefolge“ die Cunoniales bei. Molekularphylogenetische Analysen haben die traditionellen Fagales bestätigt (Abb. 212).

Buchenartige Gewächse sind Gehölze, die überwiegend mit höheren Pilzen Ektomykorrhizen bilden und insgesamt mit etwa 1000 Arten, auf 30 Gattungen verteilt, kosmopolitisch verbreitet sind. Ihnen werden die Buchengewächse (Fagaceae) die Südbuchen (Nothofagaceae), Gagelsträucher (Myricaceae), Walnußgewächse (Juglandaceae), Birkengewächse (Betulaceae) und die Casuarinen (Casuarinaceae) zugerechnet (Abb. 212).

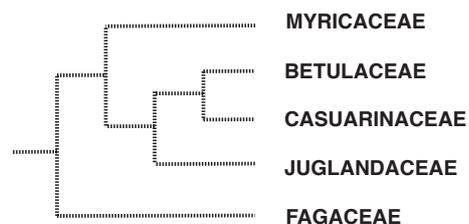


Abb. 212: **Familien der Fagales**: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Nothofagaceae, Südbuchengewächse

(Abb. 213) Familie mit einer Gattung, *Nothofagus*, und ca. 40 immer- und sommergrüner Bäume oder Sträucher, die im gemäßigten Südamerika, Australien, Neuseeland, Neukaledonien und in Neuguinea vorkommen. Blätter klein, kurz gestielt, wechselständig; Blüten eingeschlechtig; männliche Blüten 1-3, fast sitzend; weibliche Blüten zu dreien, von beschuppeter Cupula umgeben;

Name: Griech. nóthos - falsch, *Fagus*.

Systematik und Phylogenie: Die systematische Gliederung von *Nothofagus* wurde von MANOS (1997) mit ITS-Sequenzen analysiert und ihre Evolution und Biogeographie von HILL (2001) untersucht. Von den Fagaceae wurde *Nothofagus* abgetrennt und in eine eigene Familie, Nothofagaceae, gestellt. Sie ist die nächst verwandte Gruppe der Fagaceae (LI et al. 2002).



Abb. 213: Männliche Blüte von *Nothofagus antarctica*, Südbuche, TüBG. Orig. 4.5.2006.

Fagaceae, Buchengewächse

(Abb. 212, 214). Familie der Fagales (Buchenartige Gewächse) mit 8 Gattungen und etwa 700 ektomykorrhizierten Gehölzarten, die in der nördlich gemäßigten Zone, Südostasien und im nördlichen Südamerika verbreitet sind. Blüten eingeschlechtig und meist in Kötzchen, Köpfchen oder Ähren; weibliche Blüte von Fruchtknoten (Cupula) umgeben. Reich an Gerbstoffen (Ellagitannine, Proanthocyanidine). Der **Name** entspricht der alten lateinischen Benennung. **Gattungen:** *Castanea*, *Castanopsis*, *Chrysolepis*, *Fagus*, *Lithocarpus*, *Notholithocarpus*, *Quercus*, *Trigonobalanus*.

Systematik und Phylogenie: Die Stammesgeschichte der Fagaceae wurde von LI (1996) untersucht. OH et MANOS (2008) versuchten die Evolution der Cupulen zu deuten.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 32 Fagaceae.**

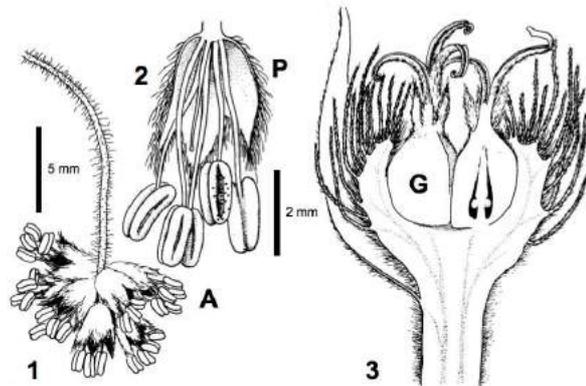


Abb. 214: Blüten der **Buche**, *Fagus sylvatica*. 1 Knäuel männlicher Blüten; 2 Längsschnitt einer männlichen Blüte mit gleichgestalteten Blütenblättern (Perianth P) und hängenden Staubblättern (A); 3 Längsschnitt durch einen Becher (Cupula) mit zwei Fruchtknoten (G), der rechts längs geschnitten. Orig.



Abb. 215: Blütenstände von *Comptonia peregrina*, fremde Comptonie, Myricaceae, Gagelsträucher. Orig. 30.4.2006.

Myricaceae, Gagelsträucher

(Abb. 212, 215). Familie mit 4 Gattungen und ca. 60 Arten von Bäumen und Sträuchern, die annähernd weltweit verbreitet sind, aber von Nordafrika über das Mittelmeergebiet, das südliche, mittlere und östliche Europa, sowie im westlichen und zentralen Nordasien und in Australien fehlen. Blätter einfach, wechselständig. Blüten eingeschlechtig; A4-8(2-20); G(2) oberständig.

Häufig sind Polyphenole, Terpene und ätherische Öle vorhanden. Der **Name** leitet sich von einer altgriechischen Bezeichnung (myrike) für einen duftenden Strauch ab. **Gattungsauswahl:** *Comptonia*, *Myrica*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von KUBITZKI (1993b) behandelt. Nach molekularen Daten sind die Juglandaceae die Schwestergruppe der Rhoipteleaceae. Mit dieser Familie und den Myricaceae zusammen bilden sie ein Monophylum innerhalb der Fagales.



Abb. 216: Fruchtstand von *Pterocarya fraxinifolia*, **Flügelnuß**, TüBG. Orig. 7.6.2011.

Juglandaceae, Walnußgewächse (Abb. 212, 216). Familie mit 9 Gattungen und ca. 50 ektomykorrhizierten Baumarten, die von SO-Europa bis Ostasien und Indonesien, sowie in der Neuen Welt verbreitet sind. Kultiviert als Nutzpflanzen wegen Nüssen, Holz und Zierwert. Die einfachen weiblichen Blüten und kätzchenförmigen männlichen Blütenstände lassen Ähnlichkeiten mit den Kätzchenblütlern (Hamamelididae, Amentiflorae) erkennen. Der fiederige Blattbau erinnert an manche Vertreter der Seifenbaumartigen Gewächse (Sapindales), besonders an Arten der Bitterholzgewächse (Simaroubaceae). Reich an Gerbstoffen und dem Naphthochinonderivat Juglon. **Name** nach der alten lateinischen Bezeichnung für Jovis glans - JUPITERS Eichel. **Gattungsauswahl:** *Carya*, *Juglans*, *Platycarya*, *Pterocarya*. **Systematik und Phylogenie:** Nach molekularen Daten sind die Juglandaceae die Schwestergruppe der Rhoipteleaceae. Mit dieser Familie und den Myricaceae zusam-

men bilden sie ein Monophylum innerhalb der Fagales (LI et al. 2004).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 31 Juglandaceae.**



Abb. 217: Junger Fruchtstand von *Betula humilis*, **Strauchbirke**, TüBG. Orig. 8.5.2006.

Betulaceae, Birkengewächse

(Abb. 212, 217). Familie mit 6 Gattungen und annähernd 150 Arten ektomykorrhizierter, laubwerfender Bäume und Sträucher, die in der nördlich gemäßigten Zone, in Mittel- und Südamerika verbreitet sind. Blüten getrenntgeschlechtlich, männliche in Kätzchen, G(2) unterständig. **Name** nach der alten lateinischen Benennung. **Gattungen:** *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Corylus*, *Ostrya*, *Ostryopsis*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von KUBITZKI (1993a) behandelt. Nach molekularen Dendrogrammen sind die Ticodendraceae die Schwestergruppe der Betulaceae. Mit den Casuarinaceae bilden sie zusammen ein Monophylum innerhalb der Fagales (STEVENS 2016). Die Coryloideae wurden von YOO et WEN (2007) molekularphylogenetisch untersucht.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 33 Betulaceae.**



Abb. 218: Weiblicher Blütenstand von *Casuarina equisetiformis*, schachtelhalmblättrige Kasuarine, TüBG. Orig. 19.8.2006.

Casuarinaceae, Keulenbaumgewächse (Abb. 212, 218). Familie mit 4 Gattungen und ca. 100 Arten von Bäumen, die von Ost-

über Nordaustralien nach Neukaledonien, Fidschi, Neuguinea und Indomalaien verbreitet sind. Besonders an Trockenstandorte angepasste Holzgewächse. Zweige schachtelhalmartig, assimilierend, mit schuppigen, basal scheidig verwachsenen, quirlig stehenden Blättern. Blüten meist eingeschlechtig, stark reduziert; männliche Blüten P2 A1, in terminalen Kätzchen; weibliche Blüten G(2) ohne Blütenhülle, aber mit Trag- und Vorblättern, in Köpfchen oder Zapfen an kurzen Seitenästen. Der Fruchtknoten entwickelt sich zu einer geflügelten Nuß. Als Nutz- und Zierhölzer in den Tropen und Subtropen weit verbreitet. Soll nach dem Vogel *Kasuar* der Molukken benannt sein. **Gattungsauswahl:** *Allocasuarina*, *Casuarina*.

Systematik und Phylogenie: JOHNSON et WILSON (1993) haben die Familie behandelt. Molekular begründete Phylogenien der Casuarinaceae wurden von SOGO et al. (2001) und STEANE et al. (2003) erstellt.

Myrtales, Myrtenartige Gewächse

Gehölze und Stauden mit einfachen, gegenständigen Blättern und intraxylärem Phloem werden zu den artenreichen **Myrtenartigen Gewächsen** (Myrtales) zusammengefaßt. Sie sind mit nahezu 12.000 Arten in knapp 400 Gattungen weltweit verbreitet.

Hauptfamilien sind die holzigen Combretaceae, Myrtengewächse (Myrtaceae) und Melastomataceae sowie die krautigen Nachtkerzengewächse (Onagraceae) und Weidenrichgewächse (Lythraceae).

Aspekte der zeitlichen und räumlichen Entwicklung der Myrtales wurden von BERGER et al. (2015) dargestellt. Stammesgeschichtlich gehören die Myrtales in den Verwandtschaftsbereich der Rosidae (Abb. 19, SYTSMA et al. 2004).

Onagraceae, Nachtkerzengewächse (Abb. 219, 220). Familie mit ca. 20 Gattungen und etwa 650 Arten von Kräutern und Sträuchern, die weltweit verbreitet sind, deren Entfaltungszentrum aber von Mexiko bis Kalifornien begrenzt ist. Blätter einfach, gegen- bis wechselständig, mit hinfalligen Stipeln. Blüten meist radiär, aber auch zygomorph, zwittrig oder eingeschlechtig, mit meist auffälligen Blütenbechern (Hypanthien); K2-4-6 C2-4-6 selten fehlend; A4+4, selten 2-4-6-12; G(4) zumeist unterständig und gefächert (2-4), selten einfächerig, mit 1-∞ zentralwinkelständigen Samenanlagen; meist fachspaltige Kapsel, selten Beeren oder Schließfrüchte. Enthält wichtige Zierpflanzenarten und -züchtungen. **Name:** Griech. onos - Esel, agra - Jagd.

Gattungsauswahl: *Camissonia*, *Circaea*, *Clarkia*, *Epilobium*, *Fuchsia*, *Gaura* (*Oenothera*), *Hauya*, *Jussieua* (*Ludwigia*), *Lopezia*, *Ludwigia*, *Oenothera*, *Zauschneria* (*Epilobium*).



Abb. 219: Blüten von *Fuchsia splendens*, **glänzende Fuchsie**, TüBG. Orig. 17.3.2006.



Abb. 220: Blüte von *Fuchsia procumbens*, **niederliegende Fuchsie**, TüBG. Orig. 17.3.2006.

Systematik und Phylogenie: Die Onagraceae sind die Schwesterfamilie der Lythraceae mit der sie ein Monophylum innerhalb der Myrtales darstellen. Revisionen der Familie wurden von LEVIN et al. (2004), WAGNER et al. (2004) und FORD et GOTTLIEB (2007) vorgenommen.

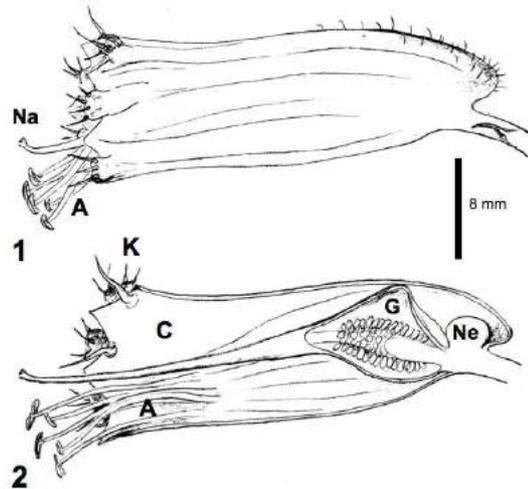


Abb. 221: **Weiderichgewächse**, Lythraceae. 1 Blüte und 2 Blütenlängsschnitt des **Köcherblümchens**, *Cuphea micropetala*. Na Narbe, Ne Nektarium. Orig.



Abb. 222: Teilblütenstand von *Lythrum salicaria*, **Blutweiderich**. Orig. 3.8.2003.

Lythraceae, Weiderichgewächse

(Abb. 221, 222). Familie mit ca. 30 Gattungen und etwa 600 Arten von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, die, mit Ausnahme der kalten Gebiete, subkosmopolitisch verbreitet sind. Die Gefäßbündel besitzen auch ein intraxyläres Phloem (bikollateral). Blätter einfach, ohne oder mit winzigen Stipeln, gegen-

ständig oder quirlig, aber auch wechselständig. Blüten radiär bis zygomorph, zwittrig, mit schüsselförmigem bis röhrigem Achsenbecher, 4-6-8-, selten 16-gliedrig; A meist zweikreisig, selten reduziert oder vermehrt, oft verschieden lang; G(2), selten bis (6), oberständig, gefächert, mit vielen, zentralwinkelständigen Samenanlagen; Kapsel-früchte; oft heterostyl. Enthält wichtige Zierpflanzenarten und Farbstofflieferanten. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (lythron - mit Blut besudelt) und verweist auf die rote Blütenfarbe.

Gattungsauswahl: *Ammannia*, *Cuphea*, *Heimia*, *Lafoensia*, *Lagerstroemia*,

Lawsonia, *Lythrum*, *Peplis*, *Punica*, *Rotala*, *Sonneratia*, *Trapa*.

Systematik und Phylogenie: Nach molekularen Analysen werden die Punicaceae, Sonneratiaceae und Trapaceae in die Lythraceae integriert (SHI et al. 2000, HUANG et SHI 2002, GRAHAM et al. 2005).

Der Granatapfelbaum, *Punica granatum*, ist im Botan. Garten unter den subtropischen Gehölzen vertreten, die Wassernuß, *Trapa natans*, ist in einem Wasserbecken der ökologischen Abteilung zu finden.

Brassicales, Kreuzblütlerartige Gewächse

Hauptmerkmale der meisten Arten der kosmopolitisch verbreiteten **Kreuzblütlerartigen Gewächse** (Brassicales) sind die Speicherung von Senfölglycosiden und die Myrosinzellen (FAY et CHRISTENHUSZ 2010, MITHEN et al. 2010, SCHRANZ et al. 2011). Ihre knapp 5000 Arten werden auf 400 Gattungen verteilt. Von 18 Familien sind die Kreuzblütler (Brassicaceae), Kaperngewächse (Capparidaceae), Spinnenpflanzen (Cleomaceae), Waugewächse (Resedaceae), Papayabäume (Caricaceae) und Kapuzinerkressen (Tropaeolaceae) geläufig.

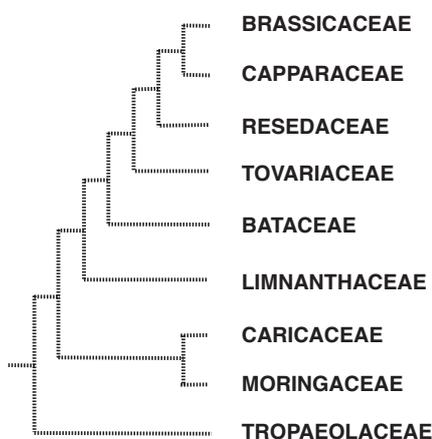


Abb. 223: Familien der Brassicales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Phylogenie: Die Brassicales (Capparales) wurden als Monophylum molekular charakterisiert (RODMAN et al. 1996). WORBERG et al. (2009) identifizierten die Huerteales als Schwestergruppe der Brassicales und Malvales.



Abb. 224: Blütenstand von *Tropaeolum peregrinum*, fremde Kapuzinerkresse, im System, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Tropaeolaceae, Kapuzinerkressengewächse

(Abb. 223, 224). Familie mit einer Gattung, *Tropaeolum*, und ca. 100 Arten, oft mit Blattstielen rankender und leicht sukkulenter Kräuter, die in Süd- und Mittelamerika verbreitet sind. Die Pflanzen enthalten Senfölglycoside, Myrosinzellen und Samenöle mit Erucasäure. Blätter schildförmig, einfach oder handförmig geteilt, meist ohne Stipeln, wechselständig. Blüten zwittrig, zygomorph; K5 mit medianem, nektarführendem Sporn; C5 selten 2, meist genagelt, die oberen kleiner als die unteren; A8 G(3) oberständig, gefächert, mit je einer Samenanlage pro Fach, reif in 3 einsamige Schließfrüchte zerfallend. Die Chemismen der Kapuzinerkressen entsprechen denjenigen der Brassicaceae, Capparidaceae und Limnanthaceae. Die Familie enthält einige Nutz- und Zierpflanzen. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (trópaion - schildförmiges Blatt als Siegeszeichen, -olum - Diminutivsuffix).

Systematik und Phylogenie: Eine molekulare Charakterisierung der Tropaeolaceae erfolgte durch ANDERSSON et ANDERSSON (2000). Die Blütenentwicklung wurde für eine systematische Auswertung herangezogen (RONSE DECRAENE et SMETS 2001).



Abb. 225: Nahezu reife Früchte von *Reseda luteola*, Färberwau, im System, TüBG. Orig. 1.7.2008.

Resedaceae, Waugewächse

(Abb. 223, 225). Familie mit 10 Gattungen und ca. 100 Arten von Kräutern und Sträuchern, die in Süd- und Nordafrika, Europa, Westasien bis Indien und im südwestlichen

Nordamerika verbreitet sind. Blätter einfach bis zerteilt, mit drüsigen Stipeln, wechselständig. Blüten zygomorph bis unregelmäßig, meist zwittrig, K4-8 C2-8, selten 0, oft zerteilt; A3-40, G(2-7) selten sekundär apokarp; Fruchtblätter oft oben offen; Plazentation meist parietal, mit einer bis vielen Samenanlagen; Kapseln oder Beerenfrüchte. Der **Name** ist aus dem Lateinischen hergeleitet (resedare - heilen); er bezieht sich auf eine angebliche medizinische Verwendung im Altertum. **Gattungsauswahl:** *Caylusea*, *Reseda*, *Sesamoides*.

Systematik und Phylogenie: Die Resedaceae wurden von KUBITZKI (2002) behandelt und molekularsystematisch und biogeographisch von MARTÍN-BRAVO et al. (2007) untersucht.



Abb. 226: Knospe und Blüte von *Capparis spinosa*, Kapernstrauch, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Capparidaceae, Kaperngewächse

(Abb. 223, 226). Familie mit ca. 20 Gattungen und etwa 500 Arten von Bäumen, Sträuchern, Lianen und Kräutern, die in den Tropen, Subtropen, dem Mittelmeergebiet, sowie weit in der Südhemisphäre verbreitet sind; sie fehlen in den kühleren Bereichen der Nordhemisphäre. Blätter einfach bis hand- oder fingerförmig geteilt, mit dornigen Nebenblättern, wechsel-, selten gegenständig. Blüten meist zygomorph, selten radiär, mit ring- bis schuppenförmigen Diskusbildungen innerhalb oder außerhalb der Krone; K4 frei bis verwachsen, C6-(0) A4-∞ G(2) oberständig, ungefächert, mit parietalen Plazenten und wenigen bis vielen Samenanlagen. Öff-

ters sind Staub- und Fruchtblätter auf einem gemeinsamen Stiel aus der Blüte emporgehoben (Androgynophor), oder es ist nur der Fruchtknoten gestielt (Gynophor). Früchte sind meist Kapseln, aber auch Beeren und Nüsse. Wie die verwandten Kreuzblütler reich an Senfölglycosiden (Glucosinolate), die für den Geschmack der Kapern (Blütenknospen von *Capparis spinosa*, Abb. 226) verantwortlich sind. Die Familie enthält Nutz- und Zierpflanzen. Der **Name** geht auf eine arabische Pflanzenbezeichnung (Kabar) zurück.

Gattungsauswahl: *Capparis*, *Crataeva*, *Morisonia*.

Systematik und Phylogenie: Nächst verwandt mit den Brassicaceae (HALL 2008, PATCHELL et al. 2014).



Abb. 227: Bestand von *Cleome spinosa*, **Spinnenpflanze**, TüBG. Orig. 29.8.2005.

Cleomaceae, Spinnenpflanzen

(Abb. 227). Familie mit 10 Gattungen und ca. 300 einjährigen bis ausdauernden Kräutern oder Sträuchern, die subtropisch/tropisch verbreitet sind. Blätter einfach oder meist 3-7fach fingerig zerteilt. Blüten einzeln oder in Trauben, 4zählig, Kapsel lang, gestielt, aufrecht oder hängend; Samen giftig durch das Senfölglykosid Glucocapparin. **Hauptgattung:** *Cleome*.

Systematik und Phylogenie: Die Cleomaceae sind nach molekularphylogenetischen Daten nächst verwandt mit den Capparidaceae und den Brassicaceae (HALL 2008, PATCHELL et al. 2014).

Brassicaceae, Cruciferae, Kreuzblütler (Abb. 228-231). Familie mit ca. 330 Gattungen und etwa 4000 Arten von Kräutern, seltener Sträucher, die weltweit verbreitet sind. Pflanzen enthalten Myrosinzellen (mit dem Enzym Myrosinase, einer Thioglucosidase) und Senfölglycoside (Glucosinolate), deren Spaltung Senföle (Allylthiocyanate), Nitrile und weitere Verbindungen liefern können. Blätter vielgestaltig, meist wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, vierzählig, charakteristischer Kreuzblütlerotyp: K4 C4 A2+4 G(4) oberständig, mit 2 fertilen und 2 sterilen Fruchtblättern; die fertilen Karpelle durch eine Scheidewand untereinander verbunden; die sterilen Karpelle bei Reife der Früchte (Schoten oder Schötchen) abfallend. Die Familie enthält wichtige Nutz- und Zierpflanzenarten. Der **Name** brassica ist lateinischen Ursprungs. Die Bezeichnung "Cruciferae" bezieht sich auf den Blütentyp (Kreuzblütler). **Gattungsauswahl:** *Aethionema*, *Alliaria*, *Alyssum*, *Arabidopsis*, *Arabis*, *Armoracia*, *Aubrieta*, *Barbarea*, *Biscutella*, *Brassica*, *Bunias*, *Cakile*, *Capsella*, *Cardamine*, *Cardaminopsis*, *Cheiranthus*, *Cochlearia*, *Dentaria*, *Descurainia*, *Draba*, *Erophila*, *Erysimum*, *Hesperis*, *Iberis*, *Isatis*, *Lepidium*, *Lunaria*, *Malcolmia*, *Matthiola*, *Raphanus*, *Sinapis*, *Sisymbrium*, *Turritis*, *Vella*, *Zilla*. **Systematik und Phylogenie:** Nächst verwandt mit den Cleomaceae und Capparidaceae und mit diesen ein Monophylum innerhalb der Brassicales bildend (RODMAN et al. 1996, HALL 2008, PATCHELL et al. 2014).



Abb. 228: Revier der Brassicaceae, **Kreuzblütler**, im System des Tübinger Botanischen Gartens. Orig. 20.12.2006.

Die Lage des Reviere der Brassicales im System des Tübinger Botanischen Gartens ist aus Abb. 228 und 231 ersichtlich.

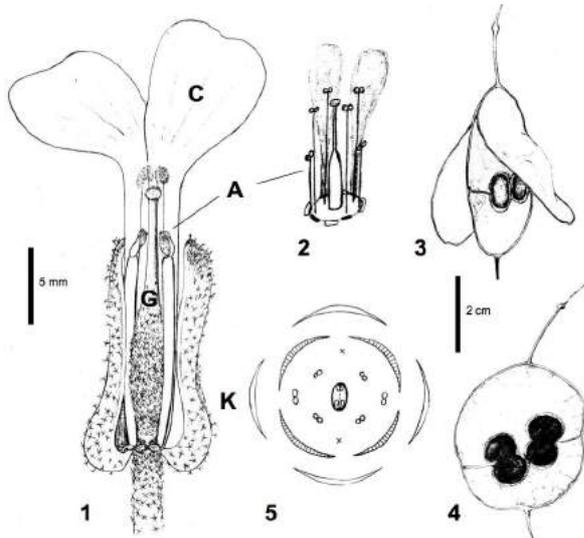


Abb. 229: Blütenmerkmale der **Kreuzblütler**, Brassicaceae. 1 Seitenansicht der Aubriete (*Aubrieta* sp.), ein Kelchblatt (K) und zwei Kronblätter (C) abpräpariert. 2 Schematische Darstellung des Blütenbodens mit der Insertion der 2+4 Staubblätter, wie im Blüten-diagramm (5) verdeutlicht. 3, 4 Früchte des Silberblattes, *Lunaria annua*; die Samen sind am Rahmen der Scheidewand, die aus zwei Fruchtblättern besteht, inseriert. Die beiden anderen Fruchtblätter sind steril und lösen sich oft von der reifen Frucht ab (3). Orig.



Abb. 230: Blütenstand von *Matthiola incana*, **Levkoje**, im System, TüBG. Orig. 20.12.2006.

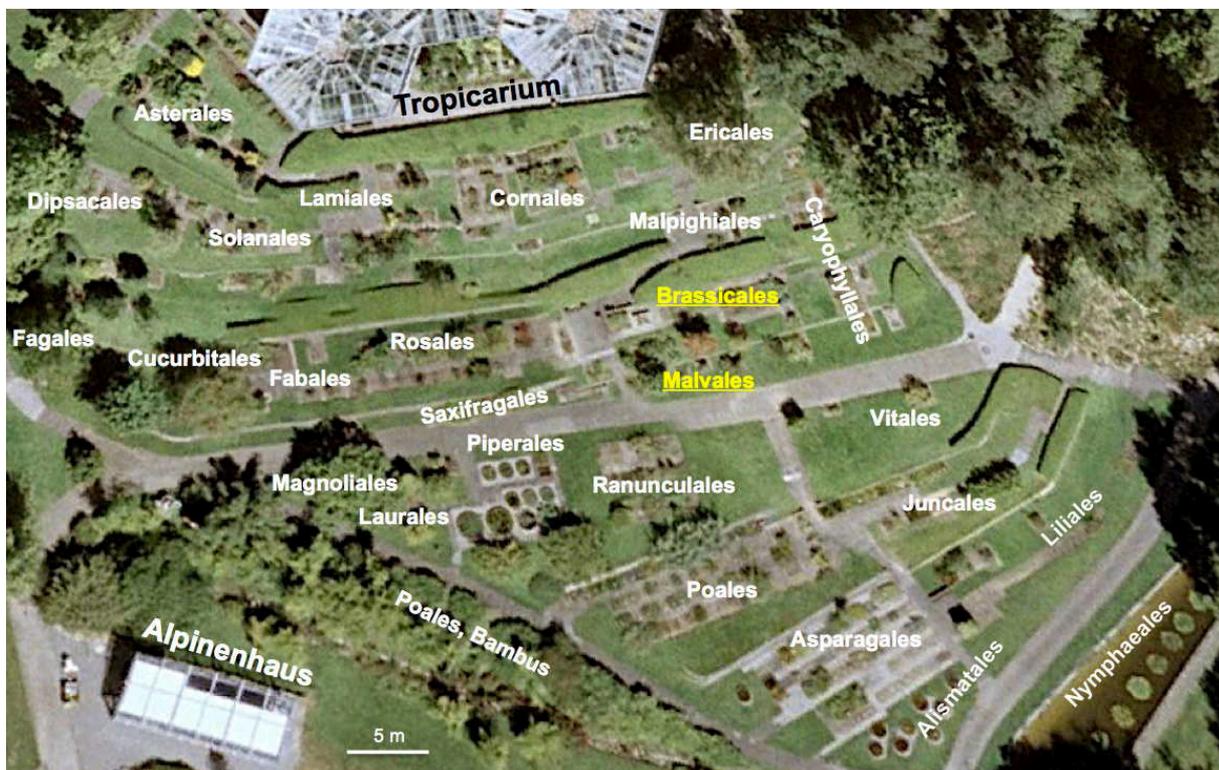


Abb. 231: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die **wichtigsten Ordnungen** eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Ordnungen, die vorhergehend dargestellt wurden und im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.

Malvales, Malvenartige Gewächse

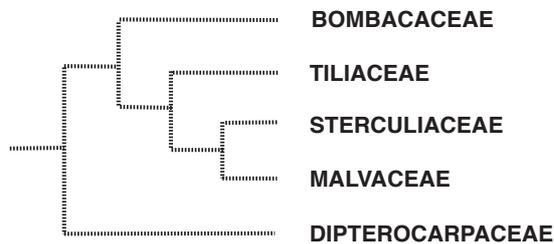


Abb. 232: Dendrogramm einer Auswahl traditionell anerkannter **Familien der Malvales** nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE & al 1993).

Die Bäume, Sträucher und Kräuter der weltweit verbreiteten **Malvenartigen Gewächse** (Malvales) enthalten über 6000 Arten, die sich auf 300 Gattungen und 10 Familien verteilen. Typisch sind markständige Sekretkanäle, die häufig Schleime enthalten. Blüten oft mit Außenkelchen und schraubig gedrehten Kronen; überwiegend viele Staubblätter, deren Filamente nicht selten teilweise oder ganz verwachsen sind; Samen meist ohne Endosperm.

Familien im traditionellen Umfang: Bixaceae (Orleansbaumgewächse), Bombacaceae (Wollbaumgewächse), Cochlospermaceae (Schneckensamengewächse), Dipterocarpaceae (Flügelfruchtgewächse), Malvaceae (Malvengewächse) Sterculiaceae (Kakaogewächse), Tiliaceae (Lindengewächse). Nach molekularphylogenetischen Vorstellungen kommen hinzu: Cistaceae (Cistrosengewächse), Neuradaceae, Sarcolaenaceae, Thymelaeaceae (Seidelbastgewächse).

Phylogenie: Die auf morphologischen Merkmalen basierende Familien-Systematik wird durch molekular begründete Dendrogramme unterstützt (ALVERSON et al. 1999). Allerdings gibt es jetzt den Trend, „klassische Familien“ zu „Superfamilien“ zusammenzufassen. So umfassen nach APG die Malvaceae die Bombacaceae, Sterculiaceae und Tiliaceae und die Bixaceae beinhalten die Cochlospermaceae. Dieses Konzept ist aus phylogenetischer Sicht angemessen, weil monophyletische Gruppen ausgewiesen werden.



Abb. 233: Teilblütenstand von *Daphne mezereum*, Seidelbast. Orig. 12.4.2002.

Thymelaeaceae, Seidelbastgewächse

(Abb. 233). Früher einzige Familie der Thymelaeales (Seidelbastartige), jetzt den Malvales eingegliedert. Familie mit ca. 50 Gattungen und etwa 900 Arten von Sträuchern, selten Bäumen, die subkosmopolitisch verbreitet sind und besonders artenreich in Afrika vorkommen. Blätter einfach, ganzrandig, ohne Stipeln, meist wechselständig, seltener gegenständig. Blüten radiär, meist zwittrig, 4-5zählig, mit becherförmiger Blütenachse bzw. röhrig verwachsenen Kelch- und Kronblättern; Kronzipfel meist schuppenförmig und in der Blütenröhre eingesenkt oder fehlend, selten petaloid; A meist diplostemon, aber auch haplostemon, ausnahmsweise ∞ oder 2, Filamente meist mit Kronröhre verwachsen; G(2-5) selten (-12) oberständig, einkammerig oder gefächert, mit einfachem Griffel; Frucht vielfältig: Nuß, Beere, Steinfrucht, Kapsel. Enthalten diterpenoide Giftstoffe (Daphnan, Daphnetoxin, Mezerin). Einige Arten werden als Ziersträucher verwendet. **Name** griechischer Herkunft (thymelaia - Purgierstrauch; von thymos - Thymian, elaios - wilder Ölbaum: Frucht Oliven-ähnlich). **Gattungsauswahl:** *Dais*, *Daphne*, *Edgeworthia*, *Passerina*, *Thymelaea*.

Phylogenie: Die Thymelaeaceae stehen nach molekularphylogenetischen Hypothesen in basaler Position der Malvales (BAYER et al. 1999).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 64 Thymelaeaceae.**



Abb. 234: Blütenstand und Blüte von *Helianthemum nummularium*, **Sonnenröschen**, Cistaceae. Hagelloch. Orig. 6.6.2014.

Cistaceae, Cistrosengewächse

(Abb. 234). Familie mit 7 Gattungen und etwa 170 Arten Sträuchern, Halbsträuchern, selten Kräutern, die von Nordafrika über Europa bis Westasien verbreitet sind. Einige Arten kommen auch in Nord- und Mittelamerika, der Karibik und im südlichen Südamerika vor. Blätter einfach, meist mit Nebenblättern und gegenständig, seltener wechselständig, häufig drüsig mit ätherischen Ölen. Blüte radiär, zwittrig, bevorzugt vormittags blühend; K5 C5-3-0 zart und zerknittert, schnell und leicht abfallend; A_{∞} , z.T. mit reizbaren Filamenten; G(3-5-10) oberständig, ungefächert mit parietalen Plazenten und 2- ∞ Samenanlagen; Kapsel Früchte. Einige Arten als Zierpflanzen und medizinisch (Ladanum, Labdanum-Harz) verwendet. **Name:** Griechisch helios – Sonne, ánthos – Blüte. **Gattungen:** *Cistus*, *Fumana*, *Halimium*, *Helianthemum*, *Hudsonia*, *Lechea*, *Tuberaria*. **Systematik und Phylogenie:** Die Blütenentwicklung von Cistaceae hat NANDI (1998) untersucht und systematisch interpretiert. Die Familie wurde von ARRINGTON et KUBITZKI (2002) behandelt. Biogeographie und Evolutionstrends von Merkmalen haben GUZMÁN et VARGAS (2009) analysiert.



Abb. 235: Blütenstand von *Sparmannia africana*, **Zimmerlinde**, Botan. Garten Berlin. Orig. 8.11.1993.



Abb. 236: Blüten von *Tilia platyphyllos*, **Sommerlinde**. Orig. 27.6.2010.

Tiliaceae, Lindengewächse

(Abb. 232, 235, 236). Familie mit ca. 50 Gattungen und etwa 700 Arten von Bäumen und Sträuchern, selten Kräutern, die subkosmopolitisch, mit Ausnahme der nördlichen Regionen der Nordhemisphäre verbreitet sind. Blätter einfach, häufig asymmetrisch, mit verzweigten Haaren besetzt, wechselständig. Blüten radiär, meist zwittrig, K4-5 C4-5; A_{∞} , selten 10, frei oder basal kurz verwachsen; G(2- ∞) meist gefächert, dann mit zentralwinkelständiger Plazentation; Kapsel oder Schließfrucht. Schleimzellen in Mark und Rinde. Toxische Cardenolide in *Corchorus* (Corchorin, Evonosid, Helveticosid) in Afrika als Pfeilgifte verwendet. Als Holzlieferant

ten und Zierbäume wichtig. **Name** nach der alten lateinischen Benennung für Linde. **Gattungsauswahl:** *Apeiba*, *Grewia*, *Heliocarpus*, *Muntingia*, *Sparmannia*, *Tilia*, *Triumfetta*.

Systematik und Phylogenie: Die Tiliaceae unterscheiden sich von den Malvaceae durch Antheren mit 4 Theken. Bekannte Familien der traditionellen Malvales, wie die Bombacaceae, Sterculiaceae und Tiliaceae werden in aktuellen, molekularphylogenetischen Analysen als Unterfamilien der [Malvaceae](#) geführt.

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 40 Tiliaceae](#).

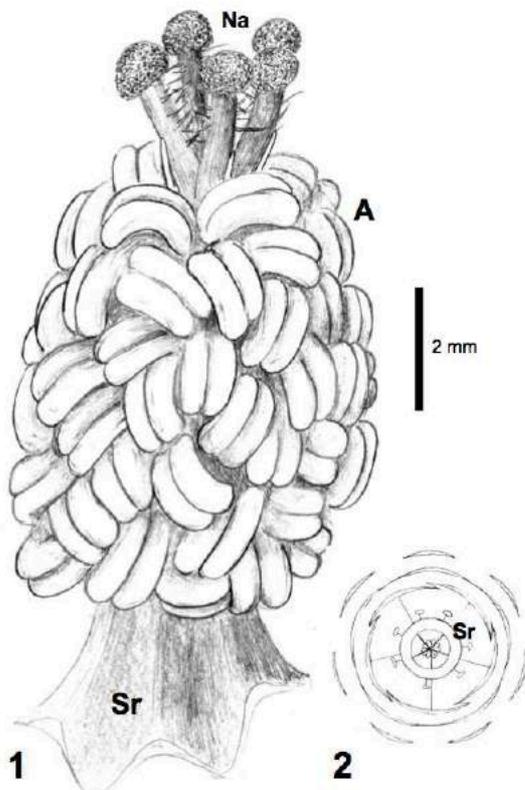


Abb. 237: 1 Staubblattröhre (Sr) und 2 Blütendiagramm der **Malvengewächse**, Malvaceae. A Staubbeutel, Na Narben an den Spitzen der Griffeläste. Orig.

Malvaceae, Malvengewächse

(Abb. 232, 237, 238). Familie der Malvales, im traditionellen Umfang mit 80-85 Gattungen und etwa 1000-1500 Arten von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, die, mit Ausnahme der nördlichen Regionen der Nordhemisphä-

re, subkosmopolitisch verbreitet sind; besonders artenreich in den Tropen. Blätter einfach, oft mit Sternhaaren, ohne Nebenblätter, wechselständig. Blüte meist $K_5 C_5 A_\infty G(5-\infty)$; oft mit Außenkelch; C frei oder höchstens basal verwachsen; Filamente zu Röhre vereint; Antheren monothezisch. Schleimzellen in Rinde und Mark. **Name** von der alten lateinischen Bezeichnung der Gattung abgeleitet. **Gattungsauswahl:** *Abelmoschus*, *Abutilon*, *Althaea*, *Goethea*, *Gossypium*, *Hibiscus*, *Lavatera*, *Malva*, *Pavonia*, *Sida*.

Systematik und Phylogenie: [Bombacaceae](#), Malvaceae, Sterculiaceae und [Tiliaceae](#) gelten in der herkömmlichen Systematik als nah verwandt. Das wird durch molekularphylogenetische Daten nachdrücklich unterstützt (ALVERSON et al. 1999, BAYER et al. 1999). Diese Taxa werden daher auch zu einer Superfamilie, Malvaceae, zusammengefasst.

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 61 Malvaceae](#).



Abb. 238: Blüten von *Alcea rosea*, **Stockrose**, TüBG. Orig. 3.7.1977.

Arten der Bixaceae (Orleansbaumgewächse), Bombacaceae (Wollbaumgewächse), Cochlospermaceae (Schneckensamengewächse), Dipterocarpaceae (Flügelfruchtgewächse) und Sterculiaceae (Kakaogewächse) werden in den Gewächshäusern kultiviert.

Sapindales, Seifenbaumartige Gewächse



Abb. 239: Reviere der Rutaceae (**Rautengewächse**), Brassicaceae (**Kreuzblütler**) und Aceraceae (**Ahornge-
wächse**) im System, TüBG. Orig. 22.12.2006.

Die **Sapindales** enthalten nahezu 7000 Arten in knapp 500 Gattungen mit einer insgesamt subkosmopolitischen Verbreitung. Gehölze, selten Stauden mit meist zusammengesetzten, gelegentlich einfachen Blättern ohne Stipeln. Blüten radiär bis zygomorph, mit weitgehend extra- oder intrastaminalen Disci (Rutales s.str.); G chori- bis synkarp; häufig mit Saponinen bzw. mit ätherischen Ölen (Rutales s.str.). **Familienauswahl:** Anacardiaceae (Sumachgewächse), Burseraceae (Weißgummibaumgewächse), Sapindaceae (Seifenbaumgewächse).

Bei Einbeziehen der Rutales kommen die Meliaceae (Zedarachgewächse), Rutaceae (Rautengewächse), Simaroubaceae (Bitterholzgewächse) hinzu.

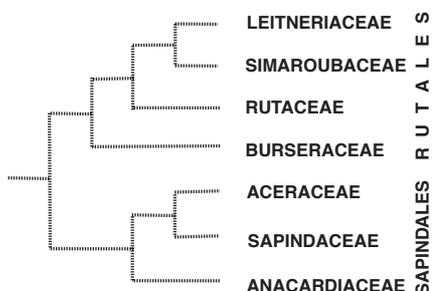


Abb. 240: Familien der Sapindales s.l. (Rutanae): Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen Schwestergruppe der

Malvales und mit den Brassicales ein Monophylum innerhalb der Rosidae bildend (GADEK et al. 1996). In die Sapindaceae werden jetzt auch die Ahorngewächse (Aceraceae) und Roßkastanien (Hippocastanaceae) einbezogen.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 41 Simaroubaceae, 44 Anacardiaceae, 51 Meliaceae, 60 Sapindaceae.**

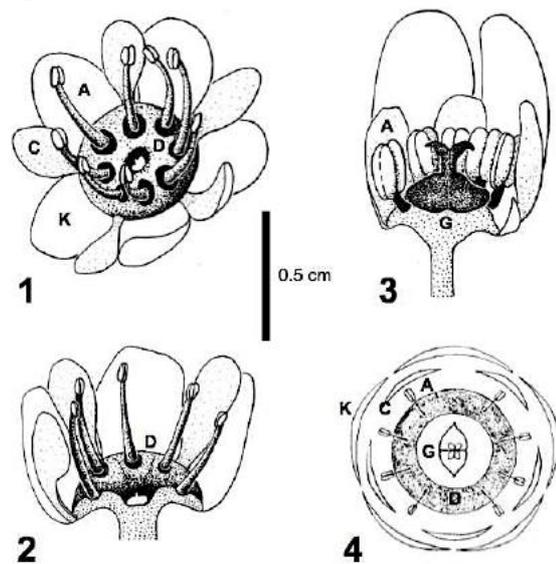


Abb. 241: Blüten vom **Spitzahorn**, *Acer platanoides*, Aceraceae. **1, 2** männliche Blüten in Aufsicht und im Längsschnitt. **3** zwittrige Blüte im Längsschnitt. **4** Blütendiagramm. C Kelch, K Krone, A Staubblätter, D Diskus, G Fruchtknoten. Orig.



Abb. 242: Blätter von *Acer japonicum*, **japanischer Ahorn**, in der Kulturform *Aconitifolium*, TüBG. Orig. 23.10.2002.

Aceraceae, Ahorngewächse

(Abb. 239-242). Familie der **Sapindales** (Seifenbaumartige Gewächse) mit 2 Gattungen und ca. 150 Arten von Bäumen und Sträuchern der nördlich gemäßigten Zone. Blätter meist gelappt, aber auch gefiedert, gegenständig; Blüten radiär, K4-5 C4-5 A4-10 G(2), Spaltfrucht geflügelt; Insektenbestäubung: Bienenweide; Windverbreitung. **Benennung** mit einem alten lateinischen Namen; es ist auch die Ableitung vom Keltischen *ac* - spitz und Griechischen *keras* - Horn denkbar.

Systematik und Phylogenie: Die Aceraceae sind nach molekularphylogenetischen Hypothesen in die Hippocastanoideae der **Sapindaceae** zu stellen (SAVOLAINEN et al. 2000). In molekularen Dendrogrammen ist *Dipteronia* in *Acer* eingeschlossen. **Gattungen:** Teilfrucht umlaufend geflügelt: *Dipteronia*. Teilfrucht einseitig geflügelt: *Acer*.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 14 Aceraceae, 45 Hippocastanaceae.**

Rutaceae, Rautengewächse

(Abb. 240, 243). Familie der **Sapindales** (Seifenbaumartige Gewächse), früher Rutales (Rautenartige Gewächse), mit ca. 160 Gat-

tungen und 2000 Arten von Bäumen und Sträuchern, selten Kräutern, die weltweit, mit Ausnahme der kühleren und kalten Gebiete der nördlich gemäßigten Zone, verbreitet sind. Blätter meist wechselständig, durchscheinend punktiert (Öldrüsen: Geruch!). Blüte freiblättrig, meist zwittrig, 2-5-zählig, radiär; A meist obdiplostemon, Diskus intrastaminal, G meist (4-5). Reich an verschiedenen Inhaltsstoffgruppen: Ätherische Öle, Alkaloide, einige vom Acridon abgeleitet, lipophile Flavonoide, Furanocumarine (Psoralene) und Pyranocumarine, scharf schmeckende Säureamide, triterpenoide Bitterstoffe. **Name** nach der alten lateinischen Benennung, ursprünglich vom Griechischen *ryte* - Raute, abgeleitet. **Gattungsauswahl:** *Choisya*, *Citrus*, *Orixa*, *Poncirus*, *Skimmia*.

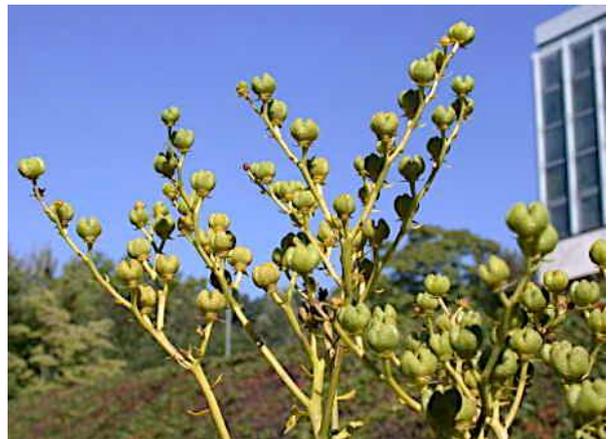


Abb. 243: Fruchtstände von *Ruta graveolens*, **Weinraute**, im System, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Phylogenie: Nach molekularen Daten sind die Meliaceae die Schwesterfamilie der Rutaceae (GROPPO et al. 2008).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 59 Rutaceae.**

Arten der Anacardiaceae (Sumachgewächse), Burseraceae (Weißgummibaumgewächse), Cneoraceae (Zwergölbaumgewächse), Meliaceae (Zedarachgewächse), Sapindaceae (Seifenbaumgewächse), Simaroubaceae (Bitterholzgewächse).

Vitales, Weinartige Gewächse

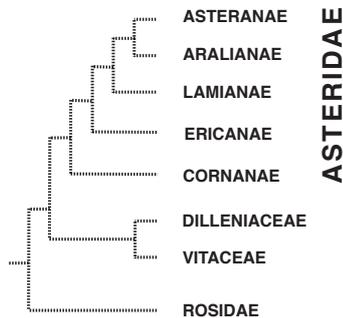


Abb. 244: Phylogenetische Position der Vitaceae: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Nach CHASE et al. (1993).

Die Vitaceae, früher zu den Rhamnales gestellt, repräsentieren als einzige Familie die eigene Ordnung der **Vitales** (Abb. 244).



Abb. 245: Teilblütenstand von *Vitis vinifera*, Weinrebe. Orig. 12.6.2006.

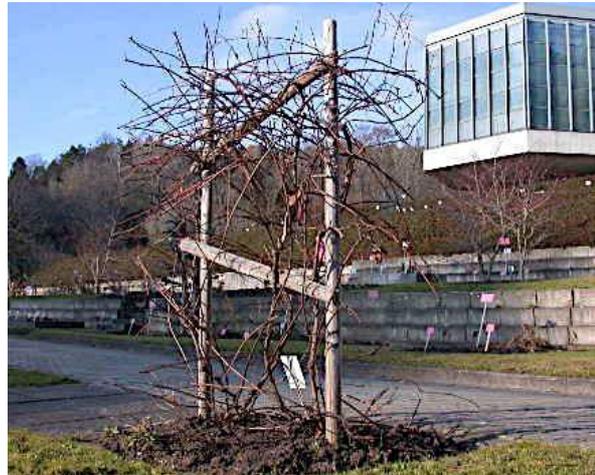


Abb. 246: Revier der Vitaceae im System, TüBG. Orig. 20.12.2006.

Vitaceae, Weingewächse

(Abb. 244-246). Einzige Familie der Vitales mit 15 Gattungen und ca. 900 Arten von Lianen und Sträuchern, die annähernd weltweit, mit Ausnahme der kalten Gebiete der Nordhemisphäre, verbreitet sind. Blätter häufig zusammengesetzt. Blüten unscheinbar, K4-5 C4-5, G meist (2) oberständig. Mit der lateinischen **Bezeichnung** benannt. **Gattungsauswahl:** *Ampelopsis*, *Cissus*, *Cyphostemma*, *Parthenocissus*, *Vitis*.

Phylogenie: Nach molekularen Hypothesen sind die Vitaceae die Schwestergruppe der Dilleniaceae (Abb. 144, SOLTIS et al. 2000, 2007).

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 30 Vitaceae](#).

Santalales, Sandelbaumartige Gewächse

Gehölze und krautige Pflanzen mit einfachen Blättern, radiären, oft reduzierten und epigynen Blüten sowie tenuinuzellaten Samenanlagen. Häufig Kieselsäureeinlagerungen. Evolutionstrend zu grünen halbparasitischen Gewächsen. In der Ordnung werden ca. 150 Gattungen und 2000 Arten zusammengefaßt.

Phylogenie: In molekular begründeten Dendrogrammen gruppieren die Santalales mit den Caryophylliden (SOLTIS et al. 2000, 2011, MOORE et al. 2010). **Familienauswahl:** Loranthaceae, Santalaceae, Viscaceae.

Siehe [Teil 3 Arboretum, 28 Viscaceae](#).

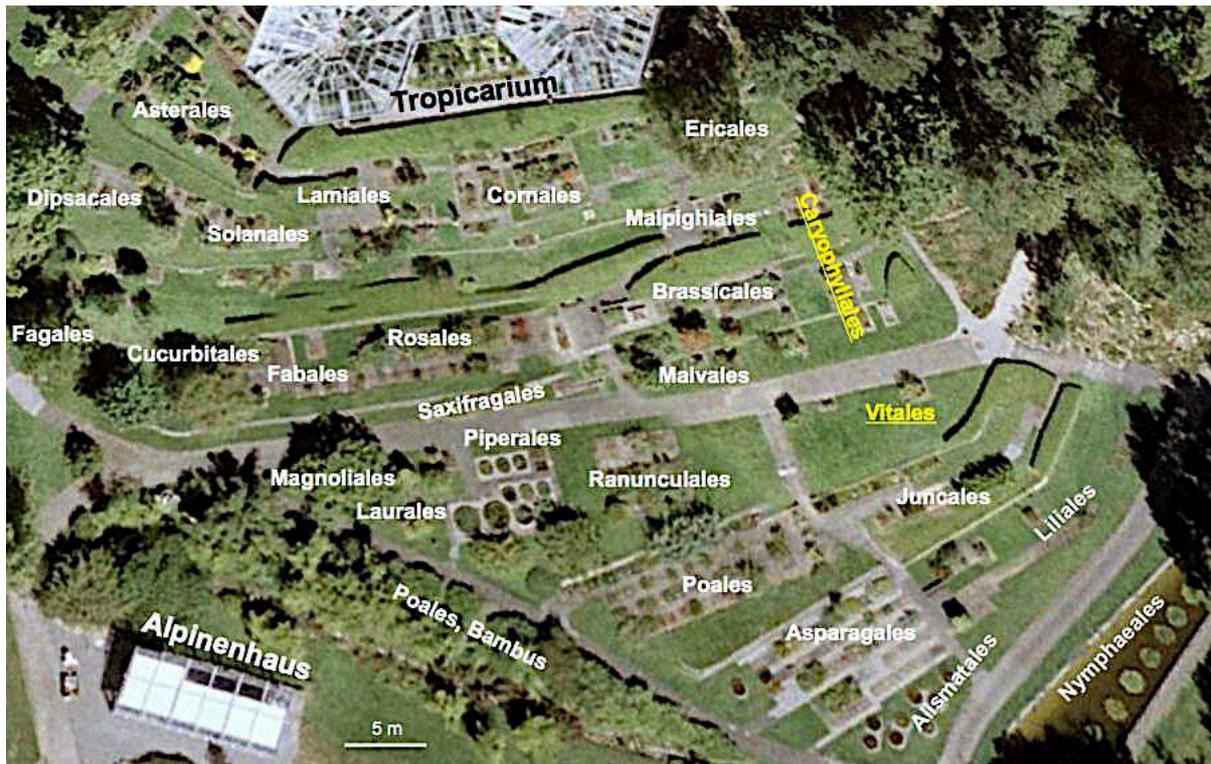


Abb. 247: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die wichtigsten Ordnungen eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Vitales, die vorhergehend dargestellt wurden und auf die Caryophyllales, die im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.

Caryophyllidae, Nelkenartige Verwandtschaft

Caryophyllales, Nelkenartige Gewächse

Der Umfang der Caryophyllales entspricht demjenigen der früheren Unterklasse der Caryophyllidae (Centrospermae). Es besteht derzeit weitgehend Einigkeit darüber, daß Betalain- und Anthocyan-führende Taxa zu den Caryophyllales zusammengefaßt werden sollen (CLEMENT et MABRY 1996). Dies wird auch durch molekularphylogenetische Hypothesen untermauert. In den Caryophyllales werden etwa 40 Familien mit 750 Gattungen und ca. 12.000 Arten zusammengefaßt, die insgesamt kosmopolitisch verbreitet sind.

Monophyletische Gruppen innerhalb der Caryophyllales:

- 1) Droseraceae (Sonnentaugewächse), Droseraceae (Taubblattgewächse) und Nepenthaceae (Kannnpflanzen).
- 2) Frankeniaceae (Seeheidengewächse), Tamaricaceae (Tamariskengewächse) und

Plumbaginaceae (Bleiwurzwächse) mit Polygonaceae (Knöterichgewächse).

3) Caryophyllaceae (Nelkengewächse), Amaranthaceae (Amaranthgewächse) und Chenopodiaceae (Gänsefußgewächse).

4) Aizoaceae (Mittagsblumen), Phytolaccaceae (Kermesbeeren) und Nyctaginaceae (Wunderblumen).

5) Basellaceae (Schlingmeldengewächse), Cactaceae (Kakteen), Didiereaceae (Armleuchterbaumgewächse), Molluginaceae (Mollugogewächse) und Portulacaceae (Portulakgewächse).

Systematik und Phylogenie: Die Caryophyllales stellen ein Monophylum der eudicotylen Angiospermen dar (Abb. 249, DOWNIE et al. 1997, MEIMBERG et al. 2003, SOLTIS et al. 2003, 2007, CUÉNOUD 2002, 2006, BROKINGTON et al. 2009, 2011, BELL et al. 2010,

CARLQUIST 2010, YANG et al. 2015). In manchen molekular begründeten Dendrogrammen sind die Caryophyllales eine Schwestergruppe der Dilleniales.

Arten der Basellaceae, Didiereaceae, Droseraceae, Drosophyllaceae, Molluginaceae, Nepenthaceae und Petiveriaceae werden in den Gewächshäusern kultiviert.

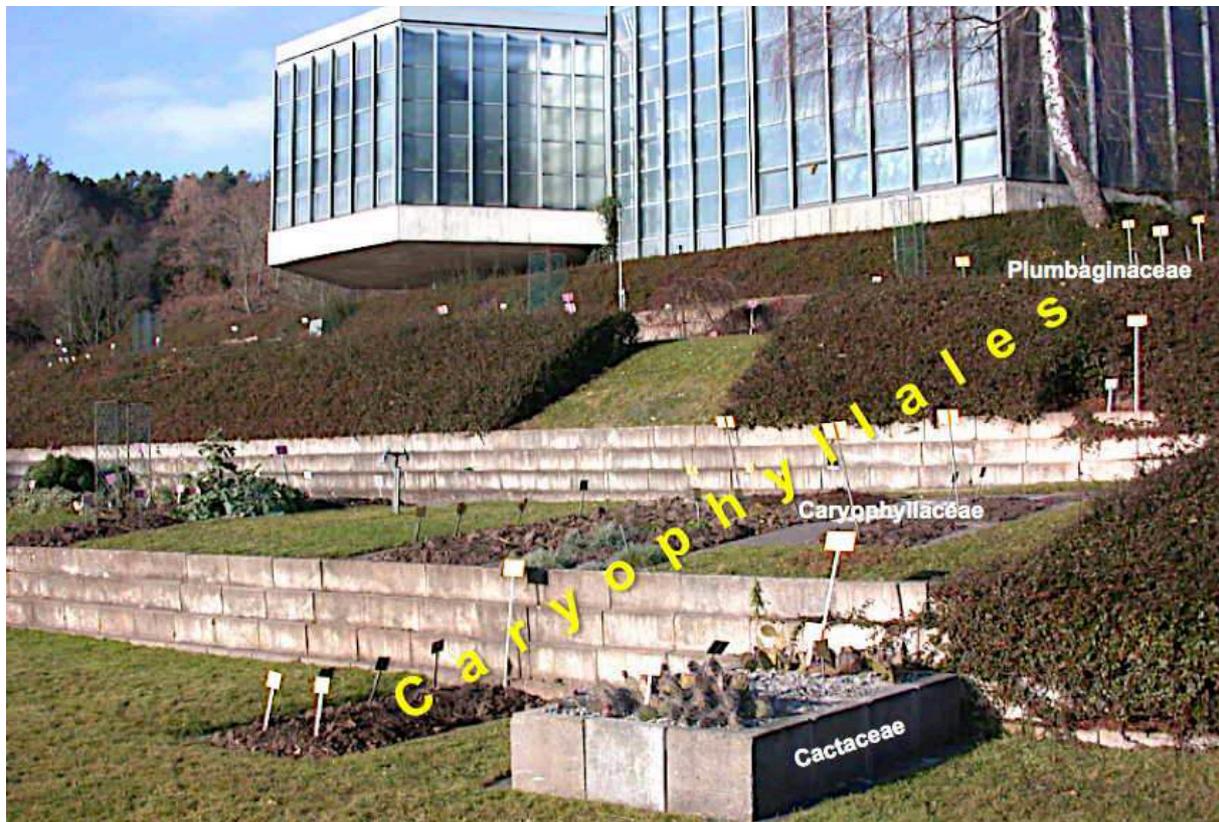


Abb. 248: Revier der Caryophyllales, Nelkenartige Gewächse, im System des Tübinger Gartens. Die Verteilung der Familien erstreckt sich über drei Terrassen. Orig. 20.12.2006.

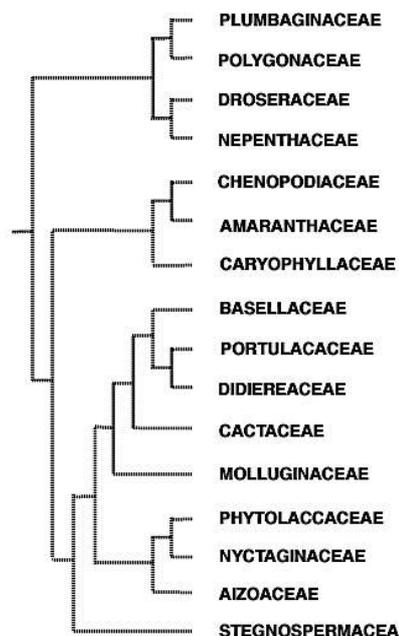


Abb. 249: Familien der Caryophyllidae: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993). Position der Nepenthaceae verändert und Cactaceae nach morphologischen Daten ergänzt.

