

Botanik & Systematik der Pflanzen

Jeff Jonczyk

16. Juli 2024

Einleitung

Inhaltsverzeichnis

I Spezieller Teil: Systematik der Pflanzen	1
1 Prokaryota, Eukaryota & Archea	1
2 Algen	1
3 Pilze	1
4 Embryophyten: Moose und Kormophyten	1
4.1 Marchantiophytina (Lebermoose)	2
4.2 Bryophytina (Laubmoose)	2
4.3 Anthocerotophytina (Hornmoose)	3
5 Kormophyten: Farnpflanzen und Spermatophyten	3
5.1 Lycopodiophytina (Bärlappgewächse)	3
5.2 Psilotphytina inkl. Ophioglossales (Gabelblattgewächse/Gabelfarne)	4
5.3 Equisetophytina (Schachtelhamlgewächse)	4
5.4 Marattiophytina (Eusporangiate Farne)	4
5.5 Filicophytina (Leptosporangiate Farne)	4
6 Spermatophyten: Gymnospermen und Angiospermen	4
7 Angiospermen: basale Dikotyle, Monokotyle und Eudikotyledonen	4
8 Dikotyledonen und Eudikotyledonen	4
9 Monokotyledonen	4
II Allgemeiner Teil: Phylogenetik	5
10 Begriffe der Phylogenetik	5

Teil I: Systematik der Pflanzen

1 Prokaryota, Eukaryota & Archea

2 Algen

Belege für die Endosymbiontentheorie

- Gemeinsame Merkmale von Plastiden und Cyanobakterien:
 - nicht kompartimentiert, kein Zellkern
 - zirkuläre Chromosomen ohne Histone oder Introns
 - Bakterienspezifische Proteine: 70S Ribosom, ABC-Transporter
 - bakterieller Teilungsmodus
- Plastiden können nie *de novo*, sondern immer nur durch Teilung vorhandener Plastide gebildet werden

Wuchsformen und Organisationstypen der Algen

monadal: freibewegliche, begeißelte Einzelzellen, können nach Teilung frei werden oder aneinander haften bleiben und vielzellige Kolonien bilden. In Kolonien können die Einzelzellen gleichwertig oder bereits arbeitsteilig differenziert (in Assimilations-, Fortbewegungs- oder Fortpflanzungszellen), über Plasmodesmata verbunden und nicht mehr isoliert überlebensfähig sein.

capsal: einzellige Formen mit dünner oder fehlender Zellwand, deren gleichwertige Zellen nach der Teilung von einer gemeinsamen Gallerte umhüllt bleiben.

coccal: unbegeißelte, meist nicht eigenbewegliche Zellen, die von einer Zellwand umgeben sind. Bei einigen Arten Bildung von Cenoebien.

trichal: verzweigter oder unverzweigter Fadenthallus, der aus einkernigen Zellen aufgebaut ist. Bei Arten mit nicht arbeitszeitig differenzierten Zellen kann die Zellteilung in beliebigen Zellen des Fades erfolgen (interkalares Wachstum). Bei Arten mit arbeitsteilig differenzierten Zellen erfolgt das Wachstum nur in den Spitzenzonen bzw. nur die Scheitelzelle bleibt teilungsfähig (apikales/merestimatisches Wachstum).

siphonocladal:

siphonal: Thallus besteht aus einer einzigen polyenergiden Zelle, die fädig oder kugelig strukturiert ist, aber auch durch Ausbildung von blattanalogen Phylloiden, stengelanalogen Kauloiden und wurzelanalogen Rhizoiden hochdifferenziert sein kann.

Flecht- oder Filzthallus (Plectenchym): dicht gebündelte, stark verzweigte Fadensysteme bilden durch Verflechtung Zellverbände, die morphologisch echten Geweben gleichen. Zusammenhalt der Fäden durch verquellen der Zellwände zu wasserunlöslichen Gallerten oder durch nachträgliche Verwachsung

Gewebethallus (Parenchym): Entstehung durch Zellteilung in zwei oder drei senkrechten Ebenen führt zu einschichtigen, flächigen oder mehrschichtigen, dreidimensionalen Thalli. Die Zellen bleiben untereinander durch Plasmodesmata verbunden.

