Reife mit einem Deckel öffnet, was durch einen als Annulus bezeichneten Ring verdickter Zellen veranlasst wird. Am Rand der Kapselöffnung steht gewöhnlich ein von kleinen Zähnchen gebildeter einfacher oder doppelter Mundbesatz, sog. Peristom. Als Apophyse wird der in den Stiel übergehende untere Teil der Kapsel bezeichnet. Im Innern der Kapsel befindet sich eine durchgehende Columella, welche von dem sporenbildenden Gewebe, sog. Sporensack, umgeben ist. Je nach der Stellung des Sporogoniums unterscheidet man: Abb. 366.

a) acrokarpe Bryinen; bei ihnen steht das Sporogon am Ende des Hauptsprosses. Hierzu gehören: das überall sehr verbreitete *Haarmützenmoos*, *Polytrichum commune*, dessen Peristom aus 32 oder 64 Zähnen gebildet wird; *Funaria hygrometrica*, auf Steinen und Mauern. *Mnium*.

b) pleurokarpe Bryinen; bei ihnen stehen die Sporogonien seitlich am Moosstengel. *Hypnum* überall im Walde; *Fontinalis antipyretica* im Wasser schwimmend.

III. Pteridophyten oder Gefässkryptogamen.

Die Pteridophyten sind die höchst entwickelten Kryptogamen, indem ihr in Wurzel, Stamm und Blätter gegliederter Vegetationskörper echte Wurzeln mit Wurzelhaube und typische Gefässbündel besitzt. Ebenso wie die Bryophyten besitzen die Pteridophyten einen characteristischen Generationswechsel, indem aus der ungeschlechtlichen, einzelligen Spore die geschlechtliche Generation, ein unscheinbares grünes Prothallium, entsteht, welches an der Unterseite zwischen kleinen, als Haftorgan dienenden Rhizoiden die Sexualorgane, Antheridien und Archegonien, trägt. Aus der befruchteten Eizelle geht die ungeschlechtliche Generation hervor, indem ein mit Blättern und Wurzeln versehener Spross, die ungeschlechtliche Pflanze, entsteht, welche in Sporangien ungeschlechtliche Sporen erzeugt; aus letzteren

geht wieder durch Keimung die geschlechtliche Generation hervor. Die Sporangien stehen gewöhnlich an der Unterseite einfacher oder umgebildeter Blätter, welche man als Sporophylle bezeichnet.

Nicht bei allen Pteridophyten gehen aus den keimenden Sporen Prothallien mit beiderlei Geschlechtsorganen hervor, sondern ein Teil, Wasserfarne und Selaginellen, bilden zwei von einander verschiedene Sporenformen, sog. Mikrosporen und Makrosporen. Die in Mikrosporangien entstehenden Mikrosporen erzeugen sog. männliche Prothallien mit Antheriden, während aus den in Makrosporangien erzeugten Makrosporen sog. weibliche Prothallien mit Archegonien hervorgehen; somit kann also nur aus den weiblichen Prothallien eine ungeschlechtliche beblätterte Pflanze entstehen.

Man teilt die Pteridophyten in drei Reihen ein: Filicinen, Equisetinen und Lycopodinen und unterscheidet hierbei zwischen gleichsporigen oder homosporen und verschiedensporigen oder heterosporen Filicinen resp. Lycopodinen.

A. Filicinen oder Farne.

Die Farne besitzen einen einfachen oder verzweigten Stengel mit kräftig entwickelten und oft reichgefiederten Blättern, welche viele Nerven besitzen. Die in sog. Sori vereinigten Sporangien entstehen gewöhnlich auf unveränderten Laubblättern oder auf besonderen, metamorphosirten Sporenblättern, sog. Sporophylle.