Die Familien der Caryophyllales wurden in der Systemanlage entsprechend ihrer Blütenbaupläne, auf verschiedenen Terrassen, aber in räumlicher Nähe zueinander gepflanzt (Abb. 248, Anh. **System 4**). Wie aus dem Systemplan (Abb. 18) ersichtlich, erstrecken sich die Caryophyllales von der Ebene der Freikronblättrigen bis zu den Verwachsenkronigen nach oben. Unter den dickfleischigen Vertretern finden sich die fast ausschließlich neuweltlichen, stammsukkulente Kaktaceen (Cactaceae) und die blattsukkulente Mittagsblumengewächse (Aizoaceae), die überwiegend in Südafrika vorkommen. Zu den Caryophyllales werden auch die insektivoren Sonnentaugewächse (Droseraceae) und Kannenpflanzen (Nepenthaceae) gerechnet. Dazu kommen die Nelkengewächse (Caryophyllaceae), die Bleiwurzwächse (Plumbaginaceae), die Knöterichgewächse (Polygonaceae) und Tamarisken (Tamaricaceae).



Abb. 250: Teilblütenstand von *Tamarix tetrandra*, Vierstaubblatt-Tamariske, TüBG. Orig. 17.5.2006.

Tamaricaceae, Tamariskengewächse

(Abb. 250). Früher Familie der Tamaricales (Tamariskenartige Gewächse), jetzt in die Caryophyllales eingegliedert. Die Familie enthält 5 Gattungen und ca. 100 Arten, die in Europa, Afrika und Asien verbreitet sind. Vorkommen auf steinigem, sandigen, trockenen und oft salzhaltigen Standorten. Blätter schuppenartig, ohne Nebenblätter. Blütenblätter klein, radiär, zwittrig, K4-5 C4-5 A5-10-∞ G(2-4-5). **Name** beruht auf einer alten lateinischen Bezeichnung. **Gattungsauswahl:** *Myricaria*, *Tamarix*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von GASKIN (2002) behandelt. Nach molekularphylogenetischen Hypothesen sind die Tamaricaceae die Schwesterfamilie der Frankeniaceae (GASKIN et al. 2004). Zusammen mit den Plumbaginaceae und den Polygonaceae bilden sie ein Monophylum innerhalb der Caryophyllales.



Abb. 251: *Frankenia laevis*, glatte Frankenie, im System von TüBG. Orig. 8.7.2007.

Frankeniaceae

(Abb. 251). Familie mit einer Gattung, *Frankenia*, und ca. 90 salzliebenden, kleinstrauchigen Arten, die in den wärmeren Gebieten weltweit, aber sehr zerstreut und oft in Küstennähe verbreitet sind. Blätter einfach, ganzrandig, mit eingerollten Blatträndern, ohne Stipeln, kreuzgegenständig. Blüte radiär, meist zwittrig, K(4-7) röhrig, C4-7 genagelt; A6, selten 24, zweikreisig; G(2-4) oberständig, einfächerig mit parietalen Plazenten und mehreren bis vielen Samenanlagen; Kapseln längsspaltig. Benannt nach dem schwedischen Botaniker JOHAN FRANKENIUS (1590-1661).

Phylogenie: Molekularphylogenetisch sind die Tamaricaceae die Schwesterfamilie der Frankeniaceae (GASKIN et al. 2004).



Abb. 252: Blüten von *Ceratostigma plumbaginoides*, Hornnarbe. Orig. 18.9.2003.

Plumbaginaceae, Bleiwurzwächse

(Abb. 249, 252). Familie mit 30 Gattungen und etwa 800 Arten von Kräutern, Sträuchern und Lianen, die subkosmopolitisch verbreitet sind, mit Verbreitungsschwerpunkten im Mittelmeergebiet und in Zentralasien. Blätter einfach, drüsig, ohne Stipeln, in basaler Rosette oder wechselständig an Stängeln. Blüten radiär, zwittrig, häufig fünfzählig, K(5) C(5) A5 epipetal, G(5) oberständig, ungefächert, mit einer basalen, anatropen, bitegmischen Samenanlage; Endosperm mit einfach polyedrischen Stärkekörnern; Nußfrucht meist vom Kelch eingeschlossen. Der **Name** ist aus dem Lateinischen abgeleitet (plumbum - Blei); er bezog sich auf die Annahme, daß Bleiwurzwächse gegen Bleivergiftungen verwendet werden könnten. **Gattungsauswahl:** *Acantholimon*, *Armeria*, *Ceratostigma*,

Dictyolimon, *Goniolimon*, *Limoniastrum*, *Limonium*, *Plumbago*.

Systematik und Phylogenie: Anthocyan-führende Pflanzen, die früher bereits zu den Centrospermen und damit in das Umfeld der ehemaligen Caryophyllales gestellt werden. Eine molekular begründete Systematik wurde von LLEDÓ et al. (1998) erstellt. Nach molekularphylogenetischen Hypothesen sind die Polygonaceae die Schwesterfamilie der Plumbaginaceae (Abb. 254).



Abb. 253: Blütenstand von *Fagopyrum esculentum*, **Buchweizen**, TüBG. Orig. 15.10.2005.

Polygonaceae, Knöterichgewächse

(Abb. 249, 253, 254). Früher einzige Familie der Polygonales (Knöterichartige Gewächse), jetzt in die **Caryophyllales** eingegliedert, mit ca. 50 Gattungen und etwa 1000 Arten, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Meist Kräuter, selten Sträucher und wenige Bäume. Blätter meist einfach, mit häutiger Nebenblattscheide (Ochrea), wechselständig. Blüten meist radiär, zwittrig bis eingeschlechtig, klein und unscheinbar; Perianth 3-6, in 1/2 Wirteln, innerer manchmal corollinisch, ausdauernd; A6-9; G meist (3) mit 1 bitegmischen, atropen Samenanlage; Endosperm stärkereich. Häufig 2-3-kantige Nuß. Oxal-säure wird von vielen Arten angereichert. Der **Name** bedeutet "viele Nachkommen"; dies soll sich auf den Vogelknöterich, *Polygonum aviculare* beziehen. **Gattungsauswahl:** *Antigonon*, *Atraphaxis*, *Bistorta*, *Coccoloba*, *Eriogonum*, *Fagopyrum*, *Fallopia*, *Muehlenbeckia*, *Oxyria*, *Persicaria*, *Polygonum*, *Reynoutria*, *Rheum*, *Rumex*.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen sind die Polygonaceae die

Schwesterfamilie der Plumbaginaceae (Abb. 249, 254). Zusammen mit den Frankeniaceae und Tamaricaceae bilden sie ein Monophylum innerhalb der Caryophyllales (NANDI et al. 1998).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 6 Polygonaceae.**

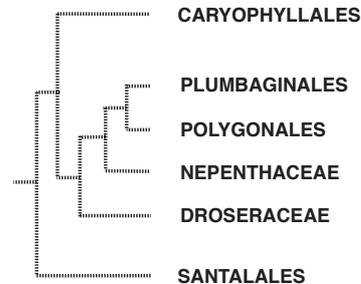


Abb. 254: **Droseraceae und Verwandte:** Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Nach RICE ET AL. (1997) unter Verwertung der Daten von CHASE et al. (1993).



Abb. 255: Zierpflanzenzüchtung *Celosia argentea* var. **Plumosa**, **Federbusch-Celosie** im System TüBG. Orig. 3.8.2006.

Amaranthaceae, Fuchsschwanzgewächse

(Abb. 249, 255). Familie mit ca. 80 Gattungen und etwa 900 Arten von Kräutern und Sträuchern, die insgesamt subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter ungeteilt, ganzrandig, gegen- oder wechselständig, ohne Nebenblätter. Blüten meistens zwittrig, radiär, mit unscheinbarer, oft trockenhäutiger Blütenhülle, P5-4-(1), frei oder syntepal; A5, oft basal röhrig verwachsen, auch bis 1 reduziert; G(2-3) oberständig, einfächerig mit einer bis vielen Samenanlagen; Beeren oder Nußfrüchte. Reich an Triterpensaponinen, Oxalsäure und Nitraten. Der **Name** ist aus dem Griechischen

hergeleitet (a maraíno - ich verwelke nicht) und verweist auf die frisch und trocken oft ähnlich aussehenden Blütenstände. **Gattungsauswahl:** *Achyranthes*, *Celosia*, *Gomphrena*.

Systematik und Phylogenie: Von den nah verwandten Chenopodiaceae unterschieden durch die trockenhäutige Blütenhülle und die röhrig verwachsenen Filamente. Molekularphylogenetisch bilden Amaranthaceae, Chenopodiaceae und Caryophyllaceae ein Monophylum (Abb. 249, CHASE et al. 1993). Die Phylogenie der Amaranthaceae und Chenopodiaceae wurde von KADEREIT et al. (2003) analysiert. Dabei werden die Chenopodiaceae von manchen Autoren auch in die Amaranthaceae eingeschlossen.



Abb. 256: Blüten von *Beta vulgaris*, **Rübe**, Chenopodiaceae, Gänsefußgewächse. Orig. 17.6.2008.

Chenopodiaceae, Gänsefußgewächse

(Abb. 249, 256). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 1500, meist salzliebenden Arten von einjährigen und ausdauernden Kräutern, seltener Sträucher und Bäume, die besonders in den salzreichen Trockengebieten, aber auch in Ruderalgesellschaften subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach bis lappig, schwach bis deutlich sukkulent, manchmal fehlend, Pflanzen dann kaktusartig aussehend. Blüten unscheinbar, meist in gedrängten Infloreszenzen; Tepalen 5-0; Stamina meist so viele wie Tepalen und vor diesen stehend (epitepal); G(2), seltener (3-5), meist oberständig, einfächerig mit einer, meist basalen Samenanlage. *Beta vulgaris* ist mit mehreren Kulturvarietäten (Runkelrübe,

Zuckerrübe) von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet und bedeutet Gänsefuß (chen, chenos - Gans, podion - Füßchen), was auf die Blattform mancher Arten verweist. **Gattungsauswahl:** *Anabasis*, *Atriplex*, *Beta*, *Chenopodium*, *Salicornia*, *Salsola*, *Spinacia*, *Traganum*.

Systematik und Phylogenie: Frucht- und Samenmorphologie haben SUKHORUKOV et ZHANG (2013) systematisch und phylogenetisch ausgewertet. Zur Phylogenie vgl. Amaranthaceae.



Abb. 257: Blüte von *Delosperma sutherlandii*, Aizoaceae, Mittagsblumen, TüBG. Orig. 6.7.2003.

Aizoaceae, Mittagsblumen

(Abb. 249, 257, 258). Familie mit ca. 120 Gattungen und etwa 2000 Arten von blattsukkulente Kräutern und kleinen Sträuchern, die überwiegend in Südafrika, mit wenigen Arten im Mediterrangebiet, in Nord- und Südamerika, sowie in Australien verbreitet sind. Blätter meist gegenständig, ohne Nebenblätter, auffällig sukkulent mit großen, wasserspeichernden Zellen, nicht selten mit durchscheinenden Zellkomplexen ("Fenster") im Blattspitzenbereich. Blüten zwittrig, radiär, meist $K_4-15 C_\infty A_\infty G(4-20)$, auffällig gefärbt; G ober-/mittel-/unterständig, oft von Nektarien umgeben. Frucht vielgestaltig: Kapsel, Beere, Nuß. Häufig reich an Oxalsäure und dem Alkaloid Mesembrin. Der **Name** ist aus den griechischen Bezeichnungen für "immer lebendig" (aei, zoós) zusammengesetzt. **Gattungsauswahl:** *Aizoon*, *Aptenia*, *Carpobrotus*, *Cono-*

phytum, Delosperma, Dorotheanthus, Drosanthemum, Fenestraria, Gibbaeum, Glottiphyllum, Lithops, Mesembryanthemum, Sesuvium, Tetragonia (Abb. 258).

Systematik und Phylogenie: Die Phylogenie der Familie wurde von KLAK et al. (2003) dargestellt. Die Aizoaceae bilden mit den Phytolaccaceae, Nyctaginaceae und weiteren Familien ein Monophylum innerhalb der Caryophyllales (Abb. 249, STEVENS 2016).



Abb. 258: Blüten von *Tetragonia tetragonioides*, Neuseelandspinat, Aizoaceae, Mittagsblumen, TüBG. Orig. 4.7.2008.

Phytolaccaceae, Kermesbeerengewächse (Abb. 249, 259). Familie mit etwa 20 Gattungen und ca. 100 Arten von Bäumen, Sträuchern und krautigen Pflanzen, die überwiegend pantropisch/subtropisch verbreitet sind. Blätter einfach, ganzrandig, wechselständig. Nebenblätter winzig oder fehlend. Blüten überwiegend radiär (selten zygomorph) und zwittrig (selten eingeschlechtig und zweihäusig), meist mit einem Blütenhüllkreis. Tepalen meist 4-5 und überwiegend frei. Staubblätter vielfältig, 4-∞, 1-2-kreisig; Filamente oft basal verwachsen. Fruchtknoten variabel, apocarp bis unvollkommen syncarp/paracarp, meist oberständig; Karpelle 1-∞. Beere, Nuß, selten fachspaltige Kapsel. Enthalten Triterpensaponine (Phytolaccatoxin), die eine Giftwirkung haben können. Der Name bedeutet "Lackpflanze" (Griech.: phyton - Pflanze; Italien.: lacca - Lack); er nimmt Bezug auf die roten Betalainfarbstoffe. **Hauptgattung:** *Phytolacca*.

Systematik und Phylogenie: Die Phytolaccaceae bilden mit den Aizoaceae, Nyctagi-

naceae und weiteren Familien ein Monophylum innerhalb der Caryophyllales (Abb. 249). Die verwandtschaftlichen Beziehungen zu den Molluginaceae wurden von SCHÄFERHOFF et al.(2009) untersucht.



Abb. 259: Junge Fruchtstände von *Phytolacca americana*, Kermesbeere, im System von TüBG. Orig. 6.8.2007.



Abb. 260: Bestand von *Agrostemma githago*, Kornrade, Caryophyllaceae, Nelkengewächse. Orig. 10.6.2002.

Caryophyllaceae, Nelkengewächse (Abb. 249, 254, 260, 261). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 2000 Arten einjähriger und ausdauernder Kräuter, selten verholzender Pflanzen, die weltweit verbreitet sind, deren Hauptvorkommen aber in den nördlich gemäßigten Breiten liegen. Blätter einfach,

ungeteilt, kreuzgegenständig. Blütenstände dichasial. Blüten radiär, meist zwittrig, K5 C5 A5+5 G(5-2) oberständig, mehr- bis einfächerig, dann mit freier Zentralplazenta (Centrospermae); Frucht meist eine Kapsel mit fach- oder wandspaltiger Öffnung; die Familie enthält wichtige Zierpflanzen; mit einem lateinischen **Pflanzennamen** (caryophyllus - Nelke) benannt. **Gattungsauswahl:** *Agrostemma*, *Arenaria*, *Cerastium*, *Dianthus*, *Gypsophila*, *Heliosperma*, *Lychnis*, *Minuartia*, *Moehringia*, *Paronychia*, *Polycarpon*, *Sagina*, *Saponaria*, *Silene*, *Spergula*, *Telephium*, *Vaccaria*, *Viscaria*.

Systematik und Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Hypothesen bilden die Caryophyllaceae mit den Amaranthaceae und den Achatocarpaceae ein Monophylum der Caryophyllales (Abb. 249). Die Phylogenie der Familie wurde von FIOR et al. (2006) analysiert.

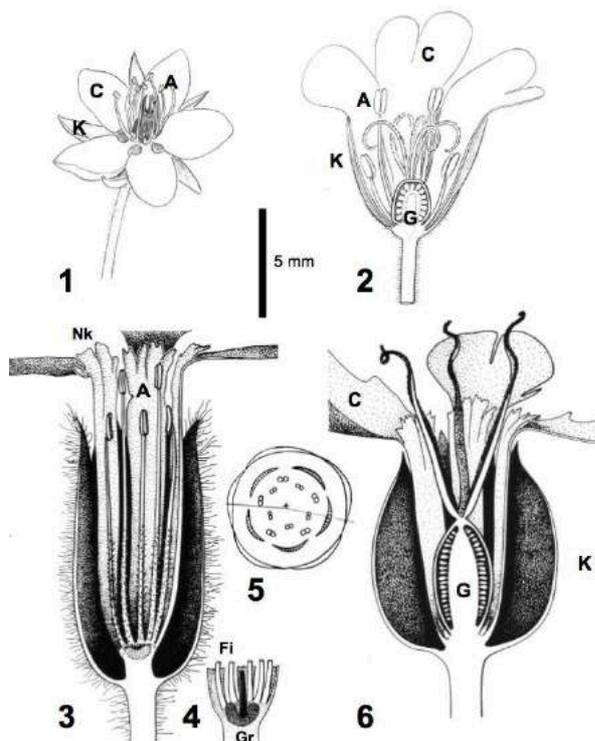


Abb. 261: Nelkengewächse, Caryophyllaceae. 1 Blüte der Frühlingsmiere, *Minuartia verna*. 2 Blütenlängsschnitt des Ackerhornkrautes, *Cerastium arvense*. 3-6 Rote Lichtnelke, *Silene dioica*; 3, 6 Blütenlängsschnitte einer männlichen (3) und einer weiblichen Blüte (6); 4 Blütenboden einer männlichen Blüte mit rudimentärem Fruchtknoten (Gr) und abgeschnittenen Staubfäden (Fi Filamente); 5 Blütendiagramm einer männlichen Blüte mit Angabe der Schnittrichtung von Figur 3. K Kelchblätter, C Kronblätter, A Staubblätter, G Fruchtknoten. Orig.



Abb. 262: Blüten von *Mirabilis jalapa*, Wunderblume, Nyctaginaceae. Orig. 24.8.2007.

Nyctaginaceae, Wunderblumengewächse (Abb. 249, 262). Familie mit 30 Gattungen und ca. 400 Arten von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, die in den Tropen und Subtropen verbreitet sind. Blätter ganzrandig, ohne Stipeln, wechsel- oder gegenständig. Blüten radiär, meist zwittrig, syntepal, P(5) A5-1-(∞) G1 oberständig, mit einer basalen Samenanlage, Schließfrucht. Unscheinbare Blüten oft von gefärbten Hochblättern umgeben (*Bougainvillea*). Farbstoffe sind Betalaine. Ektomykorrhizierung bei tropischen Bäumen nachgewiesen (HAUG et al. 2005). Mit mehreren Zier- und Nutzpflanzenarten. **Name:** Griech. nyx, nyktos - Nacht, gignomai - werden. **Gattungsauswahl:** *Abronia*, *Boerhavia*, *Bougainvillea*, *Mirabilis*, *Neea*, *Pisonia*.

Systematik und Phylogenie: Die verwandtschaftlichen Beziehungen innerhalb der Familie wurden von LEVIN (2000), DOUGLAS et MANOS (2007) und DOUGLAS et SPELLENBERG (2010) molekular analysiert.

Basellaceae, Schlingmeldengewächse (Abb. 249, 263). Familie mit 4 Gattungen und 20 Arten rechtswindender, ausdauernder Lianen, die besonders neotropisch, mit wenigen Vertretern aber auch in Afrika, Madagaskar, Südasien, Neuguinea und den pazifischen Inseln verbreitet sind. Blätter einfach, wechselständig. Blüte unscheinbar, radiär, zwittrig bis eingeschlechtig, P5 A5 G(3) oberständig, einfächerig, mit einer basalen Samenanlage; Steinfrucht in der fleischigen Blütenhülle eingeschlossen bleibend. *Basella*-Arten werden als Spinat oder Kartoffelersatz gegessen; *Anredera* hat Blatzzierwert. Mit einem malabari-

schen Volksnamen benannt. **Gattungen:** *Anredera*, *Basella*, *Tournonia*, *Ullucus*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von SPERLING et BITTRICH (1993) und ERIKSSON (2007) behandelt.



Abb. 263: Fruchtende *Basella alba*, **weiße Schlingmelde**, Botan. Garten Berlin. Orig. 27.9.1992.



Abb. 264: *Lewisia cotyledon*, **Becher-Bitterwurz**, TüBG. Orig. 9.5.2003.

Montiaceae, Quellkrautgewächse

(Abb. 249, 264). Familie mit 14 Gattungen und etwa 200 Arten von krautigen Pflanzen mit einfachen, dicklichen Blättern, häufig in Rosetten. Petalen (3)4-5 und vermehrt, basal oft schwach verwachsen, meist mit gleich vielen Staubblättern. G(2-8) oberständig, Kapsel 1-7-samig. **Name** nach dem italienischen Botaniker GIUSEPPE MONTI (1682-1760). **Gattungsauswahl:** Die früher bei den Portulacaceae geführten Gattungen *Calandrinia*, *Lewisia*, *Claytonia*, *Montia* wurden in die Montiaceae transferiert.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von NYFFELER et EGGLI (2010) und OGBURN et EDWARDS (2015) behandelt.



Abb. 265: Bestand von *Portulaca grandiflora*, **großblütiger Portulak**, im System. TüBG. Orig. 1.7.2006.

Portulacaceae, Portulakgewächse

(Abb. 249, 265). Familie mit 1- 20 Gattungen und etwa 40-400 Arten sukkulenter Kräuter und Halbsträucher, die subkosmopolitisch verbreitet sind und deren Hauptvorkommen in Südafrika und Südamerika liegen. Blätter ungeteilt, sukkulent, mit fädigen oder trockenhäutigen Stipeln. Blüten radiär, zwittrig, von 2 (selten 5-∞) kelchartigen Hochblättern (Involucrum) umgeben; P4-5-(∞), häufig weiß, gelb oder rot durch Betalaine gefärbt; A4-5-(∞); G(3), seltener (2-5-8), jung gefächert, dann einfächerig werdend, mit Zentralplazenta (Centrospermae) und 2-∞ Samenanlagen; meist Kapsel Früchte. **Benennung** mit einem römischen Pflanzennamen. **Hauptgattung:** *Portulaca*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde morphologisch und molekular revidiert (NYFFELER et EGGLI 2009).



Abb. 266: Bestand von *Opuntia compressa*, **zusammengedrückte Opuntie**, im System. TüBG. Orig. 1.7.2008.

Cactaceae, Kakteen

(Abb. 249, 266). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 1500 Arten stammsukkulenter, ausdauernder Bäume und Sträucher, die in Amerika verbreitet sind. *Rhipsalis baccifera* auch in Afrika, Madagaskar und Sri Lanka heimisch. Blätter bei den meisten Arten fehlend, zu Dornen umgewandelt. Blattbasen zu Höcker umgebildet, oft warzenartig oder zu Rippen verbunden. Stark reduzierte, achselständige Kurztriebe (Areolen) auf den Blattpolstern, durch umgebildete Blätter dornig, borstig bis haarig: Glochiden = leicht abbrechende, borstenartige Dornen mit Widerhaken. Blüten meist zwittrig, radiär/zygomorph, auffällig gefärbt; $P\infty A\infty G(\infty-3)$ unterständig; Plazentation marginal. Mit Crassulaceen-Säure-Stoffwechsel und Betalain-Farbstoffen.

In mehreren Kakteen ist das halluzinogene Mescaline (Trimethoxyethylamin) enthalten. Eine der wichtigsten Zierpflanzenfamilien. Der Name leitet sich von der griechischen Bezeichnung kaktos für Dorn oder Stachel ab.

Gattungsauswahl: *Carnegiea*, *Cephalocereus*, *Cereus*, *Cleistocactus*, *Cylindropuntia*, *Echinocereus*, *Epiphyllum*, *Hatiora*, *Hylocereus*, *Mammillaria*, *Melocactus*, *Opuntia*, *Pereskia*, *Pilosocereus*, *Rebutia*, *Rhipsalis*, *Schlumbergera*, *Selenicereus*.

Systematik und Phylogenie: Molekularphylogenie der Cactineae bei OCAMPO et COLUMBUS (2010).

Zahlreiche Kakteen sind im Sukkulentenhaus zu finden.

Siehe Anhang [Freilandsukkulente](#).

Dilleniales, Rosenapfelartige Gewächse



Abb. 267: Blüte von *Hibbertia dentata*, Dilleniaceae, Goldapfelgewächse, TüBG. Orig. 23.2.2007.

Die ehemalige Unterklasse Dilleniidae (Abb. 101, CRONQUIST 1981, 1988) enthielt 13 Ordnungen, für die es aber keine ausreichend übereinstimmenden morphologischen Merkmale gab. Molekulare Analysen konnten die Dilleniidae nicht verifizieren. Es verblieb die Ordnung Dilleniales mit der einzigen Familie

Dilleniaceae, deren phylogenetische Stellung nicht abgesichert erscheint (ENDRESS 2012). Die in Abb. 19 gewählte Schwesterposition zu den Caryophyllales, mit oder ohne Santalales wurde mehrfach gezeigt (SOLTIS et al. 2000, 2003, 2007).

Dilleniaceae, Rosenapfelgewächse

(Abb. 19, 267). Familie mit 10 Gattungen und etwa 300, überwiegend laubwerfenden Gehölzarten, seltener Kräutern, die pantropisch und in Australien verbreitet sind. Blätter ungeteilt, wechselständig, mit/ohne Stipeln. Blüten meist radiär und zwittrig, $K5 C5 A\infty G\infty$, G frei, teilweise oder selten ganz verwachsen; Griffel frei und spreizend. Samen $1-\infty$, mit Arillus. Benannt nach JOHANN JAKOB DILLENIUS (1684-1747), einem deutschen Professor der Botanik in Oxford. **Gattungsauswahl:** *Dillenia*, *Hibbertia*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von HORN (2006, 2009) behandelt und phylogenetisch interpretiert.

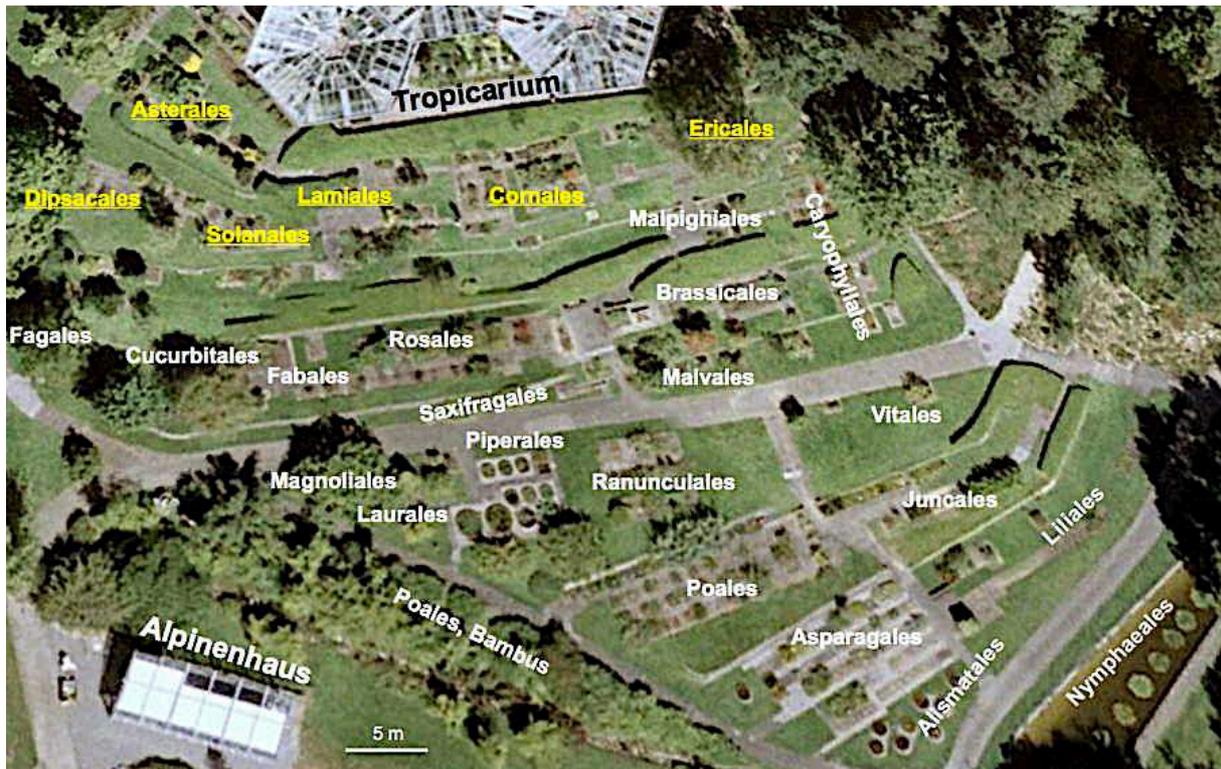


Abb. 268: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die wichtigsten Ordnungen eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf die Ordnungen, die im Folgenden behandelt werden. Photo: Google Earth, 2007.



Abb. 269: Terrasse in der Systemanlage des Tübinger Botanischen Gartens mit einer Teilansicht der Reviere der Asteridae, Asternähnliche Gewächse. Blick von Ost nach West. Orig. 22.12.2006.



Abb. 270: Systemanlage des Tübinger Botanischen Gartens mit einer **Teilansicht der Reviere der Asteridae, Asternähnliche Gewächse auf drei Terrassenebenen**. Beschriftet sind die Trompetenbaumgewächse (Bignoniaceae), die Kardenartigen Gewächse (Dipsacales), die Taubnesselartigen Gewächse (Lamiales) und die Körbchenblütigen Gewächse (Asterales). Blick von West nach Ost. Orig. 22.12.2006.

Asteridae, Asternähnliche Gewächse

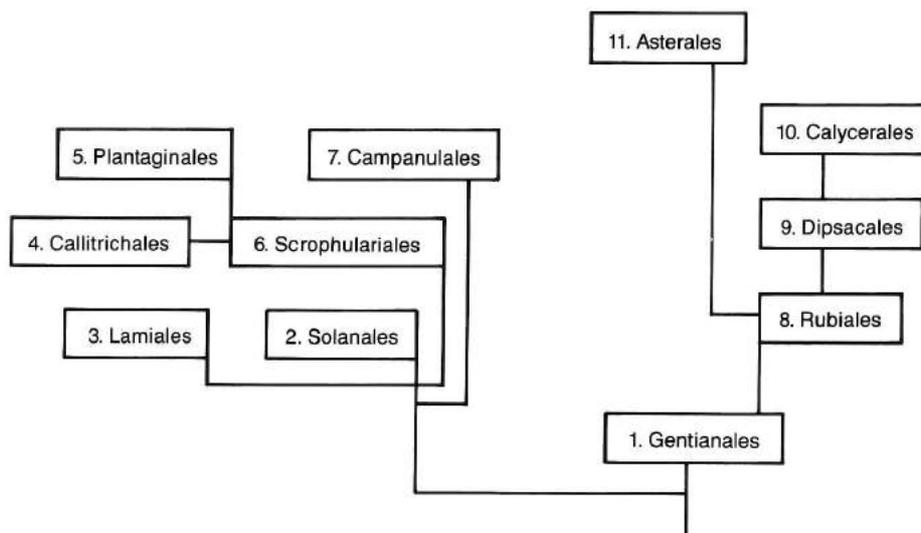


Abb. 271: **Asteridae**, Asternähnliche Gewächse. Unterklasse der dikotylen Angiospermen mit tetrazyklischem Blütenbau, fixierten Blütengliedern, häufig auf zwei reduzierten Fruchtblättern und meist sympetalen Kronen. Nach CRONQUIST (1988).

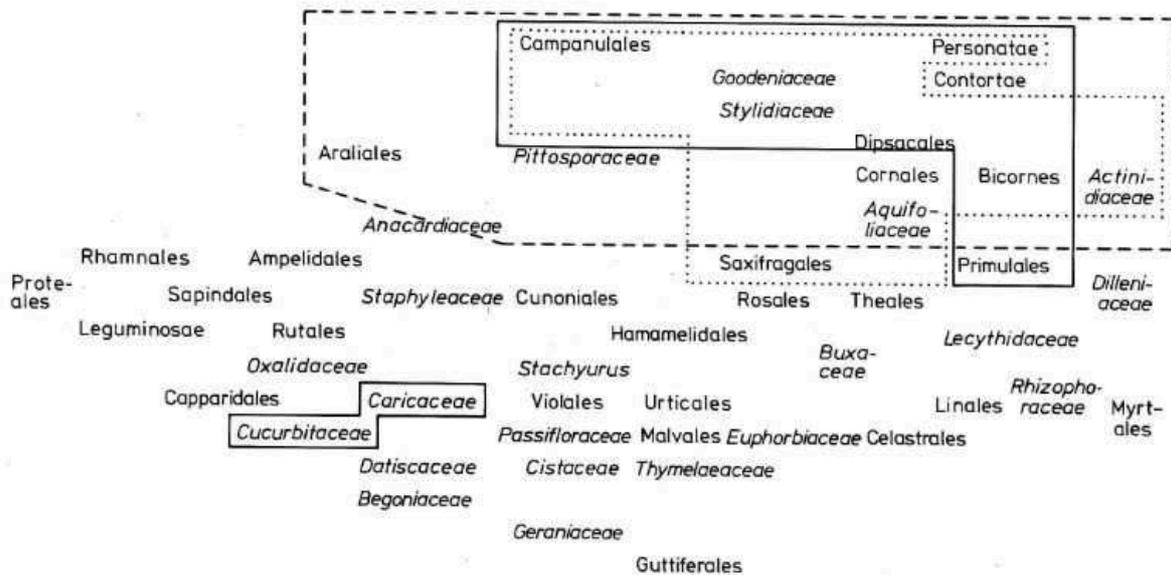


Abb. 272: Merkmals-Neuerungen mit dem Schwerpunkt ihrer Verbreitung bei den **sympetalen Ordnungen**. ——— Krone verwachsenblättrig; Endospermbildung zellulär; - - - - - Samenanlagen stets oder vorwiegend unitegmisch. Nach HUBER (1991).

Zur **Unterklasse der Asteridae** (Abb. 273) werden dikotyle Angiospermen zusammengefaßt, die einen tetracyclischen Blütenbau (Abb. 274) mit fixierten Blütengliedern und meist verwachsenen Kronblättern besitzen (**tetracyclische Sympetale**). Damit werden die Überordnungen Cornanae, Ericanae, Lamianae, Aralianae und Asteranae als Verwandtschaften erfaßt.

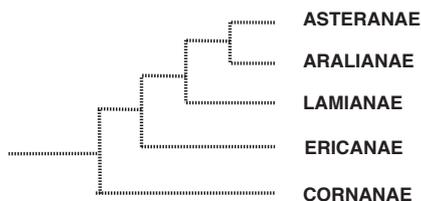


Abb. 273: **Überordnungen der Asteridae**. Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Phylogenie: Die Asteridae wurden vielfach molekular analysiert und als Monophylum bestätigt (DOWNIE et PALMER 1992,

OLMSTEAD et al. 1992, 1993, 2000, WAGENITZ 1992, BACKLUND et BREMER 1997, ALBACH et al. 1998, DONOGHUE et al. 1998, REEVES et OLMSTEAD 2003, OXELMAN et al. 2004).

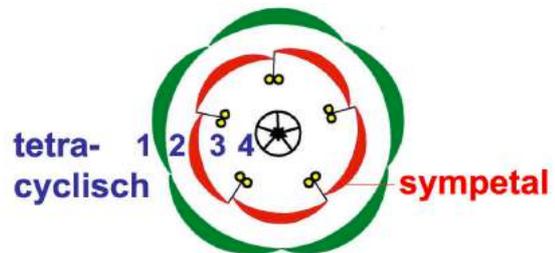


Abb. 274: Bauplan der **tetracyclisch sympetalen Blüte**. Die vier Blütenorgankreise sind Kelch (1 grün), Krone (2 rot), Staubblätter (3) und Fruchtblätter (4). Das Diagramm zeigt auch, dass die Kelchblätter untereinander und die Staubblätter mit den Kronblättern verwachsen sind. Ursprünglich sind die Fruchtknoten fünfblättrig, abgeleitet aber fast immer zweiblättrig. Orig.

Cornales, Hartriegelartige Gewächse

Hauptmerkmale der **Cornales**: Meist Gehölze mit einfachen Blättern ohne Stipeln mit etwa 600 subkosmopolitisch verbreiteten Arten in 50 Gattungen und 6 Familien. Blüten radiär mit überwiegend freien Petalen (!) und mittel- bis unterständigen, synkarpen, selten parakarpen Fruchtknoten.

Phylogenie: Monophylum der Asteridae in basaler Position (Abb. 273, LI et ZHANG 2010). Molekular begründete Phylogenie der Ordnung durch XIANG et al. (2002, 2011), FAN et XIANG (2003).

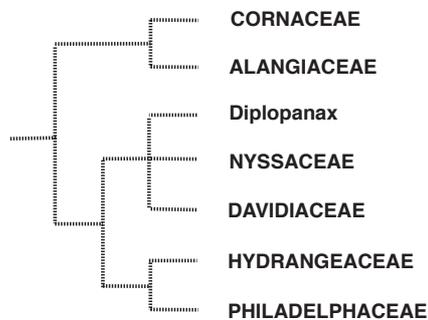


Abb. 275: **Verwandtschaften der Cornales**: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Kompiliert und verändert nach RICE ET AL. (1997) unter Verwertung der Daten von CHASE et al. (1993).

Die überwiegend amerikanischen Blumennesselgewächse (Loasaceae) werden nach molekularen Analysen zu den Cornales gestellt. In die Hartriegelgewächse (Cornaceae) werden jetzt die Alangiaceae einbezogen (Abb. 275). Zu den Hortensiengewächsen (Hydrangeaceae) werden auch die Pfeifstrauchgewächse (Philadelphaceae), die Tupelobaumgewächse (Nyssaceae) gerechnet. Zu letzteren wird neuerdings auch der Taubenbaum, *Davidia involucrata* (Davidiaceae), gestellt.

Loasaceae, Blumennesselgewächse (Abb. 276). Familie mit 20 Gattungen und 270 Arten, überwiegend krautiger, aber auch strauchiger Pflanzen, die fast ausschließlich in Amerika verbreitet sind; nur zwei Vertreter kommen in Südwestafrika und Südarabien vor. Viele Arten sind auffällig starr behaart und oft kommen Brennhaare vor. Blät-

ter einfach bis gelappt, ohne Stipeln, wechsel- oder gegenständig angeordnet. Blüten radiär, zwittrig; K(4-5-7) C4-5 meist frei; A5-∞, innere oft zu Nektarstaminodien umgewandelt; G(3-5) unterständig, primär einfächerig, durch vorspringende Plazentawucherungen aber sekundär gekammert; Kapsel Frucht mit 1-∞ Samen. **Name** von einer südamerikanischen, volkstümlichen Bezeichnung abgeleitet. **Gattungsauswahl**: *Blumenbachia*, *Cajophora*, *Loasa*, *Klaprothia*, *Mentzelia*.



Abb. 276: **Blüte von *Blumenbachia insignis***, Loasaceae, Blumennesselgewächse, Oslo Botanical Garden. Orig. 15.10.2005.

Phylogenie: Die Verwandtschaftsverhältnisse der Loasaceae wurden von HEMPEL et al. (1995) und HUFFORD et al. (2003) molekular untersucht. Von WEIGEND (2004) wurde die Familie dargestellt.

Hydrangeaceae, Hortensiengewächse (Abb. 275, 277). Familie mit traditionell 3 Gattungen und ca. 25 Arten, jetzt 9 Gattungen und etwa 300 Arten von Stauden und Sträuchern, die vom Himalaja über Südostasien nach Indonesien, sowie nach China und Japan und in Nord- und Mittelamerika und den Anden verbreitet sind. Blätter gegenständig, einfach, gezähnt bis gelappt. Randständige Blüten der Infloreszenz häufig steril und mit petaloid vergrößerten Kelchen. Mit iridoiden Inhaltsstoffen. Der aus dem Grie-

chischen abgeleitete **Name** bezieht sich auf die Form der Früchte, die an Wassergefäße erinnern. **Gattungsauswahl** im engeren Sinne: *Decumaria*, *Hydrangea*, *Kirengeshoma*; zusätzliche auch bei den Philadelphaceae: *Carpenteria*, *Deinathe*, *Deutzia*, *Dichroa*, *Fendlera*, *Jamesia*, *Philadelphus*, *Schizophragma*.



Abb. 277: Blütenstand mit randständigen, vergrößerten und sterilen Blüten von *Hydrangea arborescens*, **baumförmige Hortensie**, TüBG. Orig. 4.8.2002.

Systematik und Phylogenie: Nahe mit den [Philadelphaceae](#) verwandt und oft auch mit dieser Familie vereinigt. Dies wird von molekularen Daten unterstützt (HUFFORD et al. 2001). Die Loasaceae sind die Schwestergruppe der Hydrangeaceae (SOLTIS et al. 1995).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 21 Hydrangeaceae, 22 Philadelphaceae.**

Cornaceae, Hartriegelgewächse

(Abb. 275, 278, 279). Familie mit 2 Gattungen und etwa 90 Arten von Bäumen und Sträuchern, selten Kräutern, die subkosmopolitisch verbreitet sind; am artenreichsten in der nördlich gemäßigten Zone. Blätter meist einfach und gegenständig. Blüten meist klein, radiär, überwiegend zwittrig, 4-5gliedrig; K röhrig, mit kurzen Zipfeln; C frei bis fehlend; A einkreisig, episepal; G(4-2) unterständig, gefächert oder ungefächert, pro Fach 1 Samenanlage, mit epigynem Diskus. Steinfrüchte und Beeren. Der **Name** bezieht sich auf die lateinische Bezeichnung „cornum“

für Lanze (hartes Hartriegelholz zur Lanzenherstellung). **Gattungen:** *Alangium*, *Cornus*.



Abb. 278: Kugelige Blütenstände, umgeben von jeweils vier cremeweißen Hochblättern von *Cornus kousa*, **japanischer Blumenhartriegel**, TüBG. Orig. 7.6.2004.

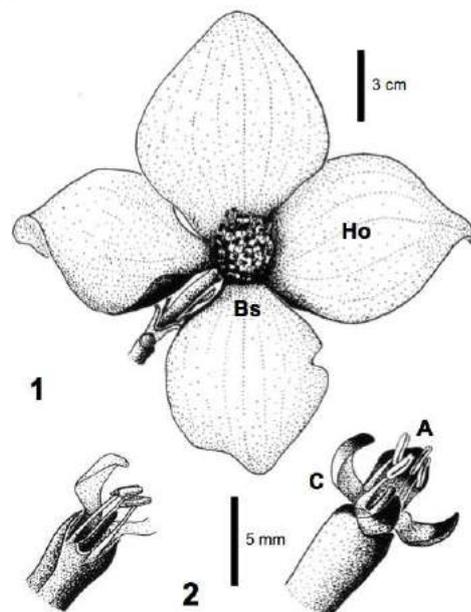


Abb. 279: **Blumenhartriegel**, *Cornus nuttallii*, Hartriegelgewächse. **1** Zentraler Blütenstand (Bs) von auffällig weiß gefärbten Hochblättern (Ho) umgeben. **2** Einzelblüten, C Kronblätter, A Staubblätter. Orig.

Phylogenie: Früher unter den Cornaceae geführte Gattungen werden jetzt nach molekularphylogenetischen Hypothesen anderen Familien zugeordnet (XIANG et al. 2002), z.B. *Aucuba* den Garryaceae, *Corokia* den Argophyllaceae ([Asterales](#)), *Curtisia* einer eigenen Familie Curtisiaceae der [Cornales](#), *Griselinia* den Griselinaceae ([Apiales](#)), *Helwingia* den Helwingiaceae ([Aquifoliales](#)), *Mastixia* den Nyssaceae bzw. Hydrangeaceae ([Cornales](#)), *Melanophylla* und *Toricellia* einer eigenen Familie der Torricelliaceae

(**Apiales**). Dagegen werden die Alangiaceae in die Cornaceae eingegliedert.



Abb. 280: Blütenstände von *Davidia involucrata*, **Taubenbaum**, umgeben von zwei großen, weißen Tragblättern, Tübingen Hagelloch. Orig. 16.5.1999.

Davidiaceae, Taubenbaumgewächse (Abb. 175, 280-282). Familie mit einer Gattung und einer Baumart *Davidia involucrata*, die in Westchina vorkommt. Blätter einfach, ohne Nebenblätter, wechselständig. Blütenstand kopfig, von 2 großen, auffällig weiß gefärbten Hochblättern ("handkerchief tree") umgeben; Blüten apetal, zwittrig oder männlich; zwittrig: A15-25 G(6-8); männlich: A1-12. **Name** zu Ehren des französischen Missionars und Botanikers Abbé ARMAND DA-

VID (1826-1900), der im 19. Jh. in China sammelte.

Phylogenie: Nach molekularen Daten wird *Davidia* auch zu den Nyssaceae (Cornales) gestellt (FAN et XIANG 2003).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 58 Davidiaceae.**



Abb. 281: Früchte von *Davidia involucrata*, **Taubenbaum**, Tübingen Hagelloch. Orig. 13.12.2011.

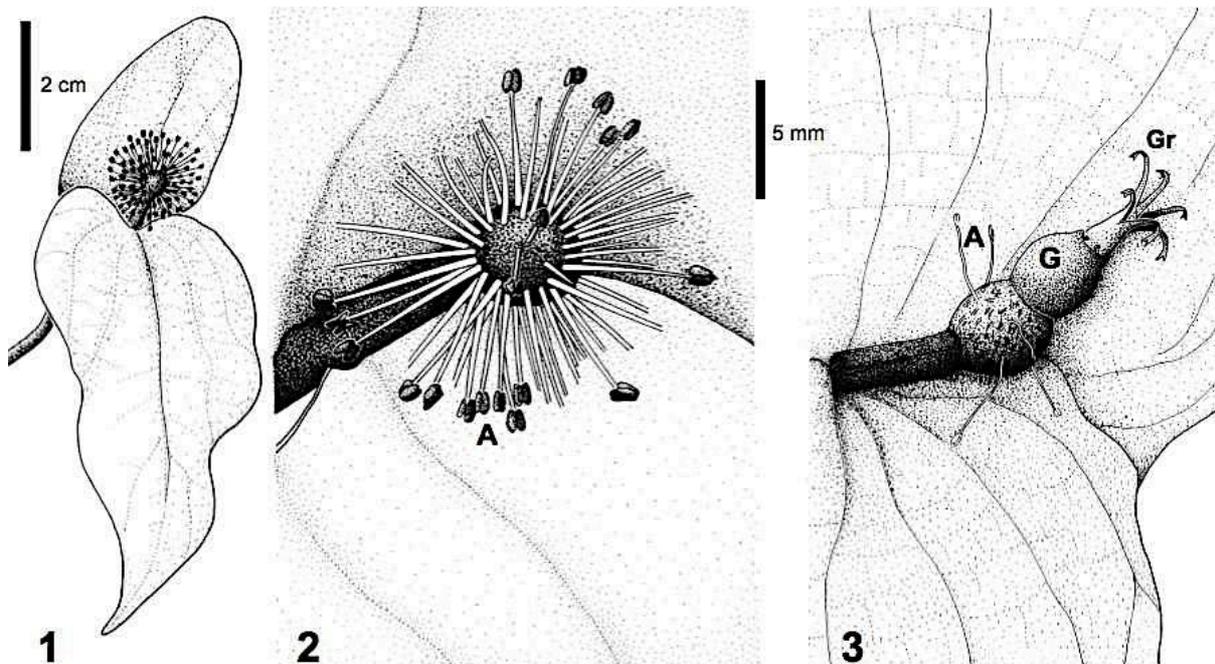


Abb. 282: Blüten und Blütenstände des **Taubenbaumes**, *Davidia involucrata*. **1, 2** männliche Blütenstände mit vielen Staubblättern. **3** zwittrige Blüte mit basalen, weitgehend abgefallenen Staubblättern (A) und einem terminalen Fruchtknoten (G). Gr Griffel. Orig.

Ericales, Heidekrautartige Gewächse

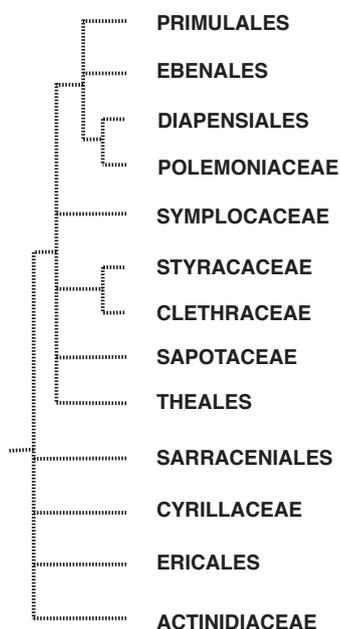


Abb. 283: Familien und Ordnungen der Ericales-Verwandtschaft: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Nach RICE ET AL. (1997) unter Verwertung der Daten von CHASE et al. (1993).

Die **Ericales** enthalten ca. 11.500 Arten mit annähernd kosmopolitischer Verbreitung, die sich auf 350 Gattungen und 22 Familien verteilen. Es sind Gehölze und krautige, gelegentlich chlorophyllfreie Pflanzen, mit meist verwachsenen, seltener freien Kronblättern, überwiegend 2 Staubblattkreisen (aber auch auf einen Kreis reduziert), und häufig mit einem intrastaminalen Diskus. Antherenöffnungen meist porenförmig und Griffel zu meist verwachsen. Der **Name** bezieht sich auf die altgriechische und die lateinische Bezeichnung dieser Pflanzen.

Systematik und Phylogenie: Nach molekularen Analysen durch die Familien der traditionellen Ebenales, Primulales, Sarraceniales und Theales erweitert (ANDERBERG 1992, ANDERBERG et al. 2002, SCHÖNENBERGER et al. 2005).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 52 Ebenaceae, 53 Styracaceae.**

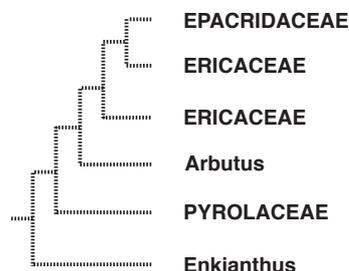


Abb. 284: Familien und Gattungen der Ericales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Ericaceae s.l. fassen diese Taxa zu einem Monophylum zusammen. Nach Daten von CHASE et al. (1993).



Abb. 285: Bestand von *Impatiens glandulifera*, drüsiges Himalaja-Springkraut, im System von TüBG. Orig. 6.8.2007.

Balsaminaceae, Springkrautgewächse (Abb. 285, 286). Familie mit 2-4 Gattungen und ca. 1000 Arten einjähriger und ausdauernder Kräuter, die in Madagaskar, Afrika, Eurasien, Indomalaysien, Nord- und Mittelamerika verbreitet sind. Blätter einfach, gezähnt, ohne Nebenblätter, wechsel- oder gegenständig an weichen, durchscheinenden, oft knotig verdickten Stängeln. Blüten zwittrig, zygomorph, oft um 180° gedreht (resupiniert), ohne Diskus; K5-3, oft petaloid, das mediane gespornt; C5 ungleich groß, die seitlichen paarweise verwachsen; A5, Antheren

haubenartig verbunden und den Griffel bedeckend; G(5) oberständig, gefächert, mit zentralwinkelständigen 3-∞ Samenanlagen; saftige Kapsel, 5-klappig, loculicid und elastisch aufspringende (Name!). Mehrere Arten und neuere Hybriden als Zierpflanzen sehr wichtig. **Hauptgattung:** *Impatiens*.

Systematik und Phylogenie: Früher den Sapindales (Seifenbaumartige Gewächse) zugeordnet. Nach molekularphylogenetischen Daten zu den Ericales zu stellen. Eine ITS-Phylogenie und Biogeographie der Balsaminaceae haben YUAN et al. (2004) erstellt. Die Familie wurde von FISCHER (2004) dargestellt.



Abb. 286: Blüte von *Impatiens glandulifera*, **drüsiges Himalaja-Springkraut**, im System von TüBG. Orig. 6.8.2007.



Abb. 287: Blüten von *Cobaea scandens*, **Glockenrebe**, Polemoniaceae, Himmelsleitergewächse. TüBG. Orig. 29.9.2002.

Polemoniaceae, Himmelsleitergewächse (Abb. 287). Familie mit etwa 20 Gattungen und ca. 400 Arten von Kräutern, selten Sträuchern oder kleinen Bäumen, die besonders in Nordamerika, aber auch in den Anden bis zum südlichen Südamerika, sowie in Eurasien, excl. der tropischen Teile, verbreitet sind. In Afrika und Australien fehlen die Polemoniaceen. Blätter einfach oder zusammengesetzt, ohne Stipeln, wechsel- oder gegenständig. Blüten radiär bis selten zygomorph, 5zählig, tetrazyklisch sympetal, Diskus ringförmig bis 5lappig, zwittrig; meist K(5) C(5) teller- bis glockenförmig; A5 mit Kronröhre verwachsen; G(3) selten (2) oberständig, gefächert, mit meist vielen, zentralwinkelständigen Samenanlagen; Kapsel meist fach-, selten scheidewandspaltig. Die Familie enthält mehrere wichtige Zierpflanzenarten. Vielleicht nach POLEMON, König von Pontus, benannt. **Gattungsauswahl:** *Cobaea*, *Collomia*, *Gilia*, *Phlox*, *Polemonium*.

Systematik und Phylogenie: Eine Klassifizierung und phylogenetische Interpretation der Polemoniaceae wurde von GRANT (1998) vorgenommen.



Abb. 288: Blühende *Primula vulgaris*, **Kissenprimel**, im System, TüBG. Orig. 11.3.2007.

Primulaceae, Primelgewächse (Abb. 283, 288). Familie mit 22 Gattungen und etwa 800 Arten meist ausdauernder Kräuter, die hauptsächlich in der nördlich gemäßigten Zone verbreitet sind, mit einigen Vertretern aber auch im südlichen Südamerika, in Südafrika und Madagaskar, sowie in Indomalaysia und Ostaustralien vorkommen. Meist Rhizom- oder Knollenpflanzen mit

einfachen, wechsel- oder gegenständigen Blättern ohne Stipeln (excl. *Coris*). Blüten meist radiär, selten zygomorph, zwittrig; K(5) seltener (4-9); C(5) seltener (4-9-0), meist röhrig verwachsen; A5 vor den Kronblättern stehend und meist mit diesen verwachsen; gelegentlich sind Staminodien (5) vorhanden, die auf Lücke zu den Kronblättern stehen; G(5) ober- bis mittelständig, ungefächert, mit Zentralplazenta und meist vielen, seltener wenigen Samenanlagen; Kapsel Früchte fünflappig oder mit Deckel öffnend. Primeldermatitis wird durch chinoide Verbindungen (Primin) hervorgerufen. Die Familie enthält eine Reihe wirtschaftlich wichtiger Zierpflanzenarten und Zuchtformen. Der **Name** (Lat.: prima - die erste, -ula - Diminutivsuffix) verweist auf die früh im Jahr blühenden Arten. **Gattungsauswahl:** *Anagallis, Androsace, Asterolinum, Centunculus, Coris, Cortusa, Cyclamen, Dionysia, Dodecatheon, Douglasia, Glaux, Hottonia, Lysimachia, Primula, Samolus, Soldanella, Trientalis*.

Phylogenie: Nach molekularen Daten nächst verwandt mit den Myrsinaceae. Bei den Primulaceae verbleiben nur noch die Gattungen der bisherigen Primuleae. *Coris, Cyclamen* und die Lysimachieae werden den Myrsinaceae zugeschlagen. *Samolus* steht den Theophrastaceae näher.

Theaceae, Teegewächse

(Abb. 283, 289). Familie mit ca. 10 Gattungen und etwa 500 Arten von Bäumen und Sträuchern, selten Lianen, die in den Tropen und Subtropen, sowie im gemäßigten Ostasien und in SO-USA verbreitet sind. Blätter meist einfach, ledrig, immergrün, ohne Stipeln. Blüte radiär, zwittrig, K4-7 C4-7 A4-8-∞; Staubblätter frei, gebündelt oder röhrig verwachsen; G(3-5), selten (2-8-25), oberständig, synkarp, pro Fach mit 2-∞ Samenanlagen; Kapseln, Beeren, Steinfrüchte. Zur Benennung diente der chinesische **Name** des Teestrauches. **Gattungsauswahl:** *Camellia, Gordonia, Stewartia*.

Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Daten sind die Theaceae nächst verwandt mit einem Monophylum aus Diapensiaceae, Styracaceae und Theaceae. Die Pentaphragaceae (Ternstroemiaceae) sind

von den Theaceae deutlich getrennt (ZHANG et SCHÖNENBERGER 2014).



Abb. 289: Blüte von *Camellia japonica*, **japanische Kamelie**, Theaceae, Teegewächse, TüBG. Orig. 28.3.2007.

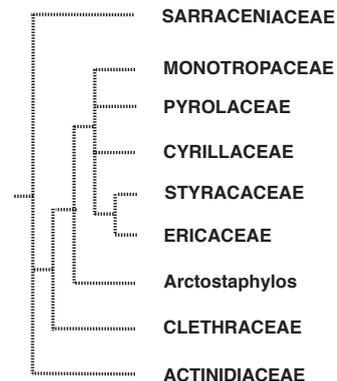


Abb. 290: **Ericales und Verwandte:** Dendrogramm nach Sequenzen der 18S rDNAs. Nach SOLTIS et al. (1997).



Abb. 291: Blüte von *Actinidia chinensis*, **Kiwi**, Tübingen Hagelloch. Orig. 18.6.2006.

Actinidiaceae, Kiwigewächse, Strahlengriffelgewächse

(Abb. 290, 291). Familie mit 3 Gattungen und ca. 400 Arten von holzigen, oft windenden Gewächsen, die in der Neotropis und besonders in Asien von den tropischen Gebieten bis NO-Asien verbreitet sind. Blätter wechselständig ohne Stipeln. Blüten zwittrig oder eingeschlechtig, spirozyklisch/zyklisch, $K5 C5 A\infty G\infty-3$, Fruchtblätter teilweise bis ganz verwachsen, Griffel strahlig spreizend (**Name**, Griech.: aktis - Strahlen) bis verwachsen; Beerenfrüchte. **Gattungen:** *Actinidia*, *Clematoclethra*, *Saurauia*.

Systematik und Phylogenie: Bereits 1991 hat HUBER auf die wichtigen Merkmale (Antheren öffnen mit Poren, unitegmische Samenanlagen, zelluläre Endosperm Bildung, Samenschale entspricht der von Ericaceae, endospermreiche Samen) hingewiesen, in denen die Actinidiaceae mit den Ericales übereinstimmen. Molekularphylogenetisch gehören die Actinidiaceae zu den [Ericales](#) (GEUTEN et al. 2004). In molekularen Dendrogrammen bildet die Familie mit den Sarraceniaceae eine monophyletische Gruppe (Abb. 290).

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 63 Actinidiaceae](#).