3 Pilze

4 Embryophyten: Moose und Kormophyten

Zu den Embryophyten gehört neben der Entwicklungslinie der Kormophyten oder Tracheophyten (Geißpflanzen) die Gruppen der paraphyletischen Einheit der "Bryophyten" (Moose):

Landgang der Pflanzen – Herausforderungen

- Schutz vor Austrocknung <vs> Gewährleistung von effizientem Gasaustausch
- Wasser- und Nährstofftransport
- Stabilität
- Verbreitung und Vermehrung an Land
- Befruchtung unabhängig von Wasser

- Marchantiophytina (Lebermoose); möglicherweise zwei unabhängige Entwicklungslinien: thallose und foliose Lebermoose
- Bryophytina (Laubmoose)
- Anthocerotophytina (Hornmoose)

Synapomorphien der Embryophyten

- Sporophytenembryo wird von der Mutterpflanze ernährt
- vielzellige Gametangien (Archegonien und Antheridien), die von sterilen Zellen umhüllt sind
- Sporangien ebenfalls von sterilen Zellen umhüllt
- Sporen dickwandig von Sporopollenin inkrustiert
- Cuticula als Verdunstungsschutz vorhanden
- heterophasisch, heteromorpher Generationswechsel

Plesiomorphien der Bryophyten

- heterophasisch, heteromorpher Generationswechsel mit dominierender haploider Gametophytengeneration (= grüne Moospflanze). Der diploide Sporophyt (= Sporogon) ist einfacher gebaut und nicht selbstständig Lebensfähig, er wird vom Gametophyten ernährt.
- Echte Kormophytenorgane (Sprossachse, Blatt, Wurzel) fehlen, bei einigen Gruppen existieren analoge Strukturen (Phylloid, Cauloid, Rhizoid)
- relativ klein bleibende Pflanze (meist bis 20cm, max. 70cm) an feuchten Standorten wegen unzureichendem Verdunstungsschutz und fehlendem oder schwach ausgebildetem Festigungsgewebe
- wasserabhängige Spermatozoidbefruchtung

4.1 Marchantiophytina (Lebermoose)

- ca. 10000 – 12000 Arten
- Gametophyt dorsiventral, unterschiedlich gestaltet, fast immer fehlendes Leitgewebe
- Zellen meißt mit Ölkörpern, Parenchymzellen mit mehreren Chloroplasten
- keine Stomata
- Man unterscheidet:
 - Marchantiopsida (thallose Lebermoose)
 - Jungermanniopsida (überwiegend foliose Lebermoose)

4.2 Bryophytina (Laubmoose)

- ca. 16000 – 17000 Arten
- Gametophyt stets in Cauloide (Stämmchen), Phylloide (Blättchen) und Rhizoide (Würzelchen) gegliedert; C. meißt radiär symmetrisch mit schraubig stehenden P., selten zwei- oder dreizeilig beblättert, R. mehrzellig wenn vorhanden.
- Man unterscheidet
 - Sphagnopsida (Torfmoose): ca. 200 Arten; rhizoidlose Stämmchen ohne Zentralstrang, ein- bis mehrschichtige wasserspeichernde Rinde, Blättchen einschichtig ohne Mittelrippe
 - Andreaeopsida (Klaffmoose): ca 100 Arten; kalkmeidende Felsenmoose, Stämmchen aufrecht und wenig verzweigt
 - Bryopsida (Laubmoose im engeren Sinn): ca 16000 Arten; Cauloid und Phylloid oft hochdifferenziert, C. meist mit Zentralstrang aus wasserleitenden Hydroiden und assimilatleitenden Leptoiden

4.3 Anthocerotophytina (Hornmoose)

- ca. 300 Arten
- vermutlich Schwestergruppe der Tracheophyten
- Gametophyt dorsiventral rundlich-gelappt, auf Thallusunterseite sehr einfache, mit Cyanobakterien der Gattung *Nostoc* besiedelte Spaltöffnungen
- Parenchymzellen mit einem Chloroplasten
- Sporophyt hornförmig mit Stomata, dass sich mit zwei Längsklappen öffnet und im Zentrum eine sterile Gewebesäule (Columella) besitzt
- Der Sporophyt bleibt auch im reifen Zustand photosynthetisch aktiv

5 Kormophyten: Farne und Spermatophyten

Zu den Kormophyten gehört neben der Entwicklungslinie der Spermatophyten (Samenpflanzen) die folgenden Gruppen, die zur paraphyletischen Gruppe der Pteridophyten (sporenbildende Kormophyten) zusammengefasst werden, wobei die Spermatophyten eine Schwestergruppe zu den Lycopodiophytina bilden:

- Lycopodiophytina (Bärlappgewächse)
- Psilotophytina inkl. Ophioglossales (Gabelblattgewächse/Gabelfarne)
- Equisetophytina (Schachtelhamlgewächse)
- Marattiophytina (Eusporangiate Farne)
- Filicophytina (Leptosporangiate Farne)
- Spermatophytina (Samenpflanzen)

Synapomorphien der Kormophyten

- Heterophasisch, heteromorpher Generationswechsel mit selbstständig Lebensfähiger Sporophyten-generation
- Der Sporophyt ist verzweigt und trägt mehrere Sporangien
- Die diploide ($2n$) Sporophytengeneration dominiert, die haploide (n) Gametophytengeneration ist weitgehend reduziert (mit Ausnahme einiger fossiler Hemikormophyten mit fast isomorphen Generationswechseln)
- Leitgewebe aus Xylem und Phloem, echte Tracheiden mit definierten Wandverstärkungen
- echtes Lignin (evolutionär Abbauprodukt der Phenole, Vorläuferform schon bei Moosen vorhanden)
- Sporophyt ist in Wurzel, Spross und Blatt mit differenzierten Geweben gegliedert (Kormus)
- die oberirdischen Teile besitzen eine Epidermis mit Cuticula und regelbaren Spaltöffnungen

Wuchsformen der Kormophyten

5.1 Lycopodiophytina (Bärlappgewächse)

- 1100 – 1200 Arten
- rezent nur noch relikartig vertreten, im Paläozoikum wichtige Waldbildner
- ober- und unterirdische Achsen gabelig verzweigt, Sprossachsen mit Aktinostelen oder Plektostelen mit exarchem Protoxylem
- einfache Mikrophylle (aus Emergenzen entstanden und nachträglich mit Leitbündeln versorgt)
- Sporangien in den Achsel oder auf der adaxialen Oberfläche der mikrophylligen Sporophylle
- Man unterscheidet:
 - Ordnung: Lycopodiales (Bärlappe im engeren Sinn): 400 Arten, immergrüne Kräuter, meist feuchte Biotope, Mikrophylle ohne Ligula, Isosporangien meist in endständigen Sporophyllständen
 - Ordnung: Selaginellales (Moosfarne): 700 Arten, eine einzige Gattung *Selaginella*, immergrüne Kräuter, meist vierzeilig (kreuzgegenständig) beblättert, Mikrophylle mit Ligula, Achsengabelungen oft mit Wurzelträgern, Heterosporangien in endständigen Sporophyllständen, Megasporophylle meist im unteren, Mikrosporophylle im oberen Zapfenteil
 - Ordnung: Isoetales (Brachsenkräuter), 70 Arten

5.2 Psilotphytina inkl. Ophioglossales (Gabelblattgewächse/Gabelfarne)

5.3 Equisetophytina (Schachtelhamlgewächse)

- 15 – 25 Arten, rezent nur noch mit der einzigen Gattung *Equisetum* relikartig vertreten
- Achsen unterteilt in Nodien und lange längsberillte Internodien gegliedert, an den Nodien wirtelig stehende Mikrophylle und Seitenzweige, die zu einer Stängelumfassenden Blattscheide verwachsen sind
- Mikrophylle sind durch Reduktion entstanden
- Assimilation überwiegend über Halme
- unterirdische Rhizome mit Adventivwurzeln
- hohle Internodien mit Markhöhle, Carinalkanäle in den eustelischen Leitbündeln und Vallecularkanäle in der Rinde
- rezente Taxa ohne sekundäres Dickenwachstum
- Isosporangien sitzen an tischchenförmigen Sporangienträgern, die in zapfenförmigen Sporophyllständen stehen
- Sporen mit bandförmigen, zu hygrokopischen Bewegungen fähigen Anhängen (Hapteren)