Ericaceae, Heidekrautgewächse

(Abb. 290, 292, 293). Familie mit ca. 130 Gattungen und 4000 Arten von kleinen Bäumen und Sträuchern, die insgesamt kosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Nebenblätter, oft immergrün. Blüten meist zwittrig, radiär, sympetal, $K4-7 C(4-7) A$ obdiplostemon, Staubbeutel mit Poren, Pollen in Tetraden, G meist (5), aber auch unterständig, 1 Griffel. Reich an Polyphenolen (Gerbstoffe, Flavonoide und phenolische Verbindungen, z.B. Arbutin, Pyrosid, Rhododendrin), sowie toxischen Diterpenen (Acetyl-andromedol in dadurch giftigem Rhododendronhonig). Der **Name** bezieht sich auf die altgriechische und die lateinische Bezeichnung dieser Pflanzen. **Gattungsauswahl:** *Andromeda*, *Arbutus*, *Arctostaphylos*, *Befaria*, *Calluna*, *Cassiope*, *Daboecia*, *Erica*, *Gaultheria*, *Kalmia*, *Ledum*, *Leucothoe*, *Loiseleuria*, *Pernettya*, *Phyllodoce*, *Pieris*, *Rho-*

dodendron, *Vaccinium*.



Abb. 292: Revier der Ericaceae, **Heidekrautgewächse**, im System, TüBG. Orig. 20.12.2006.



Abb. 293: Blütenstand von *Vaccinium corymbosum*, **Blueberry**, TüBG. Orig. 5.5.2011.

Phylogenie: Die Ericaceae sind eine monophyletische Familie, die nach molekularen Daten die Monotropaceae (Fichtenspargelgewächse) einschließt (KRON et JOHNSON 1997). Als basale Gruppe erscheinen in molekularen Dendrogrammen die Enkianthoideae, gefolgt von den Monotropeoideae und Arbutoideae. Cassiopoideae und Ericoideae stellen das nächst folgende Monophylum. Als Endgruppe sind die epigynen Vaccinioideae zu finden (KRON et al. 2002).

Arten der Ebenaceae (Ebenholzgewächse), Lecythidaceae (Krukenbaumgewächse), Sapotaceae (Breiapfelgewächse) sind in den Gewächshäusern angepflanzt. *Galax urceolata*, Bronzeblatt (Diapensiaceae) und Sarraceniaceae (Schlauchblattgewächse) sind unter den nordamerikanischen Stauden und Clethraceae (Scheinellergewächse) in der Ostasien-Abteilung zu finden.

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 53 Styrcaceae](#).

Garryales, Seidenquastenartige Gewächse

Ordnung der Asteridae mit Gehölzen, die sich durch einfache, eingeschlechtige und zweihäusig verteilte Blüten auszeichnen.

Familien: Eucommiaceae, Garryaceae.

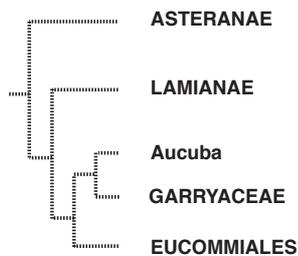


Abb. 294: **Garryales und Verwandte:** Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Nach RICE et al. (1997).



Abb. 295: Männliche Blütenstände von *Garrya elliptica*, **Seidenquastenstrauch**, Botanischer Garten München. Orig. 21.1.2009.

Garryaceae, Seidenquastengewächse (Abb. 294, 295). Familie mit 2 Gattungen und ca. 20 Arten, die in Ostasien, im westlichen Nordamerika, Mittelamerika und auf den karibischen Inseln vorkommen. Blätter

einfach, oft mit welligem Rand, gegenständig. Blüten eingeschlechtig, in achsel- oder endständigen, hängenden Trauben und zweihäusig verteilt. Männliche Blüten mit 4 Perianthblättern und 4 Stamina; weibliche Blüten mit 4-2-0 Perianthblättern und unterständigem, einfächerigem Fruchtknoten mit 2-3 Karpellen und 2 parietalen Samenanlagen. Von DAVID DOUGLAS nach seinem Freund NICHOLAS GARRY († 1830) benannt, der von 1825-30 die Flora des pazifischen Westens Nordamerikas erforschte. **Gattungen:** *Aucuba*, *Garrya*.

Systematik und Phylogenie: Die Gattung *Aucuba* wurde traditionell zu den Cornaceae gerechnet. Sie wird nach molekularen Analysen in die Garryaceae einbezogen (APG III 2009). Die Blütenmorphologie von *Garrya* wurde von LISTON (2003) untersucht und neu interpretiert.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 2 Eucommiaceae.**



Abb. 296: Blütenstand mit männlichen Blüten von *Aucuba japonica*, **Aucube**, Garryaceae, Seidenquastengewächse. Trebah Botanical Garden. Orig. 22.4.2008.

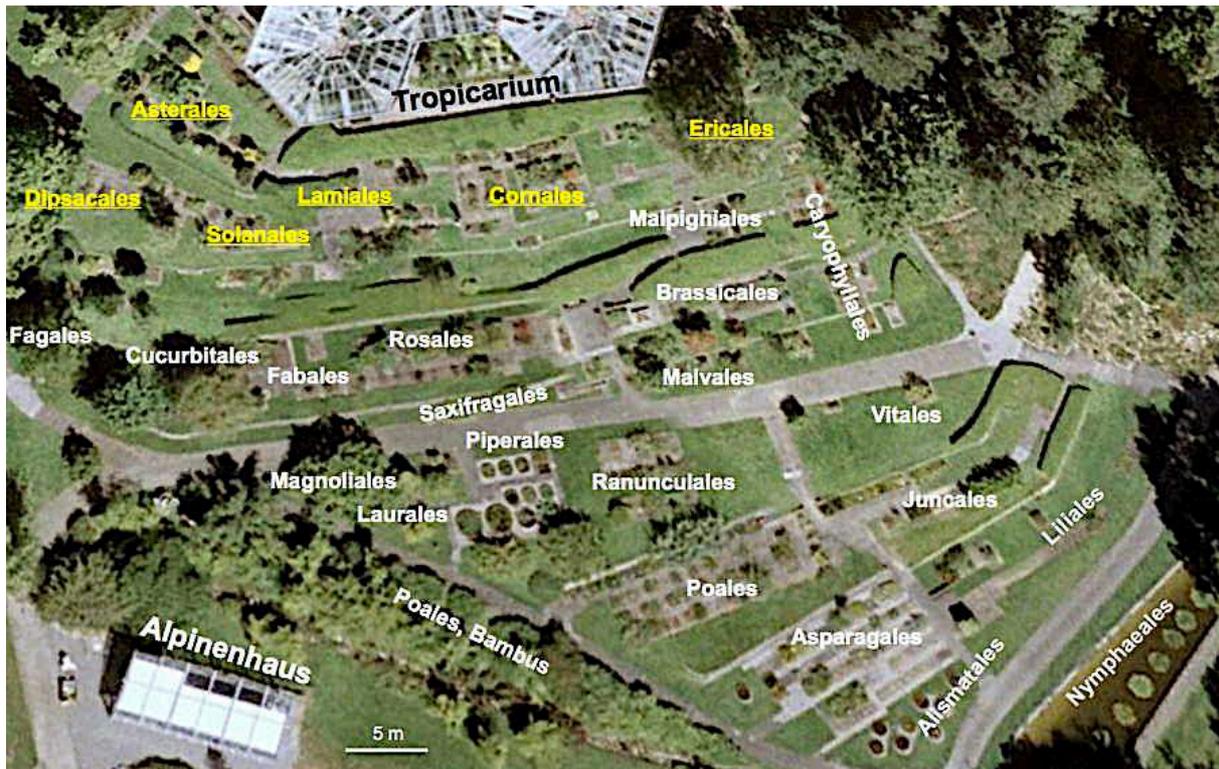


Abb. 297: Systemreviere im neuen Botanischen Garten. Es sind nur die wichtigsten Ordnungen eingetragen. Die unterstrichenen und gelb geschriebenen Namen verweisen auf Ordnungen, die vorgehend behandelt wurden und im Folgenden vorgestellt werden. Photo: Google Earth, 2007.

Gentianales, Enzianartige Gewächse

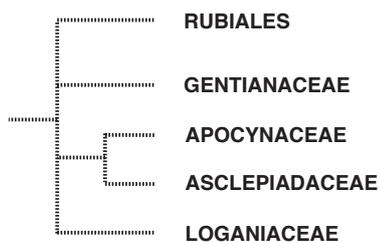


Abb. 298: **Gentianales-Verwandschaft:** Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (RICE et al. 1997, nach Daten von CHASE et al. 1993).

In den **Gentianales** werden ca. 20.000 Arten zusammengefaßt, die sich auf über 1000 Gattungen in fünf Familien verteilen. Hauptmerkmale der Taxa dieser Ordnung von Gehölzen und Kräutern mit subkosmopolitischer Verbreitung sind: Gefäßbündel mit intraxylärem Phloem (bikollateral; nicht bei Rubiaceae); viele Arten mit Bitterstoffen (Gentiopicroine) und Indol-Alkaloiden; Blätter einfach, gegenständig; Blüten radiär,

zweitrig, meist 5-, selten 4zählig, tetrazyklisch sympetal, überwiegend K4-5 C(4-5), A4-5 mit der Kronröhre verwachsen; fast immer G(2), ober- bis unterständig, gefächert; Bälge oder fachspaltige Kapseln.

Familien: Apocynaceae incl. Asclepiadaceae, Gentianaceae, Loganiaceae, Rubiaceae.

Phylogenie und Systematik: Den Gentianales stehen innerhalb der Asteridae die Lamiales und Solanales nahe. Phylogenetische Beziehungen innerhalb der Ordnung wurden von STRUWE et al. (1995) und BACKLUND et al. (2000) untersucht. Die Rubiaceae sind mit den übrigen Gentianales-Familien nächst verwandt, unterscheiden sich aber durch epigyne Blüten (Fruchtknoten unterständig). Sie wurden schon früher häufig in die Gentianales einbezogen. Dies wird durch molekulare Daten unterstützt.



Abb. 299: Blütenstand von *Phuopsis stylosa*, **langgriffliger Rosenwaldmeister**, Rubiaceae, Rötengewächse. Tübingen Hagelloch. Orig. 4.6.2010.

Rubiaceae, Rötengewächse

(Abb. 298, 299). Familie mit ca. 600 Gattungen und etwa 13.000 Arten von Bäumen, Sträuchern und Kräutern, die insgesamt weltweit verbreitet sind. In den Tropen besonders wichtig durch ihre Holzgewächse. Extratropisch überwiegend krautige Vertreter. Blätter einfach, meist ganzrandig, mit Nebenblättern, gegenständig bis scheinbar quirlig. Blüten meist radiär bis schwach zygomorph, zwittrig, überwiegend 4-5zählig; K oft unscheinbar; C verwachsen: trichter- bis glocken- oder stieltellerartig; A isomer, auf Lücke zu C, mit Kronröhre verwachsen; G meist (2) unterständig, gefächert, oft mit epigynem Diskus. Beere, Kapsel, Spaltfrucht, Steinfrucht. Oft reichblütige und kondensierte Infloreszenzen. Enthalten komplexe Indol- und Isochinolin-Alkaloide. Die Familie umfaßt wirtschaftlich wichtige Nutzpflanzen (Kaffee, *Cinchona*) und einige Zierpflanzen. Der **Name** leitet sich vom Lateinischen (ruber - rot) ab; er bezieht sich auf die rote Wurzel der Färberröte, *Rubia tinctoria*. **Gattungsauswahl:** *Asperula*, *Cephalanthus*, *Cinchona*, *Coffea*, *Coprosma*, *Galium*, *Gardenia*, *Hedyotis*, *Ixora*, *Manettia*, *Morinda*, *Mussaenda*, *Nertera*, *Paederia*, *Palicourea*, *Pavetta*, *Pentas*, *Phuopsis*, *Phyllis*, *Plocama*, *Psychotria*, *Putoria*, *Randia*, *Rondeletia*, *Rubia*, *Serissa*, *Sherardia*, *Theligonum*, *Vaillantia*, *Warszewiczia*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie steht den Gentianales s.str. zweifelsohne sehr nahe. Wichtige abweichende Merkmale (Fehlen eines intraxylären Phloems, unterständiger Fruchtknoten) rechtfertigten früher eine Trennung als eigene Ordnung. Nach molekularen Daten stehen die Rubiaceae als Monophylum an der Basis der Gentianales. Die Familie wurde molekularphylogenetisch von BREMER (1996, 2009), ROBBRECHT et MANEN (2006) und WIKSTRÖM et al. (2015) analysiert.



Abb. 300: Teilblütenstand von *Gentiana asclepiadea*, **Schwalbenwurz-Enzian**, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Gentianaceae, Enziangewächse

(Abb. 298, 300). Familie mit ca. 90 Gattungen und etwa 1700 Arten von Rhizomstauden, Annuellen und wenigen Sträuchern, die weltweit verbreitet sind. Einige Arten sind chlorophyllfrei und mykorrhiziert. Pflanzen enthalten Bitterstoffe (Gentiopicin). Die Gefäßbündel besitzen intraxyläres Phloem (bikollateral). Blätter einfach, ganzrandig, ohne Stipeln, gegenständig. Blüten meist radiär und zwittrig, 5-4-, selten 6-12zählig, tetrazyklisch sympetal; Kronzipfel in der Knospe gedreht, deckend (contort); A5 selten weniger, an der Kronröhre inseriert; G(2) ober-

ständig, meist einfächerig mit parietalen, vorwachsenden Plazenten; meist septizide Kapseln. Enzianbitterstoffe werden als Aromastoffe für Alkoholika verwendet. Mehrere Arten sind beliebte Zierpflanzen. Nach GENTIUS (ca. 180 v. Chr.), einem Illyrerkönig benannt, der Enzian gegen die Pest eingesetzt haben soll. **Gattungsauswahl:** *Blackstonia*, *Centaurium*, *Cicendia*, *Exacum*, *Gentiana*, *Gentianella*, *Halenia*, *Ixanthus*, *Lisianthus*, *Lomatogonium*, *Swertia*. **Systematik und Phylogenie:** Mit anderen Familien der Gentianales näher verwandt. Eine umfassende Darstellung der Familie lieferten STRUWE et al. (2002).

Apocynaceae, Hundsgiftgewächse

(Abb. 298, 301, 302). Familie mit ca. 400 Gattungen und etwa 4500 Arten (incl. Asclepiadaceae und Periplocaceae) von Bäumen, Sträuchern, Lianen und einigen Stauden, die subkosmopolitisch vorkommen, deren Hauptverbreitung in den Tropen liegt und die in den kalten Gebieten der gemäßigten Zonen weitgehend fehlen. Milchsaft in Milchröhren gebildet. Gefäßbündel mit intraxylärem Phloem (bikollateral). Blätter einfach, meist gegenständig aber auch quirlig, nur selten mit Stipeln. Blüten radiär und zwittrig, tetrazyklisch sympetal, meist auffällig und duftend, oft K(5) C(5) mit Röhre und zumindest in der Knospe, meist aber auch aufgeblüht mit überdeckenden (contorten) Kronzipfeln; A(5) mit zusammenhängenden Antheren; G2 frei oder verwachsen, ober- oder halb unterständig; ein- oder zweifächerig, mit vielen Samenanlagen. Häufig reich an Indol-Alkaloiden oder Cardenoliden. **Name** Griech: apo - hinweg, kyon - Hund.

Gattungsauswahl: *Adenium*, *Allamanda*, *Amsonia*, *Apocynum*, *Asclepias*, *Calotropis*, *Caralluma*, *Carissa*, *Cerbera*, *Ceropegia*, *Cynanchum*, *Dischidia*, *Gomphocarpus*, *Hoodia*, *Hoya*, *Mandevilla*, *Nerium*, *Pachypodium*, *Periploca*, *Plumeria*, *Rauvolfia*, *Stapelia*, *Stephanotis*, *Strophanthus*, *Tabernaemontana*, *Thevetia*, *Trachelospermum*, *Vinca*, *Vincetoxicum*.



Abb. 301: Blüten von *Asclepias syriaca*, **Seidenpflanze**, Apocynaceae, TüBG. Orig. 8.7.2002.

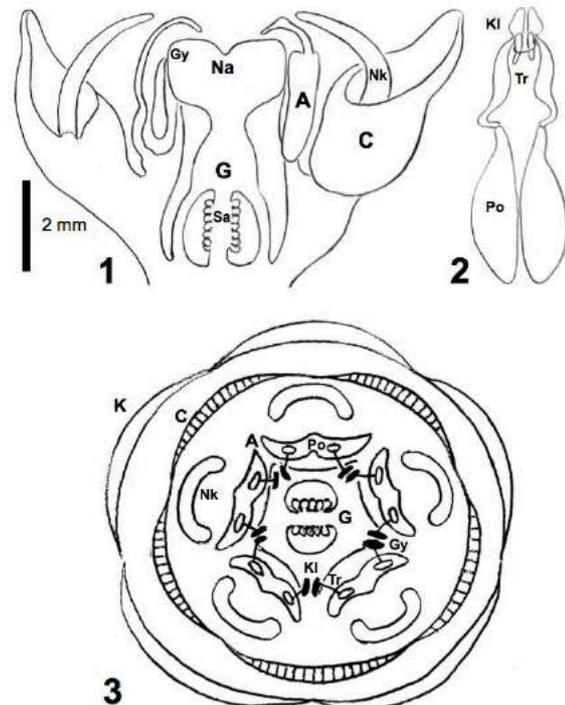


Abb. 302: **Seidenpflanze**, *Asclepias syriaca*, Hundsgiftgewächse, Apocynaceae. **1** Blütenlängsschnitt ohne Kelchblätter. **2** Zwei Pollinien mit Translatoren und Klemmkörper. **3** Blütendiagramm mit Kelch (K). Die verwachsenblättrige Krone (C) oft mit Nebenkronen (Nk, von der Krone oder den Staubblättern gebildet); Staubblätter (A) mit dem Fruchtknoten (G) verwachsen (Gynostegium, Gy), Filamente kurz bis fehlend, Pollen zu einer Einheit (Pollinium, Po) zusammengefaßt; Pollinium über ein azelluläres Verbindungsstück (Translator, Tr, durch Sekretion aus dem Griffelkopf entstanden) mit dem Klemmkörper (Kl) verbunden; pro Klemmkörper 2 Translatoren, die an Pollinien benachbarter Staubblätter ansetzen; Klemmkörper zum Anheften an bestäubenden Insekten geeignet. Orig.

Systematik und Phylogenie: Nah verwandt mit den Asclepiadaceae, die nach molekularen Analysen in die Apocynaceae einbezogen werden. Bearbeitungen mit molekularphylogenetischen Interpretationen finden sich u.a.

bei SENNBLAD et BREMER (1996, 2002), ENDRESS et BRUYNS (2000), ALBERS et MEVE (2001), POTGEITER et ALBERT (2001), ENDRESS (2004), IONTA et JUDD (2007), LIVSHULTZ (2010), NAZAR et al. (2013),

STRAUB et al. (2013) und ENDRESS et al. (2014).

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 68 Periplocaceae](#).

Lamiales, Taubnesselartige Gewächse

Die kosmopolitisch verbreiteten **Lamiales** enthalten nahezu 24.000 Arten in über 1000 Gattungen, die auf 24 Familien verteilt werden. Traditionell waren die Lamiales auf wenige Familien begrenzt, umschrieben mit den Hauptmerkmalen: Blätter gegenständig, seltener wirtelig; Blüten tetrazyklisch sympetal, aber auch asepal und apetal; 2 Karpelle mit 4 Samenanlagen, die durch mediane Fruchtknoteneinfaltungen in einsamige Fächer oder Teilfrüchte (Klausen) getrennt werden (Ausnahme Verbenaceae). Eine Umschreibung der Lamiales im Umfang der folgenden Familien ist derzeit nur molekular möglich.

Familienauswahl: Ölbaumgewächse (Oleaceae), Gloxiniegewächse (Gesneriaceae), Wegerichgewächse (Plantaginaceae), Rachenblütler (Scrophulariaceae), Akanthusgewächse (Acanthaceae), Trompetenbaumgewächse (Bignoniaceae), Wasserschlauchgewächse (Lentibulariaceae), Eisenkrautgewächse (Verbenaceae), Lippenblütler (Lamiaceae, Labiatae) und die halb- bis vollparasitischen Sommerwurzgewächse (Orobanchaceae).

Systematik und Phylogenie: Auf molekular begründeten Dendrogrammen werden derzeit die früheren Lamiales, Plantaginales und Scrophulariales in einer Ordnung, Lamiales, zusammengefasst (Abb. 310). Allgemeine Bemerkungen dazu finden sich bei KADEREIT (2004) und WORTLEY et al. (2005).

Oleaceae, Ölbaumgewächse

(Abb. 303, 304). Traditionell einzige Familie der Oleales (Ölbaumartige Gewächse), jetzt den **Lamiales** zugeordnet. Die Familie umfaßt ca. 30 Gattungen und etwa 600 Arten von Bäumen, Sträuchern und verholzenden

Kletterpflanzen, die annähernd weltweit verbreitet sind, aber in den nördlichen Gebieten der nördlich gemäßigten Zone fehlen. Blätter einfach bis gefiedert, ohne Nebenblätter, meist gegenständig. Blüten radiär, meist K4 C4 A2 G(2); C überwiegend sympetal, selten chori- oder apetal (apopetal); A typisch 2; G synkarp, oberständig. Fruchttypen variabel: Beere, Flügelnuß, Kapsel, Steinfrucht. Die Familie enthält wichtige Holzlieferanten und Ziergehölze. **Name** nach der lateinischen Benennung für olea - Öl (Ölbaum). **Gattungsauswahl:** *Abeliophyllum*, *Chionanthus*, *Fontanesia*, *Forsythia*, *Fraxinus*, *Jasminum*, *Ligustrum*, *Olea*, *Osmanthus*, *Phillyrea*, *Syringa*.



Abb. 303: Revier der Oleaceae, **Ölbaumgewächse**, im System, TüBG. Orig. 20.12.2006.

Systematik und Phylogenie: Nach molekularen Daten gehören die Oleales als Monophylum zu den Lamiales (WALLANDER et ALBERT 2000). Die Familie wurde von GREEN (2004) behandelt.

Vgl. [Teil 3 Arboretum, 56 Oleaceae](#).



Abb. 304: Blüten von *Jasminum nudiflorum*, Winterjasmin, Oleaceae, im System, TüBG. Orig. 17.2.2006.



Abb. 305: Blütenstand von *Haberlea rhodopensis*, Gesneriaceae, TüBG. Orig. 8.5.2006.

Gesneriaceae, Gloxiniengewächse

(Abb. 305). Familie mit ca. 150 Gattungen und etwa 3500 Arten von Kräutern und Sträuchern, selten kleinen Bäumen, die in den Tropen weit verbreitet sind und die nur mit wenigen Arten in extratropische Gebiete reichen. Viele Arten bilden Ausläufer, die mit schuppigen Blättchen besetzt sind. Häufig vertreten sind Epiphyten. Blätter einfach bis fiederspaltig, ohne Stipeln, meist gegenständig bis quirlig, oft in basaler Rosette;

manchmal auch nur ein großes Basalblatt, das aus einem Keimblatt weiterentwickelt wird. Blüten zygomorph, zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch sympetal; meist K(5) C(5) rad- bis röhrenförmig; A4-2, selten 5, mit der Kronröhre verwachsen; Antheren oft zusammenhängend (Synantherie); G(2) ober- bis unterständig, eingriffelig, einfächerig, mit parietalen, aufgespaltenen Plazenten und vielen Samenanlagen; Kapsel- oder Beerenfrüchte. Die Familie enthält viele bewährte Zierpflanzenarten. Benannt nach dem Schweizer Arzt und Botaniker KONRAD GESNER (1516-1565). **Gattungsauswahl:** *Achimenes, Aeschynanthus, Columnea, Conandron, Cyrtandra, Episcia, Gesneria, Gloxinia, Haberlea, Jancaea, Kohleria, Ramonda, Rhytidophyllum, Saintpaulia, Sinningia, Streptocarpus.*

Systematik und Phylogenie: Die Systematik der Familie wurde von BURTT et al. (1995), SMITH et al. (1997), WEBER (2004) und WEBER et al. (2013) dargestellt. Der damals aktuelle Kenntnisstand wurde von MÖLLER et al. (2013) zusammengefasst. In molekularen Dendrogrammen sind die Gesneriaceae die Schwestergruppe der Calceolariaceae innerhalb der Lamiales.

Plantaginaceae, Wegerichgewächse

(Abb. 305, 306, 310). Traditionell einzige Familie der Plantaginales (*Wegerichartige Gewächse*), jetzt den Lamiales eingegliedert, mit 90 Gattungen und ca. 2000 krautigen, seltener strauchigen Arten, die weltweit verbreitet sind, die gemäßigten Zonen bevorzugen und in den Tropen weitgehend auf die Gebirgslagen begrenzt sind. Familienbeschreibung im Sinne der herkömmlichen Wegerichgewächse: Blätter meist einfach, selten zerteilt, ohne Stipeln, wechselständig, häufig in einer Basalrosette zusammengezogen. Blüten klein, unscheinbar, radiär, meist zwittrig und vierzählig, tetrazyklisch sympetal, windblütig; meist K(4) häufig ungleich; C(4) trockenhäutig; A4 selten 3-2-1, mit der Krone verwachsen; Filamente langfädig; G(2) oberständig, mit einem Griffel, meist zweifächerig; quer aufreißende Kapseln oder Nußfrüchte. Mehrere Arten bevorzugen Ruderalvegetationen. Der Name ist aus dem Lateinischen hergeleitet (planta - Fußsohle,

agere - ausführen); er soll auf die fußsohlenartige Form mancher Wegerichblätter verweisen. **Gattungsauswahl:** *Antirrhinum*, *Asarina*, *Bacopa*, *Collinsia*, *Cymbalaria*, *Digitalis*, *Erinus*, *Gratiola*, *Hippuris*, *Isoplexis*, *Kickxia*, *Linaria*, *Littorella*, *Misopates*, *Paeederota*, *Penstemon*, *Plantago*, *Veronica*, *Veronicastrum*, *Wulfenia*.

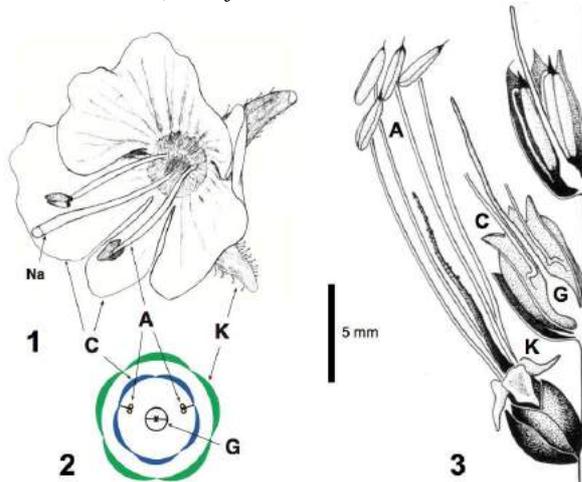


Abb. 305: **Wegerichgewächse**, Plantaginaceae. 1, 2 Enzianähnlicher Ehrenpreis, *Veronica gentianoides*, Blütenaufsicht und Diagramm. 3 Teillängsschnitt und Ausschnitt des Blütenstandes vom Spitzwegerich, *Plantago lanceolata*. Orig.



Abb. 306: Blütenstände von *Plantago arenaria*, **Sandwegerich**, TüBG. Orig. 30.6.2006.

Systematik und Phylogenie: In die Plantaginaceae werden neuerdings von manchen Autoren die Callitrichaceae, Globulariaceae und wesentliche Teile der traditionellen Rachenblütler, Scrophulariaceae, eingegliedert. Die Zuordnung nach Blütenmerkmalen wird dadurch erheblich erschwert bis unmöglich. Die

Phylogenie der Familie wurde von RAHN (1996), SCHWARZBACH (2004) und ALBACH et al. (2005) behandelt.



Abb. 307: Revier der Asteridae mit Becken für *Callitriche*, **Wasserstern**, System im TüBG. Orig. 6.8.2007.

Callitrichaceae, Wassersterngewächse (Abb. 307, 308, 310). Familie mit einer Gattung, *Callitriche*, und ca. 20 krautigen, im Wasser flutend oder Schlamm besiedelnden Arten, die kosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach, schmal, gegenständig, ohne Stipeln, terminal zu einer schwimmenden Rosette zusammengezogen. Blüten winzig, stark reduziert, eingeschlechtig, meist mit 2 transversalen Vorblättern, oft unter Wasser und submers bestäubt; männliche Blüte: A1; weibliche Blüte: G(2), durch falsche Scheidewand in 4 einsamige Teilfrüchte (Klausen) zerteilt und in Steinfrüchtchen zerfallend, mit 2 Griffeln. Der **Name** ist aus dem Griechischen abgeleitet (kallós - Schönheit, thrix - Faden).

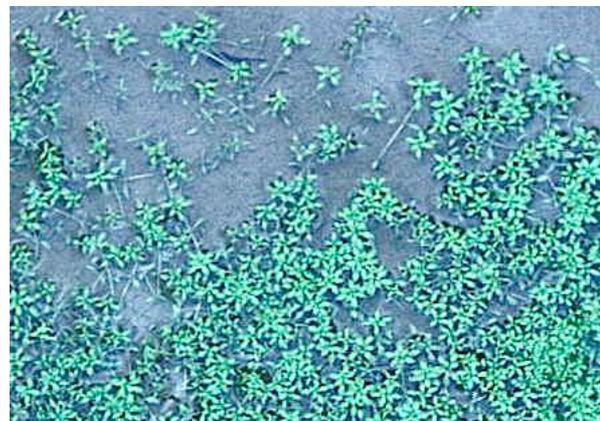


Abb. 308: Bestand von *Callitriche stagnalis*, **Wasserstern**, im System von TüBG. Orig. 6.7.1976.

Systematik und Phylogenie: Früher mit den Haloragaceae, Seebeerengewächse, in Ver-

bindung gebracht. Embryologische Eigenschaften und Fruchtbaupläne stimmen jedoch weitgehend mit denen der Lamiales überein. Nach molekularen Analysen in die Plantaginaceae einzugliedern. Evolutionstendenzen der Callitrichaceae haben PHILBRICK et LES (2000) untersucht. Die Familie wurde von ERBAR et LEINS (2004) dargestellt.



Abb. 309: Blütenstand von *Globularia punctata*, langstielige Kugelblume, TüBG. Orig. 3.5.2010.

Globulariaceae, Kugelblumengewächse (Abb. 309). Traditionell Familie der Scrophulariales, dann der Lamiales, schließlich in die Veronicaceae (= Plantaginaceae) integriert. Drei Gattungen und ca. 30 Arten von Kleinstauden und Stäuchern, die in Mittel- und Südeuropa, dem Mittelmeergebiet und Makaronesien, sowie in Kleinasien, Nord- und Ostafrika verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Stipeln, wechselständig. Blüten in kopfigen Infloreszenzen, zygomorph, 5zählig, tetrazyklisch sympetal; Kronröhre 5lappig oder zweilippig; A4 mit der Kronröhre verwachsen; G(2) oberständig, einfächerig, mit 1 Samenanlage; Nussfrüchte. Die Familie enthält einige Zierpflanzenarten. Der **Name** ist aus dem Lateinischen hergeleitet (globulus - Kügelchen); er bezieht sich auf

die kugeligen Blütenstände. **Gattungen:** *Globularia*, *Lytanthus*, *Poskea*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von WAGENITZ (2004) behandelt. Nach molekularen Daten in den Veronicaceae (= Plantaginaceae) der Lamiales enthalten.

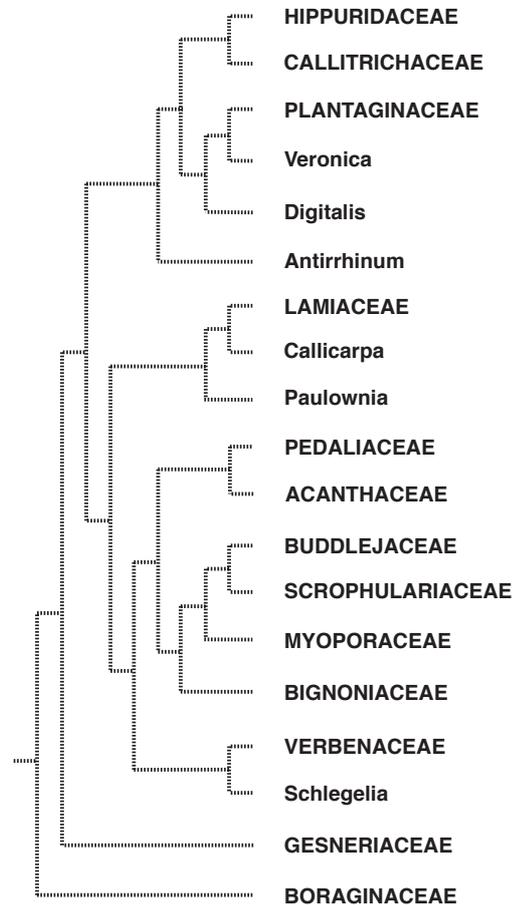


Abb. 310: Familien und Gattungen der Lamiales und Stellung der Boraginaceae. Dendrogramm einer kombinierten Auswertung von Plastidengenomen. Nach OLMSTEAD et REEVES (1995).

Scrophulariaceae, Rachenblütler (Abb. 310- 312). Traditionell die Typusfamilie der Scrophulariales (Rachenblütige Gewächse), jetzt in die **Lamiales** (Lippenblütige Gewächse) eingegliedert. Früher enthielt die Familie ca. 220 Gattungen und etwa 3000 Arten, überwiegend von Kräutern, seltener Sträucher, Lianen oder Bäume, die weltweit verbreitet sind, aber in der nördlich gemäßigten Zone am artenreichsten vertreten sind. Arten mehrerer Gattungen sind Halbparasiten auf anderen Angiospermen. Sie benutzen deren Wasserleitungssysteme zur eigenen Wasserversorgung. Einige Arten vollparasitisch,

heterotroph und nächst verwandt mit den parasitischen Orobanchen. Blätter wechsel- oder gegenständig, ohne Nebenblätter. Blüten annähernd radiär bis stark zygomorph (Rachenblüten), meist fünfzählig, tetrazyklisch sympetal; A von 5 auf 2 reduziert; G(2) oberständig, mit vielen Samenanlagen. Die Familie enthält einige pharmazeutisch sehr wichtige Arten (*Digitalis*) und viele Zierpflanzenarten. Der Name ist aus dem Lateinischen hergeleitet (scrophulae - Halsdrüsen geschwulst). **Gattungsauswahl:** *Alonsoa*, *Diascia*, *Limosella*, *Myoporum*, *Nemesia*, *Phygelius*, *Scrophularia*, *Sutera*, *Verbascum*, *Zaluzianskya*.



Abb. 311: Blütenstand von *Scrophularia nodosa*, **knottige Braunwurz**, Großmain. Orig. 14.8.2008.

Systematik und Phylogenie: Durch molekularphylogenetische Daten sind die Scrophulariaceae in Umfang und Inhalt stark verändert worden (Abb. 172, OLMSTEAD et al. 1995, OLMSTEAD et al. 2001, OLMSTEAD 2002, OXELMAN et al. 2005, TANK et al. 2006). Viele früher in der Familie geführten Gattungen werden jetzt zu den Veronicaceae (Plantaginaceae s.l.) gestellt. Dafür sind die Buddlejaceae, Myoporaceae und Selaginaceae in den Scrophulariaceae aufgegangen. *Paulownia* wird auch in eine eigene Familie, Paulowniaceae, gestellt (NIE et al. 2006).

Siehe Anhang **Fam. Rachenblütler Scrophulariaceae**.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 67 Scrophulariaceae**.



Abb. 312: Blüten- und Fruchtstände von *Verbascum phoeniceum*, **Purpur-Königskerze**, Scrophulariaceae, TüBG. Orig. 1.6.2002.



Abb. 313: Blütenstand von *Buddleja alternifolia*, **wechselblättriger Schmetterlingsstrauch**, TüBG. Orig. 19.6.2006.

Buddlejaceae, Schmetterlingsstrauchgewächse

(Abb. 310, 313). Familie mit 5 Gattungen und etwa 110 Arten von Bäumen und Sträuchern, die in den Tropen und Subtropen verbreitet sind; artenreich in Südafrika und Madagaskar, in Australien und auf den pazifischen Inseln fehlend. Blätter einfach, meist gegen- bis quirlständig, selten wechselständig. Blüten radiär bis schwach zygomorph, meist 4-, selten 5zählig, tetrazyklisch sympetal; K röhrig, gelappt; A 4, 1 Staminodium; G(2) oberständig, 2fächerig, mit vielen Samenanlagen. Meist Kapsel Frucht. Enthalten

mehrere wichtige Zierpflanzen. Nach dem englischen Botaniker ADAM BUDDLE (~1660-1715) benannt. **Hauptgattung:** *Buddleja*. **Systematik und Phylogenie:** Die Gattungen der Buddlejaceae wurden traditionell zu den Loganiaceae gestellt, dann als eine eigene Familie ausgeschieden. Nach molekularphylogenetischen Hypothesen sind sie aber mit den Scrophulariaceae nächst verwandt, bzw. in diesen enthalten (OXELMAN et al. 1999).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 55 Buddlejaceae.**



Abb. 314: Bestand von *Proboscidea lousianica*, **Louisiana-Gemshorn**, Martyniaceae, Gemshorngewächse, im System. TüBG. Orig. 1.7.2008.

Martyniaceae, Gemshorngewächse

(Abb. 314). Familie mit 4 Gattungen und 15 krautigen Arten, die in trockeneren Gebieten der Neotropis und Neosubtropis verbreitet sind. Die Pflanzen besitzen Drüsenhaare, die Schleim absondern. Blätter ohne Stipeln, gegenständig, die oberen wechselständig. Blüten zygomorph, zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch sympetal, mit ringförmigem Diskus; C(5) glocken- bis trichterförmig, oft ausgebuchtet oder schief; A4-2 mit der Kronröhre verwachsen, 1-2 Staminodien; G(2) oberständig, einfächerig, mit 2 parietalen, oft aufgespaltenen Plazenten und vielen bis wenigen Samenanlagen; Kapsel Früchte mit zwei hornartig auswachsenden Griffelästen (**Name**). Einige Arten werden gelegentlich als Zierpflanzen verwendet. Nach dem englischen Botaniker in Cambridge, JOHN MARTYN (1699-1768), benannt. **Gattungen:** *Craniolaria*, *Ibicella*, *Martynia*, *Proboscidea*.

Systematik und Phylogenie: Nah verwandt mit den Pedaliaceae (IHLENFELDT 2004, GORMLEY et al. 2015) und deren neuweltliches Gegenstück.



Abb. 315: Blütenstand von *Acanthus mollis*, **weicher Akanthus**, im System von TüBG. Orig. 30.6.2006.

Acanthaceae, Akanthusgewächse

(Abb. 310, 315). Familie mit ca. 230 Gattungen und etwa 3500 Arten von Sträuchern, seltener Bäumen oder Stauden, die hauptsächlich tropisch-subtropisch und nur ausnahmsweise in den wärmeren Gebieten der temperierten Zonen verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Stipeln, oft mit Cystolithen, gegenständig. Blüten zwittrig, 5-zählig, tetrazyklisch sympetal, zygomorph vom Rachenblütler-Typ; A 5-4-2, auch mit 1-3 Staminodien; G(2) nicht median zu einem zweifächrigen Fruchtknoten vereint; Kapsel mit Scheidewandklappen zum Ausschleudern der Samen. Der **Name** verweist auf stachelige Arten der Gattung *Acanthus* (Griech.: ákantha - Dorn). **Gattungsauswahl:** *Acanthus*, *Aphelandra*, *Avicennia*, *Beloperone*, *Crossandra*, *Diclipitera*, *Dipteracanthus*, *Fittonia*, *Hygrophila*, *Hypoestes*, *Jacobinia*, *Justicia*, *Mackaya*,

Odontonema, Pachystachys, Ruellia, Ruttia, Sanchezia, Schaueria, Thunbergia, Whitfieldia.

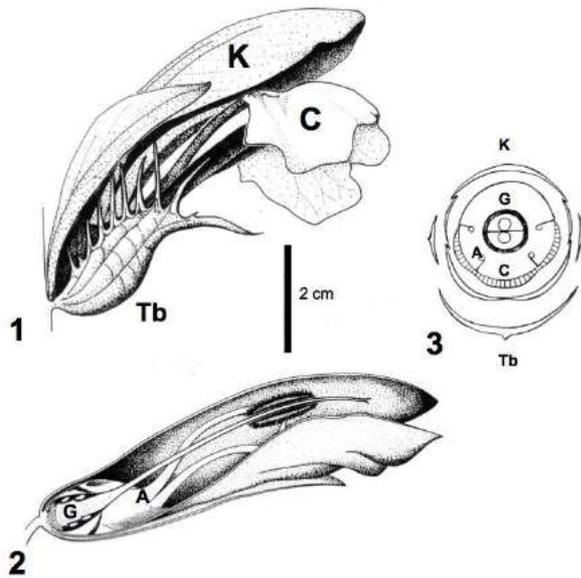


Abb. 316: Bilateral symmetrische Blüte von *Acanthus spinosus*, **stacheliger Akanthus**. 1 Seitenansicht einer Blüte mit Tragblatt Tb, 2 Blütenlängsschnitt, 3 Blütendiagramm. Orig.

Systematik und Phylogenie: Monophyletische Gruppe der Lamiales. Traditionell wird *Avicennia* in einer eigenen Familie, Avicenniaceae, geführt. In molekularen Dendrogrammen bildet *Avicennia* die Schwestergruppe der Thunbergioideae. Eine Systematik der Acanthaceae legten SCOTLAND et al. (1995) und SCOTLAND et VOLLESON (2000) vor. Die phylogenetischen Beziehungen innerhalb der Familie und mit anderen Vertretern der Lamiales wurden von HEDRÉN et al. (1995), MCDADE et MOODY (1999) und MCDADE et al. (2000, 2008) analysiert.

Bignoniaceae, Trompetenbaumgewächse (Abb. 310, 317). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 800 Arten von Bäumen, Sträuchern, Lianen und wenigen Stauden, die überwiegend in den Tropen und Subtropen verbreitet sind, aber auch bis ins südliche Nordamerika, nach Ostasien und Ostaustralien vorkommen. Blätter meist zusammengesetzt, ohne Nebenblätter, oft mit basalen Blattstieldrüsen, gegenständig. Blüten zygomorph, zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch sympetal; C verwachsen, glockig oder trichterig, 5lappig bis 2lappig; A meist 4 mit einem Staminodium, selten noch 5, oder schon 2 (*Ca-*

talpa); G(2) oberständig, 2fächerig, mit ∞ scheidewandständigen Samenanlagen; Diskus ring- bis becherförmig. Kapsel Frucht. Samen oft geflügelt oder mit Haarschopf. Die Familie enthält mehrere wichtige Holzlieferanten und Zierpflanzenarten. Nach dem französischen Mönch JEAN-PAUL BIGNON (1662-1743) benannt. **Gattungsauswahl:** *Bignonia, Campsis, Catalpa, Crescentia, Cybistax, Incarvillea, Jacaranda, Kigelia, Pyrostegia, Spathodea, Tabebuia, Tecoma.*



Abb. 317: Blütenstände von *Incarvillea delavayi*, **Freilandgloxinie**, Bignoniaceae, TüBG. Orig. 10.6.2005.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von FISCHER et al. (2004) behandelt. Nach molekularphylogenetischen Analysen verwandt mit den [Verbenaceae](#) und [Lamiaceae](#) (OLMSTEAD et al. 2000). In manchen Dendrogrammen erscheint die Familie auch paraphyletisch. Einen Vergleich der Evolutionstendenzen der Bignoniaceae mit denen der Solanaceae und Verbenaceae stellte OLMSTEAD (2013) an.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 66 Bignoniaceae.**

Verbenaceae, Eisenkrautgewächse

(Abb. 310, 318, 319). Familie mit ca. 30 Gattungen und etwa 1000 Arten von Bäumen, Sträuchern, Lianen und Kräutern, die überwiegend in den Tropen und Subtropen verbreitet sind; wenige Arten in den gemäßigten Zonen. Blätter meist einfach bis geteilt, ohne Nebenblätter, überwiegend gegenständig, seltener quirlig oder wechselständig. Blüten meist zygomorph, oft 5-4zählig, überwiegend zwittrig; K verwachsenblättrig, gelappt bis gezähnt; C meist mit langer, auch gekrümmter Röhre und lappigem Kronsaum; A meist 4 (auch 2) und 1, 2, 3 Staminodien; G meist (2) oberständig, 2-, auch 4fächerig, pro Fach 1 bis 2 Samenanlagen. Oft Steinfrucht. Triterpensäuren (Lantaden) sollen hepatotoxisch wirken. Die Familie enthält wichtige tropische Holzlieferanten und mehrere bewährte Zierpflanzenarten und Hybriden. **Benennung** nach dem lateinischen Namen des Eisenkrautes.



Abb. 318: Blühender Strauch von *Vitex agnus-castus*, **Mönchspfeffer**, Lamiaceae, vormals Verbenaceae, im System von TüBG. Orig. 6.8.2007.

Gattungsauswahl: *Duranta*, *Lantana*, *Lippia*, *Petraea*, *Phyla*, *Priva*, *Stachytarpheta*, *Verbena*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von ATKINS (2004) behandelt. Sie ist nahe mit den Lamiaceae verwandt. MARX et al. (2010) und OLMSTEAD (2013) haben die phylogenetischen Beziehungen molekular

und O'LEARY et al. (2012) morphologisch analysiert. Die Gattungen *Callicarpa*, *Caryopteris*, *Clerodendrum*, *Gmelina*, *Tectona* und *Vitex* werden nach molekularphylogenetischen Hypothesen zu den Lamiaceae gestellt. Vgl. auch Anmerkungen zur Phylogenie der Bignoniaceae und Lamiaceae.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 62 Verbenaceae.**



Abb. 319: Blütenstand von *Lantana camara*, **Wanderröschen**, Verbenaceae, TüBG. Orig. 14.5.2008.

Lamiaceae, Lippenblütler

(Abb. 310, 320, 321). Familie mit ca. 250 Gattungen und etwa 7000 Arten von Kräutern, Sträuchern, selten auch Bäumen, die kosmopolitisch verbreitet sind. Blätter meist einfach, ohne Nebenblätter, gegenständig. Stängel meist vierkantig. Blüten zygomorph, meist 5zählig, tetrazyklisch sympetal; K(5) [C(5) A4] G(2); K 5zipfelig, oft 2lippig; C 5lappig, lippenförmig; A 4 oder 2 und 2 Staminodien; G aus 2 Fruchtblättern, aber als 4teilige Klausenfrucht ausgebildet: 4 einsamige Teilfrüchte; Griffel in der zentralen Einkerbung der 4 Teilfrüchte inseriert. Pflanzen mit vielfältigen ätherischen Ölen (darunter toxische, wie Campher, Perillaketone, Pinocamphon, Pulegon, Thujon); daneben auch nichtflüchtige diterpenoide Bitterstoffe (Carnosol = Pikrosalvin, Marrubin); mehrere Arten für Gewürze verwendet. Familie mit vielen Zierpflanzenarten. Der **Name** ist von *Lamium*, Taubnessel, (Griech. lamós -

Schlund, Rachen; bzw. Lat.: labium - Lippe) abgeleitet.



Abb. 320: Blütenstand von *Melittis melissophyllum*, **Immenblatt**, Lamiaceae, TüBG. Orig. 23.5.1993.

Gattungsauswahl: *Ajuga*, *Ballota*, *Basilicum*, *Callicarpa* (vormals Verbenaceae), *Caryopteris* (vormals Verbenaceae), *Cedronella*, *Chelonopsis*, *Clerodendrum* (vormals Verbenaceae), *Clinopodium*, *Dracocephalum*, *Elsholtzia*, *Galeopsis*, *Glechoma*, *Gmelina* (vormals Verbenaceae), *Horminum*, *Hyssopus*, *Lamium*, *Lavandula*, *Leonotis*, *Leonurus*, *Lycopus*, *Marrubium*, *Melissa*, *Melittis*, *Mentha*, *Micromeria*, *Molucella*, *Monarda*, *Nepeta*, *Ocimum*, *Origanum*, *Perrilla*, *Perovskia*, *Phlomis*, *Physostegia*, *Plectranthus*, *Pogostemon*, *Prasium*, *Premna*, *Prunella*, *Rosmarinus*, *Salvia*, *Satureja*, *Scutellaria*, *Sideritis*, *Stachys*, *Tectona* (vormals Verbenaceae), *Teucrium*, *Thymus*, *Vitex* (vormals Verbenaceae), *Westringia*.

Systematik und Phylogenie: Die Gattungen der Familie wurden von CANTINO et al. (1992) behandelt. Lippenblütler sind ein molekular gut abgesichertes Monophylum (WAGSTAFF et OLMSTEAD 1997).

Siehe Anhänge **Fam. Lippenblütler Lamiaceae 1, 2, Salvia**.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 57 Lamiaceae**.

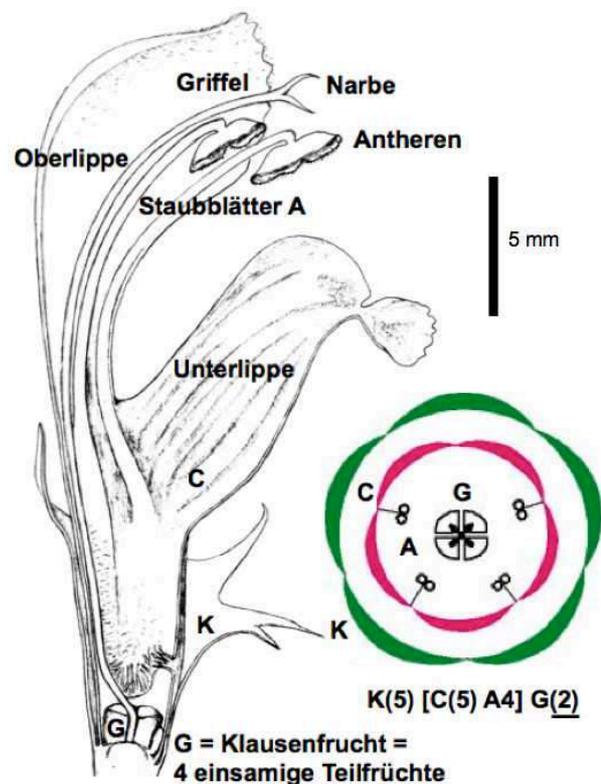


Abb. 321: Längsschnitt einer Taubnesselblüte, *Lamium orvala*, Blütendiagramm und Blütenformel. Die fünf verwachsene Kelchblätter, K(5); fünf verwachsene Kronblätter, C(5) bilden eine basale Röhre und darüber eine Ober- und Unterlippe aus, die Krone ist daher bilateral symmetrisch. Die Filamente der vier Staubblätter sind mit der Kronröhre verwachsen, das fünfte, obere Staubblatt fehlt. Der oberständige Fruchtknoten wird von zwei verwachsenen Fruchtblättern, erkennbar am zweiarbigen Griffel, gebildet, G(2), wird aber in vier einsamige Teilfrüchte (Klausen) zerteilt. Orig.

Paulowniaceae, Kaiserbaumgewächse (Abb. 310, 322). Familie mit 2 Gattungen und 8 Arten laubwerfender Bäume in Ostasien. Blätter gegenständig, groß und herzförmig; Zweige ohne Endknospen; auffällige Rachenblüten vor oder mit den Blättern gebildet; Kapsel mit vielen kleinen, geflügelten Samen. Prachtvolle, bedingt winterharte Zierbäume. Nach der holländischen Prinzessin ANNA PAULOWNA (1795-1865), Tochter des Zaren PAUL I., benannt. **Gattungen:** *Paulownia*, *Wightia*.

Phylogenie: Traditionell zu den Bignoniaceae gestellt, nach molekularen Daten besser

als eigene Familie zu führen (OLMSTEAD et al. 2000).



Abb. 322: Blütenstand von *Paulownia tomentosa*, Kaiserbaum, TüBG. Orig. 9.5.1993.



Abb. 323: Teilblütenstand von *Orobanche crenata*, gekerbte Sommerwurz, die auf *Vicia faba*, Saubohne, parasitiert. Botanischer Garten München. Orig. 8.1967.

Orobanchaceae, Sommerwurzgewächse (Abb. 323). Traditionell Familie einjähriger, aber auch ausdauernder, chlorophyllloser, Haustorien bildender Vollparasiten auf Blütenpflanzen, die besonders in den gemäßigten Zonen Europas und Asiens verbreitet sind, mit wenigen Vertretern aber auch auf allen

anderen Kontinenten vorkommen. Familie erweitert mit Chlorophyll führenden Xylemparasiten, damit ca. 100 Gattungen und etwa 2000 Arten mit weltweiter Verbreitung umfassend. Die Wirtsspezifität ist sehr unterschiedlich; sie reicht von enger Artbindung bis zu unspezifischer Wirtswahl. Sproß aufrecht, meist einfach, gelegentlich auch wenig verzweigt, mit schuppigen, wechselständigen Blättern ohne Stipeln. Blüten in traubigen bis ährigen Blütenständen, zygomorph, entomophil, zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch symptal; meist K(5) C(5) mit gekrümmter Röhre, zweilippig; Oberlippe ungeteilt oder zweilappig, Unterlippe dreilappig; A4 mit der Kronröhre verwachsen, das 5. Staubblatt staminodial oder fehlend; G(2), selten (3) oberständig, eingriffelig, einfächerig, meist jedes Karpell mit 2, insgesamt also 4 parietalen Plazenten und vielen Samenanlagen; Kapsel Früchte loculizid, mit winzigen, durch den Wind verbreiteten Samen. Mit einigen, auch wirtschaftlich wichtigen Nutzpflanzenparasiten. Der Name ist aus dem Griechischen hergeleitet (órobos - Kichererbse, anchein - würgen); er bezieht sich auf die parasitische Lebensweise. **Gattungsauswahl, traditionell:** *Aeginetia*, *Cistanche*, *Orobancha*, *Phelypaea*; **im erweiterten Umfang u. a.:** *Bartsia*, *Castilleja*, *Euphrasia*, *Lathraea*, *Melampyrum*, *Odontites*, *Parentucellia*, *Pedicularis*, *Rhinanthus*, *Striga*, *Tozzia*. **Phylogenie:** Traditionell Familie der ehemaligen Scrophulariales (Rachenblütlerartige Gewächse). Nach molekularen Befunden den Lamiales als Monophylum und Schwestergruppe der Paulowniaceae zuzuschlagen. Sie beinhalten jetzt auch autotrophe Xylemparasiten, die früher bei den Rhinantoideae der Scrophulariaceae zu finden waren (WOLFE et al. 2005, BENNETT et MATHEWS 2006, MCNEAL et al. 2013). Damit wurde auch der Umfang der Taxa erheblich erweitert. Zu den Lamiales gehören auch die Calceolariaceae (Pantoffelblumengewächse), die Lentibulariaceae (Wasserschlauchgewächse) und die Pedaliaceae (Sesamgewächse). Arten dieser Familien sind im Alpinum, in der Ökologie, bei den Zierpflanzen und in den Gewächshäusern zu finden.

Boraginales, Raublattartige Gewächse

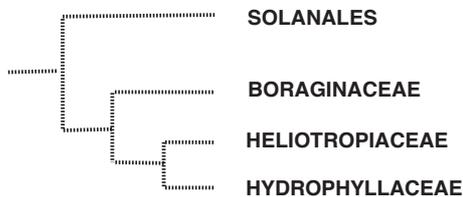


Abb. 324: Familien der Boraginales und Stellung zu den Solanales: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Kompiliert und verändert nach RICE ET AL. (1997) unter Verwertung der Daten von CHASE et al. (1993).

Zu den Boraginales gehören Gehölze und Kräuter mit annähernd weltweiter Verbreitung. Sie fassen ca. 3000 subkosmopolitisch verbreitete Arten in 150 Gattungen und 6-8 Familien zusammen. Blätter einfach, wechselständig, häufig rauhaarig. Teilinfloreszenzen zumeist wickelig (Abb. 325); Blüten radiär, zwittrig, meist 5-, selten 4zählig, tetrazyklisch sympetal (Abb. 326), überwiegend $K5 [C(5) A5] G(2)$, oberständig, gefächert, auch mit Klausen (Fruchtknoten aus 4 einsamigen Teilfrüchten mit zentralem und basal inseriertem Griffel). **Familienauswahl:** Boraginaceae, Cordiaceae, Heliotropiaceae, Hydrophyllaceae.

Phylogenie: Die Boraginales wurden zumeist in die Lamiales eingegliedert, sie können aber auch als eigenständige Ordnung aufgefaßt werden. Ihre phylogenetische Stellung innerhalb der Asteridae wurde von GOTTSCHLING et al. (2001) und WEIGEND et al. (2014) zu klären versucht.

Boraginaceae, Raublattgewächse

(Abb. 310, 324, 325, 326). Familie mit ca. 100 Gattungen und etwa 2000, überwiegend krautigen Arten, die annähernd weltweit verbreitet sind und deren Hauptvorkommen im Mediterrangebiet liegt. Blätter einfach, ohne Stipeln, meist rauhaarig, gelegentlich glattwachsigt, wechselständig. Blüten meist in dichten Wickeln, radiär bis zygomorph,

zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch sympetal; $A5$ mit der Kronröhre verwachsen; $G(2)$ oberständig, durch Einkerbung in 4 Teile (Klausen) zerlegt; aus der zentralen Einsenkung entspringt der (basigyne) Griffel, mit 1 Samenanlage pro Klause (Klausenfrüchte). Bei vielen Boraginaceen sind toxische Pyrrolizidin-Alkaloide nachgewiesen. Die Familie enthält einige Nutz- und Zierpflanzenarten. Der **Name** ist aus dem Lateinischen abgeleitet (borra - steifes Haar); er bezieht sich auf die sparrige Behaarung der meisten Arten. **Gattungsauswahl:** *Alkanna*, *Amsinckia*, *Anchusa*, *Arnebia*, *Borago*, *Brunnera*, *Buglossoides*, *Cerinth*, *Cynoglossum*, *Echium*, *Eritrichum*, *Halacsya*, *Lappula*, *Lithodora*, *Lithospermum*, *Lycopsis*, *Mertensia*, *Moltkia*, *Myosotis*, *Nonea*, *Omphalodes*, *Onosma*, *Pulmonaria*, *Solenanthis*, *Symphytum*.



Abb. 325: Wickel-Blütenstand von *Symphytum officinale*, Beinwell, Boraginaceae, TüBG. Orig. 9.5.2002.

Systematik und Phylogenie: Nächst verwandt sind die Heliotropiaceae und Hydrophyllaceae (Abb. 324). Dies wird molekularphylogenetisch untermauert (COHEN 2014, NAZAIRE et HUFFORD L, 2014).

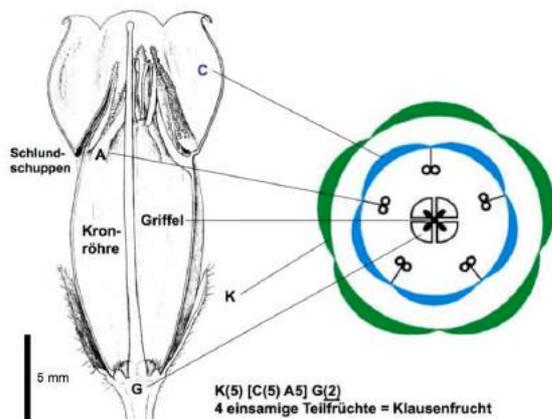


Abb. 326: **Echter Beinwell**, *Symphytum officinale*, Boraginaceae, Blütenlängsschnitt und Blütendiagramm. Die radiärsymmetrische Blüte ist tetracyclisch sympetal. Der zweiblättrige Fruchtknoten bildet eine vierteilige Klausenfrucht. Orig.

Siehe Anhang **Raublattgewächse Boraginaceae**.



Abb. 327: Revier der Hydrophyllaceae, **Wasserblattgewächse im System**, TüBG. Orig. 20.12.2006.



Abb. 328: Bestand von *Nemophila maculata*, **Hainblume**, Hydrophyllaceae, TüBG. Orig. 4.5.2004.

Hydrophyllaceae, Wasserblattgewächse (Abb. 324, 327, 328). Familie mit ca. 10 Gattungen und etwa 250, überwiegend krautigen, selten strauchigen Arten, die neuweltlich verbreitet sind. Besiedeln bevorzugt

Trockenstandorte. Blätter einfach oder zerteilt, ohne Stipeln, meist rauhaarig und wechselständig. Blüten meist in dichten Wickeln, radiär, zwittrig, 5zählig, tetracyclisch sympetal; A5 mit der Kronröhre verwachsen; G(2) oberständig, einfächerig, mit parietalen, vorwachsenden Plazenten und vielen bis wenigen Samenanlagen; loculizide Kapsel Früchte. Phacelioide (p-Benzochinon-, p-Hydroxybenzoesäure- und Hydrochinon-Derivate) mit unterschiedlichen Seitenketten verursachen Kontaktdermatitis. Die Familie enthält einige Nutz- und Zierpflanzenarten. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (hydor - Wasser, phyllon - Blatt); soll sich auf das "wässrige" Aussehen der Beblätterung einiger Arten beziehen. **Gattungsauswahl:** *Hydrophyllum*, *Nemophila*, *Phacelia*, *Romanzoffia*.

Systematik und Phylogenie: Die Phylogenie der Hydrophyllaceae wurde von FERGUSON (1999) analysiert.



Abb. 329: Blütenstand mit Wickeln von *Heliotropium arborescens*, **baumförmige Sonnenwende**, TüBG. Orig. 26.8.2007.

Heliotropiaceae, Sonnenwendegewächse (Abb. 324, 329). Familie mit 4 Gattungen und ca. 400 holzigen oder krautigen Arten, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Stipeln, wechselständig. Blüten meist in dichten Wickeln, radiär, zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch sympetal; A5 mit der Kronröhre verwachsen; G(2) oberständig, kegelförmig bis gelappt, gefächert, mit 2 Samenanlagen pro Fach; Griffel terminal, mit basalem Diskusring; meist Steinfrüchte. Enthält einige Zierarten. Der **Name** ist aus dem

Griechischen hergeleitet (hélios - Sonne, trépein - wenden, soll die Hauptblütezeit zur Sommersonnenwende anzeigen). **Hauptgattung:** *Heliotropium*.

Systematik und Phylogenie: Systematische Aspekte der Heliotropiaceae wurden von DIANE et al. (2002) und HILGER et DIANE (2003) untersucht. Die Familie ist nahe mit

den Boraginaceae verwandt, jedoch durch den Fruchtknotenbauplan hinreichend unterscheidbar.

Arten der zu den Boraginales gehörenden **Cordiaceae** sind in den Gewächshäusern zu finden.

Solanales, Nachtschattenartige Gewächse

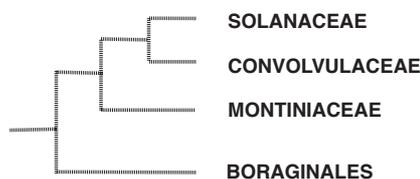


Abb. 330: Familien der Solanales und Verwandte: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms. Kompiliert und verändert nach RICE ET AL. (1997) unter Verwertung der Daten von CHASE et al. (1993).



Abb. 331: Bestand von *Nicotiana tabacum*, **Tabak**, im Revier der Solanales, Nachtschattenartige Gewächse, im System, TüBG. Orig. 1.7.2008.

Etwa 4000 Arten, verteilt auf 160 Gattungen und 5-6 Familien, werden zu den **Solanales** gestellt. Ihre Gesamtverbreitung ist weltweit. Hauptmerkmale sind: Gehölze und Kräuter mit Gefäßbündeln mit intraxylärem Phloem (bikollateral); Blätter einfach, meist ohne Stipeln, wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, meist 5-, selten 4zählig, tetrazyklisch

sympetal; überwiegend K(5) [C(5), A5], G(2) selten (5-3), oberständig, gefächert; meist fachspaltige Kapseln. **Familienauswahl:** Convolvulaceae, Cuscutaceae, Solanaceae.

Systematik und Phylogenie: Ordnung der Asteridae aus der näheren Verwandtschaft der Gentianales und Lamiales (SOLTIS et al. 2011, REFULIO-RODRÍGUEZ et OLMSTEAD 2014).

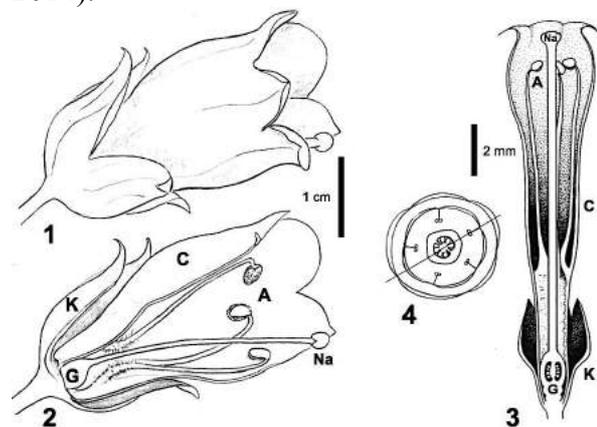


Abb. 332: Nachtschattengewächse, Solanaceae. 1, 2 Tollkirsche, *Atropa belladonna*, mit Seitenansicht und Längsschnitt einer Blüte. 3 Längsschnitt durch die Blüte des Hammerstrauches, *Cestrum* sp. Die Blüten sind radiärsymmetrisch und tetracyclisch sympetal. 4 im Diagramm ist die Schnittrichtung für die Figur 3 angegeben. Orig.

Solanaceae, Nachtschattengewächse (Abb. 330-333). Familie mit ca. 100 Gattungen und annähernd 2500 Arten von Kräutern, Sträuchern, Lianen und Bäumen, die insgesamt weltweit verbreitet sind; artenreichste Gebiete sind Mittel- und Südamerika. Pflan-

zen reich an Alkaloiden (Tropanalkaloide: Atropin, Hyoscyamin, Scopolamin, Schizanthine; Nicotin; Steroidalkaloide). Blätter verschiedenartig, ohne Nebenblätter, wechselständig, oft durch Verwachsen mit dem Stängel in der Insertion verschoben. Blüten zwittrig, meist 5zählig, radiär, selten schräg, tetrazyklisch sympetal; meist K(5) [C(5) A5] G(2); K oft (vergrößert) an der Frucht erhalten; C flach, glockig, bis röhrig; A mit C verwachsen, Antheren oft aneinanderliegend, aber nicht verbunden; G meist aus der Blütensymmetrieachse gedreht, oberständig, überwiegend 2fächerig, mit ∞ scheidewandständigen Samenanlagen. Meist Beerenfrucht, selten Kapsel oder Steinfrucht. Die Familie enthält weltwirtschaftlich außerordentlich wichtige und unentbehrliche Nutzpflanzen, sowie mehrere Zierarten. Der **Name** ist aus dem Lateinischen (solamen - Trost) hergeleitet; soll auf die beruhigende Wirkung einiger Solanaceen-Arten Bezug nehmen. **Gattungsauswahl:** *Atropa*, *Browallia*, *Brunfelsia*, *Capsicum*, *Cestrum*, *Cyphomandra*, *Datura*, *Duboisia*, *Hyoscyamus*, *Juanulloa*, *Lycium*, *Lycopersicon*, *Mandragora*, *Nicotiana*, *Nierembergia*, *Petunia*, *Physalis*, *Salpiglossis*, *Schizanthus*, *Scopolia*, *Solandra*, *Solanum*, *Withania*.



Abb. 333: Bestand von *Petunia axillaris*, **Petunie**, Solanaceae, im System, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Systematik und Phylogenie: Die Solanaceae sind die Schwesterfamilie der Convolvulaceae (Abb. 330). Stammesgeschichtliche Beziehungen der Unterfamilien der Solanaceae haben OLMSTEAD et PALMER (1992) untersucht. Die Gattungen der Familie wurden von HUNZIKER (2001) behandelt, ihre Phy-

logenie von MARTINS et BARKMAN (2005), OLMSTEAD et al. (2008), OLMSTEAD (2013) und SÄRKINEN et al. (2013) rekonstruiert.



Abb. 334: Windende *Quamoclit lobata*, **Sternwinde** (links), und *Ipomoea purpurea*, **Prunkwinde** (rechts), Convolvulaceae, im System, TüBG. Orig. 6.8.2007.

Convolvulaceae, Windengewächse

(Abb. 330, 334). Familie mit ca. 60 Gattungen und etwa 1900 Arten von krautigen, aber auch verholzenden, häufig windenden Pflanzen, die annähernd weltweit verbreitet sind, aber in den kalten Gebieten der Nordhemisphäre fehlen. Gefäßbündel mit intraxylärem Phloem (bikollateral). Viele Arten besitzen Milchröhren. Blätter einfach, meist ohne Stipeln, wechselständig. Blüten radiär, zwittrig, meist 5-, selten 4zählig, tetrazyklisch sympetal, mit ringförmigem und meist gelapptem Diskus; überwiegend K5 C(5), A5 mit der Kronröhre verwachsen, G(2) selten (5-3), oberständig, mit 2 freien oder teilweise verwachsenen Griffeln, gefächert, meist mit 2 achsenständigen bis subbasalen Samenanlagen; meist fachspaltige Kapseln. Die Familie enthält einige Nutz- und Zierpflanzen. Der **Name** ist aus dem Lateinischen hergeleitet (convolvere - umwinden); er bezieht sich auf die schlingenden Arten. **Gattungsauswahl:** *Argyreia*, *Calystegia*, *Convolvulus*, *Cressa*, *Evolvulus*, *Ipomoea*, *Jacquemontia*, *Merremia*, *Quamoclit*, *Rivea*.

Systematik und Phylogenie: Näher verwandt mit den Solanaceae (Abb. 330). Evolutionstrends in der Familie hat AUSTIN (1998) untersucht. Die Cuscutaceae können als eigenständige Familie gerechtfertigt und von den Convolvulaceae abgetrennt werden (STEFANOVIC et al. 2002). Eine phylogene-

tisch orientierte Systematik der Familie haben STEFANOVIC et al. (2003) vorgelegt.



Abb. 335: *Cuscuta europaea*, Teufelswurz, auf *Urtica dioica*, Brennnessel, parasitierend. System, TüBG. Orig. 11.7.03.

Cuscutaceae, Kleeseidengewächse (Abb. 335, 336). Familie mit einer Gattung, *Cuscuta*, und ca. 200 Arten von weitgehend chlorophyllfreien, wurzel- und blattlosen oder schuppigen, fadenförmigen, Suchbewegungen ausführenden und windenden Parasiten, mit annähernd weltweiter Verbreitung. Parasitieren mit Haustorien auf Blütenpflanzen. Blüten radiär, zwittrig, tetrazyklisch sympetal, K4-5 frei bis verwachsen, C(4-5) A4-5; G(2), oberständig, 2fächerig, mit 2

Samenanlagen pro Fach; Kapsel- oder Beerenfrucht. Mit einem italienischen Pflanzennamen benannt.

Systematik und Phylogenie: Den Convolvulaceen sehr nahe stehend und oft in diese eingliedert. Unterscheiden sich aber nicht nur durch ihre parasitische Lebensweise, extrem vereinfachte und weitgehend apochlorotische Sprosse, sondern auch durch das Fehlen des intraxylären Phloems. STEFANOVIC et COSTEA (2008), BRAUKMANN et al. (2013), GARCÍA et al. (2014) und COSTEA et al. (2015) haben die Gattung *Cuscuta* phylogenetisch analysiert.



Abb. 336: Blütenstände von *Cuscuta europaea*, Teufelswurz, im System, TüBG. Orig. 11.7.03.

Aquifoliales, Stechpalmenartige Gewächse

Die **Aquifoliales** enthalten 5 Familien mit 20 Gattungen und ca. 500 Arten von Bäumen und Sträuchern mit einer sehr zerstreuten, subkosmopolitischen Verbreitung.

Aquifoliaceae, Stechpalmengewächse (Abb. 337, 338). Familie mit einer Gattung, *Ilex*, und etwa 400 Arten von Bäumen und

Sträuchern, die in den Tropen und Subtropen, sowie den warmen Gebieten der gemäßigten Zonen verbreitet sind. Meist wechselständige, feste, lederige Blätter, oft mit hingefälligen Nebenblättern. Blüten klein, meist eingeschlechtig und dioecisch, seltener zwittrig; meist K4 C4 A4 G(3-∞); K oft becherig; C oft basal verwachsen und mit den isomeren,

episepalen Staubblättern verbunden; G gefächert, pro Fach meist mit 1 Samenanlage; meist auffällig gefärbte Steinfrucht; reich an Purin-Alkaloiden und Saponinen. **Benennung** mit einem antiken Pflanzennamen.



Abb. 337: Blütenstand von *Ilex aquifolium*, **Stechpalme**, Tübingen Hagelloch. Orig. 4.5.2014.



Abb. 338: Fruchtstand von *Ilex aquifolium*, **Stechpalme**, TüBG. Orig. 8.1.2005.

Systematik und Phylogenie: Nach molekularphylogenetischen Analysen in einer eigenen Ordnung, [Aquifoliales](#), zu den Asteridae

zu stellen (MORGAN et SOLTIS 1993). Die Molekularphylogenie und Biogeographie von *Ilex* haben CUÉNOUD et al. (2000) untersucht. SELBACH-SCHNADELBACH et al. (2010) benutzten das Plastidengenom für phylogenetische Analysen. Hybridisierungen von *Ilex*-Arten im Miozän wurden von MANEN et al. (2010) als wahrscheinlich erachtet.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 43 Aquifoliaceae.**

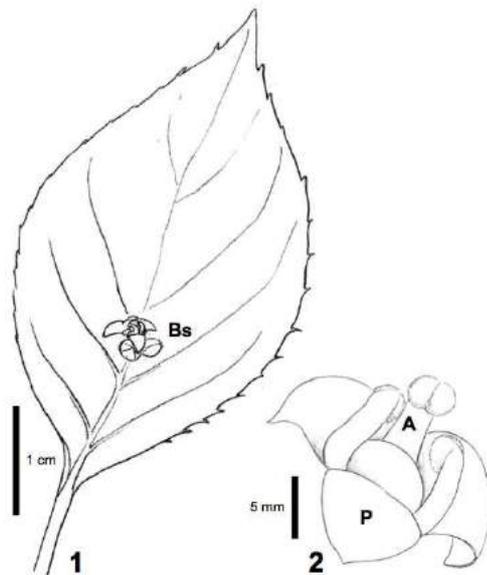


Abb. 339: *Helwingia japonica*, **Helwingiaceae**. 1 Blatt als Träger eines Teilblütenstandes (Bs). 2 männliche Blüte, A Staubblatt, P Blütenblatt. Orig.

Helwingiaceae

(Abb. 339). Familie mit einer Gattung, *Helwingia*, und drei ostasiatisch verbreiteten Arten. Sommergrüne Sträucher mit Ausläufern, wechselständigen Blättern mit fädigen Stipeln und blattbürtigen, kleinen, grünlichen, eingeschlechtigen und zweihäusig verteilten Blüten; Petalen und Stamina 3-5, Fruchtknoten 3-4fächerig; Steinfrüchte; nach dem deutschen Botaniker GEORG ANDREAS HELWING (1666-1748) benannt.

Systematik und Phylogenie: Die systematischen und evolutiven Aspekte der Blütenentwicklung und Embryologie wurden von AO et TOBE (2015) untersucht.

Apiales, Doldenblütlerartige Gewächse

In den **Apiales** werden in 7 Familien, ca. 500 Gattungen und etwa 5500 Arten zusammengefaßt, die insgesamt weltweit verbreitet sind. Hauptfamilien sind die kosmopolitischen Doldenblütler, Apiaceae (Umbelliferae), und die Efeugewächse, Araliaceae. Dagegen kommen die Klebsamengewächse, Pittosporaceae altweltlich-australisch, excl. Europa, vor. Hauptmerkmale sind: Geteilte Blätter mit Scheiden, Doldenblütenstände, intrastaminaler Diskus und unterständiger Fruchtknoten mit freien Griffeln.

Phylogenie: Die Apiales bilden mit den Dipsacales und Asterales ein Monophylum der Asteridae (Abb. 273). Nach molekularen Dendrogrammen ist deren Schwestergruppe die Aquifoliales (PLUNKETT et al. 1996).

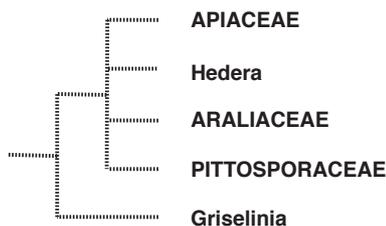


Abb. 340: Verwandte der Apiales: Graphische Darstellung eines Sequenzvergleiches des Plastidengenoms. Nach Daten von CHASE et al. (1993).



Abb. 341: Blüte von *Hedera helix*, Efeu, Araliaceae, Tübingen. Orig. 24.10.2015.

Araliaceae, Efeugewächse

(Abb. 340, 341). Familie mit ca. 40 Gattungen und 1500 Arten von Holzgewächsen, seltener Kräutern, die annähernd weltweit verbreitet sind. Blätter einfach oder zusammengesetzt, mit scheidiger Stielbasis. Blüten meist klein, 5-4-zählig, A meist 5, G unterständig, meist (5-2), selten 1; Trauben-, Köpfchen-, oder Doldenblütenstände. Reich an Polyinen und Triterpensaponinen. Mit einem franko-kanadischen **Namen**, Aralie, benannt. **Gattungsauswahl:** *Acanthopanax*, *Aralia*, *Cussonia*, *Fatsia*, *Hedera*, *Kalopanax*, *Oreopanax*, *Panax*, *Schefflera*, *Tetrapanax*.

Systematik und Phylogenie: Nächst verwandt mit den Apiaceae (PLUNKETT et al. 1997, 2004). Enthalten nach molekularen Phylogenien auch die Hydrocotyloideae, die traditionell den Umbelliferen zugeordnet wurden. Die verwandtschaftlichen Verhältnisse der Familie wurden von WEN et al. (2000), LOWRY et al. (2003) und PLUNKETT et al. (2004) untersucht.

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 54 Araliaceae.**

Apiaceae, Doldenblütler

(Abb. 340, 342, 343). Familie mit ca. 440 Gattungen und etwa 3800 Arten von Stauden und einjährigen Kräutern, sehr selten von Sträuchern oder baumartigen Pflanzen, die weltweit verbreitet sind, ihre Hauptvorkommen aber in den gemäßigten Breiten besitzen. Pflanzen mit Rhizomen oder Pfahlwurzeln, hohlen, gerillten und knotig verdickten Stängeln; reich an ätherischen Ölen (Nutzpflanzen), Polyinen (z.B. Aethusin, Cicutol, Cicutoxin, Oenanthotoxin) und Phytophotodermatitis hervorrufenden Furanocumarinen (z.B. Angelicin). Blätter fast ausschließlich zusammengesetzt, häufig mehrfach gefiedert, mit scheidigen Blattstielbasen. Blütenstände einfache oder zusammengesetzte Dolden (Abb. 95); Doldenstrahlen oft mit Tragblättern (Hülle und Hüllchen). Blüten

radiär bis zygomorph (gelegentlich bei Randblüten), zwittrig, mit polsterförmigem, epigynem Diskus (Griffelpolster); K5 oft stark reduziert; C5 Petalen oft apikal umgebogen; A5; G(2) unterständig, 2fächerig, mit je einer sich weiterentwickelnden Samenanlage, zweigriffelig. Die Samen verwachsen mit der Fruchtwand (Doppelachäne); bei Reife wird die Frucht in zwei Teilfrüchte (Merkarpien) gespalten und durch einen gabeligen Fruchträger (Karpophor) gehalten. Jede Teilfrucht mit 5 Hauptrippen und dazwischen liegenden Riefen mit Ölgängen. Wirtschaftlich wichtige Nutzpflanzenfamilie mit Gemüse- und Gewürzarten. Der **Name** ist aus dem Griechischen hergeleitet (ápex - Scheitel, Spitze); soll sich auf die Siegerkränze aus Sellerie (*Apium*) beziehen. Die Alternativbenennung Umbelliferae verweist auf die schirmartigen Doldenblütenstände (Lat.: umbella - Schirm, ferre - tragen).



Abb. 342: Blütenstand von *Foeniculum vulgare*, **Fenchel**, Apiaceae. Botanischer Garten Bonn. Orig. 26.8.2009.

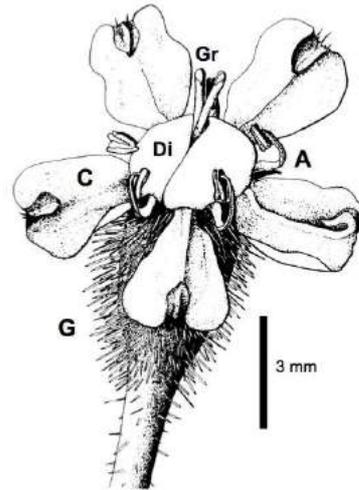


Abb. 343: Blüte vom Bärenklau, *Heracleum sphondylium*, **Doldenblütler**, Apiaceae. Der zweiblättrige Fruchtknoten (G) ist mit einem Diskus (Di, Griffelpolster) besetzt. Orig.

Gattungsauswahl: *Aegopodium*, *Aethusa*, *Ammi*, *Anethum*, *Angelica*, *Anthriscus*, *Apium*, *Astrantia*, *Astydamia*, *Athamanta*, *Azorella*, *Berula*, *Bunium*, *Bupleurum*, *Cachrys*, *Carum*, *Caucalis*, *Chaerophyllum*, *Cicuta*, *Conium*, *Coriandrum*, *Crithmum*, *Cryptotaenia*, *Cuminum*, *Daucus*, *Drusa*, *Eryngium*, *Falcaria*, *Ferula*, *Foeniculum*, *Hacquetia*, *Heracleum*, *Hladnikia*, *Imperatoria*, *Laserpitium*, *Levisticum*, *Ligusticum*, *Meum*, *Myrrhis*, *Oenanthe*, *Orlaya*, *Osmorhiza*, *Ottoa*, *Pastinaca*, *Petroselinum*, *Peucedanum*, *Pimpinella*, *Pleurospermum*, *Sanicula*, *Scandix*, *Selinum*, *Silaum*, *Sium*, *Smyrnum*, *Thapsia*, *Tordylium*, *Torilis*, *Trinia*, *Zizia*.

Systematik und Phylogenie: Die Phylogenie der Apiaceae wurde von PLUNKETT et al. (1996, 1997), DOWNIE et al. (2000), CHANDLER et PLUNKETT (2004) nach molekularen Analysen dargestellt.

Arten der zu den Apiales gehörenden **Pittosporaceae** (Abb. 340), Klebsamengewächse, sind in den Gewächshäusern zu finden.

Dipsacales, Kardenartige Gewächse

Zu den **Dipsacales** werden etwa 1000 Arten in ca. 50 Gattungen gerechnet, die insgesamt subkosmopolitisch verbreitet sind. Ihre Zuordnung zu Familien ist durch molekulare Analysen stark verändert worden. Hauptmerkmale der Ordnung sind: Blätter gegenständig; Blüten oft in Schirmrispen oder Köpfchen, sympetal, epigyn; G(2) synkarp, jedoch meist nur ein Fach mit fertiler Samenanlage.

Phylogenie: Die Dipsacales bilden mit den Apiales und Asterales ein Monophylum, deren Schwestergruppe die Aquifoliales sind (BACKLUND et BREMER 1997). Die molekular begründeten Monophyla (Familien) der Dipsacales weichen in Inhalt und Umfang drastisch von traditionellen Konzepten ab (BACKLUND et DONOGHUE 1996, BELL et DONOGHUE 2000, 2005, ZHANG et al. 2003, WINKWORTH et al. 2008a,b). Die folgenden Familien können, unabhängig von ihrer hierarchischen Einstufung, als Monophyla gelten: Adoxaceae (Moschuskrautgewächse), Caprifoliaceae (Geißblattgewächse), Diervillaceae (Buschgeißblattgewächse), Dipsacaceae (Kardengewächse), Linnaeaceae (Moosglöckchengewächse), Morinaceae (Kardendistelgewächse), Sambucaceae (Holundergewächse), Valerianaceae (Baldriangewächse). Alternativ werden zwei Familien, Adoxaceae und Caprifoliaceae vorgeschlagen, letztere als Sammelbecken für die oben genannten.

Adoxaceae, Moschuskrautgewächse

(Abb. 344). **Traditionell** Familie mit 3 Gattungen mit 3 krautigen, ausdauernden, rhizombildenden Arten, die in Eurasien und im westlichen und mittleren Nordamerika verbreitet sind. Blätter dreizählig bis dreischnittig, basal sowie ein gegenständiges Paar am Stängel. 5-(7) radiäre, zwittrige Blüten in einem endständigen, würfelförmigen Blütenstand. Endständige Blüte meist 4-zählig, seitliche Blüten meist 5-zählig. Petalen verwachsen, Antheren tief gespalten, Fruchtknoten halbunterständig, Steinfrucht mehrsamig.

Neuerdings Familie mit 5 Gattungen und 200 Arten, die gehäuft in der nördlichen Hemisphäre, den Anden und sporadisch auch in Afrika und Australien vorkommen. Blätter gegenständig, Blüten 5-4-zählig, Steinfrüchte. **Name** vom Griechischen (adoxos - unscheinbar) abgeleitet. **Gattungen:** *Adoxa*, *Sinadoxa*, *Tetradoxa*.

Systematik und Phylogenie: Im größeren Rahmen der Dipsacales wurden von DONOGHUE et al. (2001) besonders *Sinadoxa* und *Tetradoxa* berücksichtigt. Nach molekularen Analysen sind auch *Sambucus* (siehe Sambucaceae) und die artenreiche Gattung Schneeball, [Viburnum](#), früher Caprifoliaceae, in die Adoxaceae einzugliedern (CLEMENT et al. 2014).

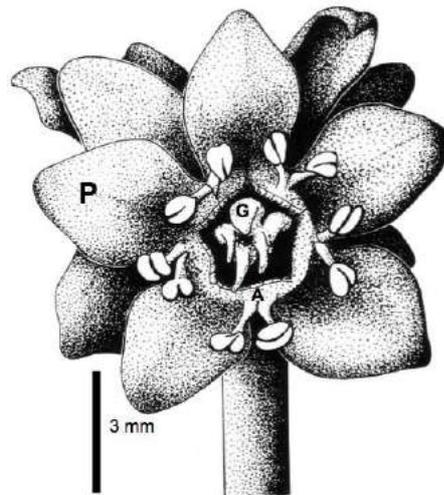


Abb. 344: Fünfzählige Seitenblüte aus dem würfelförmigen Blütenstand des Moschuskrautes, *Adoxa moschatellina*, **Moschuskrautgewächse**, Adoxaceae. Die terminale Blüte ist meist vierzählig. Orig.

Sambucaceae, Holundergewächse

(Abb. 345). Familie mit einer Gattung, *Sambucus*, und etwa 40 Arten von Sträuchern und kleinen Bäumen, seltener Stauden, die subkosmopolitisch (mit großen Lücken) verbreitet sind. Zweige mit vollem Mark. Blätter unpaarig gefiedert, gegenständig. Blüten 5-zählig, zwittrig, radiär; K(5) C(5) A5 G(5-3) unterständig, mit je 1 Samenanlage, Steinfrüchte. Mit giftigem *Sambucus ebulus*, Atich (toxische Bitterstoffe Ebulosid, Isos-

werosid), und eßbarem *Sambucus nigra*, Holunder. **Benennung** mit einem römischen Pflanzennamen (möglicherweise vom Griech. sámbyx - rot, herzuleiten).

Systematik und Phylogenie: Mit den Caprifoliaceae nah verwandte Familie und meist nicht von dieser getrennt; durch fiedrige Blätter und extrorse Antheren unterschieden. Nach molekularphylogenetischen Analysen mit *Viburnum* zu den Adoxaceae gehörend (Vgl. dort).



Abb. 345: Blütenstand von *Sambucus ebulus*, **Attich**, Bad Reichenhall. Orig. 30.7.2002.



Abb. 346: Blütenstand von *Weigela japonica*, **japanische Weigelie**, Diervillaceae, TüBG. Orig. 5.6.2006.

Diervillaceae, Buschgeißblattgewächse (Abb. 346). Wenn als eigenständige Familie angesehen, dann mit zwei Gattungen und etwa 20 Arten von Sträuchern mit ostasiati-

scher und ost-nordamerikanischer Verbreitung. Staubfäden behaart, Früchte geschnäbelt. **Gattungen:** *Diervilla*, *Weigela*.

Systematik und Phylogenie: Die Familie wurde von BACKLUND et PYCK (1998) vorgeschlagen, die Phylogenie von *Diervilla* und *Weigela* von KIM et KIM (1999) analysiert.



Abb. 347: Blüten- und Fruchtstand von *Leycesteria formosa*, **schöne Leycesterie**, Caprifoliaceae, TüBG. Orig. 6.10.2002.

Caprifoliaceae, Geißblattgewächse

(Abb. 347). **Traditionell** Familie mit 5 Gattungen und etwa 220 Arten von Sträuchern, selten Stauden, Lianen und kleinen Bäumen, die subkosmopolitisch verbreitet sind. Schwerpunkt der Verbreitung in der nördlich gemäßigten Zone, besonders in Nordamerika und Ostasien. Blätter einfach bis gefiedert, ohne Nebenblätter, gegenständig. Blüten meist 5-, selten 4-zählig, zwittrig, radiär bis zygomorph; K meist winzig, zahnartig; C verwachsenblättrig, unterschiedlich geformt, mit kurzer oder langer Röhre, 5lippigem bis 2lippigem Kronsaum; A isomer, auf Lücke zu den Kronblattzipfeln, mit Krone verwachsen; G(8-2) unterständig, 1-5fächerig, mit ∞ -1 Samenanlagen. Beeren, Kapseln oder

Steinfrüchte. Reich an Saponinen. Die Giftigkeit der Früchte ist meist nicht belegt und zweifelhaft. Wichtige Familie von Ziersträuchern. **Erweitertes Familienkonzept** mit ca. 40 Gattungen und etwa 900 Arten, die auch die hier unterschiedenen Diervilleaceae, Dipsacaceae, Linnaeaceae, Morinaceae und Valerianaceae enthalten. **Name** aus dem Lateinischen abgeleitet (caprifolius - Geißblatt). **Gattungen:** *Heptacodium*, *Symphoricarpus*, *Leycesteria*, *Lonicera*, *Triostemum*. **Phylogenie:** Basierend auf molekularphylogenetischen Befunden hat die Untergliederung der Dipsacales in Monophyla zu einer erheblichen Veränderung der Familienabgrenzungen und Gattungszuordnungen geführt (siehe oben und nachfolgend; PYCK et al. 1999, THEIS et al. 2008).

Vgl. **Teil 3 Arboretum, 69 Caprifoliaceae.**



Abb. 348: Bestand von *Linnaea borealis*, **Moosglöckchen**, Kanada, Squamish, Diamond Park. Orig. 18.8.1994.

Linnaeaceae, Moosglöckchengewächse (Abb. 348, 349). Familie mit niederliegenden und aufrechten Sträuchern. **Gattungsauswahl:** *Abelia*, *Dipelta*, *Kolkwitzia*, *Linnaea*. **Systematik und Phylogenie:** Die Familie wurde von BACKLUND et PYCK (1998) vorgeschlagen. Phylogenetisch und morphologisch wurde die Gruppe von LANDREIN et al. (2012) und WANG et al. (2015) untersucht.



Abb. 349: Teilblütenstand von *Kolkwitzia amabilis*, **liebliche Kolkwitzie**, Linnaeaceae, TüBG. Orig. 26.5.2002.

Morinaceae, Kardendistelgewächse (Abb. 350). Familie mit 1-3 Gattungen und 13 Arten von Stauden, die von China über den Himalaja bis zum Balkan verbreitet sind. Blätter gegenständig bis quirlig und zumeist stachelig; Blüten zygomorph, in blattachselselständigen Quirlen; Außenkelche aus 4 verwachsenen Hochblättern, die auch die Früchte mit den Kelchen einschließen; A 4, fertil oder 2 Staminodien; G(3) unterständig, einfächerig, mit 1 Samenanlage. **Gattungen:** (*Acanthocalyx*, *Cryptothladia*), *Morina*. **Systematik und Phylogenie:** Die alte Familie Morinaceae wurde meist zu den Dipsacaceae gestellt. *Morina* ist aber morphologisch (BLACKMORE et CANNON 1983, CANNON et CANNON 1984) und molekular von den Kardengewächsen trennbar und kann als Vertreter einer eigenen Familie angesehen werden (BELL et DONOGHUE 2003).



Abb. 350: Blütenstand von *Morina longifolia*, **Kardendistel**, TüBG. Orig. 21.6.2003.



Abb. 351: Blütenstände von *Dipsacus sylvestris*, wilde Karde, TüBG. Orig. 8.7.2003.

Dipsacaceae, Kardengewächse

(Abb. 351). Familie mit 11 Gattungen und ca. 300 Arten von einjährigen und ausdauernden Kräutern oder Sträuchern, die in Afrika, Europa und Asien verbreitet sind und in der neuen Welt fehlen. Blätter nebenblattlos, gegenständig oder quirlig. Blüte oberständig, mit Außenkelch, K(4-5) C(4-5) A2-4 G(2) unterständig, einkammerig, eingriffelig, einsamig. Der **Name** leitet sich von der griechischen Bezeichnung für Durst, *dipsa*, her; er bezieht sich auf die tütenförmigen Blattbasen einiger Arten, in denen sich Wasser sammelt. **Gattungsauswahl:** *Cephalaria*, *Dipsacus*, *Knautia*, *Pterocephalus*, *Scabiosa*, *Simenia*, *Succisa*, *Succisella*.

Phylogenie: Monophylum der Dipsacales, das von CARLSON et al. (2009) analysiert wurde.

Valerianaceae, Baldriangewächse

(Abb. 351). Familie mit 17 Gattungen und ca. 300 krautigen, seltener strauchigen Arten, die subkosmopolitisch verbreitet sind, aber im zentralen Afrika, in Australien und Neuseeland, sowie in den nördlichsten Gebieten

Asiens und Nordamerikas fehlen. Blätter gegenständig, ungeteilt bis meist fiederschnittig, ohne Stipeln. Blüten meist zwittrig, zygomorph. K(5) während der Blüte unscheinbar, an der Frucht oft stark differenziert, z.B. federig oder blasig ausgebildet. C(5) meist mit langer Röhre, gelegentlich auch gespornt. A4 (*Patrinia*, *Nardostachys*), 3 (*Valeriana*), 2 (*Fedia*), 1 (*Centranthus*). G(3) unterständig, einfächerig, mit einer hängenden Samenanlage; Achänenfrucht. Einige Arten als Nutz-(Feldsalat, Baldrian) und Zierpflanzen (*Centranthus*) verwendet. **Name** vom Lateinischen (*valere* - stark sein) abgeleitet. **Gattungsauswahl:** *Centranthus*, *Fedia*, *Patrinia*, *Valeriana*, *Valerianella*.



Abb. 352: Blütenstand von *Centranthus ruber*, Spornblume, Valerianaceae, im System, TüBG. Orig. 20.12.2006.

Phylogenie: Molekular begründete Phylogenien der Valerianaceae haben BELL (2004), BELL et al. (2004) und HIDALGO et al. (2004) erstellt.

Asterales, Asternartige Gewächse

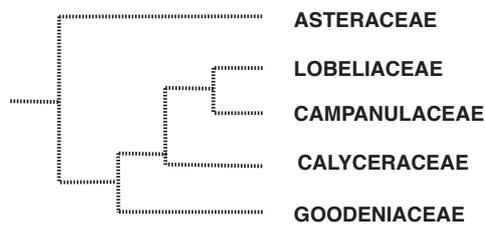


Abb. 353: **Asterales**: Dendrogramm nach Sequenzen des Plastidengenoms (CHASE et al. 1993).

Ordnung der Asteridae, deren Vertreter durch häufiges Auftreten von Polyine und Inulin ausgezeichnet sind. **Familienauswahl**: Asteraceae, Calyceraceae, Campanulaceae, Goodeniaceae, Lobeliaceae, Menyanthaceae, Stylidiaceae. **Phylogenie**: Die Asterales bilden zusammen mit den Dipsacales und Apiales ein Monophylum, dessen Schwestergruppe die Aquifoliales ist (Abb. 19).

Mit ca. 27.000 kosmopolitischen Arten in etwa 1700 Gattungen und 11 Familien sind die **Körbchenblütlerartigen**, Asterales (Abb. 353), eine der umfangreichsten Ordnungen der Bedecktsamer.



Abb. 354: Blüte von *Platycodon grandiflorum*, **Balloonblume**, Campanulaceae, TüBG. Orig. 8.7.2002.

Campanulaceae, Glockenblumengewächse (Abb. 353, 354). Familie mit 35 Gattungen und ca. 600 Arten von Kräutern, seltener Sträuchern, die subkosmopolitisch, mit Aus-

nahme großer Teile des tropischen Afrikas, verbreitet sind. Blätter meist einfach und ohne Stipeln. Blüte meist auffällig und strahlig, 5-zählig, mit einem Staubblattkreis; Staubblätter nicht miteinander verwachsen; Fruchtknoten überwiegend unterständig, meist Kapselselfrucht. Alkaloide fehlen. Der Name leitet sich vom Lateinischen campanula - Glöckchen, her. **Gattungsauswahl**: *Adenophora*, *Asyneuma*, *Campanula*, *Canarina*, *Codonopsis*, *Cyananthus*, *Edraianthus*, *Jasione*, *Legousia*, *Michauxia*, *Musschia*, *Nesocodon*, *Physoplexis*, *Phyteuma*, *Platycodon*, *Symphyandra*, *Wahlenbergia*.

Systematik und Phylogenie: Obige Familienumgrenzung ist im engen Sinn. Häufig werden auch die Lobeliaceae in die Campanulaceae einbezogen.



Abb. 355: Blütenstand von *Lobelia siphilitica*, **blaue Kardinals-Lobelia**, im System von TüBG. Orig. 15.10.2005.

Lobeliaceae, Lobeliengewächse

(Abb. 353, 355). Familie mit ca. 30 Gattungen und etwa 1200 Arten von Gehölzen, Sukkulente, ausdauernden und einjährigen Kräutern, die subkosmopolitisch, aber besonders reich neuweltlich verbreitet sind. Blätter alternierend, einfach und ohne Stipeln. Blüten stark zygomorph und resupiniert, Antheren verwachsen. Giftige Piperidin-Alkaloide (Lobelin) und Chelidonsäure vorhanden. Nach dem flandrischen Botaniker MATHIAS DE L'OBEL (1538-1616) benannt. **Gattungsaus-**

wahl: *Centropogon*, *Hippobroma*, *Hypsela*, *Laurentia*, *Lobelia*, *Siphocampylus*, *Pratia*.

Systematik und Phylogenie: Den Ursprung der Lobeliaceae nahmen KNOX et al. (2006) für Südafrika an. Von KNOX et al. (2008) wurden die südamerikanischen Vertreter der Familie behandelt.



Abb. 356: Blütenstand von *Styliidium adnatum*, Schusspflanze, im System, TüBG. Orig. 1.7.1980.

Stylidiaceae, Säulenblumen

(Abb. 356). Familie mit 5 Gattungen und ca. 170 Arten einjähriger und ausdauernder Kräuter, sowie wenigen Sträuchern, die in Australien, Neuseeland, dem südlichen SO-Asien, Südindien, und dem südlichsten Südamerika verbreitet sind. Blätter einfach, ohne Stipeln, alternierend oder in basaler Rosette. Blüte mit 2, seltener 3 Stamina, die mit dem Griffel zu einer Säule verbunden sind; auf diese Besonderheit bezieht sich der aus dem Griechischen abgeleitete Name (stylos - Griffel, Säule, eidos - Gestalt). G(2) unterständig, unvollständig gefächert oder einkammerig, mit vielen Samenanlagen. Einige Arten werden als Zierpflanzen kultiviert. **Gattungen:** *Forstera*, *Levenhookia*, *Oreostylidium*, *Phyllachne*, *Styliidium*.

Systematik und Phylogenie: Die Pollenmorphologie ähnelt derjenigen der Campanulaceae. Inulinspeicherung spricht ebenfalls für eine Stellung innerhalb der Asterales; diese ist jedoch nicht gesichert. *Donatia* wird in eine eigene Familie, Donatiaceae, gestellt. Die Gattungsphylogenie wurde von LAURENT et

al. (1999) analysiert und die Familie von CAROLIN (2006) dargestellt.

Menyanthaceae, Fieberkleegevächse

(Abb. 357). Familie mit 5 Gattungen und 40 Arten krautiger Sumpf- und Wasserpflanzen, die annähernd kosmopolitisch verbreitet sind. Blätter einfach bis dreiteilig, mit Scheiden, ohne Stipeln. Blüten radiär, zwittrig, 5zählig, tetrazyklisch sympetal, basal mit Diskusstrukturen; A5 mit der Kronröhre verwachsen, Antheren meist pfeilförmig; G(2) ober- bis mittelständig, einfächerig, eingriffelig mit zweilappiger Narbe mit vielen Samenanlagen an parietalen Plazenten; Kapsel Früchte. Mit einem griechischen Pflanzennamen benannt.

Gattungen: *Liparophyllum*, *Menyanthes*, *Nephrophyllidium*, *Nymphoides*, *Villarsia*.

Systematik und Phylogenie: Die Gattungen werden auch in den Gentianaceae geführt. Sie unterscheiden sich von typischen Gentianales aber erheblich dadurch, dass die Blätter wechselständig stehen, intraxyläres Phloem fehlt, die Kronen nicht contort und die Fruchtknoten nicht gefächert sind. Die Stellung innerhalb der Polemoniales ist ebenfalls nicht befriedigend. Blütenentwicklung und Systematik der Menyanthaceae hat ERBAR (1997) dargestellt. Die Familie wurde von KADEREIT (2007) behandelt. Eine phylogenetische Analyse der Gattungen haben TIPPERY et al. (2008) durchgeführt.



Abb. 357: Blütenstand von *Menyanthes trifoliata*, Fieberklee, TüBG. Orig. 22.4.2002.



Abb. 358: Revier der Körbchenblütler, Asteraceae, im System, TüBG. Orig. 1.7.2008.



Abb. 359: Bestand von *Gaillardia aristata*, **Kokardenblume**, Asteraceae. System, TüBG. Orig. 1.7.2008.

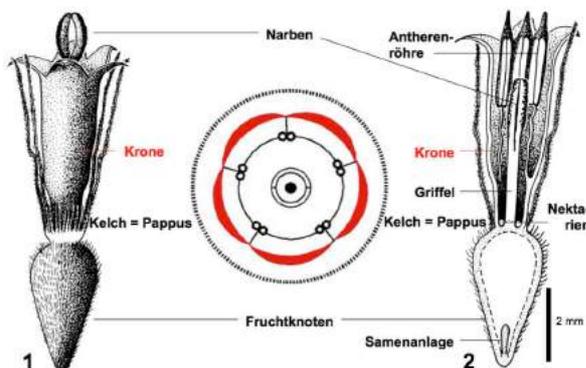


Abb. 360: Röhrenblüten der Alpenaster, *Aster alpinus*, Körbchenblütler, Asterales. 1 Seitenansicht, 2 Blütenlängsschnitt, dazwischen das Blütendiagramm. Der Kelch ist zu einem Borstenkranz, Pappus, umgewandelt. Orig.

Asteraceae, Körbchenblütler

(Abb. 353, 358-360). Familie mit 1600 Gattungen und etwa 24.000, meist krautigen, sel-

tener holzigen Arten, die insgesamt weltweit verbreitet sind. Blätter wechsel-/gegenständig, selten quirlig, ohne Nebenblätter. Blüten röhren- und/oder zungenförmig; K reduziert oder strahlig (= Pappus als Fruchtverbreitungsorgan in vielfältiger Ausbildung); [C(5) A(5)] G(2); Antheren seitlich miteinander verwachsen, röhrig den Griffel umgebend; G unterständig, Sa 1, mit der Fruchtwand verwachsen (Achäne). Oft Blütendimorphismen als Kompensation des Verlustes der Schauwirkung der kleinen Blüten: Randliche Zungenblüten, röhrige Scheibenblüten. Grundeinheit des Blütenstandes meist ein Körbchen/Köpfchen (Abb. 95). Diese nicht selten zu komplexen Infloreszenzen zusammengelagert (z.B. *Leontopodium*, Edelweiß). Häufig Inulin (Fructan) als Reservekohlenhydrat, Fettsäuren in öligen Samen, bitter schmeckende Sesquiterpenlactone überwiegend in Blättern, pentacyklische Triterpenalkohole, Kaffeesäureester in Blättern, methylierte Flavonoide in Blättern und Blüten. Bei vielen Compositen finden sich auch Polyine, ätherische Öle, Pyrrolizidin-Alkaloide und Cumarine. Der Name Compositae leitet sich von der lateinischen Bezeichnung für zusammengesetzt (compositus), ab und bezieht sich auf den Blütenstand als "Scheinblüte". Die Benennung Asteraceae nimmt Bezug auf die sternartige Form vieler Körbchenblütenstände, insbesondere jener der Asten (Griech. *astér*, *asterós* - Stern). **Gattungsauswahl:** *Achillea*, *Antennaria*, *Anthemis*, *Arnica*, *Artemisia*, *Aster*, *Calendula*, *Carduus*, *Carthamus*, *Centaurea*, *Chrysanthemum*, *Cichorium*, *Cirsium*, *Crepis*, *Cynara*, *Dahlia*, *Erigeron*, *Espeletia*, *Eupatorium*, *Gaillardia*, *Gazania*, *Gerbera*, *Helianthus*, *Hieracium*, *Inula*, *Lactuca*, *Leontodon*, *Leontopodium*, *Leucanthemum*, *Matricaria*, *Mutisia*, *Rudbeckia*, *Saussurea*, *Scorzonera*, *Senecio*, *Serratula*, *Silybum*, *Solidago*, *Tagetes*, *Tanacetum*, *Taraxacum*, *Zinnia*. **Systematik und Phylogenie:** Die Phylogenie und Merkmalsevolution der Asteraceae haben JANSEN et al. (1991) und LUNDBERG et BREMER (2003), ihre verwandtschaftlichen Beziehungen untereinander MICHAELS et al. (1993), GUSTAFSSON (1996), PANERO et FUNK (2002, 2008), LUNDBERG (2009), VALLÈS et al. (2013) und PANERO et al. (2014) untersucht.

Den räumlichen und zeitlichen Ursprung der Familie diskutierten DEVORE et STUESSY (1995), TORICES (2010) und SWENSON et al. (2012). Dabei wurde ihre Monophylie wiederholt bestätigt.

Siehe Anhänge **Fam. Körbchenblütler Asteraceae 1, 2.**
Vgl. **Teil 3 Arboretum, 70 Asteraceae**

Glossar

Acetylcholin – Ester der Essigsäure und des Cholins.

Achäne – einsamige Schließfrucht, die zur Samenverbreitung dient, z.B. Körbchenblütler (Abb. 360).

Adventivwurzeln – sproßbürtige Wurzeln.

Ährchen – Teilblütenstand, besonders bei Gräsern verwendet.

Alkaloide – vorwiegend in Pflanzen auftretende basische, bioaktive und von Aminosäuren abgeleitete Naturstoffe mit mindestens einem heterocyclischen Stickstoffatom.

Allorhizie – die Hauptwurzel entwickelt sich stärker als die Seitenwurzeln; Gegensatz: Homorhizie.

Allylsenföhl – bei der Hydrolyse des Glucosids Sinigrin wird Allylithiocyanat (Allylsenföhl) gebildet. Es ist verantwortlich für den scharfen Geschmack und den Geruch von Kreuzblütlern und Lauchgewächsen. Siehe Senföglycoside.

Amaryllidaceen-Alkaloide – mehrere, für Narzissengewächse typische Alkaloide.

Ameisensäure – einfachste Carbonsäure (Methansäure).

anatrope Samenanlage – Samenanlage, die um 180° gedreht ist, also nicht aufrecht steht.

Androeceum – Gesamtheit der Staubblätter.

Androgynophor – Staubfäden mit dem Fruchtknotenstiel zu einer Einheit verwachsen.

anemogam – durch den Wind bestäubt.

Angiospermen – Bedecktsamer.

Annuelle – einjährige Pflanzen.

Anthere – Staubbeutel.

Anthocyane – wasserlösliche Pflanzenfarbstoffe, die in Vakuolen des Cytoplasmas der meisten höheren Pflanzen vorkommen. Sie sind u.a. in der Lage, UV-Strahlung zu absorbieren.

Anthocyanidine – kationische Farbträger der Anthocyane, die eng mit den Flavonoiden verwandt sind.

Anthrachinon – durch Oxidation von Anthracen entsteht z.B. Anthrachinon, das eine Mittelstellung zwischen Chinonen und Diketonen einnimmt. Entsteht in Pflanzen durch Zyklisierung eines (postulierten) Polyketo-Intermediates.

Anthrachinonderivate – vom Anthrachinon abgeleitete Verbindungen, wie Hypericin, das im Johanniskraut enthalten ist.

Anthra-Glycoside – organische Verbindungen, bei denen ein Anthracenderivat mit einem Zucker (Glycon) verbunden ist.

Apertur – Keimöffnung des Pollens.

apetal – Blüte ohne Kronblätter.

apocarp, apokarp – Fruchtblätter einer Blüte nicht miteinander verwachsen; Gegensatz: coenocarp, mit verwachsenen Fruchtblättern.

apochlorotisch – nach Verlust von Chlorophyll nicht mehr photoautotroph. Bei verschiedenen Verwandtschaften der grünen Pflanzen mehrfach unabhängig entstanden.

apopetal – durch Verlust der Kronblätter sekundär ohne Blütenkrone.

aporat – Pollen ohne Keimporen; inaperturat – ohne Keimöffnungen.

arbuskulär – bäumchenartig verzweigte Hyphen in Wirtszellen; charakteristisch für einen danach benannten Mykorrhizierungstyp, „arbuskuläre Mykorrhiza“, meist als AMF abgekürzt (F für Pilz = fungus).

Areolen – mit Dornen bewehrte Kurztriebe der Kakteen und Didiereaceae.

Arillus – fleischiges Gewebe umgibt den Samen.

asepal – Blüte ohne Kelchblätter.

Assimilation – im allgemeine Sinne die Aufnahme und der Einbau von Stoffen in einen Organismus. Ein wichtiges Beispiel ist die Kohlenstoff-Assimilation: Kohlenstoffdioxid, CO₂, wird mit Hilfe von Sonnenlicht als Energielieferant in Kohlenhydrate verwandelt.

atrop – Samenanlage gerade auf ihrem Stiel (Funiculus) sitzend.

Außenkelch – kelchartige Hochblätter außerhalb des Kelches einer Blüte.

autotrophe Pflanzen – verkürzte Ausdrucksweise für photoautotrophe Pflanzen; diese besitzen Blattgrün und können assimilieren. Gegensatz: heterotroph.

Axillarstipel – Nebenblätter in medianer Stellung zum Blattstiel, können miteinander verwachsen.

Balg(frucht) – Fruchtblatt meist trockenwandig, nicht mit anderen Fruchtblättern verwachsen, enthält mehrere Samen.

basale phylogenetische Stellung – in der Stammesgeschichte früh entstanden.

basigyn – im unteren Teil des Fruchtknotens.

Beere – Fruchtknotenwand bei Samenreife fleischig und häufig saftig, z.B. Johannisbeere, Kiwi, Tomate, Zitrusfrüchte.

Benzochinon – einfachster Vertreter der ortho- bzw. para-Chinone; siehe Chinone.

Benzylisochinolin-Alkaloide – vom Isochinolin abgeleitete Alkaloide; siehe Isochinolin.

β-Carbolin-Alkaloide – Gruppenbezeichnung für Pyridoindole. Je nach Stellung des Stickstoffs im Pyridin-Ring unterscheidet man α-, β-, γ- und δ-Carboline. β-Carboline bilden das Grundgerüst für die β-Carbolin-Alkaloide (z.B. Harmin), die auch zu den Indol-Alkaloiden gerechnet werden können.

Betalaine – stickstoffhaltige chemische Verbindungen, die in der Nelkenverwandtschaft und bei einigen Blätterpilzen, z.B. dem Fliegenpilz, *Amanita muscaria*, vorkommen. **Betacyanine** sind purpurn gefärbt, wie bei der roten Bete, *Beta vulgaris* var. *conditiva*, **Betaxanthine** sind gelb, wie bei verschiedenen Rüben, *Beta* spp.

bikollaterales Phloem – Siebteile auf beiden Seiten des Holzteiles (Xylem) von Leitbündeln.

bitegmisch – die Samenanlage hat zwei Hüllen (Gegensatz: unitegmisch).

Bitterstoffe – bitter schmeckende Verbindungen pflanzlichen Ursprungs von Alkaloiden, Isoprenoiden und Glycosiden.

blattbürtig – aus den Blättern auswachsend.

Blütenboden – basaler Teil der Blüte, aus dem die Blütenorgane entspringen.

Bufadienolide – bei verschiedenen Eukaryonten (Hyacinthengewächse, Hahnenfüße, auch bei Kröten) vorkommende Gruppe von herzwirksamen Steroiden.

Calciumoxalat – Calciumsalz der Oxalsäure (einfachste Dicarbonsäure).

Campher – Keton eines bicyclischen Monoterpens.

Cannabinoide – Sammelbezeichnung für aus Hanf, *Cannabis sativa*, gewonnene Inhaltsstoffe und deren synthetische Derivate. Sie haben psychotrope Wirkungen, können aber auch als Palliativa und therapeutisch eingesetzt werden.

Cardenolide – bei verschiedenen Pflanzen vorkommende Gruppe von Steroiden, die, wie ihre Glykoside, meist herzwirksam sind.

Chelidonsäure – Dicarbonsäure mit Pyrangerüst.

Chinolizidin-Alkaloide – vom Chinolizidin abgeleitete Alkaloide.

Chinone, chinoide Verbindungen – können als Oxidationsprodukte von Aromaten und Phenolen aufgefaßt werden, z.B. para-Chinon (1,4-Benzochinon).

choricarp, chorikarp – mit freien Fruchtblättern.

choripetal – Blüte mit freien, nicht verwachsenen Kronblättern. Gegensatz: sympetal.

coenocarp, coenokarp – Fruchtblätter einer Blüte miteinander verwachsen; Gegensatz: apocarp, Fruchtblätter nicht miteinander verwachsen.

contort – Kronzipfel in der Knospe gedreht und deckend.

corollinisch – kronblattartig.

crassinucellat – mit dickem Nucellus, in dem mehrere Zellen den Embryosack umgeben.

Crassulaceen-Säure-Stoffwechsel, CAM (Crassulaceae acid metabolism) – Spaltöffnungen sind zum Transpirationsschutz tagsüber geschlossen und nachts zur CO₂-Aufnahme geöffnet. CO₂ wird als Äpfelsäure in Vakuolen gespeichert und für die Assimilation wieder verfügbar. Bei vielen sukkulenten Pflanzen verbreitet.

Cumarine – sekundäre Pflanzenstoffe, die das Cumaringerüst enthalten. Heuduft wird bewirkt durch das frei gesetzte Cumarin des Ruchgrases, *Anthoxanthum odoratum*.

Cupula – becherförmig ausgebildete Blütenachse.

cyanogenes Glycosid – Glycosid mit Nitrilgruppe, -CN, das bei enzymatischer Spaltung als giftiger Cyanwasserstoff, Blausäure HCN, freigesetzt wird.

Cyathium – Teilblütenstand der Wolfsmilch; siehe Abb. 180: 2, 3.

Cyclopeptid-Alkaloide – ringförmig verbundene Aminosäuren z.B. mit antibiotischer Wirkung.

Cystolithen – Zellwandverdickungen mit Calciumcarbonat-Einlagerungen.

Deckspelze – Tragblättchen einer Grasblüte.

Dendrogramm – Stammbaum.

dichasial – der primäre Sproß wird bei Verzweigung durch Seitenäste übergipfelt; charakteristisch für Nelkengewächse, Caryophyllaceae.

dicotyl – Keimling mit zwei Keimblättern; Gegensatz: monocotyl, mit einem Keimblatt.

Digitaloide – Herzglykoside mit *Digitalis*-ähnlicher Wirkung.

dimorph, Dimorphismus – zweigestaltig, Zweigestaltigkeit.

dioecisch – zweihäusig: eingeschlechtige Blüten kommen auf verschiedenen Pflanzen vor.

diploid – Zellkern mit zwei Chromosomensätzen. Gegensatz: haploid.

diplostemon – Blüte mit zwei Staubblattkreisen. Gegensätze: haplostemon, obdiplostemon.

disjunkte Verbreitung – Verbreitung in Teilarealen, die voneinander getrennt sind.

Diskus – meist wulstartig angeschwollene Gewebe der Blüten, die Nektar absondern.

distich – zweireihig.

dithezisch – Staubblatt mit zwei Staubbeuteln; vgl. monothezisch.

Diterpenoid-Alkaloide – aus dem Terpen-Stoffwechsel abgeleitete Alkaloide, z.B. Aconitin, Colchicin.

DNA – deoxyribonucleic acid; Desoxyribonucleinsäure, Träger der Erbinformation.

Doppelachäne – zwei Achänen, die bei Samenreife getrennt werden, wie sie bei Doldenblütlern vorkommen.

Dornen – zugespitzte Organe, durch Umwandlung aus Blättern und Sprossen entstanden. Vgl. Stachel.

Dulcit – Zuckeralkohol der Galaktose (Galaktit).

eingeschlechtig – Blüten haben entweder nur Staubblätter oder nur Fruchtblätter.

einhäusig – eingeschlechtige Blüten kommen auf einer Pflanze vor (monoecisch).

Ektomykorrhiza, ektomykorrhiziert – Wurzeln obligat mit Pilzen vergesellschaftet, die auch einen Hyphenmantel um Feinwurzeln bilden.

Elaiosom – fleischiger, fetthaltiger Körper, an Samen anhaftend; Samenverbreitung durch Ameisen, in den Tropen auch durch Vögel. Ameisenverbreitung z.B. bei *Chelidonium* (Schöllkraut), *Corydalis* (Lerchensporn), *Hyacinthus*, *Viola* (Veilchen).

Ellagitannine – von der Gallussäure abgeleitete Gerbstoffe.

Ellagsäure – Lacton, das aus zwei Einheiten Gallussäure gebildet wird (3,4,5-Trihydroxybenzoesäure). Ellag rückwärts gelesen = Galle.

Endosperm – Nährgewebe für den Embryo, das bei den meisten Bedecktsamern durch die Befruchtung der „Polkerne“ im Embryosack hervorgeht und triploid ist.

Endotesta – innere Schicht der Samenschale; vgl. Exotesta.

endotrophe Mykorrhizierung – Pilzellen dringen in Pflanzenzellen ein; charakteristisch für Orchideen.

entomophil – Insekten überwiegend für die Bestäubung zuständig.

Epidermis – Abschlußgewebe nach außen.

epigyn – auf dem Fruchtknoten, z.B. ein Diskus oder übrige Blütenorgane; der Fruchtknoten ist dabei unterständig; Gegensatz: hypogyn.

epipetal – die Staubblätter (A) stehen vor den Kronblättern (C), d.h. auf dem (gedachten) Radius, der zentral durch das Kronblatt zum Blütenmittelpunkt verläuft.

episepal – die Staubblätter (A) stehen vor den Kelchblättern (K), d.h. auf dem (gedachten) Radius, der zentral durch das Kelchblatt zum Blütenmittelpunkt verläuft.