5.4 Marattiophytina (Eusporangiate Farne)

- Hauptverbreitung im Karbon, ca. 200 rezente Arten in einziger Ordnung Marattiales
- Isosporangien im reifen Zustand mit mehrschichtiger Wand (eusporangiat), Bildung von großen Sporen Mengen
- langlebiger Gametophyt

5.5 Filicophytina (Leptosporangiate Farne)

•

6 Spermatophyten: Gymnospermen und Angiospermen

7 Angiospermen: basale Dikotyle, Monokotyle und Eudikotyledonen

Fruchtformen

Fruchtblätter	Schließfrucht	Öffnungsfrucht
einzel		
choricarp = apicarp	Nuss	Balgfrucht
verwachsen		
syncarp		
lysicarp		
paracarp		

8 Dikotyledonen und Eudikotyledonen

9 Monokotyledonen

Teil II: Allgemeine Phylogenetik

10 Begriffe der Phylogenetik

Apomorphie abgeleitetes (transformiertes) Merkmal

Autapomorphie abgeleitetes Merkmal, dass die betrachtete Gruppe von einer anderen abgrenzt

Synapomorphie abgeleitetes Merkmal, dass mehrere Gruppen gemeinsam von anderen abgrenzt

Plesiomorphie unverändert beibehaltenes Merkmal. Belegt nicht die Existenz exklusiv gemeinsamer Vorfahren.

Symplesiomorphie Merkmal, das eine Gruppe von Nachkommen gleichermaßen unverändert von der gemeinsamen Stammart beibehalten hat.

Konvergenz unabhängig voneinander entstandene (durch Anpassung an ähnliche Umweltbedingungen und nicht durch Vererbung von einer gemeinsamen Stammart), gleichartige Merkmale.

Parallelismus unabhängige (parallele) Evolution von ähnlichen Merkmalen in verschiedenen Stammeslinien aufbauend auf einer homologen Ausgangsstruktur

Art (Biospecies) reproduktiv voneinander isolierte Organismengruppen, einzige natürliche Einheit.

Monophylum Gruppen, die alle Nachkommen nur einer Stammart und diese Stammart enthält.

- Zeigen mindestens eine Apomorphie.
- Die einzige natürliche systematische Einheiten.

Paraphylum Gruppen, die eine Stammart und nur einen Teil ihrer Nachkommen enthält.

- Basiert auf Symplesiomorphien.

Polyphylum Gruppen, die verschiedene Nachkommen ohne die gemeinsame Stammart enthält.

- Basieren auf Konvergenzen.
- Stellen keine natürlichen Verwandschaftsverhältnisse dar.

Schwestergruppe (Adelphotaxa) zwei monophyletische Taxa mit einem, nur ihnen gemeinsamen Vorfahren. Zwei Schwestergruppen und ihr gemeinsamer Vorfahr bilden ein Monophylum

Schwestergruppenhypothese Zur Absicherung werden mindestens drei Apomorphien benötigt:

Je eine Autapomorphie, die die beiden Schwestergruppen von der gemeinsamen Stammart abgrenzt, und eine Synapomorphie als Nachweis, dass Stammart und Nachkommen ein Monophylum bilden.

Hierarchieebenen der phylogenetischen Systematik

Taxon	Endung	Beispiel
Reich	-ota	Eukaryota (Eukaryoten)
Abteilung	-phyta	└ Spermatophyta (Samenpflanzen)
Unterabteilung	-phytina	└ Magnoliophytina (Bedecktsamer)
Klasse	-opsida ¹	└ Rosopsida (Eudikotyledonen)
Unterklasse	-idae ²	└ Rosidae (Rosenähnliche)
Ordnung	-ales	└ Rosales (Rosenartige)
Familie	-ceae	└ Rosaceae (Rosengewächse)
Unterfamilie	-oidaea	└ Rosoidae
Gattung		└ <i>Rosa</i> (Rose)
Art		└ <i>Rosa canina</i> (Hundsrose)

Tabelle 1: Übersicht der phylogenetischen Hierarchieebenen in der Botanik am Beispiel der Hundsrose