Epiphyt – Pflanze, die auf einer anderen wächst, ohne sie zu parasitieren.

Erucasäure – einfach ungesättigte Fettsäure, $C_{22}H_{42}O_2$, als Glycerinester der Fette in Samen der Kreuzblütler-Verwandtschaft weit verbreitet.

etherische Öle – komplizierte Gemische von teilweise leicht flüchtigen organischen Verbindungen. Die Mehrzahl der geruchsbestimmenden Bestandteile gehört zu den Terpenen.

Exotesta – äußere Schicht der Samenschale; vgl. Endotesta.

extrastaminal – Diskus außerhalb der Staubblätter ausgebildet. Gegensatz: intrastaminal.

extrorse Antheren – Staubbeutel am Staubfaden von der Blütenmitte abgewendet. Gegensatz: intrors.

Filament – Staubfaden.

Flavonoide – sekundäre Pflanzenstoffe, die sich vom Flavan ableiten.

Fructane – wasserlösliche Oligo- und Polysaccharide mit 10-40 D-Fructose-Einheiten.

Furanocumarine – enthalten als Grundeinheit Furan mit Cumarin gekoppelt, z.B. Psoralen.

Gallussäure – 3,4,5-Trihydroxybenzoesäure.

Gametangien – Organe, in denen Geschlechtszellen gebildet werden.

Gameten – Geschlechtszellen.

Gefäße – spezialisierte Leitungsbahnen zum Transport von Wasser und Assimilaten.

genagelt – Kronblatt mit einer nagelartig verschmälerten Basis.

Genom – Gesamtheit der Erbsubstanz.

Gentiopikrine – Bitterstoffe der Gentianales.

Gerbstoffe – chemische Verbindungen pflanzlichen Ursprungs, Tannine, die zur Umwandlung von Tierhäuten in Leder dienen.

Glochiden – leicht abbrechende Dornen mit Widerhaken bei Kakteen.

Glukosinolate – Senfölglykoside, die nach enzymatischer Hydrolyse Isothiocyanate liefern.

Glykoside – organische Verbindungen, bei denen ein Alkohol mit einem Zucker (Glykon) verbunden ist.

Griffel – oberer Teil des Fruchtknotens, der die Narbe trägt.

Guttapercha – Polyterpen, das aus vielen, trans-1,4-verknüpften, Isopreneinheiten besteht.

Gymnospermae – Nacktsamer.

Gynophor – stielartiger Träger des Fruchtknotens.

Gynostemium – Staubblatt und Griffel zu einem säulenartigen Organ verwachsen (Orchideen).

Halm – Stängel der Gräser.

haploid – Zellkern mit einem Chromosomensatz. Gegensatz: diploid.

haplostemon – Blüte nur mit einem Staubblattkreis. Gegensatz: diplostemon.

Harzkanal – Hohlraum zwischen Zellen, die Harz ausscheiden.

Haustorium – Saugorgan eines pflanzlichen oder pilzlichen Parasiten.

heterophyll – Blätter einer Pflanze oder eines Sprosses unterschiedlich gestaltet.

Heterosporie – die durch Reifeteilung gebildeten Sporen sind ungleich, d.h. besitzen überwiegend zwei verschiedene Größen, Mikro- und Megasporen.

heterostyl – Pflanzen derselben Art, die sich durch unterschiedlich lange Griffel und verschiedene Positionen der Staubblätter unterscheiden.

heterotroph – die Ernährung von Organismen ist neben anorganischen auch auf organische Bestandteile angewiesen. Gegensatz: autotroph.

Histamin – aus der Aminosäure Histidin durch enzymatische Decarboxylierung gebildet.

Homorhizie – gleichartig gebildete Wurzeln ohne Dominanz einer Hauptwurzel; Gegensatz: Allorhizie.

horizontaler Gentransfer – Übertragung von Erbsubstanz zwischen Organismen und nicht durch Vererbung.

Hüllspelzen – Blättchen, die ein Ährchen umgeben.

Hydrochinon – 1,4-Dihydroxybenzol.

Hydroxybenzoesäuren – Derivate der Benzoesäure, durch Einführen einer Hydroxylgruppe, -OH, entstanden, z.B. para-Hydroxybenzoesäure (Paraben).

Hypanthium – Blütenbecher oder -röhre, umgibt den Fruchtknoten und trägt die übrigen Blütenorgane.

Hyperforin, Hypericin – Inhaltsstoffe des Johanniskrauts, antibakteriell und Antidepressiva; Hyperforin formal vom Phloroglucin ableitbar; Hypericin ist ein Anthrachinon-Abkömmling.

Hyphen – fadenförmig aneinandergereihte Pilzzellen.

hypogyn – Blütenorgane unter dem Fruchtknoten inseriert; der Fruchtknoten ist dabei oberständig; Gegensatz: epigyn.

Idioblast – Zellen oder Zellgruppen, die sich vom umgebenden Gewebe deutlich unterscheiden.

Indol-Alkaloide – durch den Indol-Grundkörper charakterisierte Alkaloide.

Infloreszenz – Blütenstand.

inseriert – eingefügt.

Integument – Hüllschicht um den Nucellus, insgesamt die Samenanlage.

Internodium, Internodien – Bereiche am Stängel zwischen den Knoten.

intrastaminal – Diskus innerhalb der Staubblätter ausgebildet. Gegensatz: extrastaminal.

intraxyläres Phloem – Siebteil der Gefäßbündel innerhalb des Holzteiles (Xylem).

introrse Antheren – Staubbeutel am Staubfaden der Blütenmitte zugewendet. Gegensatz: extrors.

Inulin – Polysaccharid aus Fructose mit einer endständigen Glucose.

invasiv – Ausbreitung einer nicht heimischen Art.

Involucrum – Hüllblätter, die den Blütenstand umgeben.

involute Knospenlage – Blattränder in der Knospe zur Achsenseite hin (adaxial) eingerollt.

Iridoide – aus zwei Isopreneinheiten bestehende bicyklische Monoterpene, deren Strukturen ein Cyclopentan-Gerüst zu Grunde liegt.

Isochinolin-Alkaloide – vom Isochinolin abgeleitete Alkaloide. Siehe Benzylisochinolin-Alkaloide.

isomer – gleichgliedrig.

ITS – internal transcribed spacer; Zwischenbereiche von Transkriptionseinheiten auf der DNA.

Juglon – siehe Naphthochinone.

Kaffeensäure – eine Phenolsäure (3,4-Dihydroxycimtsäure).

Kambium – zum Weiterwachsen befähigtes Gewebe in Leitbündeln, zwischen Xylem und Phloem gelegen.

Kapselfrucht – Fruchtknoten aus zwei bis mehreren Fruchtblättern, die bei Samenreife meist trocken bis verholzt sind.

Karpell – Fruchtblatt.

Karpophor – Fruchttträger; Achse auf dem ein Fruchtknoten sitzt.

Karyogamie – Verschmelzung von haploiden Zellkernen zu einem diploiden Zygotenkern im Verlaufe der sexuellen Fortpflanzung.

Karyopse – Fruchtknoten enthält eine Samenanlage, die mit den Fruchtknotenwänden zu einer Einheit verwächst; Fruchttyp der Süßgräser.

Keimporus – verdünnter Bereich einer Zellwand, an dem ein Auskeimen erleichtert wird, z.B. bei Pollen oder Sporen.

Kieselsäure – Sammelbezeichnung für Verbindungen der allgemeinen Formel $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$. Die Orthokieselsäure, $\text{Si}(\text{OH})_4$, ist eine sehr schwache Säure, die nur bei pH-Werten zwischen 2 und 3 wenige Tage beständig ist.

Kladodium – Flachspross.

Klausenfrucht – einsamige Teilfrüchte der Lippenblütler, Lamiaceae, und Boraginaceae, Raublattgewächse.

Konnektiv – Verbindungsstück (Verlängerung des Staubfadens) zwischen den Staubbeuteln eines Staubblattes.

korollinisch – kronblattartig.

kosmopolitisch – weltweit verbreitet.

Lektine – Proteine oder Glykoproteine, die spezifische Kohlenhydrate, z.B. Saccharide, binden.

Lignan-Glycoside – vom Phenylalanin abgeleitete Polyphenole, die mit einem Zuckermolekül gebunden sind.

Ligula – Blatthäutchen zwischen der Blattscheide und der Blattspreite bei Gräsern.

loculizid – fachspaltig, Kapsel bei Samenreife an den Außenwänden der Kapselächer aufbrechend.

marginale Plazentation – die Samen(anlagen) befinden sich nahe an den Fruchtblatträndern.

Mark – weiche Gewebe in mittleren Sproßbereichen.

markständig – an das Mark anschließend.

Massulae – Pollinien, oft paketartig unterteilt (Orchideen).

Megasporangium – Sporen bildendes Organ, in dem große Sporen, im Vergleich zu den Mikrosporen, gebildet werden.

Megasporophyll – Blatt, an dem große Sporen (weibliche Megasporen) gebildet werden; Gegensatz: Mikrosporophyll.

Meiosporen – Sporen, die im Verlauf einer Reifeteilung gebildet werden und dadurch ein haploides Genom besitzen.

Merikarprien – Teilfrüchte.

Meristem – lebendes Gewebe, das zum Weiterwachsen befähigt ist.

Mescaline – halluzinogenes Alkaloid, Trimethoxyphenylethylamin, bei Kakteen verbreitet.

mikrophyll – Blätter klein, oft nadelförmig.

Mikrosporangium – Sporen bildendes Organ, in dem kleine Sporen, im Vergleich zu den Megasporen, gebildet werden.

Mikrosporophyll – Blatt, an dem kleine Sporen (männliche Mikrosporen) gebildet werden; Gegensatz: Megasporophyll.

Milchsaft – weißliches, flüssiges Sekret, das in Milchröhren gebildet wird.

Mitochondrien – Zellorganelle der Eukaryonten mit eigenen Genomen; regenerieren über die Atmungskette den Energieträger Adenosintriphosphat, ATP.

molekularphylogenetisch – stammesgeschichtliche Entwicklung von molekularen Eigenschaften abgeleitet.

monocotyl – Keimling mit einem Keimblatt; Gegensatz: dicotyl, mit zwei Keimblättern.

monoecisch – einhäusig: eingeschlechtige Blüten kommen auf jeweils einer Pflanze vor.

Monophylum, monophyletisch – Organismengruppe mit einer gemeinsamen Abstammung.
Vergleiche para- und polyphyletisch.

monothezisch – Staubblatt mit einem Staubbeutel; vgl. dithezisch.

mykorrhiziert – Wurzeln obligat mit Pilzen vergesellschaftet, Mykorrhiza.

Myrosinzellen – Zellen, die das Enzym Myrosinase enthalten. Dieses spaltet Senfölglycoside in Senföle und Glucose.

Naphthochinone – Gruppenname für Oxidationsprodukte des Naphthalins (Benzochinon mit einem zweiten aromatischen Ring, z.B. Juglon) mit o- oder p-chinoider Anordnung der Carbonyl-Gruppen.

ndhF – Plastiden-Gen.

Nebenblätter – an beiden Seiten des Blattstielansatzes vorhandene, meist kleine Blätter.

Nektarien – zuckerhaltigen Saft, Nektar, produzierende Organe.

Nektarstaminodien – verkümmerte Staubblätter, die zu Nektarien umgebildet wurden.

neotropische Verbreitung – nur in den Tropen der neuen Welt, Neotropis, vorkommend.

Nervatur – Aderung von Blättern.

Nitrate – Salze der Salpetersäure, HNO_3 .

Nitrile – organische Verbindungen als Derivate der Blausäure, nach der Formel $\text{R}-\text{C}\equiv\text{N}$, wobei R der organische Rest ist.

Nodus, Nodi, Nodien – Knoten (Singular und Plural), Ansatzstelle von Blättern am Stängel.

Nomenklatur, nomenklatorisch – Benennung der Organismen in ihren hierarchischen Rängen.

Nucellus – Gewebe für die Megasporenbildung; vgl. Abb. 7.

Nussfrucht – die Fruchtknotenwand ist bei Samenreife verholzt, z.B. Eichel, Haselnuss.

obdiplostemon – zwei Staubblattkreise, der äußere steht vor den Kronblättern. Gegensatz: diplostemon.

Ochrea – Nebenblätter zu einer Scheide verwachsen, die den Blattstielansatz umgibt.

Oxalsäure – Ethandisäure, $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, einfachste Alkandicarbonsäure, erstmals aus dem Sauer- klee, *Oxalis acetosella*, isoliert.

palaeotropische Verbreitung – nur in den Tropen der alten Welt vorkommend.

palmates Blatt – fingerförmig geteilte Blattspreite; Gegensatz: pinnat, fiederig.

pantropische Verbreitung – in den gesamten Tropen vorkommend.

Pappus – zu Borsten oder Flugorganen umgebildete Kelchblätter der Körbchenblütler.

paracarp, parakarp – Fruchtblätter einer Blüte miteinander verwachsen und einen nicht gefächerten Fruchtknoten bildend; vergleiche syncarp, Fruchtknoten gefächert.

paraphyletisch – Monophylum, das nicht alle Taxa enthält.

parietal – Plazentation wandständig.

Perianth – Blütenhülle mit gleichartigen Blättern (Perigon) oder in Kelch und Krone gegliedert.

Perigon – gleichgestaltete Blütenblätter, nicht in Kelch und Krone gegliedert; siehe Tepalen.

perigyn – Blütenorgane um den Fruchtknoten herum inseriert; der Fruchtknoten ist dabei mittelständig; Vgl.: epigyn und hypogyn.

Perisperm – Nährgewebe für Samen, das aus der Samenanlage hervorgeht. Vgl. Endosperm.

petaloid – Kelchblätter, die aussehen wie Kronblätter.

Phenole – organische Verbindungen mit aromatischem Ring (Benzol), mit einer oder mehreren OH-Gruppen direkt am Benzolkern.

Phenolsäuren – aromatische Verbindungen, die von Hydroxybenzoesäuren und Hydroxy- zimtsäuren abgeleitet sind.

Phloem – Siebteil der Leitbündel, für die Leitung der Assimilate zuständig.

Phloroglucin – 1,3,5-Trihydroxybenzol.

Photosynthese – Bildung energiereicher, organischer Substanzen mit Hilfe des (Sonnen)lichtes.

Phyllocladium, Phyllocladien – verbreiterte Kurztriebe mit Assimilationsfunktion.

Phyllodium – verbreiteter Blattstiel, der die Funktion der Blattspreite übernimmt.

Phylogenie – Abstammung, stammesgeschichtliche Entwicklung; phylogenetisch.

Phytomelan – schwarzer, krustiger Belag, der in Samenschalen gebildet werden kann; wahrscheinlich von Catechol (Brenzcatechin) abgeleitet.

pinnates Blatt – fiederig geteilte Blattspreite; Gegensatz: palmat, fingerförmig.

Piperidin-Alkaloide – Alkaloide, in denen die Piperidin-Struktur (Hexahydropyridin) enthalten ist.

Plastidengenom – ringförmig angeordnetes Erbgut der grünen Zellorganelle (Plastiden), die für die Photosynthese zuständig sind.

Plazenta, Plazentation – Ort/Art der Bildung von Samenanlagen im Fruchtknoten.

Plumula – Achsengewebe zwischen den Keimblättern.

Pollentetraden – vier Pollenkörner miteinander verbunden.

Pollinarium – Bestäubungseinheit aus einem oder mehreren Pollinien, deren Stielen und dem Viscidium (Orchideen).

Pollinien – zu Paketen verklebte Pollenkörner (Orchideen).

Polyacetylene – Polymere des Acetylens (Polyethine = Polymere des Ethins, $H-C\equiv C-H$).

Polyine – organische Verbindungen mit abwechselnd Einfach- und Dreifachbindungen. Diacetylen als einfachstes Beispiel: $H-C\equiv C-C\equiv C-H$.

Polyphenole – sekundäre Pflanzenstoffe mit zwei oder mehreren OH-Gruppen an einem aromatischen Ring; bei Pflanzen weit verbreitet.

polyphyletisch – Gruppe ohne gemeinsamen Ursprung, nicht monophyletisch.

Polyplodie – (mehrfach) verdoppelte Chromosomensätze pro Zellkern.

Polyterpene – bestehen aus mehr als 8 Isopreneinheiten.

Proanthocyanidine – farblose glykosidische Anthocyanidine, aber nicht deren biosynthetische Vorstufen.

Procyanidine – Polyphenole, die zu den Flavonolen gehören; meist Di- oder Trimere von Catechinen.

Protoanemonin – toxisches Lacton der Hydroxy-penta-2,4-diensäure, charakteristisch für Hahnenfußgewächse.

Protocorm – erste Keimlingsentwicklung der Orchideen.

Pseudocoenocarpie – scheinbare Verwachsung von Fruchtblättern.

Purin-Alkaloide – leiten sich vom Grundkörper Xanthin ab. Dazu gehören z.B. Coffein, Theobromin und Theophyllin aus Kaffee, Kakao bzw. Tee.

Pyranocumarine – enthalten als Grundeinheit Pyran mit Cumarin gekoppelt.

Pyrrolizidin-Alkaloide – enthalten als Baustein Pyrrolizidin.

radiär – Blütenbauplan mit mehreren, strahlenförmig verlaufenden Symmetrieebenen.

Raphiden – feine Kristallnadeln aus Calciumoxalat.

rbcl – Plastiden-codierte Ribulose-1,5-bisphosphat-carboxylase/-oxygenase (Rubisco) Gene.

rDNA und 18S rDNA – Ribosomale Desoxyribonukleinsäure (DNA) ist Bestandteil der Chromosomen, die sich im Zellkern befinden. Sie enthält die Gene für die ribosomale Ribonukleinsäure (rRNA). DNA liegt als Doppelhelix langer Ketten von Nukleinsäuren vor. rRNA ist ein wichtiger Bestandteil der Ribosomen, an denen die Proteinsynthese abläuft. Die cytoplasmatischen Ribosomen der Eukaryonten besitzen vier unterschiedliche rRNAs, eine davon ist die 18S rRNA; diese wird durch die 18S rDNA codiert. Aus dem Vergleich von 18S rDNAs unterschiedlicher Organismen können phylogenetische Hypothesen abgeleitet werden.

Reduktionsteilung – Verminderung des Chromosomensatzes während der Reifeteilung der sexuellen Fortpflanzung auf den haploiden Satz der Gameten.

resupiniert – Blüte um 180° gedreht, also die Unterseite nach oben verlagert; besonders bei Orchideen.

Rhizom – unterirdischer oder unter Wasser liegender Sproß.

Rhizodermis – meist einzellreihige Deckschicht der Wurzel.

Rostellum – medianer Narbenlappen und anschließender, pollenaufnehmender Teil (Orchideen).

Säureamide – leiten sich vom Ammoniak, NH₃, durch Ersatz von 1 (primäre), 2 (sekundäre) oder 3 (tertiäre) H-Atomen durch organische Säurereste, R-CO-, ab.

Safrol – nach Anis riechendes Phenylpropanoid.

Samenanlage – junges Stadium des Samens, nach der Befruchtung der Eizelle entstanden.

Sapogenine – Aglykone (zuckerfreie Bestandteile der Glykoside) von Saponinen.

Saponine – Glykoside von Steroiden und Triterpenen; besitzen Detergenseigenschaften.

Schirmrispe – rispiger Blütenstand, dessen Blüten schirmartig ausgerichtet sind.

schizogen – Bereiche zwischen Zellen durch Aufreißen entstanden, z.B. bei Öldrüsen.

Schließfrucht – Frucht öffnet sich nicht an der Pflanze, sondern fällt geschlossen ab.

Schwellkörper – Organe, die bei Reife der Grasblüte anschwellen und die umgebenden Spelzen auseinanderdrücken, sodaß sich die Staubblätter und die Griffel entfalten können.

Senföl – bei der enzymatischen Spaltung des Senfölglycosids Sinigrin durch Myrosinase wird Allylthiocyanat (Senföl) gebildet.

Senfölglycoside – eine Aminosäure ist über eine Schwefelbrücke mit einem Zucker verbunden, daher auch Thioglycosid genannt. Siehe Allylsenföl.

Sepalum, Sepalen, sepaloide – Kelchblatt, Kelchblätter, kelchblattartig.

Septen – Trennwände; Singular Septum.

septizid – Kapsel, die an den Septen aufspringt.

Serotonin – 5-Hydroxytryptamin, ein biogenes Amin, das vom Tryptophan abgeleitet ist.

Spadix – kolbenförmiger Blüten- und Fruchtstand.

Spaltfrucht – bei Reife der Samen bricht die Frucht entlang der Scheidewände auf.

Spatha – Hochblatt um den kolbenartigen Blüten- und Fruchtstand, Spadix, der Aronstabgewächse.

Spelzen – stark verkleinerte und zumeist strohartig trockene Blütenblättchen.

spirozyklisch – Blüte mit spiraliger und zyklischer Stellung von Blütenorganen.

Stacheln – zugespitzte Organe, aus der Epidermis und darunter liegenden Zellen entstanden; häufig bei Rosen. Vgl. Dornen.

Stamen, Stamina – Staubblatt, Staubblätter, zusammengesetzt aus Staubfäden und Staubbeutel.

staminodial, Staminodium – Staubblatt, das nur unvollständig entwickelt ist.

Steinfrucht – Same wird von einem verholzten Kern, dieser von weichem Fruchtfleisch (Mesokarp) umgeben und von einer Außenhaut abgeschlossen; Beispiel Kirsche.

Steroidalkaloide – Stickstoffhaltige Steroide.

Steroide – sehr umfangreiche Gruppe von natürlichen organischen Verbindungen mit Gonan als Grundgerüst.

Steroidsaponine – Glykoside von Steroiden.

stieltellerartig – verwachsenkronblättrige Blüte mit schmaler, stielartiger Röhre und flach ausgebreiteten, tellerartigen Kronzipfeln.

Stipel – Nebenblatt.

subbasal – nahe dem Grund, z.B. bei Samenanlagen im Fruchtknoten.

subkosmopolitisch – nahezu weltweit verbreitet.

submers – unter der Wasseroberfläche.

Subtropen – warmgemäßigte Gebiete zwischen den Tropen und den klimatisch gemäßigten Zonen.

sukkulent – dickfleischig und saftreich.

sukzedan – aufeinander folgend.

sympetal – verwachsenkronblättrig. Gegensatz: choripetal.

Synantherie – Antheren verschiedener Staubblätter hängen zusammen.

syncarp, synkarp – Fruchtblätter einer Blüte miteinander verwachsen und einen gefächerten Fruchtknoten bildend; vergleiche paracarp, Fruchtknoten nicht gefächert.

Synkarpium – Sammelfrucht, sammelfruchtartig.

syntepal – gleichartig gestaltete Blütenblätter, Tepalen, sind miteinander verwachsen.

Taxon – Sippe im allgemeinen Sinn und von beliebiger Rangstufe, z.B. Art, Familie, etc.

tenuinucellat – Samenanlage mit schwach entwickeltem Gewebe für die Megasporenbildung (Nucellus); vgl. Abb. 7.

Tepalum, Tepalen – gleichgestaltete Blütenblätter, nicht in Kelch und Krone gegliedert; siehe Perigon.

terminal – endständig, z.B. in phylogenetischen Stammbäumen die am weitesten entwickelte Gruppe.

Terpene – Polymerisationsprodukte des Kohlenwasserstoffs Isopren (2-methyl-1,3-Butadien), z.B. Monoterpene mit 2 Isopreneinheiten bis Polyterpene mit mehr als 8 Isopreneinheiten (8 = Tetraterpene).

Terpenoide – Terpene, die funktionelle Gruppen enthalten.

tetracyclisch – Blüte mit vier Kreisen von Organen, typischerweise jeweils ein Kreis für Kelch-, Kron-, Staub- und Fruchtblätter.

Theka, Theken – Pollensack, Pollensäcke; Pollen enthaltende Teile des Staubbeutels.

Tracheen – Gefäßbündel für die Wasserleitung bei Bedecktsamern.

Transkription – Umschreiben einer bestimmten DNA-Information in ein Botenmolekül (RNA).

Translator – Verbindungsstück von zwei Pollinien bei Arten der Apocynaceen-Verwandtschaft.

triploid – Zellkern mit drei Chromosomensätzen. Vgl.: diploid, haploid.

Triterpene – aus 6 Isopren-Einheiten aufgebaut; siehe Terpene.

Triterpensäuren – von Triterpenen abgeleitete Säuren.

Triterpensaponine – Glykoside von Triterpenen.

uniporat – Pollen mit einem Keimporus.

unitegmisch – die Samenanlage hat eine Hülle (Gegensatz: bitegmisch).

Uronsäuren – Bezeichnung für Monocarbonsäuren, die sich formal von Aldosen (4 oder mehr C-Atome in der Kette, oder deren Glykoside) durch die Oxidation endständiger Hydroxylgruppen zu Carboxylgruppen ableiten.

Viscidium – Klebekörper der Pollinien, wird vom Rostellum gebildet (Orchideen).

Vorspelze – Blättchen in der Grasblüte zwischen Deckspelze und Schwellkörper.

Wirtel – mehr als zwei Blätter oder Äste von einem Verzweigungsknoten entspringend.

Wickel – Blütenstand, in dem die Endblüte jeweils durch eine nachfolgende Blüte, abwechselnd links und rechts, übergipfelt wird (Abb. 325).

Xanthine – leiten sich vom Frunkörper Purin ab.

Xanthone – aromatische Verbindungen, die vom Xanthen abgeleitet sind und Stammkörper verschiedener Pflanzenstoffe (Naturfarbstoffe) sind.

Xylem – Holzteil der Leitbündel, für die Wasserleitung zuständig.

Zentralplazenta – Samenanlagen im Fruchtknoten zentral inseriert; charakteristisch für Nelkengewächse, Caryophyllaceae, und Verwandte, die früher wegen dieses Merkmales als Centrospermae bezeichnet wurden. Vgl. Abb. 261, Fig. 2, 6.

zentralwinkelständig – Plazentation an zentralen Winkeln der verwachsenen Fruchtblätter.

zentrifugales Androeceum – Staubblätter entwickeln sich an der Blütenachse zuerst innen (zentral) und dann nach außen hin.

zerstreute Leitbündel – im Sproßquerschnitt unregelmäßig verteilte Leitungsbahnen.

zweihäusig: eingeschlechtige Blüten kommen auf verschiedenen Pflanzen vor (dioecisch).

zwitterig – Blüten sind zweigeschlechtig, besitzen also Staubblätter und Fruchtblätter.

zygomorph – Blüte mit einer Symmetrieebene, bilateral symmetrisch.
Zygote – die aus der Verschmelzung von Gameten entstandene Zelle.

Abkürzungen

A – Staubblätter (Androeceum)	P – Blütenblätter (Perianth), die nicht in Kelch- und Kronblätter differenziert sind
Abb. – Abbildung, Abbildungen	Sa – Samen(anlagen)
Anh. – Anhang, Anhänge	s.l. – sensu lato, im weiteren Sinne
APG – Angiosperm Phylogeny Group	s.str. – sensu stricto, im engeren Sinne
C – Krone	TüBG – Botanischer Garten Tübingen
cv. – Cultivar, meist in Kultur entstandene Varietät einer Pflanzenart	u.a. – unter anderem
et al. – und weitere Autoren	Vgl. – vergleiche
G – Fruchtblätter (Gynoeceum)	∞ – viele Organe, z.B. Staubblätter
K – Kelch	

Schriften

fett – herausgehoben für die Gliederung des Textes, z. B. **Phylogenie**.
KAPITÄLCHEN – nur für Personennamen verwendet, z. B. LEONHART FUCHS.
kursiv – nur für die wissenschaftlichen Namen von Pflanzenarten, z. B. *Pinus sylvestris* für die Waldkiefer.

Anhänge

Die **Anhänge, im Text blau markiert**, enthalten weitere Angaben und zahlreiche Abbildungen zu den entsprechenden Themen dieser Darstellung. Sie sind unabhängig von den Verweistexten verwendbar und sie sind als pdfs mit dem Computer durchsuchbar. **Im Text rot vermerkte Anhänge** sind nicht fertiggestellt und daher in diesem Paket noch nicht enthalten.

Arboretum Apfelsorten-2005.pdf	Fam. Körbchenblütler Asteraceae 2-2005.pdf
Arboretum April-Blüher-2006.pdf	Fam. Lilien-Verwandte-2005.pdf
Arboretum Familien-2016.pdf	Fam. Lippenblütler Lamiaceae 1-2005.pdf
Arboretum Koniferen-2006.pdf	Fam. Lippenblütler Lamiaceae 2-2005.pdf
Arboretum Rosengewächse-2005.pdf	Fam. Lippenblütler Salbei Salvia-2005.pdf
Arboretum Übersicht-2006.c.pdf	Fam. Rachenblütler Scrophulariaceae-2005.pdf
Fam. Hahnenfußgewächse Ranunculaceae 1-2005.pdf	Fam. Raublattgewächse Boraginaceae-2005.pdf
Fam. Hahnenfußgewächse Ranunculaceae 2-2005.pdf	Fam. Sauergräser Cyperaceae-2005.pdf
Fam. Körbchenblütler Asteraceae 1-2005.pdf	Fam. Sauergräser Seggen Carex-2005.pdf

Fam. Schmetterlingsblütler Fabaceae-2005.c.pdf
Fam. Süßgräser Poaceae 1-2005.pdf
Fam. Süßgräser Poaceae 2-2005.pdf
Freilandsukkulente-2007.c.pdf
Frühjahrsblüher-2006.pdf
Lieblingspflanzen-2008.c.pdf
Pflanzenführer-1998.c.pdf

System 1-2006.pdf
System 2-2006.c.pdf
System 3-2006.pdf
System 4-2006.pdf
System Arten-2005.pdf
Teil 3 Arboretum-2016.c.pdf

Dank

Ohne die überzeugenden Argumente von GABI SCHABERT, der ehemaligen Vorsitzenden und MARTIN SCHABERT, dem damaligen Schriftführer der Organisationsgruppe des Förderkreises Botanischer Garten Tübingen sowie meiner Frau BARBARA, hätte ich diesen Rückblick nicht geschrieben. Ihnen sowie DIRK HOFFMEISTER, Jena, danke ich auch für viele hilfreiche Anmerkungen und sehr sorgfältiges Korrekturlesen.

Ehemaligen Mitarbeitern im Garten bin ich für ihre geleistete Arbeit und ihren Einsatz dankbar. Interessierten Förderkreismitgliedern und Gartenliebhabern sowie neugierigen Studierenden verdanke ich wertvolle Anregungen. Die langjährige, hilfreiche Unterstützung durch Universität und Bauamt hatte zur Blüte des Gartens wesentlich beigetragen.

Literatur

- ALBACH DC, SOLTIS PS, SOLTIS DE, OLMSTEAD RG, 1998: Phylogenetic analysis of Asteridae s.l. based on sequences of four genes. *American J. Bot.* **85**(6, suppl.):111-112
- ALBACH DC, MEUDT HM, OXELMAN B, 2005: Piecing together the "new" Plantaginaceae. *American J. Bot.* **92**:297-315
- ALBERS F, MEVE U, 2001: A karyological survey of Asclepiadoideae, Periplocoideae and Secamonoideae, and evolutionary considerations within Apocynaceae s.l. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **88**:624-656
- ALVERSON WS, WHITLOCK BA, NYFFELER R, BAYER C, BAUM DA, 1999: Phylogeny of core Malvales: Evidence from *ndhF* sequence data. *American J. Bot.* **86**:1474-1486
- Amborella* Genome Project, 2013: The *Amborella* genome and the evolution of flowering plants. *Science* **342**:1467. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1241089>
- ANDERBERG AA 1992. The circumscription of the Ericales, and their cladistic relationships to other families of "higher" dicotyledons. *Syst. Bot.* **17**:660-675
- ANDERBERG AA, RYDIN C, KÄLLERJÖ M, 2002: Phylogenetic relationships in the order Ericales s.l.: Analyses of molecular data from five genes from the plastid and mitochondrial genomes. *American J. Bot.* **89**:677-687
- ANDERSSON L, ANDERSSON S, 2000: A molecular phylogeny of Tropaeolaceae and its systematic implications. *Taxon* **49**:721-736
- AO C, TOBE H, 2015: Floral morphology and embryology of *Helwingia* (Helwingiaceae, Aquifoliales): Systematic and evolutionary implications. *J. Plant Research* **128**:161-175

- APG, 1998: An ordinal classification for the families of flowering plants. *Ann. Miss. Bot. G.* **85**:531-553
- APG II, 2003: An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Bot. J. Linn. Soc.* **141**:399-436
- APG III, 2009: An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* **161**:106-121
- ARRINGTON JM, KUBITZKI K, 2002: Cistaceae, pp. 62-70, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. V.* Springer, Berlin
- ATKINS S, 2004: Verbenaceae. pp. 449-468 in KADEREIT J, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VII.* Springer, Berlin
- AUSTIN DF, 1998: Parallel and convergent evolution in the Convolvulaceae. pp. 201-234, in MATHEW P, SIVADASAN M, (eds) *Diversity and Taxonomy of Tropical Flowering Plants.* Mentor, Calicut
- AZUMA H, TOBE H, 2011: Molecular phylogenetic analysis of Tofieldiaceae (Alismatales): Family circumscription and infrafamilial relationships. *J. Plant Res.* **124**:349-357
- BACKLUND A, BREMER B, 1997: Phylogeny of the Asteridae s. str. based on rbcL sequences, with particular reference to the Dipsacales. *Plant Syst. Evol.* **207**:225-254
- BACKLUND A, DONOGHUE MJ, 1996: Morphology and phylogeny of the order Dipsacales. pp. 1-27, in BACKLUND A, *Phylogeny of the Dipsacales.* Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala
- BACKLUND A, PYCK N, 1998: Diervillaceae and Linnaeaceae, two new families of caprifolioids. *Taxon* **47**:657-661
- BACKLUND M, OXELMAN B, BREMER B, 2000: Phylogenetic relationships within the Gentianales based on ndhF and rbcL sequences, with particular reference to the Loganiaceae. *American J. Bot.* **87**:1029-1043
- BAILEY IW, SWAMY BGL, 1948: *Amborella trichopoda* Baill. A new type of vesselless dicotyledon. *J. Arnold Arbor.* **29**:245-25
- BALLARD HE, DE PAULA-SOUZA J, WAHLERT GA, 2014: Violaceae. pp. 303-322, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Flowering Plants. XI.* Springer, Berlin
- BALSLEV H, 1998: Juncaceae. pp. 252-259, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants: Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae).* Springer, Berlin
- BAYER C, FAY MF, DE BRUIJN AY, SAVOLAINEN V, MORTON CM, KUBITZKI K, CHASE MW, 1999: Support for an expanded family concept of Malvaceae within a recircumscribed order Malvales: A combined analysis of plastid atpB and rbcL DNA sequences. *Bot. J. Linn. Soc.* **129**:267-303
- BEIER B-A, CHASE MA, THULIN M, 2003: Phylogenetic relationships and taxonomy of subfamily Zygophylloideae (Zygophyllaceae) based on molecular and morphological data. *Plant Syst. Evol.* **240**:11-39
- BELL CD, 2004: Preliminary phylogeny of Valerianaceae (Dipsacales) inferred from nuclear and chloroplast DNA sequence data. *Mol. Phyl. Evol.* **31**:340-350
- BELL CD, DONOGHUE MJ, 2000: Dipsacales phylogeny based on chloroplast DNA sequences. *American J. Bot.* **87**(6, suppl.): 171
- BELL CD, DONOGHUE MJ, 2003: Phylogeny and biogeography of Morinaceae (Dipsacales) based on nuclear and chloroplast DNA sequences. *Organisms Divers. Evol.* **3**:227-237
- BELL CD, DONOGHUE MJ, 2005: Dating the Dipsacales: Comparing models, genes, and evolutionary implications. *American J. Bot.* **92**:284-296
- BELL CD, CALDERON G, SCHOLZ A, LIEDE-SCHUMANN S, 2015: Resolving relationships within Valerianaceae (Dipsacales): New insights and hypotheses from low-copy nuclear regions. *Syst. Bot.* **40**:327-355

- BELL CD, SOLTIS DE, SOLTIS PS, 2010: The age and diversification of the angiosperms revisited. *American J. Bot.* **97**:1296-1303
- BENNETT JR, MATHEWS S, 2006: Phylogeny of the parasitic plant family Orobanchaceae inferred from Phytochrome A. *American J. Bot.* **93**:1039-1051
- BENZING DH, BROWN G, TERRY R, 2000: History and evolution. pp. 463-541, in BENZING DH, (ed.), *Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation*. Cambridge University Press, Cambridge
- BERGER BA, KRIEBEL R, SPALINK D, SYTSMA KJ 2015: Divergence times, historical biogeography, and shifts in speciation rates of Myrtales. *Mol. Phyl. Evol.* **95**:116-136
- BLACKMORE S, CANNON MJ, 1983: Palynology and systematics of Morinaceae. *Rev. Palaeobot. Palynol.* **40**:207-226
- BOGNER J, 2011: Acoraceae. pp. 1-13, in Noteboom HP (ed.), *Flora malesiana*. Ser. 1, vol. 20. Nationaal Herbarium Nederland, Leiden.
- BORSCH T, SOLTIS PS, 2008: Nymphaeales - the first globally diverse clade? *Taxon* **57**:1051
- BORSCH T, HILU, KW, WILDE V, NEINHUIS C, BARTHLOTT W, 2000: Phylogenetic analysis of non-coding chloroplast DNA sequences reveals *Amborella* as basalmost angiosperm. *American J. Bot.* **87**(6, suppl.): 115
- BORSCH T, LÖHNE C, WIERSEMA JH, 2008: Phylogeny and evolutionary patterns in Nymphaeales: Integrating genes, genomes and morphology. *Taxon* **57**:1052-1081
- BOUCHENAK-KHELLADI Y, MAURIN O, HURTER J, VAN DER BANK M, 2010: The evolutionary history and biogeography of Mimosoideae (Leguminosae): An emphasis on African acacias. *Mol. Phyl. Evol.* **57**:495-508
- BOUCHENAK-KHELLADI Y, MUASYA AM, LINDER HP, 2014: A revised evolutionary history of Poales: Origins and diversification. *Bot. J. Linnean Soc.* **165**:4-16
- BRAUKMANN TWA, KUZMINA M, STEFANOVIC S, 2013: Plastid genome evolution across the genus *Cuscuta* (Convolvulaceae): Two clades within subgenus *Grammica* exhibit extensive genome loss. *J. Experim. Bot.* **64**:977-989
- BREMER B, 1996: Phylogenetic studies within Rubiaceae and relationships to other families based on molecular data. *Op. Bot. Belgica* **7**:33-50
- BREMER B, 2009: A review of molecular phylogenetic studies of Rubiaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **96**:4-26
- BREMER K, 2002: Gondwanan evolution of the grass alliance of families (Poales). *Evolution* **56**:1374-1387
- BRENAN JPM, 1966: The classification of Commelinaceae. *J. Linnean Soc., Bot.* **59**:349-370
- BROCKINGTON SF, ALEXANDRE R, RAMDIAL J, MOORE MJ, CRAWLEY S, DHINGRA A, HILU K, SOLTIS DE, SOLTIS PS, 2009: Phylogeny of the Caryophyllales sensu lato: Revisiting hypotheses on pollination biology and perianth differentiation in the core Caryophyllales. *Internat. J. Plant Sci.* **170**:627-643
- BROCKINGTON SF, WALKER RH, GLOVER BJ, SOLTIS DE, SOLTIS PS, 2011: Complex pigment evolution in the Caryophyllales. *New Phytol.* **190**:854-864
- BRUHL JJ, 1995: Sedge genera of the world: Relationships and a new classification of the Cyperaceae. *Australian Syst. Bot.* **8**:125-305
- BURNS JH, FADEN RB, STEPPAN SJ, 2011: Phylogenetic studies in the Commelinaceae subfamily Commelinoideae inferred from nuclear ribosomal and chloroplast DNA sequences. *Syst. Bot.* **36**:268-276
- BURTT BL, WIEHLER H, 1995: Classification of the family Gesneriaceae. *Gesneriana* **1**:1-4
- BUZGO M, ENDRESS PK, 2000: Floral structure and development of Acoraceae and its systematic relationship with basal angiosperms. *Internat. J. Plant Sci.* **161**:23-41
- CABRERA LI, SALAZAR GA, CHASE MW, MAYO SJ, BOGNER J, DÁVILA P. 2008: Phylogenetic relationships of aroids and duckweeds (Araceae) inferred from coding and noncoding plastid DNA. *American J. Bot.* **95**:1153-1165

- CADDICK LR, RUDALL PJ, WILKIN P, HEDDERSON TAJ, CHASE MW, 2002: Phylogenetics of Dioscoreales based on combined analyses of morphological and molecular data. *Bot. J. Linnean Soc.* **138**:123-144
- CANNON MJ, CANNON JFM, 1984: A revision of the Morinaceae (Magnoliophyta - Dipsacales). *Bull. British Mus. (Natural Hist.), Bot. Ser.* **12**:1-35
- CANTINO PD, HARLEY RM, WAGSTAFF SJ, 1992: Genera of the Labiatae, status and classification. pp. 511-522, in HARLEY RM, REYNOLDS T, (eds), *Advances in Labiate Science*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- CARLQUIST S, 2010: Caryophyllales: A key group for understanding wood anatomy character states and their evolution. *Bot. J. Linnean Soc.* **164**:342-393
- CARLQUIST S, MILLER RB, 2001: Wood anatomy of Corynocarpaceae is consistent with its cucurbitalean placement. *Syst. Bot.* **26**:54-65
- CARLQUIST S, SCHNEIDER EL, 2001: Vegetative anatomy of the New Caledonian endemic *Amborella trichopoda*: Relationships with the Illiciales and implications for vessel origin. *Pacific Sci.* **55**:305-312
- CARLQUIST S, DAUER K, NISHIMURA SY, 1995: Wood and stem anatomy of Saururaceae with reference to ecology, phylogeny, and origin of the monocotyledons. *IAWA Bull.* **16**:133-150
- CARLSON SE, MAYER V, DONOGHUE MJ, 2009: Phylogenetic relationships, taxonomy, and morphological evolution in Dipsacaceae (Dipsacales) inferred by DNA sequence data. *Taxon* **58**:1075-1091
- CAROLIN RC, 2006: Stylidiaceae, pp. 614-620, in KADEREIT JW, JEFFREY C, (eds), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume VIII*. Springer, Berlin
- CHACÓN J, CUSIMANO N, RENNER SS, 2014: The evolution of Colchicaceae, with a focus on chromosome numbers. *Syst. Bot.* **39**:415-427
- CHANDERBALI AS, VAN DER WERFF H, RENNER SS, 2001: Phylogeny and historical biogeography of Lauraceae: Evidence from the chloroplast and nuclear genomes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **88**:104-134
- CHANDLER GT, PLUNKETT GM, 2004: Evolution in Apiales: Nuclear and chloroplast markers together in (almost) perfect harmony. *Bot. J. Linnean Soc.* **2**:123-147
- CHARTIER M, GIBERNAU M, RENNER SS, 2014: The evolution of pollinator-plant interaction types in the Araceae. *Evolution* **68**:1533-1543
- CHASE MW, SOLTIS DE, OLMSTEAD RG, MORGAN D, LES DH, MISHLER BD, DUVALL MR, PRICE RA, HILLS HG, QIU Y-L, KRON KA, RETTIG JH, CONTI E, PALMER JD, MANHART JR, SYTSMA KJ, MICHAELS HJ, KRESS WJ, KAROL KG, CLARK WD, HEDRÉN M, GAUT BS, JANSEN RK, KIM K-J, WIMPEE CF, SMITH JF, FURNIER GR, STRAUSS SH, XIANG Q-Y, PLUNKETT GM, SOLTIS PS, SWENSEN SM, WILLIAMS SE, GADEK PA, QUINN CJ, EGUIARTE LE, GOLENBERG E, LEARN GH Jr, GRAHAM SW, BARRETT SCH, DAYANANDAN S, ALBERT VA, 1993: Phylogenetics of seed plants: An analysis of nucleotide sequences from the plastid gene *rbcL*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**:528-580
- CHASE MW, SOLTIS DE, SOLTIS PS, RUDALL PJ, FAY MF, HAHN WH, SULLIVAN S, JOSEPH J, MOLVRAJ M, KORES PJ, GIVNISH TJ, SYTSMA KJ, PIRES JC, 2000a: Higher-level systematics of the monocotyledons: An assessment of current knowledge and a new classification. pp. 3-16, in WILSON KL, MORRISON DA, (eds), *Monocots: Systematics and Evolution*. CSIRO, Collingwood
- CHASE MW, DE BRUIJN AY, COX AV, REEVES G, RUDALL PJ, JOHNSON MAT, EGUIARTE LE, 2000b: Phylogenetics of Asphodelaceae (Asparagales): An analysis of plastid *rbcL* and *trnL-F* DNA sequences. *Ann. Bot.* **86**:935-951
- CHASE MW, FAY MF, DEVEY D, MAURIN O, RØNSTED N, DAVIES J, PILLON Y, PETERSEN G, SEBERG O, TAMURA MN, ASMUSSEN CB, HILU K, BORSCH T, DAVIS JI, STEVENSON DW, PIRES JC, GIVNISH TJ, SYTSMA KJ, MCPHERSON MA, GRAHAM SW, RAI HS, 2006: Multi-

- gene analyses of monocot relationships: A summary. in COLUMBUS JT, FRIAR EA, PORTER JM, PRINCE LM, SIMPSON MG, (eds), *Monocots: Comparative Biology and Evolution. Excluding Poales*. *Aliso* **22**:63-75
- CHASE MW, REVEAL JW, FAY MF, 2009: A subfamilial classification for the expanded asparagalean families Amaryllidaceae, Asparagaceae and Xanthorrhoeaceae. *Bot. J. Linnean Soc.* **161**:132-136
- CHEN L-Y, CHEN J-M, GITURU RW, WANG Q-F, 2012: Generic phylogeny, historical biogeography and character evolution of the cosmopolitan aquatic plant family Hydrocharitaceae. *BMC Evol. Biol.* **12**:30
- CHEN L-Y, ZHAO S-Y, MAO KS, LES DH, WANG Q-F, MOODY ML, 2014: Historical biogeography of Haloragaceae: An out-of-Australia hypothesis with multiple intercontinental dispersals. *Mol. Phyl. Evol.* **78**:87-95
- CLEMENT JS, MABRY TJ, 1996: Pigment evolution in the Caryophyllales: A systematic overview. *Bot. Acta* **109**:360-367
- CLEMENT WL, ARAKAKI M, SWEENEY PW, EDWARDS EJ, DONOGHUE MJ, 2014: A chloroplast tree for *Viburnum* (Adoxaceae) and its implications for phylogenetic classification and character evolution. *American J. Bot.* **101**:1029-1049
- CLIFFORD HAT, HENDERSON RJF, CONRAN JG, 1998: Hemerocallidaceae. pp. 245-252, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Lillanae (except Orchidaceae)*. Springer, Berlin
- COCUCCI AA, 2004: Oxalidaceae. pp. 285-290, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VI*. Springer, Berlin
- COHEN JI, 2014: A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of Boraginaceae: Evolutionary relationships, taxonomy, and patterns of character evolution. *Cladistics* **30**:139-169
- CONRAN JG, 1998: Aphyllanthaceae, pp. 122-124, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Lillanae (except Orchidaceae)*. Springer, Berlin
- CORNER EJH, 1946: Centrifugal stamens. *J. Arnold Arbor.* **27**:423-437
- COSTEA M, GARCÍA MA, STEFANOVIC S, 2015: A phylogenetically based infrageneric classification of the parasitic plant genus *Cuscuta* (dodders, Convolvulaceae). *Syst. Bot.* **40**:269-285
- CRANE PR, DU VAL A, 2013: *Cercidiphyllum magnificum*. Systematic placement and fossil history of *Cercidiphyllum* Siebold & Zuccarini, Cercidiphyllaceae. *Curtis's Bot. Mag.* **30**:177-192
- CRONQUIST A, 1981: *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York.
- CRONQUIST A, 1988: *The evolution and classification of flowering plants*. 2nd ed. The New York Botanical Garden
- CUÉNOUD P, 2006: Phylogeny, evolution and diversification of Caryophyllales. pp. 187-218, in SHARMA AK, SHARMA A, (eds), *Plant Genome Biodiversity and Evolution. Volume 1, Part C*. Science Publishers, Enfield
- CUÉNOUD P, DEL PERO MARTINEZ MA, LOIZEAU P-A, SPICHIGER R, ANDREWS S, MANEN J-F, 2000: Molecular phylogeny and biogeography of the genus *Ilex* L. (Aquifoliaceae). *Ann. Bot.* **85**:111-122
- CUÉNOUD P, SAVOLAINEN V, CHATROU LW, POWELL M, GRAYER RJ, CHASE MW, 2002: Molecular phylogenetics of Caryophyllales based on nuclear 18S rDNA and plastid rbcL, atpB, and matK DNA sequences. *American J. Bot.* **89**:132-144
- CUSIMANO N, BOGNER J, MAYO SJ, BOYCE PC, WONG SY, HESSE M, HETTERSCHIED WLA, KEATING R C, FRENCH JC, 2011: Relationships within the Araceae: Comparison of morphological patterns with molecular phylogenies. *American J. Bot.* **98**:654-668

- DAVIS CC, WEBB CO, WURDACK KJ, JARAMILLO CA, DONOGHUE MJ, 2005: Explosive radiation of Malpighiales supports a Mid-Cretaceous origin of modern tropical rain forests. *American Naturalist* **165**:36-65
- DENG J-B, DREW BT, MAVRODIEV EV, GITZENDANNER MA, SOLTIS PS, SOLTIS DE, 2014: Phylogeny, divergence times, and historical biogeography of the angiosperm family Saxifragaceae. *Mol. Phyl. Evol.* **83**:86-98
- DENK T, OH IC, 2006: Phylogeny of Schisandraceae based on morphological data: Evidence from modern plants and the fossil record. *Plant Syst. Evol.* **256**:113-145
- DEVORE ML, STUESSY TF, 1995: The place and time of origin of the Asteraceae, with additional comments on Calyceraceae and Goodeniaceae. pp. 23-40, in HIND DJN, JEFFREY C, POPE GV, (eds), *Advances in Compositae Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew
- DIANE N, FÖRTHNER H, HILGER HH, 2002: A systematic analysis of *Heliotropium*, *Tournefortia*, and allied taxa of the Heliotropiaceae (Boraginales) based on ITS1 sequences and morphological data. *American J. Bot.* **89**:287-295
- DICKINSON TA, LO E, TALENT N, 2007: Polyploidy, reproductive biology, and Rosaceae: Understanding evolution and making classifications. *Plant Syst. Evol.* **266**:59-78
- DONOGHUE MJ, REE RH, BAUM DA, 1998: Phylogeny and the evolution of flower symmetry in the Asteridae. *Trends Plant Sci.* **3**:311-317
- DONOGHUE MJ, ERIKSSON T, REEVES PA, OLMSTEAD RG, 2001: Phylogeny and phylogenetic taxonomy of Dipsacales, with special reference to *Sinadoxa* and *Tetradoxa* (Adoxaceae). *Harvard Papers Bot.* **6**:459-479
- DOUGLAS N, SPELLENBERG R, 2010: A new tribal classification of Nyctaginaceae. *Taxon* **59**:905-910
- DOUGLAS NA, MANOS PS, 2007: Molecular phylogeny of Nyctaginaceae: Taxonomy, biogeography, and characters associated with radiation of xerophytic genera in North America. *American J. Bot.* **95**:856-872
- DOWNIE SR, PALMER JD, 1992: Restriction site mapping of the chloroplast DNA inverted repeat: A molecular phylogeny of the Asteridae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **79**:226-283
- DOWNIE SR, KATZ-DOWNIE DS, CHO K-J, 1997: Relationships in the Caryophyllales as suggested by phylogenetic analyses of partial chloroplast DNA ORF2280 homolog sequences. *American J. Bot.* **84**:253-273
- DOWNIE SR, KATZ-DOWNIE DS, WATSON MF, 2000: A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast rpl16 and rpoC1 sequences: Towards a suprageneric classification of subfamily Apioideae. *American J. Bot.* **87**:273-292
- DOYLE JA, ENDRESS PK, 2000: Morphological phylogenetic analyses of basal angiosperms: Comparison and combination with molecular data. *Internat. J. Plant Sci.* **161**: S121-S153
- DOYLE JA, KVACEK J, DAVIERO-GOMEZ V, GOMEZ B, ENDRESS P, 2015: *Pseudoasterophyllites* from the mid-Cretaceous of Europe: A link between *Ceratophyllum* and Chloranthaceae? pp. 41-42, in *Botany 2015. Science and Plants for People. Abstracts*.
- DRESSLER S, REPLINGER M, BAYER C, 2014: Linaceae. pp. 237-246, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Flowering Plants. XI*. Springer, Berlin
- DUVALL MR, DAVIS JI, CLARK LG, NOLL JD, GOLDMAN DH, SÁNCHEZ-KEN G, 2007: Phylogeny of the grasses (Poaceae) revisited. pp. 237-247, in COLUMBUS JT, FRIAR EA, PORTER JM, PRINCE LM, SIMPSON MG, (eds), *Monocots: Comparative Biology and Evolution*. Poales. *Aliso* **23**:237-247
- EICHLER AW, 1875-1878: Blüthendiagramme construiert und erläutert. Verlag W. ENGELMANN, Leipzig
- EICHLER AW, 1883: Syllabus der Vorlesungen über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik. 3. Aufl. BORNTRAEGER, Berlin
- ENDRESS ME, 2004: Apocynaceae: Brown and now. *Telopea* **10**:525-541

- ENDRESS ME, Bruyns PV, 2000: A revised classification of the Apocynaceae s. l. Bot. Review **66**:1-56
- ENDRESS ME, LIEDE-SCHUMANN S, MEVE U, 2014: An updated classification for Apocynaceae. Phytotaxa **159**:175-194
- ENDRESS PK, 2011: Evolutionary diversification of the flowers in angiosperms. American J. Bot. **98**:370-396
- ENGLER, A. 1888. Liliaceae. pp. 10-91, in ENGLER A, PRANTL K, (eds), Die natürlichen Pflanzenfamilien, Teil II, Abt. 5. ENGELMANN W, Leipzig
- ENGLER A, 1892: Syllabus der Vorlesungen über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik. Eine Uebersicht über das gesammte Pflanzensystem mit Berücksichtigung der Medicinal- und Nutzpflanzen. Verlag Gebrüder BORNTRAEGER, Berlin
- ENGLER A, 1903: Syllabus der Pflanzenfamilien. Eine Übersicht über das gesamte Pflanzensystem mit Berücksichtigung der Medicinal- und Nutzpflanzen nebst einer Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde zum Gebrauch bei Vorlesungen und Studien über specielle und medicinisch-pharmaceutische Botanik. Verlag von Gebrüder BORNTRAEGER, Berlin
- ENGLER A, PRANTL K, 1887-1915: Die natürlichen Pflanzenfamilien. WILHELM ENGELMANN, Leipzig; 2. Aufl., 1924
- ERBAR C, 1997: Fiebertee und Seekanne - Enzian- oder Aster-verwandt? Zur Blütenentwicklung und systematische Stellung der Menyanthaceae. Bot. Jahrb. Syst. Pflanzenges. Pflanzengeog. **119**:115-135
- ERBAR C, LEINS P, 2004: Callitrichaceae. pp. 50-56, in KADEREIT J, (ed). The Families and Genera of Vascular Plants. VII. Springer, Berlin
- ERIKSSON R, 2007: A synopsis of Basellaceae. Kew Bull. **62**:297-320
- ESCOBEDO-SARTI J, RAMÍREZ I, LEOPARDI C, CARNEVALI G, MAGALLÓN S, DUNO R, MONDRAGÓN D, 2013: A phylogeny of Bromeliaceae (Poales, Monocotyledoneae) derived from an evaluation of nine supertree models. J. Syst. Evol. **51**:743-757
- EVANS TM, SYTSMA KJ, FADEN RB, GIVNISH TJ, 2003: Phylogenetic relationships in the Commelinaceae: II. A cladistic analysis of rbcL sequences and morphology. Syst. Bot. **28**:270-292
- FAN C, XIANG Q-Y, 2003: Phylogenetic analysis of Cornales based on 26S rRNA and combined 26S rDNA-matK-rbcL sequence data. American J. Bot. **90**:1357-1372
- FAY MF, CHASE MW, 1996. Resurrection of Themidaceae for the *Brodiaea* alliance, and re-circumscription of Alliaceae, Amaryllidaceae and Agapanthoideae. Taxon **45**:441-451
- FAY MF, RUDALL PJ, SULLIVAN S, STOBART KL, DE BRUIJN AY, REEVES G, QAMARUZ-ZAMAN F, HONG W-P, JOSEPH J, HAHN WJ, CONRAN JG, CHASE MW, 2000: Phylogenetic studies of Asparagales based on four plastid DNA regions. pp. 360-371, in WILSON KL, MORRISON DA, (eds), Monocots: Systematics and Evolution. CSIRO, Collingwood
- FAY MF, CHASE MW, RØNSTED N, DEVEY DS, PILLON Y, PIRES JC, PETERSEN G, SEBERG O, DAVIS JI, 2006: Phylogenetics of Liliales: Summarized evidence from combined analyses of five plastid and one mitochondrial loci. Aliso **22**:559-565
- FAY MF, CHRISTENHUSZ MJM, 2010: Brassicales - an order of plants characterized by shared chemistry. Curtis's Bot. Mag. **27**:165-196
- FAY MF, CHRISTENHUSZ MJM, 2012: Ranunculales - buttercups, poppies and their relatives. Curtis's Bot. Mag. **29**:222-234
- FERGUSON DM, 1999: Phylogenetic analysis and relationships in Hydrophyllaceae based on *ndhF* sequence data. Syst. Bot. **23**:253-268
- FEUILLET C, MACDOUGAL JM, 2006: Passifloraceae. pp. 270-281, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX. Springer, Berlin

- FIOR S, KARIS PO, CASAZZA G, MINUTO L, SALA F, 2006: Molecular phylogeny of the Caryophyllaceae (Caryophyllales) inferred from chloroplast matK and nuclear rDNA ITS sequences. *American J. Bot.* **93**:399-411
- FISCHER E, 2004: Balsaminaceae. pp. 20-25, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VI.* Springer, Berlin
- FISCHER E, THEISEN I, LOHMANN LG, 2004: Bignoniaceae. pp. 9-38, in KADEREIT J, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VII.* Springer, Berlin.
- FISHBEIN M, SOLTIS DE, 2004: Further resolution of the rapid radiation of Saxifragales (angiosperms, eudicots) supported by mixed-model Bayesian analysis. *Syst. Bot.* **29**:883-891
- FISHBEIN M, HIBSCH-JETTER C, SOLTIS DE, HUFFORD L, 2001: Phylogeny of Saxifragales (Angiosperms, Eudicots): Analysis of a rapid, ancient radiation. *Syst. Biol.* **50**:817-847
- FLOYD SK, FRIEDMAN WE, 2001: Developmental evolution of endosperm in basal angiosperms: Evidence from *Amborella* (Amborellaceae), *Nuphar* (Nymphaeaceae), and *Illicium* (Illiciaceae). *Plant Syst. Evol.* **228**:153-169
- FORD VS, GOTTLIEB LD, 2007: Tribal relationships within Onagraceae inferred from PgiC sequences. *Syst. Bot.* **32**:348-356
- FURNESS CA, CONRAN JG, GREGORY T, RUDALL PJ, 2014: The trichotomosulcate asparagoids: Pollen morphology in Hemerocallidaceae in relation to systematics and pollination biology. *Australian Syst. Bot.* **26**:393-407
- FUSE S, TAMURA MN, 2000: A phylogenetic analysis of the plastid matK gene with emphasis on Melanthiaceae sensu lato. *Plant. Biol.* **2**:415-427
- FUSE S, LEE NS, TAMURA MN, 2012: Biosystematic studies on the family Nartheciaceae (Dioscoreales) I. Phylogenetic relationships, character evolution and taxonomic re-examination. *Plant Syst. Evol.* **298**:1575-1584
- GADEK PA, FERNANDO ES, QUINN CJ, HOOT SB, TERRAZAS T, SHEAHAN MC, CHASE MW, 1996: Sapindales: Molecular delimitation and infraordinal groups. *American J. Bot.* **83**:802-811
- GARCÍA MA, COSTEA M, KUZMINA M, STEFANOVIC S, 2014: Phylogeny, character evolution, and biogeography of *Cuscuta* (dodders; Convolvulaceae) inferred from coding plastid and nuclear sequences. *American J. Bot.* **101**:670-690
- GASKIN JF, 2002: Tamaricaceae. pp. 363-368, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. V.* Springer, Berlin
- GASKIN JF, GHAHREMANI-NEJAD F, ZHANG D-Y, LONDO JP, 2004: A systematic overview of Frankeniaceae and Tamaricaceae from nuclear rDNA and plastid sequence data. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **91**:401-409
- GEUTEN K, SMETS E, SCHOLS P, YUAN Y-M, JANSSENS S, KÜPFER P, PYCK N, 2004: Conflicting phylogenies of balsaminoid families and the polytomy in Ericales: Combining data in a Bayesian framework. *Mol. Phyl. Evol.* **31**:711-729
- GIVNISH TJ, EVANS TM, PIRES JC, SYTSMA KJ 1999: Polyphyly and convergent morphological evolution in Commelinales and Commelinidae: Evidence from rbcL sequence data. *Mol. Phyl. Evol.* **12**:360-385
- GIVNISH TJ, AMES MS, MCNEAL JR, MCKAIN MR, STEELE PR, DEPAMPHILIS CW, GRAHAM SW, PIRES JC, STEVENSON DW, ZOMLEFER WB, BRIGGS BG, DUVAL MR, MOORE MJ, HEANEY JM, SOLTIS DE, SOLTIS PS, THIELE K, LEEBENS-MACK JH, 2010: Assembling the tree of the monocotyledons: Plastome sequence phylogeny and evolution of Poales. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **97**:584-616
- GIVNISH TJ, BARFUSS MH, EE BV, RIINA R, SCHULTE K, HORRES R, GONSISKA PA, JABAILY RS, CRAYN DM, SMITH JA, WINTER K, BROWN GK, EVANS TM, HOLST BK, LUTHER H, TILL W, ZIZKA G, BERRY PE, SYTSMA KJ, 2011: Phylogeny, adaptive radiation, and historical biogeography in Bromeliaceae: Insights from an eight-locus plastid phylogeny. *American J. Bot.* **98**:872-895

- GOLDBLATT P, 1990: Phylogeny and classification of Iridaceae. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **77**:607-627
- GOLDBLATT P, 2001: Phylogeny and classification of the Iridaceae and the relationships of *Iris*. *Annali Bot.* **1**:13-28
- GOLDBLATT P, MANNING J, 2008: The Iris Family. Natural history and Classification. Timber Press, Portland, Oregon
- GOLDBLATT P, MANNING JC, Rudall P, 1998. Iridaceae: pp. 295-333, in Kubitzki K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III.* Springer, Berlin
- GOLDBLATT P, RODRIGUEZ A, POWELL MP, DAVIES TJ, MANNING JC, VAN DER BANK M, SAVOLAINEN V, 2008: Iridaceae 'out of Australia'? Phylogeny, biogeography and divergence times based on plastid DNA sequences. *Syst. Bot.* **33**:495-508
- GOREMYKIN VV, HOLLAND B, HIRSCH-ERNST KI, HELLWIG FH, 2005: Analysis of *Acorus calamus* genome and its phylogenetic implications. *Mol. Biol. Evol.* **22**:1813-1222
- GOREMYKIN VV, VIOLA R, HELLWIG FH, 2009: Removal of noisy characters from chloroplast genome-scale data suggests revision of phylogenetic placement of *Amborella* and *Ceratophyllum*. *J. Molec. Evol.* **68**:197-204
- GORMLEY IC, BEDIGIAN D, OLMSTEAD RG, 2015: Phylogeny of Pedaliaceae and Martyniaceae and the placement of *Trapella* in Plantaginaceae s.l. *Syst. Bot.* **40**:259-268
- GOTTSCHLING M, HILGER HH, WOLF M, DIANE N, 2001: Secondary structure of the ITS1 transcript and its application in a reconstruction of the phylogeny of Boraginales. *Plant Biol.* **3**:629-636
- GRAHAM SA, HALL J, SYTSMA K, SHI S-H, 2005: Phylogenetic analysis of the Lythraceae based on four gene regions and morphology. *Internat. J. Plant Sci.* **166**:995-1017
- GRAHAM SW, ZGURSKI JM, MCPHERSON MA, CHERNIAWSKY DM, SAARELA JM, HORNE EFC, SMITH SY, WONG WA, O'BRIEN HE, BIRON VL, PIRES JC, OLMSTEAD RG, CHASE MW, RAI HS, 2006: Robust inference of monocot deep phylogeny using an expanded multigene plastid data set. pp. 3-21, in COLUMBUS JT, FRIAR EA, PORTER JM, PRINCE LM, SIMPSON MG, (eds), *Monocots: Comparative Biology and Evolution. Excluding Poales.* *Aliso* **22**:3-21
- GRANT V, 1998: Primary classification and phylogeny of the Polemoniaceae, with comments on molecular cladistics. *American J. Bot.* **85**:741-752
- GREEN PS, 2004: Oleaceae. pp. 296-306, in KADEREIT J, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VII.* Springer, Berlin
- GRIMM GW, DENK T, 2008: ITS evolution in *Platanus* (Platanaceae): Homoeologues, pseudogenes and ancient hybridization. *Ann. Bot.* **101**:403-419
- GROppo M, PIRANI JR, SALATINO MLF, BLANCO SR, KALLUNKI JA, 2008: Phylogeny of Rutaceae based on two non-coding regions from cpDNA. *American J. Bot.* **95**:985-1005
- GUISINGER MM, CHUMLEY TW, KUEHL JV, BOORE JL, JANSEN RK, 2010: Implications of the plastid genome sequence of *Typha* (Typhaceae, Poales) for understanding genome evolution in Poaceae. *J. Molec. Evol.* **70**:149-166
- GUSTAFSSON MHG, 1996: Phylogenetic hypotheses for Asteraceae relationships. pp. 9-19, in HIND DJN, BEENTJE H, (eds), *Compositae Systematics: Proceedings of the International Compositae Conference*, Kew, 1994. Royal Botanic Gardens, Kew
- GUZMÁN B, VARGAS P, 2009: Historical biogeography and character evolution of Cistaceae (Malvales) based on analysis of plastid *rbcl* and *trnL-trnF* sequences. *Organisms Divers. Evol.* **9**:83-99
- HALL JC, 2008: Systematics of Capparaceae and Cleomaceae: An evaluation of the generic delimitations of *Capparis* and *Cleome* using plastid DNA sequence data. *Botany* **86**:682-696

- HAUG I, WEIß M, HOMEIER J, OBERWINKLER F, KOTTKE I, 2005: Russulaceae and Thelephoraceae form ectomycorrhizas with members of Nyctaginaceae (Caryophyllales) in the tropical mountain rain forest of southern Ecuador. *New Phytol.* **165**:923-936
- HAYASHI K, KAWANO S, 2000: Molecular systematics of *Lilium* and allied genera (Liliaceae): Phylogenetic relationships among *Lilium* and related genera based on the rbcL and matK gene sequence data. *Plant Species Biol.* **15**:73-93
- HAYNES RR, LES DH, HOLM-NIELSEN LB, 1998a: Alismataceae, pp. 11-18, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants: Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)*. Springer, Berlin
- HAYNES RR, LES DH, HOLM-NIELSEN LB, 1998b: Juncaginaceae, pp. 260-263, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants: Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)*. Springer, Berlin
- HAYNES RR, LES DH, HOLM-NIELSEN LB, 1998c: Potamogetonaceae, pp. 408-414, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants: Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)*. Springer, Berlin
- HAYNES RR, LES DH, HOLM-NIELSEN LB, 1998d: Scheuchzeriaceae, pp. 449-450, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants: Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae)*. Springer, Berlin
- HEDRÉN M, CHASE MW, OLMSTEAD RG, 1995: Relationships in the Acanthaceae and related families as suggested by cladistic analysis of rbcL nucleotide sequences. *Plant Syst. Evol.* **194**:93-109
- HEGNAUER R, 1962 folgende: *Chemotaxonomie der Pflanzen*. BIRKHÄUSER, Basel
- HEMPEL AL, REEVES PA, OLMSTEAD RG, JANSEN RK, 1995: Implications of rbcL sequence data for higher order relationships of the Loasaceae and the anomalous aquatic plant *Hydrostachys* (Hydrostachyaceae). *Plant Syst. Evol.* **194**:25-37
- HENRIQUEZ CL, ARIAS T, PIRES JC, CROAT TB, SCHAAL BA, 2014: Phylogenomics of the plant family Araceae. *Mol. Phyl. Evol.* **75**:91-102
- HERMSEN EJ, NIXON KC, CREPET WL, 2006: The impact of extinct taxa on understanding the early evolution of angiosperm clades: An example incorporating fossil reproductive structures of Saxifragales. *Plant Syst. Evol.* **260**:141-169
- HERTWECK KL, KINNEY MS, STUART SA, MAURIN O, MATHEWS S, CHASE MW, GANDOLFO MA, PIRES JC, 2015: Phylogenetics, divergence times and diversification from three genomic partitions in monocots. *Bot. J. Linnean Soc.* **178**:375-393
- HIDALGO O, GARNATJE T, SUSANNA A, MATHEZ J, 2004: Phylogeny of Valerianaceae based on matK and ITS markers, with reference to matK individual polymorphism. *Ann. Bot.* **93**:283-294
- HILGER HH, DIANE N, 2003: A systematic analysis of Heliotropiaceae (Boraginales) based on trnL and ITS1 sequence data. *Bot. Jahrb. Syst. Pflanzenges. Pflanzengeog.* **125**:19-51
- HILL RS, 2001: Biogeography, evolution and palaeoecology of *Nothofagus* (Nothofagaceae): The contribution of the fossil record. *Australian J. Bot.* **49**:321-332
- HOFFMANN P, KATHRIARACHCHI H, WURDACK KJ, 2006: A phylogenetic classification of Phyllanthaceae (Malpighiales; Euphorbiaceae sensu lato). *Kew Bull.* **61**:37-53
- HOOT SB, CRANE PR, 1995: Inter-familial relationships in the Ranunculidae based on molecular systematics. pp. 119-131, in JENSEN U, KADEREIT JW, (eds.), *Systematics and Evolution of the Ranunculiflorae*. SPRINGER, Wien
- HOOT SB, WEFFERLING KM, WULFF JA, 2015: Phylogeny and character evolution in Papaveraceae s.l. (Ranunculales). *Syst. Bot.* **40**:474-488
- HORN JW, 2006: Dilleniaceae. pp. 132-154, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX*. Springer, Berlin
- HORN JW, 2009: Phylogenetics of Dilleniaceae using sequence data from four plastid loci (rbcL, infA, rps4, rpl16 intron). *Internat. J. Plant Sci.* **170**:794-813

- HORRES R, ZIZKA G, KAHL G, WEISING K, 2000: Molecular systematics of Bromeliaceae: Evidence from trnL (UAA) intron sequences of the chloroplast genome. *Plant Biol.* **2**:306-315
- HOYOS-GÓMEZ S, 2015: The evolution of Violaceae from an anatomical and morphological perspective. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **100**:393-406
- HUANG Y-L, SHI S-H, 2002: Phylogenetics of Lythraceae sensu lato: A preliminary analysis based on chloroplast rbcL gene, psaA-ycf3 spacer, and nuclear rDNA internal transcribed spacer (ITS) sequences. *Internat. J. Plant Sci.* **163**:215-225
- HUBER H, 1963: Die Verwandtschaftsverhältnisse der Rosifloren. *Mitt. Bot. Staats. München* **5**:1-48
- HUBER H, 1969: Die Samenmerkmale und Verwandtschaftsverhältnisse der Liliifloren. *Mitt. Bot. Staats. München* **8**:219-538
- HUBER H, 1991: Angiospermen. Leitfaden durch die Ordnungen und Familien der Bedecktsamer. GUSTAV FISCHER, Stuttgart
- HUFFORD L, MOODY ML, SOLTIS DE, 2001: A phylogenetic analysis of Hydrangeaceae based on sequences of the plastid gene matK and their combination with rbcL and morphological data. *Internat. J. Plant Sci.* **162**:835-846
- HUFFORD L, MCMAHON MM, SHERWOOD AM, REEVES G, CHASE MW, 2003: The major clades of Loasaceae: Phylogenetic analysis using the plastid matK and trnL-trnF regions. *American J. Bot.* **90**:1215-1228
- HUNZIKER AT, 2001: The Genera of Solanaceae. KOELTZ, Königstein
- HUTCHINSON J, 1959: The families of flowering plants, arranged according to a new system based on their probable phylogeny. 2 vols (2nd ed.). Macmillan
- IHLENFELDT H-D, 2004: Martyniaceae, pp. 50-56, in KADEREIT J. (ed), The Families and Genera of Vascular Plants. VII. Springer, Berlin
- ILES W, SMITH SY, GRAHAM SW, 2009: Robust resolution of the backbone of Alismatales phylogeny. p. 156, in Botany and Mycology 2009. Snowbird
- ILES W, SMITH SY, GRAHAM SW, 2013: A well-supported phylogenetic framework for the monocot order Alismatales reveals multiples losses of the plastid NADH dehydrogenase complies and a strong long-branch effect. pp. 1-28, in WILKIN P, MAYO SJ, (eds), Early events in monocot evolution, Cambridge University Press, Cambridge
- IONTA GM, JUDD WS, 2007: Phylogenetic relationships in Periplocoideae (Apocynaceae s.l.) and insights into the evolution of pollinia. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **94**:360-375
- JANG CG, PFOSSER M, 2002: Phylogenetics of Ruscaceae sensu lato based on plastid rbcL and trnL-F DNA sequences. *Stapfia* **80**:333-348
- JANSEN RK, MCMICHAELS HJ, PALMER JD, 1991: Phylogeny and character evolution in the Asteraceae based on chloroplast DNA restriction site mapping. *Syst. Bot.* **16**:98-115
- JIAN S, SOLTIS PS, GITZENDANNER MA, MOORE MJ, LI R, HENDRY TA, QIU Y-L, DHINGRA A, BELL C, SOLTIS DE, 2008: Resolving an ancient, rapid radiation in Saxifragales. *Syst. Biol.* **57**:38-57
- JOHNSON LAS, WILSON KL, 1993: Casuarinaceae. pp. 237-242, in KUBITZKI K, ROHWER JG, BITTRICH V, (eds), The Families and Genera of Vascular Plants. II. Springer, Berlin
- KADEREIT G, 2007: Menyanthaceae. pp. 599-604, in KADEREIT JW, JEFFREY C, (eds), The Families and Genera of Vascular Plants. Volume VIII. Springer, Berlin
- KADEREIT G, BORSCH T, WEISING K, FREITAG H, 2003: Phylogeny of Amaranthaceae and Chenopodiaceae and the evolution of C₄ photosynthesis. *Internat. J. Plant Sci.* **164**:959-986
- KADEREIT JW, 2004: Lamiales, introduction and conspectus. pp. 1-8, in KADEREIT JW, (ed)., The Families and Genera of Vascular Plants. VII. Flowering Plants: Dicotyledons. Lamiales (except Acanthaceae including Avicenniaceae). Springer, Berlin
- KADEREIT JW, BLATTNER FR, JORK, KB, SCHWARZBACH A, 1995: The phylogeny of the Papaveraceae sensu lato: morphological, geographical, and ecological implications. pp. 133-

- 145, in JENSEN U, KADEREIT JW (eds), Systematics and Evolution of the Ranunculiflorae. SPRINGER, Wien
- KALKMAN C, 2004: Rosaceae. pp. 343-386, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. VI. Springer, Berlin.
- KATHRIARACHCHI H, SAMUEL R, HOFFMANN P, MLINAREC J, WURDACK KJ, RALIMANANA H, STUESSY TF, CHASE MW, 2006: Phylogenetics of tribe Phyllanthae (Phyllanthaceae; Euphorbiaceae sensu lato) based on nrITS and plastid matK sequence data. American J. Bot. **93**:637-655
- KELLY LM, GONZÁLEZ F, 2003: Phylogenetic relationships in Aristolochiaceae. Syst. Bot. **28**:236-249
- KIM Y-D, JANSEN RK, 1996: Phylogenetic implications of rbcL and ITS sequence variation in the Berberidaceae. Syst. Bot. **21**:381-396
- KIM D-K, KIM JS, KIM J-H, 2012: The phylogenetic relationships of Asparagales in Korea based on five plastid DNA regions. J. Plant Biol. **55**:325-345
- KIM JS, HONG J-K, CHASE MW, FAY MF, KIM J-H, 2013: Familial relationships of the monocot order Liliales based on a molecular phylogenetic analysis using four plastid loci: matK, rbcL, atpB and atpF-H. Bot. J. Linnean Soc. **171**:5-21
- KIM Y-D, KIM S-H, 1999: Phylogeny of *Weigela* and *Diervilla* (Caprifoliaceae) based on nuclear rDNA ITS sequences: Biogeographic and taxonomic implications. J. Plant Res. **112**:331-341
- KIMOTO Y, TOKUOKA T, 2000: Embryology and relationships of *Stachyurus* (Stachyuraceae). Acta Phytotax. Geobot. **50**:187-200
- KLAK C, KHUNOU A, REEVES G, HEDDERSON TAJ, 2003: A phylogenetic hypothesis for the Aizoaceae (Caryophyllales) based on four plastid DNA regions. American J. Bot. **90**:1433-1445
- KLOPPER RR, VAN WYK A, SMITH GF, 2010: Phylogenetic relationships in the family Asphodelaceae (Asparagales). Schumannia **6**:9-36
- KNOX EB, MUASYA AM, PHILLIPSON PB, 2006: The Lobeliaceae originated in southern Africa. pp. 215-227, in GHAZANFAR SA, BEENTJE H, (eds), Taxonomy and Ecology of African Plants, Their Conservation and Sustainable Use. Royal Botanic Gardens, Kew
- KNOX EB, MUASYA AM, Muchhala N, 2008: The predominantly South American clade of Lobeliaceae. Syst. Bot. **33**:462-468
- KRESS WJ, PRINCE LM, HAHN WJ, ZIMMER EA, 2001: Unraveling the evolutionary radiation of the families of the Zingiberales using morphological and molecular evidence. Syst. Biol. **50**:926-944
- KRON KA, JOHNSON SL, 1997: Phylogenetic analysis of the monotropoids and pyroloids (Ericaceae) using nrITS and 18S sequence data. In: Am. J. Bot. **84**(6):205-206
- KRON KA, Judd WS, Stevens PF, Crayn DM, Anderberg AA, Gadek PA, Quinn CJ, Luteyn JL, 2002: A phylogenetic classification of Ericaceae: Molecular and morphological evidence. Bot. Review **68**:335-423
- KUBITZKI K, 1993a: Betulaceae, pp. 152-156, in KUBITZKI K, ROHWER JG, BITTRICH V, (eds), The Families and Genera of Vascular Plants. II. Springer, Berlin
- KUBITZKI K, 1993b: Myricaceae, 453-457, in KUBITZKI K, ROHWER JG, BITTRICH V, (eds), The Families and Genera of Vascular Plants. II. Springer, Berlin
- KUBITZKI K, 1998a: Taccaceae, pp. 425-428, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Lillanae (except Orchidaceae). Springer, Berlin
- KUBITZKI K, 1998b: Agapanthaceae, pp. 58-59, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Lillanae (except Orchidaceae). Springer, Berlin

- KUBITZKI K, 2002: Resedaceae, 334-338, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. V. Springer, Berlin
- KUBITZKI K, 2011: Coriariaceae, pp. 105-108, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Flowering Plants. X. Springer, Berlin
- KUBITZKI K, RUDALL P, 1998: Asparagaceae. pp. 125-129, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae). Springer, Berlin
- LANDREIN S, PRENNER G, CHASE MW, CLARKSON JJ, 2012: *Abelia* and relatives: Phylogenetics of Linnaeae (Dipsacales–Caprifoliaceae s.l.) and a new interpretation of their inflorescence morphology. *Bot. J. Linnean Soc.* **169**:692-713
- LAURENT N, BREMER B, BREMER K, 1999: Phylogeny and generic interrelationships of the Stylidiaceae (Asterales), with a possible extreme case of floral paedomorphosis. *Syst. Bot.* **23**:289-304
- LEHTONEN S, 2009: Systematics of the Alismataceae - a morphological evaluation. *Aquatic Bot.* **91**:279-290
- LES DH, HAYNES RR, 1995: Systematics of subclass Alismatidae: A synthesis of approaches. pp. 353-377, in RUDALL PJ, CRIBB PJ, CUTLER DF, HUMPHRIES CJ, (eds), Monocotyledons: Systematics and Evolution, vol. 2. Royal Botanic Gardens, Kew
- LES DH, TIPPERY NP, 2013: In time and with water... The systematics of alismatid monocotyledons. pp. 118-164, in WILKIN P, MAYO SJ, (eds), Early Events in Monocot Evolution, Cambridge University Press, Cambridge
- LES DH, CLELAND MA, WAYCOTT M, 1997: Phylogenetic studies in Alismatidae, II: Evolution of marine angiosperms (seagrasses) and hydrophily. *Syst. Bot.* **22**:443-463
- LES DH, MOODY ML, SOROS CL, 2006: A reappraisal of phylogenetic relationships in the monocotyledon family Hydrocharitaceae (Alismatidae). pp. 211-230, in COLUMBUS JT, FRIAR EA, PORTER JM, PRINCE LM, SIMPSON MG, (eds), Monocots: Comparative Biology and Evolution. Excluding Poales. Rancho Santa Ana Botanical Garden, Claremont
- LEVIN RA, 2000: Phylogenetic relationships within Nyctaginaceae tribe Nyctagineae: Evidence from nuclear and chloroplast genomes. *Syst. Bot.* **25**:738-750
- LEVIN RA, WAGNER WL, HOCH PC, HAHN WJ, RODRIGUEZ A, BAUM DA, KATINAS L, ZIMMER EA, SYTSMA KJ, 2004: Paraphyly in tribe Onagreae: Insights into phylogenetic relationships of Onagraceae based on nuclear and chloroplast sequence data. *Syst. Bot.* **29**:147-164
- LI J, ZHANG Z-H, 2010: Sequences of 72 plastid genes support the early divergence of Cornales in the asterids. *J. Syst. Evol.* **48**:426-434
- LI R-Q, 1996: On the phylogeny of the Fagaceae. *Acta Phytotax. Sinica* **34**:597-609
- LI R-Q, CHEN Z-D, HONG Y-P, LU A-M, 2002: Phylogenetic relationships of the "higher" hamamelids based on chloroplast trnL-F sequences. *Acta Bot. Sinica* **44**:1462-1468
- LI R-Q, CHEN Z-D, LU A-M, SOLTIS DE, SOLTIS PS, MANOS PS, 2004: Phylogenetic relationships in Fagales based on DNA sequences from three genomes. *Internat. J. Plant Sci.* **165**:311-324
- LINDER HP, KELLOGG EA, 1995: Phylogenetic patterns in the commelinid clade. In RUDALL PJ, CRIBB PJ, CUTLER DF, HUMPHRIES CJ, ed. Monocotyledons: Systematics and Evolution. Kew, UK: R. Bot. Gard. 2 Vols. **2**:473-496
- LINDER HP, RUDALL PJ, 2005: Evolutionary history of Poales. *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **36**:107-124
- LINDER HP, DIAMINI T, HENNING J, VERBOOM GA, 2006: The evolutionary history of *Melanthus* (Melianthaceae). *American J. Bot.* **93**:1052-1064
- LINDQVIST C, DE LAET J, HAYNES RR, AAGESEN L, KEENER BR, ALBERT VA, 2006: Molecular phylogenetics of an aquatic plant lineage, Potamogetonaceae. *Cladistics* **22**:568-588

- LISTON A, 2003: A new interpretation of floral morphology in *Garrya* (Garryaceae). *Taxon* **52**:271-276
- LIVSHULTZ T, 2010: The phylogenetic position of milkweeds (Apocynaceae subfamilies Secamonoideae and Asclepiadoideae): Evidence from the nucleus and chloroplast. *Taxon* **59**:1016-1030
- LLEDÓ MD, CRESPO MB, CAMERON KM, FAY MF, CHASE MW, 1998. Systematics of Plumaginaceae based on cladistic analysis of rbcL sequence data. *Syst. Bot.* **23**:21-29
- LOWRY PP JR, PLUNKETT GM, WEN J, 2003: Generic relationships in Araliaceae: Looking into the crystal ball. *South African J. Bot.* **70**:382-392
- LUCKOW M, MILLER JT, MURPHY DJ, LIVSHULTZ T, 2003: Phylogenetic analysis of the Mimosoideae (Leguminosae) based on chloroplast DNA sequence data. pp. 197-220, in KLITGAARD BB, BRUNEAU A, (eds), *Advances in Legume Systematics, Part 10, Higher Level Systematics*. Royal Botanic Gardens, Kew
- LUNDBERG J, 2009: Asteraceae and relationships in Asterales. pp. 157-169, in FUNK VA, SUSANNA A, STUESSY TF, BAYER RJ, (eds), *Systematics, Evolution, and Biogeography of Compositae*. I.A.P.T.
- LUNDBERG J, BREMER K, 2003: A phylogenetic study of the order Asterales using one morphological and three molecular data sets. *Internat. J. Plant Sci.* **164**:553-578
- LYNCH AH, RUDALL PJ, CUTLER DF, 2001: Leaf anatomy and systematics of Hyacinthaceae. *Kew Bull.* **61**:145-159
- MAAS-VAN DE KAMER H, MAAS PJM, 2008: The Cannaceae of the world. *Blumea* **53**:247-318
- MAGALLÓN S, GÓMEZ-ACEVEDO S, SÁNCHEZ-REYES LL, HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ T, 2015: A metacalibrated time-tree documents the early rise of flowering plant phylogenetic diversity. *New Phytol.* **207**:437-453. Doi: 10.1111/nph.13264
- MAGALLÓN SA, SANDERSON MJ, 2001: Absolute diversification rates in angiosperm clades. *Evolution* **55**:1762-1780
- MANEN J-F, BARRIERA G, LOIZEAU P-A, NACIRI Y, 2010: The history of extant *Ilex* species (Aquifoliaceae): Evidence of hybridization within a Mioocene radiation. *Mol. Phyl. Evol.* **57**:961-977
- MANOS PS, 1997: Systematics of *Nothofagus* (Nothofagaceae) based on rDNA spacer sequences (ITS): Taxonomic congruence with morphology and plastid sequences. *American J. Bot.* **84**:1137-1155
- MARTÍN-BRAVO S, MEIMBERG H, LUCEÑO M, MÄRKL W, VALCÁREL V, BRÄUCHLER C, VARGAS P, HEUBL G, 2007: Molecular systematics and biogeography of Resedaceae based on ITS and trnL-F sequences. *Mol. Phyl. Evol.* **44**:1105-1120
- MARTINS TR, BARKMAN TJ, 2005: Reconstruction of Solanaceae phylogeny using the nuclear gene SAMT. *Syst. Bot.* **30**:435-447
- MARX H, O'LEARY N, YUAN Y-W, LU-IRVING P, TANK DC, MÚLGURA ME, OLMSTEAD R, 2010: A molecular phylogeny and classification of Verbenaceae. *American J. Bot.* **97**:1647-1663
- MASSONI J, FOREST F, SAUQUET H, 2014: Increased sampling of both genes and taxa improves resolution of phylogenetic relationships within Magnoliidae, a large and early-diverging clade of angiosperms. *Mol. Phyl. Evol.* **70**:84-93
- MASSONI J, COUVREUR TLP, SAUQUET H, 2015: 2015. Five major shifts in diversification through the long evolutionary history of Magnoliidae (angiosperms). *BMC Evol. Biol.* **15**:49. Doi: 10.1186/s12862.015.0320.6
- MATTHEWS ML, ENDRESS PK, 2002: Comparative floral morphology and systematics in Oxalidales (Oxalidaceae, Connaraceae, Brunelliaceae, Cephalotaceae, Cunoniaceae, Elaeocarpaceae, Tremandraceae). *Bot. J. Linnean Soc.* **140**:321-381

- MATTHEWS ML, ENDRESS PK, 2004: Comparative floral structure and systematics in Cucurbitales (Corynocarpaceae, Coriariaceae, Tetramelaceae, Datisceae, Begoniaceae, Cucurbitaceae, Anisophylleaceae). *Bot. J. Linnean Soc.* **145**:129-185
- MATTHEWS ML, ENDRESS PK, 2005: Comparative floral structure and systematics in Celastrales (Celastraceae, Parnassiaceae, Lepidobotryaceae). *Bot. J. Linnean Soc.* **149**:129-194
- MAYO SJ, BOGNER J, 2013: The first evolutionary classification of Araceae: A. ENGLER's natural system. pp. 243-278, in WILKIN P, MAYO SJ (eds), *Early Events in Monocot Evolution*, Cambridge University Press, Cambridge
- MAYO SJ, BOGNER J, BOYCE PC, 1997: *The Genera of Araceae*. Royal Botanic Gardens, Kew.
- MCDADE LA, MOODY ML, 1999: Phylogenetic relationships among Acanthaceae: Evidence from noncoding trnL-trnF chloroplast DNA sequences. *American J. Bot.* **86**:70-80
- MCDADE LA, MASTA SE, MOODY ML, WATERS E, 2000: Phylogenetic relationships among Acanthaceae: Evidence from two genomes. *Syst. Bot.* **25**:106-121
- MCDADE LA, DANIEL TF, KIEL CA, 2008: Toward a comprehensive understanding of phylogenetic relationships among lineages of Acanthaceae s.l. (Lamiales). *American J. Bot.* **95**:1136-1152
- MCDILL J, SIMPSON BB, 2011: Molecular phylogenetics of Linaceae with complete generic sampling and data from two plastid genes. *Bot. J. Linnean Soc.* **165**:64-83
- MCNEAL JR, BENNETT JR, WOLFE AD, MATHEWS S, 2013: Phylogeny and origins of holoparasitism in Orobanchaceae. *American J. Bot.* **100**:971-983
- MCPHERSON MA, GRAHAM SW, 2001: Inference of Asparagales phylogeny using a large chloroplast data set. p. 126, in *Botany 2001: Plants and People*, abstracts. Albuquerque
- MEIMBERG H, DITTRICH P, BRINGMANN G, SCHLAUER J, HEUBL G, 2000: Molecular phylogeny of Caryophyllidae s.l. based on matK sequences with special emphasis on carnivorous taxa. *Plant Biol.* **2**:218-228
- MELCHIOR H, (ed.) 1964: *A. ENGLER's Syllabus der Pflanzenfamilien*. 12. Auflage, II. Band, Gebrüder BORNTRÄGER, Berlin-Nikolassee
- MENG S-W, DOUGLAS AW, LI D-Z, CHEN Z-D, LIANG H-X, YANG J-B, 2003: Phylogeny of Saururaceae based on morphology and five regions from three plant genomes. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **90**:592-602
- MERXMÜLLER H, 1959-64: *Vorlesungen über Angiospermen*. München, unveröffentlicht
- MICHAELS HJ, SCOTT KM, OLMSTEAD RG, SZARO T, JANSEN RK, PALMER JD, 1993: Interfamilial relationships of the Asteraceae: Insights from rbcL sequence variation. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**:742-751
- MITHEN R, BENNETT R, MARQUEZ J, 2010: Glucosinolate biochemical diversity and innovation in the Brassicales. *Phytochem.* **71**:2074-2086
- MÖLLER M, CLARK JL, 2013: The state of molecular studies in the family Gesneriaceae: A review. *Selbyana* **31**:95-125
- MOODY ML, LES DH, 2007: Phylogenetic systematics and character evolution in the angiosperm family Haloragaceae. *American J. Bot.* **94**:2005-2025
- MOORE MJ, BELL CD, SOLTIS PS, SOLTIS DE, 2008: Analysis of an 83-gene, 86-taxon plastid genome data set resolves relationships among several deep-level eudicot lineages. p. 97, in *Botany 2008. Botany without Borders*
- MOORE MJ, SOLTIS PS, BELL CD, BURLEIGH JG, SOLTIS DE, 2010: Phylogenetic analysis of 83 plastid genomes further resolves the early diversification of eudicots. *Proc. National Acad. Sci. U.S.A.* **107**:4623-4628
- MORGAN DR, SOLTIS DE, 1993: Phylogenetic relationships among members of the Saxifragaceae sensu lato based on rbcL sequence data. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**:631-660

- MORT ME, SOLTIS DE, SOLTIS PS, FRANCISCO-ORTEGA J, SANTOS-GUERRA A, 2001: Phylogenetic relationships and evolution of Crassulaceae inferred from matK sequence data. *American J. Bot.* **88**:76-91
- MORT ME, O'LEARY TR, CARILLO-REYES P, NOWELL T, ARCHIBALD JK, RANDLE CP, 2010: Phylogeny and evolution of Crassulaceae: Past, present and future. *Schumannia* **6**:69-86
- MUASYA AM, SIMPSON DA, VERBOOM GA, GOETGHEBEUR P, NACZI RFC, CHASE M, SMETS E, 2009: Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data: Current progress and future prospects. *Bot. Review* **75**:2-21
- NANDI OI, 1998: Floral development and systematics of Cistaceae. *Plant Syst. Evol.* **212**:107-134
- NANDI OI, CHASE MW, ENDRESS PK, 1998: A combined cladistic analysis of angiosperms using rbcL and non-molecular data sets. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **85**:137-212
- NARAYANA LL, RAO D, 1978: Systematic position of Humiriaceae, Linaceae and Erythroxylaceae in the light of their comparative floral morphology and embryology – a discussion. *J. Indian bot. Soc.* **57**:258-266
- NAUHEIMER L, METZLER D, RENNER SS, 2012: Global history of the ancient monocot family Araceae inferred with models accounting for past continental positions and previous ranges based on fossils. *New Phytol.* **195**:938-950. doi: 10.1111/j.1469-8137.2012.04220.x
- NAZAIRE M, HUFFORD L, 2014: A broad phylogenetic analysis of Boraginaceae: Implications for the relationships of *Mertensia*. *Syst. Bot.* **37**:758-783.
- NAZAR N, GOYDER DJ, CLARKSON JJ, MAHMOOD T, CHASE MW, 2013: The taxonomy and systematics of Apocynaceae: Where we stand in 2012. *Bot. J. Linnean Soc.* **171**:482-490
- NEINHUIS C, WANKE S, HILU KW, MÜLLER K, BORSCH T, 2005: Phylogeny of Aristolochiaceae based on parsimony, likelihood, and Bayesian analyses of trnL-trnF sequences. *Plant Syst. Evol.* **250**:7-26
- NGUYEN TPA, KIM JS, KIM J-H, 2013: Molecular phylogenetic relationships and implications for the circumscription of Colchicaceae (Liliales). *Bot. J. Linnean Soc.* **172**:255-269
- NIE Z-L, SUN H, BEARDSLEY PM, OLMSTEAD RG, WEN J, 2006: Evolution of biogeographic disjunction between eastern Asia and eastern North America in *Phryma* (Phrymaceae). *American J. Bot.* **93**:1343-1356
- NYFFELER R, EGGI U, 2009: Disintegrating Portulacaceae: A new familial classification of the suborder Portulacinae (Caryophyllales) based on molecular and morphological data. *Taxon* **59**:227-240
- NYFFELER R, EGGI U, 2010: An up-to-date familial and suprafamilial classification of succulent plants. *Bradleya* **28**:125-144
- OCAMPO G, COLUMBUS JT, 2010: Molecular phylogenetics of suborder Cactineae (Caryophyllales), including insights into photosynthetic diversification and historical biogeography. *American J. Bot.* **97**:1827-1847
- OGBURN RM, EDWARDS EJ, 2015: Life history lability underlies rapid climate niche evolution in the angiosperm clade Montiaceae. *Mol. Phyl. Evol.* **92**:182-192
- OH S-H, MANOS PS, 2008: Molecular phylogenetics and cupule evolution in Fagaceae as inferred from nuclear CRABS CLAW sequences. *Taxon* **57**:434-451
- O'LEARY N, CALVIÑO CI, MARTÍNEZ S, LU-IRVING P, OLMSTEAD RG, MÚLGURA ME, 2012: Evolution of morphological traits in Verbenaceae. *American J. Bot.* **99**:1778-1792
- OLMSTEAD RG, 2002: Whatever happened to the Scrophulariaceae? *Fremontia* **30**:13-22
- OLMSTEAD RG, 2013: Phylogeny and biogeography of Solanaceae, Verbenaceae, and Bignoniaceae: A comparison of continental and intercontinental diversification patterns. *Bot. J. Linnean Soc.* **171**:80-102
- OLMSTEAD RG, PALMER JD, 1992: A chloroplast DNA phylogeny of the Solanaceae: Subfamilial relationships and character evolution. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **79**:346-360

- OLMSTEAD RG, REEVES PA, 1995: Evidence for the polyphyly of the Scrophulariaceae based on chloroplast *rbcL* and *ndhF* sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **82**:176-193
- OLMSTEAD RG, MICHAELS H, SCOTT KM, PALMER JD, 1992: Monophyly of the Asteridae and identification of their major lineages inferred from DNA sequences of *rbcL*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **79**:249-265
- OLMSTEAD RG, BREMER B, SCOTT KM, PALMER JD, 1993: A parsimony analysis of the Asteridae sensu lato based on *rbcL* sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**:700-722
- OLMSTEAD RG, REEVES PA, 1995: Evidence for the polyphyly of the Scrophulariaceae based on chloroplast *rbcL* and *ndhF* sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **82**:176-193
- OLMSTEAD RG, KIM K-J, JANSEN RK, WAGSTAFF SJ, 2000: The phylogeny of the Asteridae sensu lato based on chloroplast *ndhF* gene sequences. *Mol. Phyl. Evol.* **16**:96-112
- OLMSTEAD RG, DEPAMPHILIS CW, WOLFE AD, YOUNG ND, ELISENS WJ, REEVES PA, 2001: Disintegration of the Scrophulariaceae. *American J. Bot.* **88**:348-361
- OLMSTEAD RG, BOHS L, MIGID HA, SANTIAGO-VALENTIN E, GARCIA VF, COLLIER SM, 2008: A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon* **57**:1159-1181
- OXELMAN B, BACKLUND B, BREMER B, 1999: Relationships of Buddlejaceae s.l. investigated using parsimony jackknife and branch support analysis of chloroplast *ndhF* and *rbcL* sequence data. *Syst. Bot.* **24**:164-182
- OXELMAN B, YOSHIKAWA N, MCCONAUGHY BL, LUO J, DENTON AL, HALL BD, 2004: RPB2 gene phylogeny in flowering plants, with particular emphasis on asterids. *Mol. Phyl. Evol.* **32**:462-479
- OXELMAN B, KORNHALL P, OLMSTEAD RG, BREMER B, 2005: Further disintegration of Scrophulariaceae. *Taxon* **54**:411-425
- PANERO JL, FUNK VA, 2002: Toward a phylogenetic classification for the Compositae (Asteraceae). *Proc. Biol. Soc. Washington* **115**:909-922
- PANERO JL, FUNK VA, 2008: The value of sampling anomalous taxa in phylogenetic studies: Major clades of the Asteraceae revisited. *Mol. Phyl. Evol.* **47**:757-782
- PANERO JL, FREIRE SE, ESPINAR LA, CROZIER BS, BARBOZA GE, CANTERO JJ, 2014: Resolution of deep nodes yields an improved backbone phylogeny and a new basal lineage to study early evolution in Asteraceae. *Mol. Phyl. Evol.* **80**:43-53
- PATCHELL MJ, ROALSON EH, HALL JC, 2014: Resolved phylogeny of Cleomaceae based on all three genomes. *Taxon* **63**:315-328
- PERUZZI L, 2015: A new intrafamilial taxonomic setting for Liliaceae, with a key to genera and tribes. *Plant Biosystems* doi: 10.1080/11263504.2015.1115435
- PETERSEN G, SEBERG O, DAVIS JI, 2012: Phylogeny of the Liliales (monocotyledons) with special emphasis on data partition congruence and RNA editing. *Cladistics* **29**:271-295
- PETERSEN G, SEBERG O, CUENCA A, STEVENSON DW, THADEO M, DAVIS JI, GRAHAM S, ROSS TG, 2015: Phylogeny of the Alismatales (Monocotyledons) and the relationship of *Acorus* (Acorales?). *Cladistics* doi: 10.1111/cla.12120
- PHILBRICK CT, LES DH, 2000: Phylogenetic studies in Callitrichaceae: Implications for interpretation of ecological, karyological and pollination system evolution. *Aquatic Bot.* **68**:123-141
- PLUNKETT GM, SOLTIS DE, SOLTIS PS, 1995: Phylogenetic relationships between Juncaceae and Cyperaceae: Insights from *rbcL* sequence data. *American J. Bot.* **82**:520-525
- PLUNKETT GM, SOLTIS DE, SOLTIS PS, 1996: Higher level relationships of Apiales (Apiaceae and Araliaceae) based on phylogenetic analysis of *rbcL* sequences. *American J. Bot.* **83**:499-515
- PLUNKETT GM, SOLTIS DE, SOLTIS PS, 1997: Clarification of the relationship between Apiaceae and Araliaceae based on *matK* and *rbcL* sequence data. *American J. Bot.* **84**:565-580

- PLUNKETT GM, WEN J, LOWRY PP II, 2004: Intrafamilial classifications and characters in Araliaceae: Insights from the phylogenetic analysis of nuclear (ITS) and plastid (trnL-trnF) sequence data. *Plant Syst. Evol.* **245**:1-39
- POTGEITER J, ALBERT VA, 2001: Phylogenetic relationships within Apocynaceae s.l. based on trnL intron and trnL-F spacer sequences and propagule characters. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **88**:523-549
- POTTER D, ERIKSSON T, EVANS RC, OH S, SMEDMARK JEE, MORGAN DR, KERR M, ROBERTSON KR, ARSENAULT M, DICKINSON TA, CAMPBELL CS, 2007: Phylogeny and classification of Rosaceae. *Plant Syst. Evol.* **266**:5-43
- PRICE RA, PALMER JD, 1993: Phylogenetic relationships of the Geraniaceae and Geraniales from rbcL sequence comparisons. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**:661-671
- PRINCE LM, 2010: Phylogenetic relationships and species delimitation in *Canna* (Cannaceae). pp. 307-331, in SEBERG O, PETERSEN G, BARFOD AS, DAVIS JI, (eds), Diversity, Phylogeny, and Evolution in the Monocotyledons. Aarhus University Press, Århus
- PYCK N, ROELS P, SMETS E, 1999: Tribal relationships of Caprifoliaceae: Evidence from a cladistic analysis using ndhF sequences. *Syst. Geogr. Plants* **69**:145-159
- QI XS, CHEN C, COMES HP, SAKAGUSHI S, LIU Y-H, TANAKA N, SAKIO H, QIU Y-X, 2012: Molecular data and ecological niche modelling reveal a highly dynamic evolutionary history of the East Asian Tertiary relict *Cercidiphyllum* (Cercidiphyllaceae). *New Phytol.* **196**:617-630
- RAHN K, 1996: A phylogenetic study of the Plantaginaceae. *Bot. J. Linnean Soc.* **120**:145-198
- RAHN K, 1998: Alliaceae, pp. 70-78, and Themidaceae, 436-440, in KUBITZKI K. (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Lilianae (except Orchidaceae). Springer, Berlin.
- RAVI V, KHURANA JP, TYAGI AK, KHURANA P, 2007: Rosales sister to Fabales: Towards resolving the rosid puzzle. *Mol. Phyl. Evol.* **44**:488-493
- REEVES PA, OLMSTEAD RG, 2003: Evolution of the TCP gene family in Asteridae: Cladistic and network approaches to understanding regulatory gene family diversification and its impact on morphological diversification. *Mol. Biol. Evol.* **20**:1997-2009
- REFULIO-RODRÍGUEZ NF, OLMSTEAD R, 2014: Phylogeny of Lamiidae. *American J. Bot.* **101**:287-299
- RENNER SS, 1999: Circumscription and phylogeny of the Laurales: Evidence from molecular and morphological data. *American J. Bot.* **86**:1301-1315
- RENNER SS, 2005: Variation in diversity among Laurales, Early Cretaceous to present. *Biol. Skr.* **55**:441-458
- RICE KA, DONOGHUE MJ, OLMSTEAD RG, 1997: Analyzing large data sets: rbcL 500 revisited. *Syst. Biol.* **46**:554-563
- RICE DW, ALVERSON AJ, RICHARDSON AO, YOUNG GJ, SANCHEZ-PUERTA MV, MUNZINGER J, BARRY K, BOORE JL, ZHANG Y, DEPAMPHILIS CW, KNOX EB, PALMER JD, 2013. Horizontal transfer of entire genomes via mitochondrial fusion in the angiosperm *Amborella*. *Science* **342**:1468-1473
- RICHARDSON JE, FAY MF, CRONK QCB, BOWMAN D, CHASE MW, 2000: A phylogenetic analysis of Rhamnaceae using rbcL and trnL-F plastid DNA sequences. *American J. Bot.* **87**:1309-1324
- ROALSON EH, 2005: Phylogenetic relationships in the Juncaceae inferred from nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequence data. *Internat. J. Plant Sci.* **166**:397-413
- ROBBRECHT E, MANEN JF, 2006: The major evolutionary lineages of the coffee family (Rubiaceae, angiosperms). Combined analysis (nDNA and cpDNA) to infer the position of *Coptosapelta* and *Luculia*, and supertree construction based on rbcL, rps16, trnL-trnF and atpB-rbcL data. A new classification in two subfamilies, Cinchonioideae and Rubioideae. *Syst. Geogr. Plants* **76**:85-146

- RODMAN JE, KAROL KG, PRICE RA, SYTSMA KJ, 1996: Molecules, morphology, and DAHLGREN's expanded order Capparales. *Syst. Bot.* **21**:289-307
- RONSE DECRAENE L-P, SMETS E, 2001: Floral developmental evidence for the systematic relationships of *Tropaeolum* (Tropaeolaceae). *Ann. Bot.* **88**:879-892
- ROSS TG, BARRETT CF, GOMEZ MS, LAM VK-Y, HENRIQUEZ CL, LES DH, DAVIS JI, CUENCA A, PETERSEN G, SEBERG O, THADEO M, GIVNISH TJ, CONRAN J, STEVENSON DW, GRAHAM SW, 2015: Plastid phylogenomics and molecular evolution of Alismatales. *Cladistics* **12**:160-178
- ROTHWELL GW, VAN ATTA MR, BALLARD HE JR, STOCKEY RA, 2004: Molecular phylogenetic relationships among Lemnaceae and Araceae using the chloroplast trnL-trnF intergenic spacer. *Mol. Phyl. Evol.* **30**:378-385
- RUDALL PJ, STOBART KL, HONG W-P, CONRAN JG, FURNESS CA, KITE GC, CHASE MW, 2000a: Consider the lilies: Systematics of Liliales. pp. 347-359, in Wilson KL, Morrison DA, (eds), *Monocots: Systematics and Evolution*. CSIRO, Collingwood.
- RUDALL PJ, CONRAN JG, CHASE MW, 2000b: Systematics of Ruscaceae/Convallariaceae: A combined morphological and molecular investigation. *Bot. J. Linnean Soc.* **134**:73-92
- RUHFEL BR, GITZENDANNER MA, SOLTIS PS, SOLTIS DE, BURLEIGH JG 2014: From algae to angiosperms – inferring the phylogeny of green plants (Viridiplantae) from 360 plastid genomes. *BMC Evol. Biol.* 2014, **14**: 23
- SAARELA JM, GRAHAM SW, PRENTIS PJ, MARCHANT AD, BRIGGS B, 2006: Inference of Commelinidae deep phylogeny, with a focus on Commelinales and Poales. pp. 252-253, in *Botany 2006 - Looking to the Future - Conserving the Past*
- SAARELA JM, GRAHAM SW, 2010: Inference of phylogenetic relationships among subfamilies of grasses (Poaceae: Poales) using meso-scale exemplar-based sampling of the plastid genome. *Botany* **88**:65-84
- SÄRKINEN T, BOHS L, OLMSTEAD RG, KNAPP S, 2013: A phylogenetic framework for evolutionary study of the nightshades (Solanaceae): A dated 1000-tip tree. *BMC Evol. Biol.* **13**:214. doi: 10.1187/1471-2148-13-214
- SAMUEL R, KATHRIARACHCHI H, HOFFMAN P, BARFUSS MHJ, WURDACK KJ, DAVIS CC, CHASE MW, 2005: Molecular phylogenetics of Phyllanthaceae: Evidence from plastid *matK* and nuclear *PHYC* sequences. *American J. Bot.* **92**:132-141
- SAVOLAINEN V, SPICHTER R, MANEN J-F, 1997: Polyphyletism of Celastrales deduced from a non-coding chloroplast DNA region. *Mol. Phyl. Evol.* **7**:145-157
- SAVOLAINEN V, CHASE, MW, HOOT SB, MORTON CM, SOLTIS DE, BAYER C, FAY MF, DE BRUIJN AY, SULLIVAN S, QIU Y-L, 2000: Phylogenetics of flowering plants based on combined analysis of plastid *atpB* and *rbcL* sequences. *Syst. Biol.* **49**:306-362
- SCHAEFER H, RENNER SS, 2011: Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (Cucurbitaceae). *Taxon* **60**:122-138
- SCHÄFERHOFF B, MÜLLER KF, BORSCH T, 2009: Caryophyllales phylogenetics: Disentangling Phytolaccaceae and Molluginaceae and description of Microteaceae as a new isolated family. *Willdenowia* **39**:209-228
- SCHÖNENBERGER J, ANDERBERG AA, SYTSMA KJ, 2005: Molecular phylogenetics and patterns of floral evolution in the Ericales. *Internat. J. Plant Sci.* **166**:265-288
- SCHRANZ ME, EDGER PP, PIRES JC, VAN DAM NM, WHEAT CW, 2011: Comparative genomics in the Brassicales: Ancient genome duplications, glucosinolate diversification and Pierinae herbivore radiation. pp. 206-218, in EDWARDS DPI, KOLE C, (eds), *Genetics, Genomics and Breeding of Oilseed Brassicas*. CRC Press, Jersey
- SCHWARZBACH AE, 2004: Plantaginaceae. pp. 327-329, in KADEREIT J, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VII*. Springer, Berlin
- SCOTLAND RW, VOLLESON K, 2000: Classification of Acanthaceae. *Kew Bull.* **55**:513-589

- SCOTLAND RW, SWEERE JA, REEVES PA, OLMSTEAD RG, 1995: Higher-level systematics of Acanthaceae determined by chloroplast DNA sequences. *American J. Bot.* **82**:266-275
- SELBACH-SCHNADELBACH A, CAVALLI S, MANEN J-F, COELHO GC, TEIXEIRA DE SOUZA-CHIES T, 2009: New information for *Ilex* phylogenetics based on the plastid psbA-trnH intergenic spacer (Aquifoliaceae). *Bot. J. Linnean Soc.* **159**:182-193
- SENNBLAD B, BREMER B, 1996: The familial and subfamilial relationships of Apocynaceae and Asclepiadaceae evaluated with rbcL data. *Plant Syst. Evol.* **202**:155-175
- SENNBLAD B, BREMER B, 2002: Classification of Apocynaceae s.l. according to a new approach combining Linnaean and phylogenetic taxonomy. *Syst. Biol.* **51**:389-409
- SHEAHAN MC, CHASE MW, 2000: Phylogenetic relationships within Zygophyllaceae based on DNA sequences of three plastid regions, with special emphasis on Zygophylloideae. *Syst. Bot.* **25**:371-384
- SHI S, HUANG Y-L, TAN F-X, HE X-J, BOUFFORD DE, 2000: Phylogenetic analysis of the Sonneratiaceae and its relationships to Lythraceae based on ITS sequences of nrDNA. *J. Plant Res.* **113**:253-258
- SHI S, HUANG Y-L, ZHONG Y, DU Y, ZHANG Q, CHANG H, BOUFFORD DE, 2001: Phylogeny of the Altingiaceae based on cpDNA matK, PY-IGS and nrDNA ITS sequences. *Plant Syst. Evol.* **230**:13-24
- SHINWARI ZK, TERAUCHI R, KAWANO S, 1994: Phylogenetic relationships among genera in the Liliaceae-Asparagoideae-Polygonatae s.l. inferred from rbcL gene sequence data. *Plant Syst. Evol.* **192**:263-277
- SIMMONS MP, 2004a: Celastraceae, pp. 29-64, in KUBITZKI K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VI.* Springer, Berlin
- SIMMONS MP, 2004b: Parnassiaceae, pp. 291-296, in KUBITZKI K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VI.* Springer, Berlin
- SIMMONS MP, SAVOLAINEN V, CLEVINGER CC, ARCHER RH, DAVIS JI, 2000: Phylogeny of the Celastraceae inferred from morphology and nuclear and plastid loci. *American J. Bot.* **87**:156
- SIMMONS SL, 2006: Staphyleaceae. pp. 440-445, in KUBITZKI K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX.* Springer, Berlin
- SIMMONS SL, PANERO JL, 2000: Phylogeny and biogeography of Staphyleaceae (DC.) Lindl. *American J. Bot.* **87**:157
- SIMON BK, 2007: Grass phylogeny and classification: Conflict of morphology and molecules. pp. 259-266, in Columbus JT, Friar EA, Porter JM, Prince LM, Simpson MG. (eds), *Monocots: Comparative Biology and Evolution. Poales.* *Aliso* **23**:259-266
- SIMPSON BB, 2006: Krameriaceae. pp. 208-212, in KUBITZKI K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX.* Springer, Berlin.
- SIMPSON DA, MUASYA AM, ALVES MV, BRUHL JJ, DHOOGHE S, CHASE MW, FURNESS CA, GHAMKHAR K, GOETGHEBEUR P, HODKINSON TR, MARCHANT AD, REZNICEK AA, NIEUWBOURG R, ROALSON EH, SMETS E, STARR JR, THOMAS WW, WILSON KL, ZHANG X, 2007: Phylogeny of Cyperaceae based on DNA sequence data - a new rbcL analysis. pp. 72-83, in COLUMBUS JT, FRIAR EA, PORTER JM, PRINCE LM, SIMPSON MG (eds), *Monocots: Comparative Biology and Evolution. Poales.* *Aliso* **23**:72-83
- SMITH GF, VAN WYK B-E, 1998: Asphodelaceae. pp. 130-140, in KUBITZKI K. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae).* Springer, Berlin
- SMITH JF, WOLFRAM JC, BROWN KD, CARROLL CL, DENTON DS, 1997: Tribal relationships in the Gesneriaceae: Evidence from DNA sequences of the chloroplast gene ndhF. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **84**:50-66

- SMITH LB, TILL W, 1998: Bromeliaceae. pp. 74-99 in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. IV. Flowering Plants: Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). Springer, Berlin
- SOGO A, SETOGUCHI H, NOGUCHI J, JAFFRÉ T, TOBE H, 2001: Molecular phylogeny of Casuarinaceae based on *rbcL* and *matK* gene sequences. *J. Plant Res.* **114**:459-464
- SOLTIS DE, 2006: Saxifragaceae. pp. 418-435, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX. Springer, Berlin
- SOLTIS DE, XIANG Q-Y, HUFFORD L, 1995: Relationships and evolution of Hydrangeaceae based on *rbcL* sequence data. *American J. Bot.* **82**:504-514
- SOLTIS DE, SOLTIS PS, NICKRENT DL, JOHNSON LA, HAHN WJ, HOOT SB, SWEERE JA, KUZOFF RK, KRON KA, CHASE MW, SWENSEN SM, ZIMMER EA, CHAW S-M, GILLESPIE LJ, KRESS WJ, SYTSMAN KJ, 1997: Angiosperm phylogeny inferred from 18S ribosomal DNA sequences. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **84**:1-49
- SOLTIS DE, MORT ME, SOLTIS PS, ALBACH DC, ZANIS M, SAVOLAINEN V, HAHN, WH, HOOT SB, FAY MF, AXTELL M, SWENSEN SM, PRICE LM, KRESS WJ, NIXON KC, FARRIS JS, 2000: Angiosperm phylogeny inferred from 18S rDNA, *rbcL*, and *atpB* sequences. *Bot. J. Linnean Soc.* **133**:381-461
- SOLTIS DE, SOLTIS PS, ZANIS MJ, 2002: Phylogeny of seed plants based on evidence from eight genes. *American J. Bot.* **89**:1670-1681
- SOLTIS DE, SENTERS AE, ZANIS MJ, KIM S, THOMPSON JD, SOLTIS PS, RONSE DE CRAENE LP, ENDRESS PK, FARRIS JS, 2003: Gunnerales are sister to other core eudicots: Implications for the evolution of pentamery. *American J. Bot.* **90**:461-470
- SOLTIS DE, GITZENDANNER MA, SOLTIS PS, 2007: A 567-taxon data set for angiosperms: The challenges posed by Bayesian analyses of large data sets. *Internat. J. Plant Sci.* **168**:137-157
- SOLTIS DE, ALBERT VA, LEEBENS-MACK J, PALMER JD, WING RA, DEPAMPHILIS CW, MA H, CARLSON JE, ALTMAN N, KIM S, WALL PK, ZUCCOLO A, SOLTIS PS 2008: The *Amborella* genome: an evolutionary reference for plant biology. *Genome Biology* 2008, **9**:402
- SOLTIS DE, SMITH SA, CELLINESE N, WURDACK KJ, TANK DC, BROCKINGTON SF, REFULIO-RODRIGUEZ NF, WALKER JB, MOORE MJ, CARLSWARD BS, BELL CD, LATVIS M, CRAWLEY S, BLACK C, DIOUF D, XI Z, RUSHWORTH CA, GITZENDANNER MA, SYTSMAN KJ, QIU YL, HILU KW, DAVIS CC, SANDERSON MJ, BEAMAN RS, OLMSTEAD RG, JUDD WS, DONOGHUE MJ, SOLTIS PS, 2011: Angiosperm phylogeny: 17 genes, 640 taxa. *American J. Bot.* **98**:704-730
- SOLTIS DE, MORT ME, LATVIS M, MAVRODIEV EV, O'MEARA BC, SOLTIS PS, BURLEIGH JG, DE CASAS RR, 2013: Phylogenetic relations and character evolution analysis of Saxifragales using a supermatrix approach. *American J. Bot.* **100**: 916-929
- SPALINK D, DREW BT, PACE MC, ZABORSKY JG, LI P, CAMERON KM, GIVNISH TJ, SYTSMAN KJ, 2016. Evolution of geographical place and niche space: Patterns of diversification in the North American sedge (Cyperaceae) flora. *Molec. Phylog. Evol.* **95**:183-195
- SPERLING C, BITTRICH V, 1993: Basellaceae. pp. 143-146, in KUBITZKI K, ROHWER JG, BITTRICH V, (eds), The Families and Genera of Vascular Plants. II. Springer, Berlin
- SPETA F, 1998: Hyacinthaceae. pp. 261-285, in KUBITZKI K, (ed.), The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Lilianae (except Orchidaceae). Springer, Berlin.
- STEANE DA, WILSON KL, HILL RS, 2003: Using *matK* sequence data to unravel the phylogeny of Casuarinaceae. *Mol. Phyl. Evol.* **28**:47-59
- STEDJE B, 2001a: The generic delimitation within Hyacinthaceae, a comment on works by F. SPETA. *Bothalia* **31**:192-195
- STEDJE, B. 2001b: Generic delimitation of Hyacinthaceae, with special emphasis on sub-Saharan genera. *Syst. Geogr. Plants* **71**:449-454

- STEFANOVIC S, COSTEA M, 2008: Reticulate evolution in the parasitic genus *Cuscuta* (Convolvulaceae): Over and over again. *Botany* **86**:791-808
- STEFANOVIC S, KRUEGER L, OLMSTEAD RG, 2002: Monophyly of the Convolvulaceae and circumscription of their major lineages based on DNA sequences of multiple chloroplast loci. *American J. Botany* **89**:1510-1522
- STEFANOVIC S, AUSTIN DF, OLMSTEAD RG, 2003: Classification of Convolvulaceae: A phylogenetic approach. *Syst. Bot.* **28**:791-806
- STEVENS PF, 2001-2016: Angiosperm Phylogeny Website
- STRAUB SCK, CRONN RC, EDWARDS C, FISHBEIN M, LISTON A, 2013: Horizontal transfer of DNA from the mitochondrial to the plastid genome and its subsequent evolution in milkweeds (Apocynaceae). *Genome Biol. Evol.* **5**:1872-1885
- STRUWE L, ALBERT VA, BREMER B, 1995: Cladistics and family-level classification of the Gentianales. *Cladistics* **10**:175-206
- STRUWE L, KADEREIT JW, KLACKENBERG J, NILSSON S, THIV M, VON HAGEN KB, ALBERT VA, 2002: Systematics, character evolution, and biogeography of Gentianaceae, including a new tribal and subtribal classification. pp. 21-209 in STRUWE L, ALBERT VA, (eds), *Gentianaceae: Systematics and Natural History*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SUKHORUKOV AP, ZHANG M, 2013: Fruit and seed anatomy of *Chenopodium* and related genera (Chenopodioideae, Chenopodiaceae/Amaranthaceae): Implications for evolution and taxonomy. *PLoS ONE* 8(4): e61906. doi:10.1371/journal.pone.0061906
- SULMAN JD, DREW BT, DRUMMOND C, HAYASAKA E, SYTSMA KJ, 2013: Systematics, biogeography, and character evolution of *Sparganium* (Typhaceae): Diversification of a widespread, aquatic lineage. *American J. Bot.* **100**:2023-2039
- SUN Y, MOORE MJ, ZHANG S, SOLTIS PS, SOLTIS DE, ZHAO T, MENG A, LI X, LI J, WANG H. 2015: Phylogenomic and structural analyses of 18 complete plastomes across all families of early-diverging eudicots, including an angiosperm-wide analysis of IR gene content evolution. *Mol. Phyl. Evol.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2015.12.006>
- SWENSON U, NYLINDER S, WAGSTAFF SJ, 2012: Are Asteraceae 1.5 billion years old? A reply to Heads. *Syst. Biol.* **61**:522-532
- SYTSMA KJ, MORAWETZ J, PIRES JC, NEPOKROEFF M, CONTI E, ZJHRA M, HALL JC, CHASE MW, 2002: Urticalean rosids: Circumscription, rosid ancestry, and phylogenetics based on rbcL, trnL-F, and ndhF sequences. *American J. Bot.* **89**:1531-1546
- SYTSMA KJ, LITT A, ZJHRA ML, PIRES C, NEPOKROEFF M, CONTI E, WALKER J, WILSON PG, 2004: Clades, clocks, and continents: Historical and biogeographical analysis of Myrtaceae, Vochysiaceae, and relatives in the southern hemisphere. *Internat. J. Plant Sci.* **165**(4 Suppl.):S85-S105
- TAKHTAJAN A, 1959: *Die Evolution der Angiospermen*. VEB GUSTAV FISCHER Verlag, Jena
- TAKHTAJAN A, 1997. *Diversity and Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York
- TAMURA MN, 1998a: Calochortaceae, pp. 164-172, , in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae)*. Springer, Berlin
- TAMURA MN, 1998b: Melanthiaceae, pp. 369-380, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae)*. Springer, Berlin
- TAMURA MN, 1998c: Trilliaceae, pp. 444-451, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae)*. Springer, Berlin
- TAMURA MN, FUSE S, AZUMA H, HASEBE M, 2004: Biosystematic studies in the family Tofieldiaceae I. Phylogeny and circumscription of the family inferred from DNA sequences of matK and rbcL. *Plant Biol.* **6**:562-567

- TANAKA N, SETOGUCHI H, MURATA J, 1997: Phylogeny of the family Hydrocharitaceae inferred from *rbcL* and *matK* gene sequence data. *J. Plant Res.* **110**:329-337
- TANK DC, BEARDSLEY PM, KELCHNER SA, OLMSTEAD RG, 2006: Review of the systematics of Scrophulariaceae s.l. and their current disposition. *Australian Syst. Bot.* **19**:289-307
- THEIS N, DONOGHUE MJ, LI J, 2008: Phylogenetics of the Caprifolieae and *Lonicera* (Dipsacales) based on nuclear and chloroplast DNA sequences. *Syst. Bot.* **33**:776-783
- THIEDE J, 2006: Penthoraceae. pp. 292-296, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX.* Springer, Berlin
- THIEDE J, EGGI U, 2006: Crassulaceae. pp. 83-118, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. Volume IX.* Springer, Berlin
- TIPPERY NP, LES DH, PADGETT DJ, JACOBS SWL, 2008: Generic circumscription in Menyanthaceae: A phylogenetic evaluation. *Syst. Bot.* **33**:598-612
- TOKUOKA T, 2008: Molecular phylogenetic analysis of Violaceae (Malpighiales) based on plastid and nuclear DNA sequences. *J. Plant Res.* **121**:253-260
- TOKUOKA T, 2012: Molecular phylogenetic analysis of Passifloraceae sensu lato (Malpighiales) based on plastid and nuclear DNA sequences. *J. Plant Res.* **125**:489-497
- TORICES R, 2010: Adding time-calibrated branch lengths to the Asteraceae supertree. *J. Syst. Evol.* **48**:271-278
- VALLÈS J, CANELA MA, GARCIA S, HIDALGO O, PELLICER J, SÁNCHEZ-JIMÉNEZ I, SILJAK-YAKOVLEV S, VITALES D, GARNATJE T, 2013: Genome size variation and evolution in the family Asteraceae. *Caryologia* **66**:221-235
- VAMOSI JC, DICKINSON TA, 2006: Polyploidy and diversification: A phylogenetic investigation in Rosaceae. *Internat. J. Plant Sci.* **167**:349-358
- VAN HAM RCHJ, 'T HART H, 1998: Phylogenetic relationships in Crassulaceae inferred from chloroplast DNA restriction site variation. *American J. Bot.* **85**:123-134
- VAN VELZEN R, BAKKER FT, SATTARIAN A, VAN DER MAESEN LJG, 2006: Evolutionary relationships of Celtidaceae. pp. 7-29, in SATTARIAN A, (ed.), *Contribution to the Biosystematics of Celtis L. (Celtidaceae) with Special Emphasis on the African Species.* Ph. D. Thesis, Wageningen University, Wageningen
- VICENTINI A, BARBER JC, ALISCIONI SS, GIUSSANI LM, KELLOGG EA, 2008: The age of the grasses and clusters of origins of C₄ photosynthesis. *Global Change Biol.* **14**:1-15
- VINNERSTEN A, BREMER K, 2001: Age and biogeography of major clades in Liliales. *American J. Bot.* **88**:1695-1703
- VINNERSTEN A, MANNING J, 2006: A new classification of Colchicaceae. *Taxon* **56**:171-178
- VON MERING S, KADEREIT JW, 2010: Phylogeny, systematics and recircumscription of Juncaginaceae - a cosmopolitan wetland family. pp. 55-79, in SEBERG O, PETERSEN G, BARFOD AS, DAVIS JI, (eds), *Diversity, Phylogeny, and Evolution in the Monocotyledons.* Aarhus University Press, Århus
- VON MERING S, KADEREIT JW, 2014: Phylogeny, biogeography and evolution of *Triglochin* L. (Juncaginaceae) – Morphological diversification is linked to habitat shifts rather than to genetic diversification. *Mol. Phyl. Evol.* **83**:200-212
- WAGENITZ G, 1992: The Asteridae: Evolution of a concept and its present status. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **79**:209-217
- WAGENITZ G, 2004: Globulariaceae. pp. 159-162, in KADEREIT J, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VII.* Springer, Berlin
- WAGNER WL, HOCH PC, RAVEN PH, 2007: Revised Classification of the Onagraceae. *Systematic Botany Monographs Volume 83.* American Society of Plant Taxonomists
- WAGSTAFF SJ, OLMSTEAD RG, 1997: Phylogeny of Labiatae and Verbenaceae inferred from *rbcL* sequences. *Syst. Bot.* **22**:165-179

- WAHLERT GA, MARCUSSEN T, DE PAULA-SOUZA J, FENG M, BALLARD HE JR, 2014: A phylogeny of the Violaceae (Malpighiaceae) inferred from plastid DNA sequences: Implications for generic diversity and infrafamilial classification. *Syst. Bot.* **39**:239-252
- WALLANDER E, ALBERT VA, 2000: Phylogeny and classification of Oleaceae based on rps16 and trnL-F sequence data. *American J. Bot.* **87**:1827-1841
- WANG H, LU A-M, REN Y, ENDRESS ME, CHEN Z-D, 2009: Phylogeny and classification of Ranunculales: Evidence from four molecular loci and morphological data. *Persp. Plant Ecol. Evol. Syst.* **11**:81-110
- WANG H, HE HJ, CHEN JQ, LU L, 2010: Palynological data on Illiciaceae and Schisandraceae confirm phylogenetic relationships within these two basally-branching angiosperm families. *Flora* **205**:221-228
- WANG H-F, LANDREIN S, DONG W-P, NIE Z-L, KONDO K, FUNAMOTO T, WEN J, ZHOU S-L, 2015: Molecular phylogeny and biogeographic diversification of Linnaeoideae (Caprifoliaceae s.l.) disjunctly distributed in Eurasia, North America and Mexico. *PLoS One* **10**(3): e0116485
- WANNTORP L, 2006: Molecular systematics and evolution of the genus *Gunnera*. pp. 419-435, in Sharma AK, Sharma A, (eds), *Plant Genome Biodiversity and Evolution. Volume 1, Part C. Phanerogams (Angiosperm-Dicotyledons)*. Science Publishers, Enfield, NH
- WANNTORP L, WANNTORP H-E, OXELMAN B, KÄLLERSJÖ M, 2001: Phylogeny of *Gunnera*. *Plant Syst. Evol.* **226**: 85-107.
- WEBER A, 2004: Gesneriaceae. pp. 63-158, in KADEREIT J, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VII*. Springer, Berlin
- WEBER A, CLARK JL, MÖLLER M, 2013: A new formal classification of Gesneriaceae. *Selbyana* **31**:68-94
- WEIGEND M, 2004: Loasaceae. pp. 239-254, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. VI*. Springer, Berlin
- WEIGEND M, LUEBERT F, GOTTSCHLING M, COUVREUR TLP, HILGER HH, MILLER JS 2014: From capsules to nutlets - phylogenetic relationships in the Boraginales. *Cladistics* **30**:508-518
- WEN J, PLUNKETT GM, MITCHELL AD, WAGSTAFF SJ, 2000: The evolution of Araliaceae: A phylogenetic analysis based on ITS sequences of nuclear ribosomal DNA. *Syst. Bot.* **26**:144-167
- WIKSTRÖM N, KAINULAINEN K, RAZAFIMANDIMBISON SG, SMEDMARK JEE, BREMER B, 2015: A revised time tree of the asterids: Establishing a temporal framework for evolutionary studies of the coffee family (Rubiaceae). *PLoS One* **10**(5)
doi:10.1371/journal.pone.0126690
- WINKWORTH RC, LUNDBERG J, DONOGHUE MJ, 2008a: Towards a resolution of campanulid phylogeny, with special reference to the placement of Dipsacales. *Taxon* **57**:53-65
- WINKWORTH RC, BELL CD, DONOGHUE MJ, 2008b: Mitochondrial sequence data and Dipsacales phylogeny: Mixed models, partitioned Bayesian analysis, and model selection. *Mol. Phyl. Evol.* **46**:830-843
- WOJCIECHOWSKI MF, LAVIN M, SANDERSON MJ, 2004: A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades within the family. *American J. Bot.* **91**:1846-1862
- WOLFE AD, RANDLE CP, LIU L, STEINER KE, 2005: Phylogeny and biogeography of Orobanchaceae. *Folia Geobot.* **40**:115-134
- WORBERG A, ALFORD MH, QUANDT D, BORSCH T, 2009: Huerteales sister to Brassicales plus Malvales, and newly circumscribed to include *Dipentodon*, *Gerrardina*, *Huerteia*, *Perrottetia*, and *Tapiscia*. *Taxon* **58**:468-478
- WORTLEY AH, RUDALL PJ, HARRIS DJ, SCOTLAND RW, 2005: How much data are needed to resolve a difficult phylogeny? Case study in Lamiales. *Syst. Biol.* **54**:697-709

- WURDACK KJ, HOFFMANN P, SAMUEL R, DE BRUIJN A, VAN DER BANK M, CHASE MW, 2004: Molecular phylogenetic analysis of Phyllanthaceae (Phyllanthoideae pro parte, Euphorbiaceae sensu lato) using plastid *rbcL* sequences. *American J. Bot.* **91**:1882-1900
- WURDACK KJ, DAVIS CC, 2009: Malpighiales phylogenetics: Gaining ground on one of the most recalcitrant clades in the angiosperm tree of life. *American J. Bot.* **96**:1551-1570
- XI Z, RUHFEL BR, SCHAEFER H, AMORIM AM, SUGUMARAN M, WURDACK KJ, ENDRESS PK, MATTHEWS M, STEVENS PF, MATHEWS S, DAVIS CC, 2012: Phylogenomics and a posteriori data partitioning resolve the Cretaceous angiosperm radiation in Malpighiales. *Proc. National Acad. Sci. U. S. A.* **109**:17519-17524
- XIANG Q-Y, MOODY M, SOLTIS DE, FAN C-Z, SOLTIS PS, 2002: Relationships within Cornales and circumscription of Cornaceae - *matK* and *rbcL* sequence data and effects of outgroups and long branches. *Mol. Phyl. Evol.* **24**:35-57
- XIANG Q-Y, THOMAS DT, XIANG QP, 2011: Resolving and dating the phylogeny of Cornales - effects of taxon sampling, data partitions and fossil calibrations. *Mol. Phyl. Evol.* **50**:123-138
- YANG M-Q, VAN VELZEN R, BAKKER FT, SATTARIAN A, LI D-Z, YI T-S, 2013: Molecular phylogenetics and character evolution of Cannabaceae. *Taxon* **62**:473-485
- YANG Y, MOORE MJ, BROCKINGTON SF, SOLTIS DE, WONG GK-S, CARPENTER EJ, ZHANG Y, CHEN L, YAN Z, XIE Y, SAGE RF, COVSHOFF S, HIBBERD JM, NELSON MN, SMITH SA, 2015: Dissecting molecular evolution in the highly diverse plant clade Caryophyllales using transcriptome sequencing. *Molec. Biol. Evol.* **32**:2015-2035
- YEO PF, 1998: Ruscaceae. pp. 412-416, in KUBITZKI K, (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants. III. Flowering Plants: Monocotyledons. Liliaceae (except Orchidaceae)*. Springer, Berlin
- YOO K-O, WEN J, 2007: Phylogeny of *Carpinus* and subfamily Coryloideae (Betulaceae) based on chloroplast and nuclear ribosomal sequence data. *Plant Syst. Evol.* **267**:25-35
- YUAN Y-M, SONG Y, GEUTEN K, RAHELIVOLOLONA E, WOHLHAUSER S, FISCHER E, SMETS E, KÜPFER P, 2004: Phylogeny and biogeography of Balsaminaceae inferred from ITS sequences. *Taxon* **53**:391-403
- ZÁVESKÁ DRÁBKOVÁ L, 2010: Phylogenetic relationships within Juncaceae: Evidence from five regions of plastid, mitochondrial and nuclear ribosomal DNA, with notes on morphology. pp. 389-416, in SEBERG O, PETERSEN G, BARFOD AS, DAVIS JI, (eds), *Diversity, Phylogeny, and Evolution in the Monocotyledons*. Aarhus University Press, Århus
- ZHANG L-B, SIMMONS MP, 2006: Phylogeny and delimitation of the Celastrales inferred from nuclear and plastid genes. *Syst. Bot.* **31**:122-137
- ZHANG L-B, SIMMONS MP, KOCYAN A, RENNER SS, 2006: Phylogeny of the Cucurbitales based on DNA sequences of nine loci from three genomes: Implications for morphological and sexual system evolution. *Mol. Phyl. Evol.* **39**:305-322
- ZHANG R-J, SCHÖNENBERGER J, 2014: Early floral development of Pentaphragmaceae (Ericales) and its systematic implications. *Plant Syst. Evol.* **300**:1547-1560
- ZHANG S-D, SOLTIS DE, YANG Y, LI D-Z, YI TS, 2011: Multi-gene analysis provides a well-supported phylogeny of Rosales. *Mol. Phyl. Evol.* **60**:21-28
- ZHANG W-H, CHEN Z-D, LI JH, CHEN H-B, TANG Y-C, 2003: Phylogeny of the Dipsacales s.l. based on chloroplast *trnL-F* and *ndhF* sequences. *Mol. Phyl. Evol.* **26**:176-189
- ZHU Y-P, WEN J, ZHANG Z-Y, CHEN Z-D, 2006: Evolutionary relationships and diversification of Stachyuraceae based on sequences of four chloroplast markers and the nuclear ribosomal ITS region. *Taxon* **55**:931-940
- ZOMLEFER WB, WILLIAMS NH, WHITTEN WM, JUDD WS, 2001: Generic circumscription and relationships in the tribe Melanthieae (Liliales, Melanthiaceae), with emphasis on *Zigadenus*: Evidence from ITS and *trnL-F* sequence data. *American J. Bot.* **88**:1657-1669

Index

Die **fett** gedruckten Seitenzahlen verweisen auf die Kapitel mit der angegebenen Thematik.

A

- Abelia*, 158
Abeliophyllum, 138
Abelmoschus, 111
Abkürzungen, 173
Abronia, 121
Abrus, 91
Abstammungssachse, 10
Abteilung, 13
Abutilon, 111
Acacia, 91
Acacia karroo, 90
Acaena, 94
Acanthaceae, 17, 138, **143**
Acanthocalyx, 158
Acantholimon, 117
Acanthopanax, 154
Acanthus, 143
Acanthus mollis, 143
Acanthus spinosus, 144
Acer, 113
Acer japonicum, 113
Acer platanoides, 112
Aceraceae, 112, **113**
Acerolagewächse, 85
Acetylandromedol, 133
Acetylcholin, 97, **163**
Acetylen, 170
Achäne, 159, 162, **163**
Achatocarpaceae, 121
Achillea, 162
Achimenes, 139
Achyranthes, 119
Acidanthera, 40
Ackerhornkraut, 121
Aconitin, 65, 165
Aconitum, 65
Acoraceae, **30**
Acorales, **30**
Acorus, 30, 31
Acorus calamus, 30
Acotyledoneae, 16
Actaea, 65
Actinidia, 133
Actinidia chinensis, 132
Actinidiaceae, **133**
Adenia, 86
Adenium, 137
Adenocarpus, 91
Adenophora, 160
Adenosintri-phosphat, 168
Adlumia, 66
Adonis, 65
Adonisröschen, 65
Adoxa, 156
Adoxa moschatellina, 156
Adoxaceae, **156**
Adventivwurzeln, **163**
Aeginetia, 147
Aegopodium, 155
Aeonium, 77
Aeschynanthus, 139
Aesculus hippocastanum, 17
Aethionema, 107
Aethusa, 155
Aethusin, 154
Affodill, 41
Affodillgewächse, **41**
Agapanthaceae, 40, **41**
Agapanthagenin, 41
Agapanthus, 42
Agavaceae, 40
Aggregatae, 19
Agrimonia, 94
Agropyron, 54
Agrostemma, 121
Agrostemma githago, 120
Agrostis, 54
Ahorn japanischer, 113
Ahorn-gewächse, 112, **113**
Ährchen, 54, **163**
Ährengräser, 54
Ährenrispengräser, 54
Ährenschwanz, 81
Ährenschwanzgewächse, 81
Aizoaceae, 116, **119**
Aizoon, 119
Ajuga, 146
Akanthus stacheliger, 144
Akanthus weicher, 143
Akanthusgewächse, 17, 138, **143**
Akelei, 65
Akelei kanadische, 65
Alangiaceae, 129
Alangium, 128
Albizzia, 91
Alcea rosea, 111
Alchemilla, 94
Aletris, 36
Alisma, 33
Alisma lanceolatum, 33
Alismataceae, **33**
Alismatales, 21, **32**
Alkaloide, **163**
Alkanna, 148
Allamanda, 137
Alliaceae, 40, **42**
Alliaria, 107
Allioideae, 42
Allium, 42
Allium christophii, 42
Alloca-suarina, 103
Allorhizie, 57, **163**
Allyl-isothiocyanat, 107, 171
Allylsenfö-l, 42, **163**
Alnus, 102
Alocasia, 31
Aloë, 41
Alonsoa, 142
Alopecurus, 54
Alpenaster, 162
Alpenjohannisbeere, 79
Alsineae, 17
ALSTROEMER KLAS, 38
Alstroemeria, 38
Alstroemeria aurantiaca, 38
Alstroemeriaceae, **38**
Althaea, 111
Altingia, 75
Altingiaceae, **75**, 76
Alyssum, 107
Amanita muscaria, 164
Amaranthaceae, 17, **118**
Amaranthgewächse, 17
Amaryllidaceae, 11, 40, **42**
Amaryllidaceen-Alkaloide, 42, **163**
Amaryllideae, 16
Amberbaum, 74
Amberbaumgewächse, **75**
Amborella trichopoda, 26
Amborellales, **26**
Ameisensäure, 97, **163**
Amelanchier, 94
Amentiferae, 21
Amentiflorae, **100**, 102
Ammannia, 105
Ammi, 155
Amorpha, 91
Amorphophallus, 31
Ampelopsis, 114
Amsinckia, 148
Amsonia, 137
Anabasis, 119
Anacamptis, 46
Anacardiaceae, 112, 113
Anagallis, 132
Anagyris, 91
anatrope Samenanlage, **163**
Anchusa, 148
Andrachne, 88
Androecium, 74, **163**
Androgynophor, 86, 88, 107, **163**
Andromeda, 133
Androsace, 132
anemogam, **163**
Anemone, 65
Anemone hep-hensis, 65

Anemopsis, 62
Anemopsis californica, 62
Anethum, 155
Angelica, 155
Angelicin, 154
Angiosperm Phylogeny Group,
173
Angiospermae, 17, 57
Angiospermen, **163**
Angraecum, 46
Anhänge, 173
Anis, 171
Anisophylleaceae, 97
Annonaceae, 59
Annuelle, **163**
Anredera, 122
Antennaria, 162
Anthemis, 162
Anthere, **163**
Anthericaceae, 40, **44**
Anthericum, 44
Anthericum liliago, 44
Anthocyane, 115, **163**
Anthocyanidine, **163**
Anthoxanthum, 54
Anthoxanthum odoratum, 165
Anthrachinon, **163**
Anthrachinonderivate, 85, **163**
Anthra-Glycoside, 95, **163**
Anthriscus, 155
Anthyllis, 91
Antigonon, 118
Antirrhinum, 140
Apeiba, 111
Apertur, **163**
apetal, **163**
Aphanopetalaceae, 77
Aphelandra, 143
Aphyllanthaceae, 40, **43**
Aphyllanthes monspeliensis, 43
Apiaceae, **154**
Apiales, **154**
Apium, 155
apocarp, **163**
apochlorotisch, **163**
Apocynaceae, **137**
Apocynae, 16
Apocynum, 137
APOLLO, 43
Aponogetonaceae, 34
apopetal, 76, **163**
aporat, **163**
Apostasioideae, 46
Aptenia, 119
Aquifoliaceae, **152**
Aquifoliales, **152**
Aquilegia, 65
Aquilegia canadensis, 65
Arabidopsis, 107
Arabis, 107
Araceae, **30**
Arachis, 91
Arales, 21, **30**
Aralia, 154
Araliaceae, 154
Araliales, 21
Aralianae, 126

arbuskulär, **164**
Arbutin, 133
Arbutoideae, 133
Arbutus, 133
Archichlamydeae, 100
Arctostaphylos, 133
Arecales, 21
Arenaria, 121
Areolen, 123, **164**
Argemone, 66
Argophyllaceae, 128
Argyreia, 151
Arillus, **164**
Arisaema, 31
Aristolochia, 61
Aristolochia clematitis, 61
Aristolochiaceae, **61**
Aristolochiales, 19, 21, **61**
Aristolochieae, 17
Armeria, 117
Armleuchterbaumgewächse, 115
Armoracia, 107
Arnebia, 148
Arnica, 162
Aroideae, 16
Aronia, 94
Aronstabartige, 19
Aronstabartige Gewächse, **30**
Aronstabgewächse, **30**
Arrhenatherum, 54
Art, 13
Art als biologische Einheit, 14
Artemisia, 162
Arthropodium, 44
Artnamen, 14
Artocarpus, 97
Artumschreibungen, 14
Arum, 31
Aruncus, 94
Arundinaria, 54
Asarina, 140
Asarum, 61
Asclepiadeae, 16
Asclepias, 137
Asclepias syriaca, 137
asepal, **164**
Asparagaceae, 40, **44**
Asparagales, **40**
Asparagi, 17
Asparagus, 44
Asparagus umbellatus, 44
Asparagus verticillatus, 44
Asperula, 136
Asphodelaceae, 40, **41**
Asphodeli, 17
Asphodeline, 41
Asphodelus, 41
Asphodelus albus, 41
Assimilation, **164**
Aster, 162
Aster alpinus, 162
Asteraceae, **162**
Asterales, 21, **160**
Asteranae, 126
Asteridae, **125, 126**
Asterähnliche Gewächse, **125**
Asterartige Gewächse, **160**

Asterolinum, 132
Astilbe, 79
Astragalus, 91
Astrantia, 155
Astydamia, 155
Asyneuma, 160
Athamanta, 155
ätherische Öle, 102, 112, 113,
145, 154, 162
Atraphaxis, 118
Atriplex, 119
atrop, **164**
Atropa, 151
Atropa belladonna, 150
Attich, 156, 157
Aubrieta, 107, 108
Aucuba, 128, 134
Aucuba japonica, 134
Aucube, 134
Außenkelch, 159, **164**
Austrobaileyaes, **28**
Autoren, 14
autotrophe Pflanzen, **164**
Avena, 54
Averrhoa, 90
Averrhoaceae, 90
Avicennia, 143, 144
Avicenniaceae, 144
Axillarstipel, **164**
Azara, 87
Azorella, 155

B

Bacopa, 140
Balanopales, 21
Baldellia, 33
Baldriane, 16
Balg(frucht), **164**
Ballonblume, 160
Ballota, 146
Balsamapfelgewächse, 85
Balsaminaceae, **130**
Balsamineae, 17
Bambusa, 54
Bambusgräser, 54
Baptisia, 91
Barbarea, 107
Barbeyaceae, 95
Bärenklau, 155
Bartsia, 147
basale Gruppen, **26**
basale phylogenetische Stellung,
164
Basella, 122
Basella alba, 122
Basellaceae, 115, **121**
basigyn, **164**
Basilicum, 146
Bauera, 79
BAUHIN GASPARD, 15
Bauhinia, 91
Becher-Bitterwurzel, 122
Bedecktsamer, 14, 57
Beere, **164**
Befaria, 133
BÉGON MICHEL, 99

Begonia, 99
Begonia grandis, 99
Begonia semperflorens, 99
 Begoniaceae, **99**
 Begoniales, 99
 Begonien, **99**
 Beinbrech, 36
 Beinbrechgewächse, **36**
 Beinwell, 148
 Beinwell echter, 149
Belamcanda, 40
 Belladin, 42
Beloperone, 143
 Benzochinon, 149, 164
 Benzylisochinolin-Alkaloide, 95,
164
 Berberidaceae, **63**
 Berberideae, 17
Berberis, 63
 Berberitzen, 17
 Berberitzengewächse, **63**
Bergenia, 79
Berula, 155
Beta, 119
Beta spp., 164
Beta vulgaris, 119
Beta vulgaris var. *conditiva*, 164
 Betacyane, **164**
 Betalaine, 115, 120, 121, 122,
 123, **164**
 Betaxanthine, **164**
 Bete rote, 164
Betula, 102
Betula humilis, 102
 Betulaceae, 100, **102**
 Betulales, 21
 Biflavonoide, 85
 BIGNON JEAN-PAUL, 144
Bignonia, 144
 Bignoniaceae, 138, **144**
 bikollateral, 104, 135, 136, 137,
 150, **164**
 binäre Nomenklatur, 14
 BINDER ANDREAS, 24
 Binsenartige, 19
 Binsenartige Gewächse, **49**
 Binsengewächse, **49**
Biophytum, 90
 Birkengewächse, 100, **102**
Biscutella, 107
Bistorta, 118
 bitegmisch, **164**
 Bitterholzgewächse, 102
 Bitterstoffe, 113, 135, 156, **164**
 Bixaceae, 109, 111
Blackstonia, 137
 blattbürtig, **164**
 Blatthäutchen, 53
 Blattlosblütengewächse, **43**
 Blaugras, 54
 Blausäure, 165
 Bleiwurzartige, 20
 Bleiwurzwächse, 16, **117**
Bletilla, 46
 Blueberry, 133
Blumenbachia, 127
Blumenbachia insignis, 127

Blumenbinse, 35
 Blumenbinsengewächse, **34**
 Blumenhartriegel, 128
 Blumenhartriegel japanischer,
 128
 Blumennesselgewächse, 127
 Blumenrohwächse, **56**
 Blüte radiärsymmetrische, 11
 Blütenbaupläne, **9**
 Blütenblätter, 9, 10
 Blütenboden, 94, **164**
 Blütendiagramm, 10
 Blütenformel, 10
 Blütenorgane Anordnung, 67
 Blütenstandstypen, 54
 Blutweiderich, 104
Bocconia, 66
Boehmeria, 97
Boerhavia, 121
Bomarea, 38
 Bombacaceae, 109, 111
Bongardia, 63
 Bonnetiaceae, 85
 Boraginaceae, **148**
 Boraginales, **148**
 Boragineae, 16
Borago, 148
 Borstenhirse, 54
 Borstgras, 54
Bougainvillea, 121
Bowiea, 43
Brachypodium, 54
Brassica, 107
 Brassicaceae, 105, **107**
 Brassicales, **105**
 BRAUN ALEXANDER, 17
 Braunwurz knotige, 142
Bredemeyera, 92
 Brennessel, 17, 96, 152
 Brennesselartige, 19
 Brennesselgewächse, 93, **96**
 Brenzcatechin, 170
Brexia, 79
 Brexiaceae, 83
Briza, 54
 BROGNIART ADOLPHE, 17
 Bromeliae, 17
 Bromeliales, 21
Bromus, 54
 Bronzeblatt, 133
Browallia, 151
Brownea, 91
 Bruchweide, 87
Brunfelsia, 151
Brunnera, 148
Bryonia, 98
 Buche, 101
 Buchenartige Gewächse, **100**
 Buchengewächse, 100, **101**
 Buchsbaum, 71
 Buchsbaumartige Gewächse, **71**
 Buchsgewächse, 71
 Buchweizen, 118
 BUDDLE ADAM, 143
Buddleja, 143
Buddleja alternifolia, 142
 Buddlejaceae, **142**

Bufadienolide, 43, 65, **164**
Buglossoides, 148
Bulbine, 41
Bulbinella, 41
Bulbocodium, 38
Bulbophyllum, 46
Bulbostylis, 51
Bunias, 107
Bunium, 155
Bupleurum, 155
 Burmanniaceae, 35
 Burseraceae, 112, 113
 Buschgeißblattgewächse, **157**
 Butomaceae, **33**
Butomus umbellatus, 33
 Buxaceae, 71
 Buxales, **71**
 Buxin, 71
 Buxinamin, 71
 Buxinidin, 71
Buxus, 71
Buxus sempervirens, 71

C

Cabomba, 27
Cachrys, 155
 Cactaceae, 116, **123**
 Cactales, 19
 CAESALPINI ANDREAS, 91
Caesalpinia, 91
 Caesalpinaceae, **91**
 Caesalpinienengewächse, 90
 CAESALPINO ANDREA, 15
Cajophora, 127
Cakile, 107
Calamagrostis, 54
Calandrinia, 122
 Calceolariaceae, 139, 147
 Calciumoxalat, **164**
Calendula, 162
Calla, 31
Calliandra, 91
Callianthemum, 65
Callicarpa, 145, 146
Callisia elegans, 55
 Callitrichaceae, **140**
Callitriche, 140
Callitriche stagnalis, 140
Calluna, 133
 Calochortaceae, 37, 39
Calotropis, 137
Caltha, 65
 Calycanthaceae, 61
Calycanthus, 61
Calycanthus fertilis, 60
 Calyceraceae, 160
Calystegia, 151
Camassia, 43
Camellia, 132
Camellia japonica, 132
Camissonia, 104
Campanula, 160
 Campanulaceae, 16, **160**
 Campanulales, 20, 21
 Campanulatae, 21
 Campher, 60, 145, **164**

Campsis, 144
Canarina, 160
 Canellales, 58
Canna, 56
Canna glauca, 56
 Cannabaceae, **96**
 Cannabinaceae, **96**
 Cannabinoide, 96, **164**
Cannabis, 96
Cannabis sativa, 164
 Cannaceae, 56
 Capparidaceae, 105, **106**
 Capparidales, 21, 99
Capparis, 107
Capparis spinosa, 106, 107
 Caprifoliaceae, **157**
Capsella, 107
Capsicum, 151
Caragana, 91
Caralluma, 137
Cardamine, 107
Cardaminopsis, 107
 Cardenolide, 43, 65, 97, 110, 137, **164**
Cardiocrinum, 39
Cardiocrinum giganteum, 39
Carduus, 162
Carex, 50
Carex baldensis, 51
Carex grayi, 51
Carex sylvatica, 51
 Caricaceae, 105
Carissa, 137
Carnegia, 123
 Carnosol, 145
Carpenteria, 128
Carpinus, 102
Carpobrotus, 119
Carthamus, 162
Carum, 155
Carya, 102
 Caryophyllaceae, 116, **120**
 Caryophyllales, 21, **115**, 116
 Caryophyllidae, **115**
Caryopteris, 145, 146
Cassia, 91
Cassine, 83
Cassiope, 133
 Cassiopoideae, 133
Cassytha, 60
Castanea, 101
Castanopsis, 101
Castilleja, 147
Casuarina, 103
Casuarina equisetiformis, 103
 Casuarinaceae, 100, **103**
 Casuarinales, 19, 21
 Casuarinen, 100
Catalpa, 144
 Catechol, 170
Catha, 83
Caucalis, 155
 Caudicula, 46
Caulophyllum, 63
Caylusea, 106
Ceanothus, 95
Cedronella, 146
 Celastraceae, 79, **83**
 Celastrales, 19, 21, **83**
 Celastranae, 83
Celastrus, 83
Celosia, 119
Celosia argentea var. *Plumosa*, 118
Celtis, 96
Centaurea, 162
Centaurium, 137
Centranthus, 159
Centranthus ruber, 159
Centropogon, 161
 Centrospermae, 19, 21, 115
Centunculus, 132
Cephalanthera, 46
Cephalanthus, 136
Cephalaria, 159
Cephalocereus, 123
Cerastium, 121
Cerastium arvense, 121
Ceratonia, 91
 Ceratophyllaceae, 28
 Ceratophyllales, **28**
Ceratophyllum, 28
Ceratophyllum submersum, 29
Ceratostigma, 117
Ceratostigma plumbaginoides, 117
Cerbera, 137
 Cercidiphyllaceae, **75**
Cercidiphyllum, 75
Cercidiphyllum japonicum, 76
Cercis, 91
Cercis siliquastrum, 76
Cercis sinensis, 91
Cereus, 123
Cerithe, 148
Ceropegia, 137
Cestrum, 150, 151
Chaenomeles, 94
Chaerophyllum, 155
Cheiranthus, 107
Chelidonium, 66, 165
 Chelidonsäure, 160, **164**
Chelonopsis, 146
 Chemotaxonomie der Pflanzen, 8
 Chenopodeae, 17
 Chenopodiaceae, **119**
Chenopodium, 119
Chimonanthus, 61
Chimonanthus praecox, 61
 chinoide Verbindungen, 132
 Chinolizidin-Alkaloide, 64, **164**
 Chinone, chinoide Verbindungen, **164**
Chionanthus, 138
Chionodoxa, 43
 Chloranthaceae, 29
 Chloranthales, 58
Chlorophytum, 44
Choisya, 113
 choricarp, chorikarp, **164**
 choripetal, **165**
 Choripetalae, 19
 Christophs Lauch, 42
 Christophskraut, 65
Chrysanthemum, 162
 Chrysobalanaceae, 85
Chrysopsis, 101
Chrysosplenium, 79
Chusquea, 54
Cicendia, 137
Cicer, 91
Cichorium, 162
Cicuta, 155
 Cicutol, 154
 Cicutoxin, 154
Cimicifuga, 65
Cinchona, 136
Cinnamomum, 60
Circaea, 104
Circaeocarpus, 62
Cirsium, 162
Cissus, 114
 Cistaceae, 109, **110**
 Cistales, 21
Cistanche, 147
 Cistiflorae, 21
 Cistineae, 17
 Cistrosen, 17
 Cistrosegewächse, 109, **110**
Cistus, 110
Citrullus, 98
Citrus, 113
Cladium, 50
Cladrastis, 92
Clarkia, 104
 classis, 13
Claytonia, 122
Cleistocactus, 123
Clematis, 65
Clematoclethra, 133
 Cleomaceae, **107**
Cleome, 107
Cleome spinosa, 107
Clerodendrum, 145, 146
 Clethraceae, 133
Clinopodium, 146
 Clusiaceae, 85
Clutia, 88
Clutia pulchella, 88
 Cneoraceae, 113
Cobaea, 131
Cobaea scandens, 131
 Cocagewächse, 85
Coccoloba, 118
Cochlearia, 107
Cochliostema odoratissimum, 55
 Cochlospermaceae, 109, 111
 Code der botanischen Nomenklatur, 14
 Codein, 65
Codiaeum, 88
Codonopsis, 160
Coelogyne, 46
 coenocarp, coenokarp, **165**
Coffea, 136
 Coffein, 170
 Colchicaceae, 16, **38**
 Colchicin, 38, 165
Colchicum, 38
Colchicum speciosum, 38
Colletia, 95

Collinsia, 140
Collomia, 131
Colocasia, 31
Columnnea, 139
 Columnniferae, 21
 Combretaceae, 103
 COMMELIN CASPAR, 55
Commelina, 55
 Commelinaceae, **55**
 Commelinales, 19, 21, **55**
 Commelinidae, **47**
 Commelynaceae, 16
 Compositae, 16, 17
Comptonia, 102
Comptonia peregrina, 101
 Comptonie fremde, 101
Conandron, 139
Conium, 155
 Connaraceae, 90
Connaropsis, 90
Conophytum, 120
 contort, 136, 137, **165**
 Contortae, 19
 Convallariaceae, 40, 45
Convolvulus, 151
 Convolvulaceae, 16, **151**
Coprosma, 136
 Corchorin, 110
Corchorus, 110
 Cordiaceae, 148, 150
 Coriamyrtin, 98
Coriandrum, 155
Coriaria, 98
Coriaria thymifolia, 98
 Coriariaceae, **98**
Coris, 132
 Cornaceae, **128**
 Cornales, 21, 79, **127**
 Cornanae, 126
Cornus, 128
Cornus kousa, 128
Cornus nuttallii, 128
Corokia, 128
 corollinisch, **165**
 Corona, 11
Coronilla, 92
Cortusa, 132
Corydalis, 66, 165
Corydalis cava, 66
Corydalis ophiocarpa, 66
 Coryloideae, 102
Corylopsis, 75
Corylus, 102
 Corynocarpaceae, 97, 98
 Costaceae, 56
Cotoneaster, 94
Cotyledon, 77
Coussapoa, 97
Craniolaria, 143
 crassinucellat, 62, **165**
Crassula, 77
Crassula venezuelensis, 77
 Crassulaceae, **77**
 Crassulaceen-Säure-
 Stoffwechsel, 123, **165**
 Crassuloideae, 77
Crataegus, 94

Crataeva, 107
Crepis, 162
Crescentia, 144
Cressa, 151
 Crinidin, 42
Crithmum, 155
Crocoshmia, 40
Crocus, 40
 CRONQUIST ARTHUR, 23
Crossandra, 143
 Crossosomatales, **81**
Crotalaria, 92
 Crotin, 87
Croton, 88
 Cruciferae, 17, **107**
 Cryptogamae, 17
Cryptotaenia, 155
Cryptothladia, 158
Cucumis, 98
Cucurbita, 98
 Cucurbitaceae, **98**
 Cucurbitales, 19, **97**
 Cumarine, 162, **165**
Cuminum, 155
 Cunoniaceae, 79
 Cunoniales, 21
Cuphea, 105
Cuphea micropetala, 104
 Cupula, 101, **165**
 Curcin, 87
Curtisia, 128
 Curtisiaceae, 128
Cuscuta, 152
Cuscuta europaea, 152
 Cuscutaceae, **152**
Cussonia, 154
Cyananthus, 160
 cyanogenes Glycosid, **165**
 Cyanwasserstoff, 165
 Cyathium, 88, **165**
Cybistax, 144
Cyclamen, 132
 Cyclanthales, 21
Cyclanthera, 98
 Cyclobuxin, 71
 Cyclopeptid-Alkaloide, 94, **165**
Cydonia, 94
Cylindropuntia, 123
Cymbalaria, 140
Cymbidium, 46
 Cymodoceaceae, 34
Cynanchum, 137
Cynara, 162
Cynoglossum, 148
Cynosurus, 54
 Cyperaceae, 16
 Cyperaceae, **50**
 Cyperales, 19, 21
Cyperus, 51
Cyphomandra, 151
Cyphostemma, 114
 Cypripedioideae, 46
Cypripedium, 46
Cypripedium calceolus, 45
Cyrtandra, 139
 Cystolithen, 143, **165**
Cytisus, 92

Cytisus cinereus, 91

D

Daboecia, 133
Dactylis, 54
Dactylis glomerata, 53
Dactylorhiza, 46
Dactylorhiza incarnata, 45, 46
Dahlia, 162
Dais, 109
Daiswa, 37
Dalrympelea, 81
Danaë, 45
Daphiphyllum, 76
 Daphnan, 109
Daphne, 109
Daphne mezereum, 109
 Daphnetoxin, 109
 Daphniphyllaceae, 76
Daphniphyllum, 76
Daphniphyllum macropodium, 76
Darmera, 79
Darmera peltata, 79
 Dasypogonaceae, 40
Datisca, 99
Datisca cannabina, 99
 Datisceae, **99**
 Datiscales, 21, 99
 Datisceae, 17
Datura, 151
Daucus, 155
 DAVID ARMAND, 129
Davidia involucrata, 127, 129
 Davidiaceae, **129**
 DE JUSSIEU ANTOINE-LAURENT, 16
 DE L'OBEL MATHIAS, 160
 Deckspelze, 54, **165**
Decumaria, 128
 Degeneriaceae, 59
Deinante, 128
Delonix, 91
Delosperma, 120
Delosperma sutherlandii, 119
Delphinium, 65
Dendrobium, 46
Dendrocalamus, 54
 Dendrogramm, **165**
Dentaria, 107
Descurainia, 107
Desmodium, 92
Deutzia, 128
Dianella, 41
Dianthus, 121
 Diapensiaceae, 132, 133
Diascia, 142
Dicentra, 66
 dichasial, **165**
Dichorisandra thyrsiflora, 55
Dichroa, 128
Dichromena, 50
 Dichternarzisse, 43
 Dickenwachstum sekundäres, 57
Dicliptera, 143
 dicotyl, **165**
 Dicotyleae, 17
 Dicotyledoneae, 16, **57**, 58

Dicotyledones, 21
Dictyolimon, 118
 Didiereaceae, 115
Dieffenbachia, 31
Dierama, 40
Diervilla, 157
 Diervillaceae, **157**
Digitalis, 140, 142
 Digitaloide, 83, **165**
Dillenia, 123
 Dilleniaceae, 114, **123**
 Dilleniales, 21, 74, **123**
 Dilleniidae, 57
 DILLENIIUS JOHANN JAKOB, 123
 dimorph, **165**
 Dimorphismus, **165**
 dioecisch, **165**
Dionysia, 132
Dioscorea caucasiaca, 36
 Dioscoreaceae, **36**
 Dioscoreae, 16
 Dioscoreales, 21, **35**
 DIOSCORIDES, 36
Dipelta, 158
Diphylleia, 63
 diploid, **165**
 diplostemon, **165**
 Dipsacaceae, **159**
 Dipsacales, 20, **156**
 Dipsaceae, 16
Dipsacus, 159
Dipsacus sylvestris, 159
Dipteracanthus, 143
 Dipterocarpaceae, 109, 111
Dipteronia, 113
 Dirachmaceae, 95
Disa, 46
Dischidia, 137
 Disciflorae, 21
 disjunkte Verbreitung, **165**
 Diskus, 79, 95, 112, 155, **165**
Disporum, 38
 distich, **165**
Distylium, 75
 Diterpenalkohole, 87
 Diterpene, 133
 Diterpenoid-Alkaloide, 65, **165**
 diterpenoide Bitterstoffe, 145
 diterpenoide Giftstoffe, 109
 dithezisch, **165**
 divisio, 13
 DNA, **165**
Dodecatheon, 132
 Doldenblütler, 16, **154**
 Doldenblütlerartige, 20
 Doldenblütlerartige Gewächse,
154
Dolichos, 92
Donatia, 161
 Donatiaceae, 161
 Doppelachäne, 155, **165**
 Dornen, **165**
Dorotheanthus, 120
Dorstenia, 97
 Doryanthaceae, 40
 Dotterblume, 65
 DOUGLAS DAVID, 134

Douglasia, 132
Dovyalis, 87
Draba, 107
 Dracaenaceae, 40, 45
Dracocephalum, 146
 Dreimasterblume virginische, 55
 Dreizackgewächse, **33**
Drosanthemum, 120
 Droseraceae, 115, 116
 Drosophyllaceae, 115
Drusa, 155
Dryas, 94
Duboisia, 151
 Dulcit, 83, **165**
Duranta, 145
Dysosma, 63

E

Ebenaceae, 133
 Ebenales, 21
 Ebenholzgewächse, 133
 Ebulosid, 156
Ecballium, 98
Ecballium elaterium, 98
Eccremis, 41
Echeveria, 77
Echinocereus, 123
Echinocystis, 98
Echinodorus, 33
Echium, 148
 Edelweiß, 162
Edgeworthia, 109
Edraianthus, 160
 Efeu, 154
 Efeugewächse, 154
 Ehrenpreis Enzianähnlicher, 140
 EHRET GEORG DIONYSIUS, 15
 Eichel, 169
 EICHLER AUGUST, 17
 Eidechschwanz, 62
 Einbeere, 37
 eingeschlechtig, **165**
 einhäusig, **165**
 Einkeimblättrler, 58
 Einkeimblättrige Blütenpflanzen,
29
 Eisenholzbaum persischer, 75
 Eisenhut, 65
 Eisenkrautgewächse, 17, 138,
145
 Eizelle, 12
 Ektomykorrhiza, 100, 121, **165**
 Elaeagnaceae, **95**
Elaeagnus, 95
 Elaiosom, 66, 86, **165**
Elatostema, 97
Eleocharis, 51
 Ellag, 165
 Ellagitannine, 101, **165**
 Ellagsäure, **165**
Elodea, 32
Elodea canadensis, 32
Elsholtzia, 146
Elyna, 50
 Embryo, 13, 166
 Embryosackzelle, 13

Enantioblastae, 19, 21
 ENDLICHER STEPHAN, 17
 Endosperm, 13, **166**
 Endotesta, **166**
 endotrophe Mykorrhizierung,
166
 ENGLER ADOLF, 19
 Enkianthoideae, 133
Enterolobium, 91
 entomophil, **166**
 Enzianartige, 20
 Enzianartige Gewächse, **135**
 Enzianbitterstoffe, 137
 Enziane, 16
 Enziangewächse, **136**
 Epidendroideae, 47
Epidendrum, 46
 Epidermis, **166**
 epigyn, **166**
Epilobium, 104
Epimedium, 63
Epipactis, 46
Epipactis palustris, 46
 epipetal, **166**
Epiphyllum, 123
 Epiphyt, **166**
Episcia, 139
 episepal, **166**
Eranthis, 65
 Erdrauchgewächse, **66**
Eremurus, 41
Erica, 133
 Ericaceae, **133**
 Ericales, 20, 21, **130**
 Ericanae, 126
 Ericoideae, 133
Erigeron, 162
Erinacea, 92
Erinus, 140
Eriobotrya, 94
 Eriocaulales, 21
Eriogonum, 118
Eriophorum, 51
Eritrichum, 148
Erodium, 80
Erodium cicutarium, 80
Erophila, 107
 Erucasäure, 106, **166**
Eryngium, 155
Erysimum, 107
Erythrina, 92
Erythronium, 39
 Erythroxylaceae, 85
Eschscholzia, 66
Espeletia, 162
 Ethandisäure, 169
 etherische Öle, **166**
 Ethin, 170
Eucomis, 43
Euonymus, 83
Euonymus europaeus, 83
Eupatorium, 162
Euphorbia, 88
Euphorbia myrsinites, 88
Euphorbia verrucosa, 88
 Euphorbiaceae, 17, **87**
 Euphorbiales, 21

EUPHORBOS, 88
Euphrasia, 147
 Eupomatiaceae, 59
 Evobiosid, 83
Evolvulus, 151
 Evomonosid, 83
 Evonosid, 83, 110
Exacum, 137
Exochorda, 94
 Exotesta, **166**
 extrastaminal, **166**
 extrorse Antheren, **166**

F

Fabaceae, 90, **91**
 Fabales, 21, **90**
 Fagaceae, 100, **101**
 Fagales, 21, **100**
Fagonia, 82
Fagopyrum, 118
Fagopyrum esculentum, 118
Fagus, 101
Fagus sylvatica, 101
Falcaria, 155
Fallopia, 118
 familia, 13
 Familie, 13
 Färberröte, 136
 Färberwau, 106
 Farinosae, 21
 Farne, 13
 Farnkräuter, 16
Fatsia, 154
 Federbusch-Celosie, 118
Fedia, 159
 Feldhainsimse, 50
 Fenchel, 155
Fendlera, 128
Fenestraria, 120
Ferula, 155
Festuca, 54
 Fetthennengewächse, **77**
 Fichtenspargelgewächse, 133
Ficus, 97
 Fieberklee, 161
 Fieberkleegewächse, **161**
 Filament, 121, **166**
 Filices, 16
Filipendula, 94
Fimbristylis, 51
Fittonia, 143
Flacourtia, 87
 Flacourtiaceae, 86, 87
 Flavan, 166
 Flavonoide, 85, 113, 133, 162, **166**
 Fliegenpilz, 164
 Flügelfruchtgewächse, 109, 111
 Flügelnuß, 102
Foeniculum, 155
Foeniculum vulgare, 155
Fontanesia, 138
Forskohlea, 97
Forstera, 161
Forsythia, 138
Fortunearia, 75

Fothergilla, 75
Fragaria, 94
 Francoaceae, 79, 80
Frankenia, 117
Frankenia laevis, 117
 Frankeniaceae, **117**, 118
 Frankenie glatte, 117
 FRANKENIUS JOHAN, 117
 Frankien, 95
 Frauenschuh, 45
Fraxinus, 138
Freesia, 40
 Freilandgloxinie, 144
Fritillaria, 39
Fritillaria meleagris, 39
 Froschbißgewächse, **32**
 Froschlöffel lanzenförmiger, 33
 Froschlöffelartige, 19
 Froschlöffelartige Gewächse, **32**
 Froschlöffelgewächse, **33**
 Fruchtknoten, 10
 Fruchtknoten oberständig, 11
 Fruchtknoten unterständig, 11
 Fructane, 162, **166**
 Frühlingsmiere, 121
Fuchsia, 104
Fuchsia procumbens, 104
Fuchsia splendens, 104
 Fuchsie glänzende, 104
 Fuchsie niederliegende, 104
 Fuchsschwanz, 54
 Fuchsschwanzgewächse, **118**
 FUHRER EMIL, 23
Fumana, 110
Fumaria, 66
 Fumariaceae, **66**
 Funkiaceae, 40
 Furanocumarine, 113, 154, **166**

G

Gagea, 39
 Gagelsträucher, 100, **101**
Gaillardia, 162
Gaillardia aristata, 162
 Galaktit, 165
 Galanthamin, 42
Galax urceolata, 133
Galega, 92
Galeopsis, 146
Galium, 136
 Galle, 165
 Gallussäure, **166**
Galtonia, 43
 Gametangien, 13, **166**
 Gameten, 13, **166**
 Gänsefußgewächse, 17, **119**
Gardenia, 136
 GARRY NICHOLAS, 134
Garrya, 134
Garrya elliptica, 134
 Garryaceae, 128, 134
 Garryales, **134**
Gasteria, 41
 Gattung, 13
Gaultheria, 133
Gaura, 104

Gazania, 162
 Gefäße, **166**
 Geißblattgewächse, **157**
 Gemshorn Louisiana-, 143
 Gemshorngewächse, **143**
 genagelt, **166**
Genista, 92
Gentiana, 137
Gentiana asclepiadea, 136
 Gentianaceae, **136**
 Gentianales, 20, 21, **135**
 Gentianeae, 16
Gentianella, 137
 Gentiopicine, 135, 136
 Gentiopikrine, **166**
 GENTIUS Illyrerkönig, 137
 genus, 13
 Geraniaceae, 17, 80
 Geraniales, 19, 20, 21, **80**
Geranium, 80
Geranium pratense, 80
Gerbera, 162
 Gerberstrauch
 thymianblättriger, 98
 Gerberstrauchgewächse, **98**
 Gerbstoffe, 85, 102, 133, **166**
 Germer schwarzer, 37
 Gerste, 54
 GESNER KONRAD, 139
Gesneria, 139
 Gesneriaceae, 138, **139**
Gesnouinia, 97
 Getreidegräser, 54
Geum, 94
 Gewürzstrauch, 60
 Gewürzstrauchgewächse, 61
Gibbaeum, 120
Gilia, 131
 Gillesioideae, 42
Gilliesia, 42
 Ginster grauer, 91
Gladiolus, 40
 Glatthafer, 54
Glaucium, 66
Glaux, 132
Glechoma, 146
Gleditsia, 91
Globularia, 141
Globularia punctata, 141
 Globulariaceae, 16, **141**
 Glochiden, 123, **166**
 Glockenblumen, 16
 Glockenblumengewächse, **160**
 Glockenrebe, 131
Glottiphyllum, 120
Gloxinia, 139
 Gloxiniengewächse, 138, **139**
 Glücksklee, 89
 Glucocapparin, 107
 Glucofrangulin, 95
 Glucose, 169
 Glucosinolate, 107
 Glukosinolate, **166**
 Glumiflorae, 19
Glyceria, 54
Glycine, 92
 Glycoside, 87

Glycyrrhiza, 92
Glycyrrhiza glabra, 92
 Glykoside, **166**
Gmelina, 145, 146
Goethea, 111
 Goldkeule, 31
 Goldkeulengewächse, **31**
 Goldpflaumengewächse, 85
Gomphocarpus, 137
Gomphrena, 119
 Gonan, 171
Goniolimon, 118
 Goodeniaceae, 160
Gordonia, 132
Gossypium, 111
 Graminales, 19
 Gramineae, 16
 Granatapfelbaum, 105
 Grasährchen, 53
 Graslilie großblütige, 44
 Grasliliengewächse, **44**
Gratiola, 140
Grewia, 111
 Greyiaceae, 80
 Griffel, **166**
 Griffelpolster, 155
Griselinia, 128
 Griselinaceae, 128
Groenlandia, 34
 Großblattartige, 19
 Grossulariaceae, **78**
 Gruppe, 13
Guaiacum, 82
 GUNNER JOHAN ERNST, 72
Gunnera, 72, 77
Gunnera manicata, 72
 Gunneraceae, 72, 78
 Gunnerales, 19, **72**
 Gurkenartige, 19
 Gurkenartige Gewächse, **97**
 Guttapercha, 83, **166**
 Guttiferae, 85
 Guttiferales, 19
Gymnadenia, 46
Gymnocladus, 91
 Gymnospermae, 17, **166**
Gymnostachys anceps, 31
Gymnotheca, 62
 Gynandreae, 19
 Gynoeceum, 173
 Gynophor, 82, 107, **166**
 Gynostegium, 137
 Gynostemium, 46, **166**
Gynostemma, 98
Gypsophila, 121

H

Haberlea, 139
Haberlea rhodopensis, 139
Hacquetia, 155
 Haemodorales, 21
 Hafer, 54
 Hahnenfußartige, 19
 Hahnenfußartige Gewächse, **63**
 Hahnenfußgewächse, 17, **64**
 Hainblume, 149

Hainsimse, 50
 Hainsimse behaarte, 50
Halacsya, 148
 halbparasitische Gewächse, 114
Halenia, 137
Halimium, 110
 Halm, 53, **166**
 Haloragaceae, **77**
 Haloragales, 21, 72
Haloragis, 77
 Hamamelidaceae, **75, 76**
 Hamamelidales, 21, 100
 Hamamelididae, 57, 70, 100, 102
 Hammerstrauch, 150
 handkerchief tree, 129
 Hanf, 164
 Hanfgewächse, 93, **96**
 haploid, **166**
 haploide Pflanzen, 13
 haplostemon, **166**
 Harmin, 164
 Hartheuartige, 19
 Hartriegelartige Gewächse, **127**
 Hartriegelgewächse, 127, **128**
 Harzkanal, **166**
 Haselnuss, 169
Hatiora, 123
 Haustorium, **166**
 Hauswurz Spinnweben-, 77
Hauya, 104
Haworthia, 41
Hedera, 154
Hedera helix, 154
Hedyotis, 136
Hedysarum, 92
 Heidekrautartige, 20
 Heidekrautartige Gewächse, **130**
 Heidekrautgewächse, **133**
Heimia, 105
Helianthemum, 110
Helianthemum nummularium,
 110
Helianthus, 162
 Heliconiaceae, 56
Helictotrichon, 54
Heliocarpus, 111
Heliosperma, 121
 Heliotropiaceae, **149**
Heliotropium, 150
Heliotropium arborescens, 149
Helleborus, 65
 Helobiae, 19, 21
Helonias, 37
 Helveticosid, 110
 HELWING GEORG ANDREAS, 153
Helwingia, 128, 153
Helwingia japonica, 153
 Helwingiaceae, 128, **153**
 Hemerocallidaceae, 40, **41**
Hemerocallis, 41
Hemerocallis middendorffii, 41
Hepatica, 65
Heptacodium, 158
Heracleum, 155
Heracleum sphondylium, 155
Hermodactylus, 40
Hesperis, 107

Heteromerae, 21
 heterophyll, **166**
 Heterosporie, 13, **167**
 heterostyl, 105, **167**
 heterotroph, **167**
Heuchera, 79
Hevea, 88
 Hexahydropyridin, 170
Hibbertia, 123
Hibbertia dentata, 123
Hibiscus, 111
Hieracium, 162
 Hierarchie der Taxa, 13
Hillebrandia, 99
 Himalaja-Riesenlilie, 39
 Himalaja-Springkraut, 130, 131
 Himantandraceae, 59
 Himmelsleitengewächse, 16, **131**
Hippobroma, 161
 Hippocastanaceae, 112
 Hippocrateaceae, 83
Hippocrepis, 92
Hippophaë, 95
Hippophaë rhamnoides, 95
Hippuris, 140
 Hirse, 54
 Histamin, 97, **167**
Hladnikia, 155
 HOCHSTETTER WILHELM, 16
 HOFFMEISTER DIRK, 174
 Holunder, 157
 Holundergewächse, **156**
 Homorhizie, 29, 57, **167**
Hoodia, 137
 Hopfen, 96
Hordeum, 54
 horizontaler Gentransfer, **167**
Horminum, 146
 Hornblatt untergetauchtes, 29
 Hornblattartige Gewächse, **28**
 Hornblattgewächse, **28**
 Hornnarbe, 117
 Hortensie baumförmige, 128
 Hortensienengewächse, 127
Hottonia, 132
Houttuynia, 62
Houttuynia cordata, 62
Hovenia, 95
Hoya, 137
 HUBER HERBERT, 133
Hudsonia, 110
 Huerteales, 105
Hugonia, 89
 Hülsfelzen, 54, **167**
 Hülsenfrüchtler, 16, **90**
Humulus, 96
Humulus lupulus, 96
 Hundsgiftgewächse, **137**
 Hundsröse, 94
 Hundswürgergewächse, 16
Hura, 88
 Hurin, 87
 Hyacinthaceae, 40, **43**
Hyacinthoides, 43
Hyacinthus, 43, 165
Hyacinthus orientalis, 43
 HYAKINTHOS, 43

Hyazinthe, 43
 Hyazinthengewächse, **43**
Hybanthus, 86
Hydrangea, 128
Hydrangea arborescens, 128
 Hydrangeaceae, 79, 127
Hydrocharis, 32
 Hydrocharitaceae, **32**
 Hydrocharitales, 21
 Hydrochinon, **167**
 Hydrochinon-Derivate, 149
 Hydrocotyloideae, 154
 Hydrophyllaceae, **149**
 Hydrophyllaeae, 17
Hydrophyllum, 149
 Hydroxybenzoesäuren, 149, **167, 169**
 Hydroxyzimtsäuren, 169
Hygrophila, 143
Hylocereus, 123
Hylomecon, 66
Hyoscyamus, 151
 Hypanthium, 11, **167**
Hypecoum, 66
 Hyperforin, 85, **167**
 Hypericaceae, **85**
 Hypericin, 85, 163, 167
 Hypericineae, 17
Hypericum, 85
Hypericum perforatum, 85
 Hyphen, **167**
Hypoestes, 143
 hypogyn, **167**
 Hypoxidaceae, 40
Hypsela, 161
Hyssopus, 146

I

Iberis, 107
Ibicella, 143
Idesia, 87
 Idioblast, **167**
Idiospermum, 61
 Igelkolben einfacher, 48
 Igelkolbengewächse, **48**
Ilex, 152
Ilex aquifolium, 153
 Illiciales, 21
Illicium, 28
 Immenblatt, 146
Impatiens, 131
Impatiens glandulifera, 130, 131
Imperatoria, 155
Incarvillea, 144
Incarvillea delavayi, 144
 Index, 199
Indigofera, 92
 Indol-Alkaloide, 135, 136, 137, **167**
 Infloreszenz, **167**
Inga, 91
 Ingwerartige, 19
 Ingwerartige Gewächse, **56**
 Inkalilie orangegelbe, 38
 Inkaliliengewächse, **38**
 inseriert, **167**

Integument, **167**
 Internodien, 53, **167**
 intrastaminal, **167**
 intraxyläres Phloem, 104, 135, 136, 137, 150, **167**
 introrse Antheren, **167**
Inula, 162
 Inulin, 160, 162, **167**
 invasiv, **167**
 Involucrum, 122, **167**
 involutive Knospelage, 62, **167**
Ipheion, 42
Ipomoea, 151
Ipomoea purpurea, 151
 Iridaceae, 40
 Iridales, 21
 Irideae, 16
 Irides, 17
 Iridoide, 127, **167**
Iris, 40
Iris bucharica, 40
 Irisgewächse, **40**
Isatis, 107
 Isochinolin-Alkaloide, 64, 136, **167**
 isomer, **167**
Isoplexis, 140
Isopyrum, 65
 Isoswerosid, 157
 Isothiocyanate, 166
Itea, 78
Itea virginica, 78
 Iteaceae, **78**
 ITS, **167**
Ixanthus, 137
Ixora, 136

J

Jacaranda, 144
Jacobinia, 143
Jacquemontia, 151
Jamesia, 128
Jancaea, 139
Jasione, 160
Jasminum, 138
Jasminum nudiflorum, 139
Jatropha, 88
Jeffersonia, 63
 Jochblattartige Gewächse, **82**
 Jochblattgewächse, 82
 Johannisbeere, 164
 Johannisbeere blutrote, 79
 Johannisbeere Goldgelbe, 79
 Johannisbeergewächse, **78**
 Johannisbrodbaumgewächse, **91**
 Johanniskraut, 85
 Johanniskräuter, 17
 Johanniskrautgewächse, 85
Juanulloa, 151
 JUBA von Mauretanien, 88
 Judasbaum chinesischer, 91
 Juglandaceae, 100, **102**
 Juglandales, 19, 21
Juglans, 102
 Juglon, 102, 167
 Jujube chinesische, 94

Juncaceae, 16, **49**
 Juncaginaceae, **33**
 Juncales, 19, 21, **49**
 Junci, 17
 Junciflorae, 21
Juncus, 50
 JUPITERS Eichel, 102
Jussieua, 104
Justicia, 143

K

Kabar, 107
Kadsura, 28
 Kaffee, 136
 Kaffeesäure, **167**
 Kaffeesäureester, 162
 Kaiserbaum, 147
 Kaiserbaumgewächse, **146**
 Kakaogewächse, 109, 111
 Kakteen, 19, 116, **123**
Kalanchoë, 77
 Kalanchoideae, 77
Kalmia, 133
 Kalmus, 30
 Kalmusartige Gewächse, **30**
 Kalmusgewächse, **30**
Kalopanax, 154
 Kambium, 57, **167**
 Kamelie japanische, 132
 Kammgras, 54
 Kannenpflanzen, 115, 116
 Kapern, 107
 Kaperngewächse, 105, **106**
 Kapernstrauch, 106
 Kapsel Frucht, **167**
 Kapuzinerkresse fremde, 105
 Kapuzinerkressen, 17, 105
 Kapuzinerkressengewächse, **106**
 Karde wilde, 159
 Kardenartige, 20
 Kardenartige Gewächse, **156**
 Kardendistel, 158
 Kardendistelgewächse, **158**
 Kardengewächse, 16, **159**
 Karpell, **168**
 Karpophor, 155
 Karpphor, **168**
 Karroo-Akazie, 90
 Karyogamie, 13, **168**
 Karyopse, 54, **168**
Kasuar, 103
 Kasuarine
 schachtelhalmbblätterige, 103
 Katsurabaum, 76
 Katsurabaumgewächse, **75**
 Kätzchenblütler, **100**
 Keimblätter, 57
 Keimporus, **168**
 Kelch, 9
Kennedia, 92
 Kermesbeere, 17, 120
 Kermesbeeregewächse, **120**
Kerria, 94
 Keulenbaumartige, 19
 Keulenbaumgewächse, **103**
Kickxia, 140

Kieselsäure, 114, **168**
Kigelia, 144
 Kissenprimel, 131
 Kiwi, 132, 164
 Kiwigewächse, **133**
 Kladdodium, **168**
Klaprothia, 127
 Klasse, 13
 Klatschmohn, 66
 Klausen, 138, 146, 148
 Klausenfrucht, 145, 168
 Klebekörper, 46, **172**
 Kleesidengewächse, 154, 155
 Kleeseidengewächse, **152**
 Klemmkörper, 137
 Knabenkraut fleischfarbiges, 45, 46
 Knäuelgras, 53, 54
Knautia, 159
Kniphofia, 41
 Knöterichartige, 19
 Knöteriche, 17
 Knöterichgewächse, **118**
Knowltonia, 65
Kobresia, 50
 Köcherblümchen, 104
Kohleria, 139
 Kokardenblume, 162
Kolkwitzia, 158
Kolkwitzia amabilis, 158
 Kolkwitzie liebliche, 158
 Königskerze Purpur-, 142
 Konnektiv, **168**
Koompassia, 91
 Körbchenblütler, 16, 17, **162**
 Körbchenblütlerartige, 160
 Kornrade, 120
 korollinisch, **168**
 kosmopolitisch, **168**
Krameria, 82
 Krameriaceae, 82
 Krebschere, 33
 Kreuzblümchen
 myrtenblättriges, 92
 Kreuzblümchengewächse, **92**
 Kreuzblütler, 17, 105, **107**
 Kreuzblütlerartige Gewächse, **105**
 Kreuzdorn, 95
 Kreuzdorngewächse, 93, **94**
 Krone, 9
 Krukenbaumgewächse, 133
 kryptische Variabilitäten, 14
 Küchenschelle, 65
 Kugelblume langstielige, 141
 Kugelblumen, 16
 Kugelblumengewächse, **141**

L

Labdanum, 110
 Labiatae, 17, 138
 Labiatiflorae, 19
Laburnum, 92
 Lactoridaceae, 61
Lactuca, 162
 Ladanum, 110

Lafoensia, 105
Lagenaria, 98
Lagerstroemia, 105
 Laichkraut schwimmendes, 34
 Laichkrautgewächse, **34**
 Lamiaceae, 138, **145**
 Lamiales, 21, **138**
 Lamianae, 126
Lamium, 145, 146
Lamium orvala, 146
 Landquartiere, 16
 Lantaden, 145
Lantana, 145
Lantana camara, 145
Laportea, 97
Lappula, 148
Larrea, 82
Laserpitium, 155
Lathraea, 147
Lathyrus, 92
 Lauchgewächse, **42**
 Lauraceae, **60**
 Laurales, 21, **60**
Laurentia, 161
Laurus, 60
Laurus nobilis, 60
Lavandula, 146
Lavatera, 111
Lawsonia, 105
 Laxmanniaceae, 44
 Leberblümchen, 65
 Lebergift, 36
Lechea, 110
 Lecythydaceae, 133
 Ledocarpaceae, 80
Ledum, 133
Legousia, 160
 Leguminosae, 16, **90**
 Lein gelber, 89
 Leinartige Gewächse, **84**
 Leingewächse, 17, 85, **89**
 Leinkräuter, 17
 Leitbündel, **57**
 Leitneriales, 21
 Lektine, 87, **168**
Lemna, 31
Lemna minor, 31
Lemna trisulca, 34
 Lemnaceae, **31**
Lens, 92
 Lentibulariaceae, 138, 147
 LEONHART FUCHS Jahr 2001, 23
Leonotis, 146
Leontice, 63
Leontochir, 38
Leontodon, 162
Leontopodium, 162
Leonurus, 146
Lepidium, 107
 Lepidobotryaceae, 83
Lepuropetalon, 84
 Lerchensporen, 165
 Lerchensporn hohler, 66
 Lerchensporn
 schlangenfrüchtiger, 66
Leucanthemum, 162
Leucothoe, 133

Levenhookia, 161
Levisticum, 155
 Levkoje, 108
Lewisia, 122
Lewisia cotyledon, 122
Leycesteria, 158
Leycesteria formosa, 157
 Leycesterie schöne, 157
 Lichtnelke Rote, 121
 Lieschgras, 54
 Lignan-Glycoside, 64, **168**
 Lignosae, 100
 Ligula, 53, **168**
Ligusticum, 155
Ligustrum, 138
 Lilia, 17
 Liliaceae, 16, **39**
 Liliales, 21, **37**
 Lilienartige, 19
 Lilienartige Gewächse, **37**
 Liliengewächse, 16, **39**
 Liliensimse, 35
 Liliensimsengewächse, **35**
 Liliiflorae, 19, 21
 Liliopsida, 57
Lilium, 39
Lilium umbellatum, 39
 Limnanthaceae, 106
Limnocharis, 33
Limoniastrum, 118
Limonium, 118
Limosella, 142
 Linaceae, 17, 85, **89**
Linaria, 140
 Lindengewächse, 109, **110**
Lindera, 60
Linnaea, 158
Linnaea borealis, 158
 Linnaeaceae, **158**
 LINNÉ CARL VON, 14, 15
Linum, 89
Linum flavum, 89
Liparophyllum, 161
 Lippenblütler, 17, **145**
Lippia, 145
Liquidambar, 75
Liquidambar styraciflua, 74
Liriodendron, 59
Liriodendron tulipifera, 59
Lisianthus, 137
Lithocarpus, 101
Lithodora, 148
Lithops, 120
Lithospermum, 148
Litsea, 60
Littorella, 140
Lloydia, 39
Loasa, 127
 Loasaceae, 127
Lobelia, 161
 Lobelia blaue Kardinals-, 160
Lobelia siphilitica, 160
 Lobeliaceae, **160**
 Lobeliengewächse, **160**
 Lobelin, 160
 loculid, **168**
Loiseleuria, 133

Lolch, 54
Lolium, 54
Lomatogonium, 137
Lonicera, 158
Lopezia, 104
Loranthaceae, 114
Lorbeerbaum, 60
Lorbeerbaumartige Gewächse, **60**
Lorbeerblatt, 76
Lorbeerblattgewächse, **76**
Lorbeergewächse, **60**
Lotosblume, 69
Lotosblumengewächse, **69**
Lotus, 92
Lowiaceae, 56
Ludwigia, 104
Luffa, 98
Lunaria, 107
Lunaria annua, 108
Lupinus, 92
Luzula, 50
Luzula campestris, 50
Luzula pilosa, 50
Luzuriagaceae, 38
Lychnis, 121
Lycium, 151
Lycopersicon, 151
Lycopsis, 148
Lycopus, 146
Lycorin, 42
Lysichiton, 31
Lysichiton americanum, 30
Lysimachia, 132
Lytanthus, 141
Lythraceae, 103, **104**
Lythraieae, 16
Lythrum, 105
Lythrum salicaria, 104

M

Mackaya, 143
Macleaya, 66
Maclura, 97
MAGNOL PIERRE, 59
Magnolia, 59
Magnolia denudata, 59
Magnolia liliiflora, 59
Magnolia x soulangiana, 59
Magnoliaceae, 59
Magnoliales, 21, **59**
Magnolienartige Gewächse, **59**
Magnolienartige Verwandtschaft, **58**
Magnoliengewächse, 59
Magnoliidae, **58**
Magnoliophytina, 14, **15**, 57
Magnoliopsida, 57
Mahonia, 63
Mahonia aquifolium, 63
Mahonie, 63
Mais, 54
Malcolmia, 107
Mallotus, 88
MALPIGHI MARCELLO, 85
Malpighiaceae, 85

Malpighiales, **84**, 85, 87
Malus, 94
Malva, 111
Malvaceae, 17, 109, **111**
Malvales, 19, 21, **109**
Malvenartige, 19
Malvenartige Gewächse, **109**
Malvengewächse, 17, 109, **111**
Mammillaria, 123
Mammutblatt, 72
Mammutblattartige Gewächse, **72**
Mammutblattgewächse, 72
Mandevilla, 137
Mandragora, 151
Manettia, 136
Mangrovwegwächse, 85
Manihot, 88
Maniok, 87
Marantaceae, 56
marginale Plazentation, **168**
Mark, **168**
markständig, **168**
Marrubin, 145
Marrubium, 146
MARTYN JOHN, 143
Martynia, 143
Martyniaceae, **143**
Massulae, 46, **168**
Mastixia, 128
Matricaria, 162
Matthiola, 107
Matthiola incana, 108
Maulbeerbaum weißer, 97
Maulbeerbaumgewächse, 93, **97**
Mäusedorn, 45
Mäusedorngewächse, **45**
Mäuseschwanzchen, 65
Maxillaria, 46
Maytenus, 83
Meconopsis, 66
Medicago, 92
Megasporengium, **168**
Megaspore, 13
Megasporephyll, **168**
Meiosporen, 13
Meisporen, **168**
Melampyrum, 147
Melanophylla, 128
Melanthiaceae, **37**
Melanthium, 37
Melastomataceae, 103
Meliaceae, 112, 113
Melianthaceae, 80
Melica, 54
Melissa, 146
Melittis, 146
Melittis melissophyllum, 146
Melocactus, 123
Mentha, 146
Mentzelia, 127
Menyanthaceae, **161**
Menyanthes, 161
Menyanthes trifoliata, 161
Mercurialis, 88
Merikarpfen, 155, **168**
Meristem, **168**

Merremia, 151
Mertensia, 148
MERXMÜLLER HERMANN, 8, 23
Mescaline, 123, **168**
Mesembrin, 119
Mesembryanthemum, 120
Mespilus, 75, 94
Methoxypsoralen, 154
Meum, 155
Mezerin, 109
Michauxia, 160
Michelia, 59
Micromeria, 146
Microspermae, 19
Mieren, 17
mikrophyll, **168**
Mikrosporangium, **168**
Mikrosporephyll, **168**
Milchröhren, 151
Milchröhren gegliederte, 65
Milchsaft, 69, 97, 137, **168**
Mimosa, 91
Mimosaceae, 90
Mimosengewächse, 90
Minuartia, 121
Minuartia verna, 121
Mirabilis, 121
Mirabilis jalapa, 121
Misopates, 140
Mitella, 79
Mitochondrien, **168**
Mittagsblumen, **119**
Mittagsblumengewächse, 116
Moehringia, 121
Mohnartige, 19
Mohngewächse, 17, **65**
Molchschwanzgewächse, **62**
molekularphylogenetisch, **168**
Molinia, 54
Molluginaceae, 115
Mollugogewächse, 115
Moltkia, 148
Molucella, 146
Momordica, 98
Monarda, 146
Mönchspfeffer, 95, 145
Monnina, 92
Monochlamydeae, 100
monocotyl, **168**
Monocotyledoneae, 16, **29**, 57, 58
Monocotyledones, 21
monoecisch, **168**
monophyletisch, **169**
Monophyllum, 15, **169**
monothezisch, 66, **169**
Monotropaceae, 133
Monotropoideae, 133
Monstera, 31
Monte Baldo-Segge, 51
MONTI GIUSEPPE, 122
Montia, 122
Montiaceae, **122**
Montrichardia, 31
Moose, 13
Moosglöckchen, 158
Moosglöckchengewächse, **158**

Moraceae, **97**
Morina, 158
Morina longifolia, 158
 Morinaceae, 158
Morinda, 136
Morisonia, 107
 Morphin, 65
Morus, 97
Morus alba, 97
 Moschuskraut, 156
 Moschuskrautgewächse, **156**
Mucuna, 92
Muehlenbeckia, 118
Muntingia, 111
 Musaceae, 56
Muscari, 43
 Muschelblümchen, 65
Mussaenda, 136
Musschia, 160
Mutisia, 162
 Mykorrhiza, 169
 mykorrhiziert, **169**
 Mykorrhizierung endotrophe, 46
 Myoporaceae, 142
Myoporum, 142
Myosotis, 148
Myosurus, 65
Myrica, 102
 Myricaceae, 100, **101**
 Myricales, 21
Myricaria, 117
Myriophyllum, 77
Myriophyllum brasiliense, 78
 Myristicaceae, 59
 Myrosinase, 107, 169
 Myrosinzellen, 105, 106, 107,
169
 Myrothamnaceae, 72
Myrrhis, 155
 Myrsinaceae, 132
Myrsiphyllum, 44
 Myrtaceae, 103
 Myrtales, 21, **103**
 Myrtenartige Gewächse, **103**
 Myrtengewächse, 103
 Myrtiflorae, 19, 21

N

Nachtkerzengewächse, 16, 103
 Nachtschattenartige Gewächse,
150
 Nachtschattengewächse, 17
 Nachtschattengewächse, **150**
 Nagelbeerengewächse, 85
Najas, 32
Nandina, 64
Nandina domestica, 64
 Naphthochinon, 102, **169**
 Narben, 10
 Narcissi, 17
Narcissus poeticus, 43
Narcissus pseudonarcissus, 11, 14
Nardostachys, 159
Nardus, 54
 Nartheciaceae, **36**
 Narthecin, 36

Narthecium, 36
Narthecium ossifragum, 36
 Narzissengewächse, 11, 16, **42**
 natürliche Systeme, 8
 ndhF, **169**
 Nebenblätter, **169**
 Nebenkrone, 86
Nectaroscordum, 42
Neea, 121
 Nektar, 169
 Nektarien, 88, **169**
 Nektarstaminodien, 127, **169**
 Nelkenartige, 19
 Nelkenartige Gewächse, **115**
 Nelkenartige Verwandtschaft,
115
 Nelkengewächse, 116, **120**
Nelumbo, 69
Nelumbo nucifera, 69
 Nelumbonaceae, **69**
 Nelumbonales, 21
Nemesia, 142
Nemophila, 149
Nemophila maculata, 149
 Neotropis, 169
 neotropische Verbreitung, **169**
Neottia nidus-avis, 46
 Nepenthaceae, 115, 116
Nepeta, 146
Nephrophyllidium, 161
Nerium, 137
Nertera, 136
 Nervatur, **169**
Nesocodon, 160
 Nesselartige Gewächse, 97
 Nestwurz, 46
 Neukaledonien, 26
 Neuradaceae, 109
 Neuseelandspinat, 120
Nicotiana, 151
Nicotiana tabacum, 150
Nierembergia, 151
 Nießwurz, 65
Nigella, 65
Nitraria, 82
 Nitrate, 118, **169**
 Nitrile, 107, **169**
 Nodus, 53, **169**
 Nolinaceae, 40, 45
 nomenklatorisch, **169**
 Nomenklatur, **169**
Nomocharis, 39
Nonea, 148
Nostoc, 72
 Nothofagaceae, 100, **101**
Nothofagus, 101
Nothofagus antarctica, 101
Notholirion, 39
Notholithocarpus, 101
Nothoscordum, 42
Notobuxus, 71
 Nucellus, **169**
 Nussfrucht, **169**
 Nyctaginaceae, **121**
 Nyctagineae, 17
Nymphaea, 27
Nymphaea alba, 26

Nymphaea candida, 27
 Nymphaeaceae, **27**
 Nymphaeales, 21, **26**
 Nymphe, 27
Nymphoides, 161
 Nyssaceae, 127, 128

O

obdiplostemon, 80, **169**
 OBERWINKLER BARBARA, 174
 Ochnaceae, 85
 Ochrea, 118, **169**
Ocimum, 146
Ocotea, 60
Octomeles, 99
Odontites, 147
Odontonema, 144
Oenanthe, 155
 Oenanthotoxin, 154
Oenothera, 104
 Ölbaumgewächse, 138
Olea, 138
Olea europaea, 95
 Oleaceae, 138
 Olive, 95
 Ölweidengewächse, 93, **95**
 Omei-Rose, 94
Omphalodes, 148
 Onagraceae, 103
 Onagrarieae, 16
Oncidium, 46
Ononis, 92
Onosma, 148
Ophrys, 46
Opuntia, 123
Opuntia compressa, 122
 Opuntie zusammengedrückte,
 122
 Orchidaceae, **45**
 Orchidales, 21, **45**
 Orchideae, 16
 Orchideen, 19, **45**
 Orchideen autotrophe, 46
 Orchideen heterotrophe, 46
 Orchidoideae, 46, 47
Orchis, 46
 Ordnung, 13
 ordo, 13
Oreopanax, 154
Oreostylidium, 161
Origanum, 146
Orixa, 113
Orlaya, 155
 Orleansbaumgewächse, 109, 111
Ornithogalum, 43
 Orobanchaceae, 138, **147**
Orobanche, 147
Orobanche crenata, 147
 Orontes, 31
 Orontiaceae, **31**
Orontium aquaticum, 31
Orthosanthus, 40
Oryza, 54
Osmanthus, 138
Osmorhiza, 155
 Osterglocke, 11

Oster-Iris, 40
 Osterluzei, 61
 Osterluzeiartige, 19
 Osterluzeiartige Gewächse, **61**
 Osterluzeigewächse, 17, **61**
Ostrya, 102
Ostryopsis, 102
Ottoa, 155
 Oxalidaceae, 89
 Oxalidales, **89**
 Oxalideae, 17
Oxalis, 90
Oxalis acetosella, 169
Oxalis tetraphylla, 89
 Oxalsäure, 118, 119, **169**
Oxyria, 118
Oxytropis, 92

P

Pachyphytum, 77
Pachypodium, 137
Pachysandra, 71
Pachysandra terminalis, 71
Pachystachys, 144
Paederia, 136
Paederota, 140
 PAEON, 74
Paeonia mascula, 74
 Paeoniaceae, **74**
 palaeotropische Verbreitung,
169
Palicourea, 136
Paliurus, 95
 Palliativa, 164
 Palmae, 17
 palmates Blatt, **169**
Panax, 154
 Pandanales, 21
Panicum, 54
 Pantoffelblumengewächse, 147
 pantropische Verbreitung, **169**
Papaver, 66
Papaver rhoeas, 66
 Papaveraceae, 17, **65**
 Papaverales, 19, 21
 Papaverin, 65
 Papayabäume, 105
Paphiopedilum, 46
 Pappus, 162, **169**
 Paraben, 167
 Parabuxin, 71
 paracarp, parakarp, **169**
Paradisea, 41
 paraphyletisch, **169**
Paraquilegia, 65
Parentucellia, 147
 parietal, **169**
Parietaria, 97
Paris, 37
Paris quadrifolia, 37
Parkia, 91
Parkinsonia, 91
Parnassia, 84
Parnassia palustris, 84
 Parnassiaceae, 79, **84**
 Parnassos, 84

Paronychia, 121
Parrotia, 75
Parrotia persica, 75
Parrotiopsis, 75
Parthenocissus, 114
Passerina, 109
Passiflora, 86
Passiflora coerulea, 86
 Passifloraceae, 85, **86**
 Passiflorales, 21
 Passionsblume blaue, 86
 Passionsblumen, 85
 Passionsblumengewächse, **86**
Pastinaca, 155
Patrinia, 159
 PAUL I. Zar, 146
 PAULOWNA ANNA, 146
Paulownia, 142, 146
Paulownia tomentosa, 147
 Paulowniaceae, **146**
Pavetta, 136
Pavonia, 111
Paxistima, 83
 Pedaliaceae, 143, 147
Pedicularis, 147
Peganum, 82
Peganum harmala, 82
Pelargonium, 80
Penstemon, 140
 Pentaphylacaceae, 132
Pentas, 136
 Penthoraceae, 77, **78**
Penthorum, 78
Penthorum sedoides, 78
Peperomia, 62
Peplis, 105
Pereskia, 123
 Perianth, 9, 101, **169**
 Perigon, 67, **169**
 perigyn, **169**
Perilla, 146
 Perillaketon, 145
Periploca, 137
 Perisperm, **169**
 Perlgras, 54
Pernettya, 133
Perovskia, 146
Persea, 60
Persicaria, 118
 petaloid, **169**
 Petermanniaceae, 38
 Petiveriaceae, 116
Petraea, 145
Petroselinum, 155
Petunia, 151
Petunia axillaris, 151
 Petunie, 151
Peucedanum, 155
 Pfaffenhütchen, 83
 Pfeffer, 62
 Pfefferartige Gewächse, **62**
 Pfeffergewächse, 62
 Pfeifengras, 54
 Pfeifenstrauchgewächse, 127
 Pfingstrose, 74
 Pfingstrosengewächse, **74**
Phacelia, 149

Phacelioide, 149
Phaius, 46
 Phanerogamae, 17
Phaseolus, 92
Phelypaea, 147
 Phenole, 82, **169**
 Phenolsäuren, 85, **169**
 Philadelphaceae, 127
Philadelphus, 79, 128
Phillyrea, 138
Philodendron, 31
Phleum, 54
 Phloem, **169**
Phlomis, 146
 Phloroglucin, 85, **169**
Phlox, 131
 Phorbol, 88
Phormium, 41
Photinia, 94
 Photosynthese, **169**
Phragmites, 54
Phuopsis, 136
Phuopsis stylosa, 136
Phygelius, 142
 Phyla, 145
Phyllica, 95
Phyllachne, 161
 Phyllanthaceae, 88
Phyllanthus, 88
Phyllis, 136
 Phyllocladium, Phyllocladien,
170
 Phyllodium, **170**
Phyllodoce, 133
Phyllostachys, 54
 phylogenetische Systematik, 15
 Phylogenie, **170**
Physalis, 151
Physoplexis, 160
Physostegia, 146
Phyteuma, 160
Phytolacca, 120
Phytolacca americana, 120
 Phytolaccaceae, 17, **120**
 Phytolaccatoxin, 120
 Phytomelan, 40, **170**
Pieris, 133
 Pikrosalvin, 145
Pilea, 97
Pilosocereus, 123
 Pimpernuß, 81
 Pimpernußgewächse, 81
Pimpinella, 155
Pinellia, 31
 Pinnatae, 21
 pinnates Blatt, **170**
 Pinocamphon, 145
Piper, 62
 Piperaceae, 62
 Piperales, 21, **62**
 Piperidin-Alkaloide, 160, **170**
Pisonia, 121
Pistia, 30, 31
Pisum, 92
Pithecellobium, 91
 Pittosporaceae, 154, 155
Plagiorhagma, 63

Plantaginaceae, 138, **139**
 Plantaginales, 20
 Plantagineae, 16
Plantago, 140
Plantago arenaria, 140
Plantago lanceolata, 140
 Plastidengenom, **170**
 Platanaceae, **68**
 Platane, 69
 Platane orientalische, 69
 Platanengewächse, **68**
Platanthera, 46
Platanus, 68
Platanus hybridus, 69
Platanus orientalis, 69
Platycarya, 102
Platycodon, 160
Platycodon grandiflorum, 160
 Plazenta, **170**
 Plazentation der Samenanlagen,
 10
Plectranthus, 146
Pleione, 46
Pleurospermum, 155
Plocama, 136
 Plumbaginaceae, 16, **117**, 118
 Plumbaginales, 20, 21
Plumbago, 118
Plumeria, 137
 Plumula, **170**
Poa, 54
 Poaceae, 53
 Poales, 21, **53**
 Podophyllotoxin, 64
Podophyllum, 63
 Podostemaceae, 85
 Podostemales, 21
Pogostemon, 146
 POLEMEN König von Pontus, 131
 Polemoniaceae, 16, **131**
 Polemoniales, 21
Polemonium, 131
 Pollensack, 172
 Pollentetraden, **170**
 Pollinarium, 46, **170**
 Pollinien, 46, 137, 168, **170**
 Polyacetylene, 162, **170**
 Polycarpicae, 21
Polycarpon, 121
 Polyethine, 170
Polygala, 92
Polygala myrtifolia, 92
 Polygalaceae, **92**
 Polygalales, 21
 Polygonaceae, **118**
 Polygonales, 19, 21
 Polygoneae, 17
Polygonum, 118
Polygonum aviculare, 118
 Polyine, 154, **170**
 Polyphenole, 102, 133, **170**
 polyphyletisch, **170**
 Polyploidie, **170**
 Polyterpene, 83, **170**
Poncirus, 113
Populus, 87
Populus nigra, 17

Portulaca, 122
Portulaca grandiflora, 122
 Portulacaceae, **122**
 Portulak großblütiger, 122
 Portulakgewächse, **122**
Poskea, 141
Potamogeton, 34
Potamogeton natans, 34
 Potamogetonaceae, **34**
 Potamogetonales, 21
Potentilla, 94
Prasium, 146
Pratia, 161
 Pregnanalkaloide, 71
Premna, 146
 Primelartige, 20
 Primeldermatitis, 132
 Primelgewächse, **131**
 Primeln, 16
 Primin, 132
Primula, 132
Primula vulgaris, 131
 Primulaceae, 16, **131**
 Primulales, 20, 21
Prionium, 50
Priva, 145
 Proanthocyanidine, 101, **170**
Proboscidea, 143
Proboscidea lousianica, 143
 Procyanidine, 85, **170**
Proserpinaca, 77
Prosopis, 91
Protasparagus, 44
 Proteales, 21, **68**
 Protoanemonin, 65, **170**
 Protocorm, 46, **170**
 Protopin, 65
Prunella, 146
 Prunkwinde, 151
Prunus, 94
Prunus sargentii, 94
 Pseudobulben, 46
 Pseudocoenocarpie, 27, **170**
 Psoralen, 113, 166
Psychotria, 136
 psychotrope Wirkungen, 96
 Pteridophyllaceae, 66
Pterocarya, 102
Pterocarya fraxinifolia, 102
Pterocephalus, 159
Pterostemon, 78
 Pterostemonaceae, 78
Pueraria, 92
 Pulegon, 145
Pulmonaria, 148
Pulsatilla, 65
Punica, 105
Punica granatum, 105
 Punicaceae, 105
 Purgierstrauch, 109
 Purin-Alkaloide, 153, **170**
 Purpurweide, 87
Puschkinia, 43
Putoria, 136
Pyracantha, 94
 Pyranocumarine, 113, **170**
 Pyrosid, 133

Pyrostegia, 144
 Pyrrolizidin-Alkaloide, 148, **170**
Pyrus, 94

Q

Quamoclit, 151
Quamoclit lobata, 151
 Quecke, 54
 Quellkrautgewächse, **122**
Quercus, 101

R

Rachenblütler, 17, 138, **141**, 143
 Radbaum, 70
 Radbaumartige Gewächse, **70**
 Radbaumgewächse, 70
 radiär, **170**
Ramonda, 139
 Ranales, 21
Randia, 136
 Ranken, 86
 Ranunculaceae, 17, **64**
 Ranunculales, 19, **63**
Ranunculus, 65
Ranunculus ficaria, 64
Raphanus, 107
 Raphiden, 40, **170**
 Raublattartige Gewächse, **148**
 Raublattgewächse, 16, **148**
 Rautenartige, 20
 Rautengewächse, 17, 112, **113**
Rauvolfia, 137
 rbcL, **170**
 rDNA und 18S rDNA, **170**
Rebutia, 123
 Reduktionsteilung, 13, **170**
 Reiherschnabel, 80
Reinwardtia, 89
 Reis, 54
 Reitgras, 54
Reseda, 106
Reseda luteola, 106
 Resedaceae, 16, **106**
 Restionales, 21
 resupiniert, 46, **170**
Retama, 92
Reynoutria, 118
 Rhamnaceae, 93, **94**
 Rhamnales, 21
Rhamnus, 95
Rhamnus alaternus, 95
Rhamnus alpinus, 95
Rheum, 118
Rhinanthus, 147
 Rhinantoideae, 147
Rhipsalis, 123
Rhipsalis baccifera, 123
Rhizoctonia, 46
 Rhizodermis, **171**
 Rhizom, **171**
 Rhizophoraceae, 85
Rhodiola, 77
 Rhododendrin, 133
Rhododendron, 133
 Rhododendronhonig, 133

Rhodotypos, 94
 Rhoadales, 66
Rhoeo, 55
 Rhoipteleaceae, 102
Rhynchospora, 50
Rhytidophyllum, 139
Ribes, 74, 78
Ribes alpinum, 79
Ribes aureum, 79
Ribes sanguineum, 79
 Ricin, 87
Ricinus, 88
Ricinus communis, 88
 Rispengras, 54
 Rispengräser, 54
 Rispenhirse, 54
 Rittersporn, 65
Rivea, 151
Robinia, 92
Rodgersia, 79
 Roggen, 54
 Röhrenblütige, 20
 Rohrkolben breitblättriger, 48
 Rohrkolbenartige Gewächse, **48**
 Rohrkolbengewächse, **48**
Romanzoffia, 149
Romneya, 66
Romulea, 40
Rondeletia, 136
Rosa, 94
Rosa canina, 94
Rosa omeiensis, 94
 Rosaceae, 16, **93**
 Rosales, 19, 21, **93**
 Rosenapfelartige Gewächse, **123**
 Rosenapfelgewächse, **123**
 Rosenartige, 19
 Rosenartige Gewächse, **93**
 Rosenartige Verwandtschaft, 73
 Rosengewächse, 16, **93**
 Rosenwaldmeister
 langgriffeliger, 136
 Rosidae, **73**
 Rosiflorae, 21
Rosmarinus, 146
 Roßkastanien, 112
 Rostellum, 46, **171**
Rotala, 105
 Rötegewächse, 16, **136**
 Rübe, 119
Rubia, 136
Rubia tinctoria, 136
 Rubiaceae, 16, **136**
 Rubiales, 21
Rubus, 94
 Ruchgras, 54, 165
Rudbeckia, 162
Ruellia, 144
Rumex, 118
 Runkelrübe, 119
Rupicapnos, 66
 Ruppiceae, 34
 Rusaceae, 40, **45**
Ruscus, 45
Ruscus aculeatus, 45
Ruta graveolens, 113
 Rutaceae, 17, 112, **113**

Rutales, 20, 21, 112
Ruttya, 144

S

Saccharum, 54
 Safrol, 60, **171**
Sagina, 121
Sagittaria, 33
Saintpaulia, 139
 Salicaceae, 85, **87**
 Salicales, 21
Salicornia, 119
Salix, 14, 87
Salix caprea, 87
Salix caprea Pendula, 87
Salix fragilis, 87
Salix purpurea, 87
Salpiglossis, 151
Salsola, 119
Salvia, 146
 Salweide, 87
 Salweide hängende, 87
 Sambucaceae, 156
Sambucus, 156
Sambucus ebulus, 156, 157
Sambucus nigra, 157
 Samen, 12
 Samenanlage, 9, 10, 12, **171**
 Samenpflanzen, 13, 14
 Samenschale, 13
Samolus, 132
Sanchezia, 144
 Sanddorn, 95
 Sandelbaumartige Gewächse,
 114
 Sandwegerich, 140
Sanguinaria, 66
Sanguisorba, 94
Sanicula, 155
 Santalaceae, 114
 Santalales, 21, **114**
 Sapindaceae, 112, 113
 Sapindales, 20, 21, 102, **112**
 Sapogenine, 41, **171**
Saponaria, 121
 Saponine, 36, 44, 112, 153, 158,
 171
 Sapotaceae, 133
Sarcocapnos, 66
Sarcocaulon, 80
 Sarcolaenaceae, 109
Sarcotheca, 90
Sarothamnus, 92
 Sarraceniaceae, 133
 Sarraceniales, 21
Sasa, 54
Satureja, 146
 Saubohne, 147
 Sauergräser, 16, 19, **50**
 Sauerkleeartige Gewächse, **89**
 Sauerkleegehäuser, 17, 89
 Säulenblumen, **161**
Saurauia, 133
 Säureamide, 113, **171**
Sauropus, 88
 Saururaceae, **62**

Saururus, 62
Saussurea, 162
Saxifraga, 79
 Saxifragaceae, **79**
 Saxifragales, 21, **74**
Scabiosa, 159
Scandix, 155
 SCHABERT GABRIELE, 174
 SCHABERT MARTIN, 174
 Schachbrettblume, 39
 Scharbockskraut, 64
 Scharfstoffe, 65
Schaueria, 144
Schefflera, 154
 Scheinakelei, 65
 Scheinanemone, 62
 Scheinblüte, 162
 Scheinellergewächse, 133
 Scheinhanf, 99
 Scheinhanfgewächse, 17, **99**
 SCHEUCHZER JOHANNES, 34
Scheuchzeria palustris, 34, 35
 Scheuchzeriaceae, **34**
Schickendantzia, 38
 Schiefblatt immerblühendes, 99
 Schiefblatt winterhartes, 99
 Schildblatt, 79
 Schilfrohr, 54
 Schirm lilie, 39
 Schirmrispe, 156, **171**
Schisandra, 28
Schisandra grandiflora, 28
 Schisandraceae, **28**
Schizanthus, 151
 schizogen, **171**
 Schlauchblattgewächse, 133
 Schleimzellen, 111
 Schließfrucht, **171**
 Schlingmeldengewächse, 115,
 121
Schlumbergera, 123
 Schmerwurz, 36
 Schmetterlingsblütler, 90, **91**
 Schmetterlingsstrauch
 wechselblättriger, 142
 Schmetterlingsstrauchgewächse,
 142
 Schmuckblume, 65
 Schmucklilie, 42
 Schmuckliliengewächse, **41**
 Schneckensamengewächse, 109,
 111
 Schneeball, 156
 Schöllkraut, 165
 Schötchen, 107
 Schoten, 107
Schrebera, 138
 Schriften, **173**
 Schusspflanze, 161
 Schwaden, 54
 Schwalbenwurz-Enzian, 136
 Schwalbenwurzgewächse, 16
 Schwänenblume, 33
 Schwänenblumengewächse, **33**
 Schwarzblütengewächse, **37**
 Schwellkörper, 54, **171**
 Schwingel, 54

Scilla, 43
Scindapsus, 31
Scirpus, 51
Scirpus sylvaticus, 50
 Scitamineae, 19
Scopolia, 151
Scorzonera, 162
Scrophularia, 142
Scrophularia nodosa, 142
 Scrophulariaceae, 138, **141**
 Scrophulariales, 21
 Scrophularieae, 17
Scutellaria, 146
Sebacina, 46
Secale, 54
Sechium, 98
Securidaca, 92
Securinea, 88
Sedum, 77
 Seerose weiße, 27
 Seerosen, 26, 27
 Seerosenartige Gewächse, **26**
 Seerosengewächse, **27**
 Seidelbast, 109
 Seidelbastgewächse, 109
 Seidenpflanze, 137
 Seidenquastenartige Gewächse, **134**
 Seidenquastengewächse, 134
 Seidenquastenstrauch, 134
 Seifenbaumartige, 20
 Seifenbaumartige Gewächse, **112**
 Seifenbaumgewächse, 112, 113
 Selaginaceae, 142
Selenicereus, 123
Selinum, 155
 Sellerie, 155
Semele, 45
Semiaquilegia, 65
 Sempervivoideae, 77
Sempervivum, 77
Sempervivum arachnoideum, 77
Senecio, 162
 Senföhl, 107, 169, **171**
 Senfölglycoside, 105, 106, 107, 169, **171**
Senna, 91
 Sepalum, Sepalen, sepaloid, **171**
 Septen, **171**
 septizid, **171**
Serissa, 136
 Serotonin, 97, **171**
Serratula, 162
 Sesamgewächse, 147
Sesamoides, 106
Sesleria, 54
 Sesquiterpenlactone, 162
Sesuvium, 120
Setaria, 54
Setcreasea, 55
 Sexuelle Fortpflanzung, 13
Shepherdia, 95
Sherardia, 136
Sicyos, 98
Sida, 111
Sideritis, 146
Silaum, 155
 Silberbaumartige Gewächse, **68**
 Silberblatt, 108
 Silberkerze, 65
Silene, 121
Silene dioica, 121
 Sileneae, 17
Silybum, 162
 Simaroubaceae, 102, 112, 113
Simenia, 159
Simmondsia, 71
 Simmondsiaceae, 71
Sinadoca, 156
Sinapis, 107
Sinarundinaria, 54
 Sinigrin, 171
Sinningia, 139
Sinocalycanthus, 61
Sinowilsonia, 75
Siphocampylus, 161
Sisymbrium, 107
Sisyrinchium, 40
Sium, 155
Skimmia, 113
 skunk cabbage, 30
 Smilacaceae, **38**
 Smilacaceae, 16
Smilax aspera, 39
Smyrniun, 155
 Solanaceae, **150**
 Solanales, **150**
Solandra, 151
 Solaneae, 17
Solanum, 151
Soldanella, 132
Soleirolea, 97
Solenanthes, 148
Solidago, 162
 Sommerlinde, 110
 Sommerwurz gekerbte, 147
 Sommerwurzgewächse, 138, **147**
 Sonnenröschen, 110
 Sonnentaugewächse, 115, 116
Sonneratia, 105
 Sonneratiaceae, 105
 Sonnwende baumförmige, 149
 Sonnwendegewächse, **149**
Sophora, 92
Sorbaria, 94
Sorbus, 94
Sorghum, 54
 Spadiciflorae, 19, 21
 Spadix, 30, **171**
 Spaltfrucht, **171**
 Spaltstaubblatt großblütiges, 28
 Spaltstaubblattgewächse, **28**
Sparaxis, 40
 Sparganiaceae, **48**
Sparganium emersum, 48
 Spargel doldiger, 44
 Spargelartige Gewächse, **40**
 Spargelgewächse, **44**
Sparmannia, 111
Sparmannia africana, 110
 Spatha, 30, **171**
 Spathiflorae, 19
Spathiphyllum, 31
Spathodea, 144
 species, 13
 Spelzen, **171**
Spergula, 121
 Spermatophyta, 14
 Spermazellen, 13
Spinacia, 119
 Spindelbaumartige, 19
 Spinnenpflanzen, 107
Spiraea, 94
Spiranthes, 46
Spirodela, 31
Spirodela polyrrhiza, 31
 spirozyklisch, **171**
 Spitzahorn, 112
 Spitzwegerich, 140
 Spornblume, 159
 Sporophyt, 13
 Springkräuter, 17
 Springkrautgewächse, **130**
 Spritzgurke, 98
 Stacheln, **171**
Stachys, 146
Stachytarpheta, 145
 Stachyuraceae, 81
Stachyurus, 81
Stachyurus praecox, 81
 Stackhousiaceae, 83
 Stamen, Stamina, **171**
 staminodial, Staminodium, **171**
Stanhopea, 46
Stapelia, 137
Staphylea, 81
Staphylea pinnata, 81
 Staphyleaceae, 81
 Staubblätter, 10
 Staubblattröhre, 111
 Staubfäden, 121
 Stechpalme, 153
 Stechpalmenartige Gewächse, **152**
 Stechpalmengewächse, **152**
 Stechwinde raue, 39
 Stechwindengewächse, **38**
 Steinbrechartige Gewächse, **74**
 Steinbrechgewächse, **79**
 Steinfrucht, **171**
Stephanotis, 137
 Steppenraute, 82
 Sterculiaceae, 109, 111
 Sternwinde, 151
 Steroidalkaloide, 71, **171**
 Steroide, **171**
 Steroidsaponine, 82, **171**
Stewartia, 132
 stieltellerartig, 136, **171**
 Stipel, **171**
 Stockrose, 111
 Storchschnabelartige, 19, 20
 Storchschnabelartige Gewächse, **80**
 Storchschnabelgewächse, 17, 80
 Strahlengriffelgewächse, **133**
Stratiotes, 32
Stratiotes aloides, 33
 Strauchbirke, 102

Straußgras, 54
 Strelitziaceae, 56
Streptocarpus, 139
Striga, 147
Strongylodon, 92
Strophanthus, 137
 Stufenleiter der Klassifizierung,
 13
 Stylidiaceae, **161**
Stylidium, 161
Stylidium adnatum, 161
Styloceras, 71
 Styracaceae, 132
 subbasal, **171**
 subclassis, 13
 subdivisio, 13
 subfamilia, 13
 subkosmopolitisch, **171**
 submers, **171**
 subordo, 13
 Subtropen, **171**
Succisa, 159
Succisella, 159
 Südbuchen, 100, 101
 Südbuchengewächse, **101**
 sukkulent, **171**
 sukzedan, **171**
 Sumachgewächse, 112, 113
 Sumpfdreizack, 34
 Sumpferzblatt, 84
 Sumpferzblattgewächse, **84**
 Sumpfwurz, 46
 Süßgräser, 16, 19, **53**
 Süßholz, 92
Sutera, 142
Swertia, 137
 Syllabus der Pflanzenfamilien, 8
 sympetal, **171**
 Sympetalae, 19
Symphoricarpus, 158
Symphyandra, 160
Symphytum, 148
Symphytum officinale, 148, 149
 Synantherie, 139, **172**
 syncarp, synkarp, **172**
 Synkarpium, **172**
 syntepal, **172**
Syringa, 138
 System nach CRONQUIST, 23
 System nach DE JUSSIEU, **16**
 System nach EICHLER, **17**
 System nach ENGLER, **19**
 System nach molekularen Daten,
22, 23
 System nach TAKHTAJAN, **21, 23**
 systematics, 15
 Systeme der Bedecktsamer, **15**
 Systeme in Botanischen Gärten,
 23

T

Tabak, 150
Tabebuia, 144
Tabernaemontana, 137
Tacca chantieri, 36
 Taccaceae, 35, 36

Tagetes, 162
 Tagililie, 41
 Tagliliengewächse, **41**
 TAKHTAJAN ARMEN, 21, 23
 Tamaricaceae, 116, **117, 118**
 Tamaricales, 21
Tamarindus, 91
 Tamariske Vierstaubblatt-, 117
 Tamarisken, 116
 Tamariskengewächse, **117**
Tamarix, 117
Tamarix tetrandra, 117
Tamus communis, 36
Tanacetum, 162
 Tannine, 166
Taraxacum, 162
 Taubenbaum, 127, 129
 Taubenbaumgewächse, **129**
 Taublattgewächse, 115
 Taubnessel, 145
 Taubnesselartige Gewächse, **138**
 Taubnesselblüte, 146
 Tausendblatt brasilianisches, 78
 Tausendblattgewächse, **77**
 Taxa, **13, 14**
 Taxon, **172**
 Taxonomie, 15
 taxonomy, 15
 Tazettin, 42
Tecoma, 144
Tectona, 145, 146
 Teegewächse, **132**
 Teichlinse, 31
Telephium, 121
Tellima, 79
 tenuinucellat, **172**
 Tepalum, Tepalen, **172**
Tephrosia, 92
 terminal, **172**
 Ternstroemiaceae, 132
 Terpene, 102, **172**
 Terpenoide, **172**
 Tetracarpaeaceae, 77
Tetracentron, 70
 tetracyclisch, **172**
Tetradoxa, 156
Tetragonia, 120
Tetragonia tetragonioides, 120
 Tetramelaceae, 97, 99
Tetrameles, 99
 tetrazyklischer Blütenbau, 126
Teucrium, 146
 Teufelszwirn, 152
Thalictrum, 65
Thapsia, 155
 Theaceae, **132**
 Theales, 21
 Theka, Theken, **172**
Theligonum, 136
 Themidaceae, 43
 Theobromin, 170
 THEOPHRAST, 74
 Theophrastaceae, 132
 Theophyllin, 170
Thermopsis, 92
Thevetia, 137
 Thioglycosidase, 107

Thioglycosid, 171
 Thujon, 145
Thunbergia, 144
 Thunbergioideae, 144
 Thurniaceae, 50
Thymelaea, 109
 Thymelaeaceae, 109
 Thymelaeales, 21
Thymus, 146
Tiarella, 79
 Ticodendraceae, 102
Tigridia, 40
Tilia, 111
Tilia platyphyllos, 110
 Tiliaceae, 109, **110**
Tillaea, 77
 TOFIELD THOMAS, 35
Tofieldia, 35
Tofieldia calyculata, 35
 Tofieldiaceae, **35**
 Tollkirsche, 150
Tolmiea, 79
 Tomate, 164
Tordylium, 155
Torilis, 155
Torriceilia, 128
 Torricelliaceae, 128
 TOURNEFORT JOSEPH PITTON DE, 15
Tournonia, 122
Tozzia, 147
 Tracheen, **172**
Trachelospermum, 137
Tradescantia, 55
Tradescantia subaspera, 55
Tradescantia venezuelensis, 55
Tradescantia virginica, 55
 Tradescantienartige, 19
 Tradescantienartige Gewächse,
55
 Tradescantienartige
 Verwandtschaft, **47**
 Tradescantiengewächse, **55**
Traganum, 119
 Transkription, **172**
 Translator, 137, **172**
Trapa, 105
Trapa natans, 105
 Trapaceae, 105
Trema, 96
 Trespel, 54
Tribulus, 82
 tribus, 13
Trichosanthes, 98
 Tricoccae, 87
 Tricyrtidaceae, 39
Trientalis, 132
Trifolium, 92
Triglochin, 34
Triglochin palustris, 34
Trigonobalanus, 101
Trillium, 37
Trinia, 155
Triostemum, 158
 triploid, **172**
 Triterpenalkohole
 pentazyklische, 162
 Triterpene, **172**

Triterpensaponine, 82, 118, 120,
 154, **172**
 Triterpensäuren, 145, **172**
Triticum, 54
Tritonia, 40
Triumfetta, 111
 Triuridales, 21
 Trochodendraceae, 70
 Trochodendrales, 21, **70**
Trochodendron aralioides, 70
 Trollblume, 65
Trollius, 65
 Trompetenbaumgewächse, 138,
144
 Tropaeolaceae, 105, **106**
 Tropaeoleae, 17
Tropaeolum, 106
Tropaeolum peregrinum, 105
Tuberaria, 110
 Tubiflorae, 20, 21
Tulasnella, 46
Tulbaghia, 42
 Tulbaghioidae, 42
Tulipa, 39
Tulipa kaufmanniana, 9
 Tulipaline, 39
 Tuliposide, 39
 Tulpenbaum, 59
 Tupelobaumgewächse, 127
Turnera, 86
 Turneraceae, 87
Turritis, 107
Typha, 48
Typha latifolia, 48
 Typhaceae, **48**
 Typhales, **48**

U

Uapaca, 88
Ulex, 92
Ullucus, 122
 Ulmaceae, **95**
Ulmaria, 94
 Ulme kleinblättrige japanische,
 95
 Ulmengewächse, 93, **95**
Ulmus, 96
Ulmus parvifolia, 95
 Umbelliferae, 16, 154
 Umbelliflorae, 20, 21
Umbilicus, 77
Uncinia, 50
 uniporat, **172**
 unitegmisch, **172**
 Unterabteilung, 13
 Unterfamilie, 13
 Unterklasse, 13
 Unterordnung, 13
Urera, 97
Urginea, 43
 Uronsäuren, **172**
Urtica, 97
Urtica dioica, 96, 152
 Urticaceae, 17, **96**
 Urticales, 19, 21, 97
 Utricularius, 51

Uvularia, 38
 Uvulariaceae, 37

V

Vaccaria, 121
 Vaccinioideae, 133
Vaccinium, 133
Vaccinium corymbosum, 133
Vaillantia, 136
Valeriana, 159
 Valerianaceae, 16, **159**
Valerianella, 159
Vallisneria, 32
Vancouveria, 63
Vanda, 46
Vanilla, 46
 Vanilloideae, 47
 Veilchen, 17, 165
 Veilchen behaartes, 86
 Veilchen duftendes, 86
 Veilchenartige, 19
 Veilchengewächse, 85, **86**
Vella, 107
Veratrum, 37
Veratrum nigrum, 37
 Verband Botanischer Gärten, 23
Verbascum, 142
Verbascum phoeniceum, 142
Verbena, 145
 Verbenaceae, 17, 138, **145**
Veronica, 140
Veronica gentianoides, 140
 Veronicaceae, 142
Veronicastrum, 140
Viburnum, 156, 157
Vicia, 92
Vicia faba, 147
Villarsia, 161
Vinca, 137
Vincetoxicum, 137
Viola, 86, 165
Viola hirta, 86
Viola odorata, 86
 Violaceae, 85, **86**
 Violales, 19, 99
 Violarieae, 17
 Viscaceae, 114
Viscaria, 121
Viscidium, 46, **172**
Vismia, 85
 Vitaceae, 114
 Vitales, **114**
Vitex, 145, 146
Vitex agnus-castus, 95, 145
Vitis, 114
Vitis vinifera, 114
 Vivianiaceae, 80
 Vorspelze, **172**

W

Wahlenbergia, 160
 Waldrebe, 65
 Waldsegge, 51
 Waldsimse, 50
 Walnußartige, 19

Walnußgewächse, 100, **102**
 Wandelröschen, 145
Warszewiczia, 136
 Wasserblattgewächse, 17, **149**
 Wasserlinse dreifurchige, 34
 Wasserlinse kleine, 31
 Wasserlinsengewächse, **31**
 Wassernuß, 105
 Wasserpest, 32
 Wasserschlauchgewächse, 138,
 147
 Wasserstern, 140
 Wassersterngewächse, **140**
 Waugewächse, 16, **106**
 Wegerichartige, 20
 Wegeriche, 16
 Wegerichgewächse, 138, **139**
 Weiden, 14, 87
 Weidengewächse, 85, **87**
 Weideriche, 16
 Weiderichgewächse, 103, **104**
Weigela, 157
Weigela japonica, 157
 Weigelie japanische, 157
 Weinartige Gewächse, **114**
 Weingewächse, **114**
 Weinraute, 113
 Weinrebe, 114
 weiße Schlingmelde, 122
 Weißgummibaumgewächse,
 112, 113
 Weizen, 54
Westringia, 146
Whitfieldia, 144
 Wickel, **172**
 Wiesenhafer, 54
 Wiesenraute, 65
 Wiesenstorchschnabel, 80
Wightia, 146
 Winden, 16
 Windengewächse, **151**
 Windröschen, 65
 Windröschen chinesisches, 65
 Winterblüte, 61
 Winterjasmin, 139
 Winterling, 65
 Wirtel, **172**
 Wirtelspargel, 44
Wisteria, 92
Withania, 151
Wolffia, 31
Wolffiella, 31
Wolffiopsis, 31
 Wolfsmilch Myrten-, 88
 Wolfsmilch Warzen-, 88
 Wolfsmilchgewächse, 17, 85, **87**
 Wollbaumgewächse, 109, 111
Wulfenia, 140
 Wunderbaum, 88
 Wunderblumen, 17, 121
 Wunderblumengewächse, **121**

X

Xanthen, 172
 Xanthine, **172**
 Xanthone, 85, **172**

Xerosicyos, 98
Xylem, **172**
Xylemparasiten, 147

Y

Yamswurzel kaukasische, 36
Yamswurzelartige Gewächse, **35**
Yamswurzelgewächse, **36**
Ysander, 71
Yuccagenin, 41

Z

Zaluzianskya, 142
Zannichellia, 34
Zaubernußgewächse, **75**
Zauschneria, 104
Zea, 54
Zebrina, 55
Zebrina pendula, 55

Zedarachgewächse, 112, 113
Zeitlose prächtige, 38
Zelkova, 96
zentrale Plazentation, 10
Zentralplazenta, 122, **172**
zentralwinkelständig, **172**
zentrifugales Androeceum, **172**
zerstreute Leitbündel, **172**
Zigadenus, 37
Zilla, 107
Zimmerlinde, 110
Zingiberaceae, 56
Zingiberales, 21, **56**
Zinnia, 162
Zitrusfrüchte, 164
Zittergras, 54
Zizia, 155
Ziziphus, 95
Ziziphus jujuba, 94
Zosteraceae, 34
Zuckerrübe, 119

Zürgelbaumartige Gewächse, **83**
Zürgelbaumgewächse, **83**
zweihäusig, **172**
Zweikeimblättler, 58
Zweikeimblättrige
Blütenpflanzen, **57**
Zwenke, 54
Zwergölbaumgewächse, 113
Zwergpfeffer, 62
zwittrig, **172**
zygomorph, 46, **173**
Zygophyllaceae, 82
Zygophyllales, **82**
Zygophyllum, 82
Zygote, 13, **173**

B

β-Carbolin-Alkaloide, 82, **164**