1. Filices oder eigentliche Farne.

Sie sind homospor, d. h. also die Sporen sind gleichartig und die Prothallien tragen Antheridien und Archegonien. Die Antheridien ragen über die Oberfläche des Prothalliums hervor, die Archegonien sind mit dem Bauch eingesenkt und öffnen ihren Hals bei der Reife. Die Sporangien sind aus einer einzigen Epidermiszelle hervorgegangen und stehen meist zu

kann unterscheidet:

Isospore und heterospore Geschlechtsgenerationen:

Heterospore

Macrospore (weiblich)	Microspore (männl.)
Macroprothallium	Microprothallium
Archegonium	Antheridium
Eizelle	Spermatozoiden

Entwickelte Geschlechtsgenerationen

Macrosporen	Microsporen

Die Pteridophyten werden eingeteilt in:

1) Filicineae:
   a) Filices, Farnkräuter, (isospor) homospor.
   b) Hydropterides, Wasserfarren, heterospor
2) Equisetineae, isospor.
3) Lycopodineae,
   a) Lycopodiaceae, isospor
   b) Selaginellae, heterospor.

---

isospor = 1) solche, die Prothallien mit Archegon. u. Antheridien entwickeln

2) " , die Makro u. Mikroprothall. entwickeln.

physiologische Verschiedenheit der Sporen.

heterospor: Sporen morpholog. u. physiolog. ungleichwertig

Microsporen	Makrosporen
Microprothall.	Makroprothall.
Mikrosporangium	Makrosporangien

1) Filicineae:

a) Filices.

Die Gefäßbündel sind konzentrisch, es sind Gefäßbündelringe, sog. Stelen. Die Axe der Farne ist polystelisch gebaut.
Es sind 2 erlei Gefäßbündel vorhanden:
Stammeigene, die der Axe.
Blatteigene, die des Blattes.

Blätter sind stark entwickelt, meist gefiedert, selten ganze Blattspreite. Die Blätter sind in der Knospenlage schneckenförmig eingerollt, bewirkt durch ungleichmäßiges Wachstum auf Ober und Unterseite der Spindel.
An den Blättern sind schuppige Gebilde = Spreublätter oder Spreuschuppen, die den morphologischen Wert von Haaren haben.
Auf der Unterseite der Blätter entwickeln sich die Sporen in den Sporangien, die zu sogen. Sori vereinigt sind.
Die Blätter sind sporangientragende Sporophylle. Die Sori sind entweder nackt oder von einem Häutchen (indusium) bedeckt. Das indusium entspringt an einem Nerv, ist eine trichomartige Bildung.

abb. 376. 175-177 (Sch. d. Ph.)

Die Sporangien sind trichome. Sie sind kapselartige gestielte Organe. Der Stiel besteht aus mehreren Zellreihen, während die seitlich zusammengedrückte Kapselwand aus einer einzigen Zellschicht besteht. Um den Rücken u. Scheitel der Sporangienwandung bis zur Mitte der Bauchseite ein Ring = Annulus, eine Zellreihe mit stark verdickten Innenwänden und dünnen Außenwänden. Durch Imbibitionsbewegung (Cohäsionsspannung) werden die dünnen Wände eingestülpt, es entsteht ein Zug, die Kapsel zerreißt auf der Seite und die Sporen treten aus.
Aus der Spore entwickelt sich ein Prothallium.

Das Prothallium ist herzförmig, dorsiventral. An der Unterseite sind Wurzelhaare. Auf der Unterseite befinden sich die Antheridien u. Archegonien.
Die Antheridien sind kugelige Gebilde.
Die Archegonien sind ähnlich denen der Moose, nur ohne Stiel. Der Bauchteil des Archegoniums ist in das Prothallium eingesenkt. Durch Äpfelsäure wird ein chemotaktischer Reiz auf die Spermatozoiden ausgeübt.
Hierhin gehört: Aspidium felix mas (Rhizoma filicis)
Sämtliche Blätter sind Sporophylle.
Rhizom ist kräftig entwickelt und mit Spreublättern versehen.

Gruppen sog. Sori vereinigt auf der Unterseite gewöhnlicher oder nur wenig veränderter Laubblätter; öfters sind die Sori von einem zarten Häutchen, einem sog. Schleierchen oder Indusium, bedeckt. Nebenblätter sind nicht vorhanden. Es gehört hierzu neben verschiedenen anderen Familien der Tropen als wichtigste einheimische Familie die der *Polypodiaceen.*

Polypodiaceen ist die umfangreichste Familie der Farne; die zu Sori vereinigten gestielten Sporangien sind mit einem Indusium bedeckt und befinden sich an der Unterseite der Blätter. Das Aufspringen der Sporangien wird durch einen als Annulus bezeichneten Ring stark verdickter Zellen bewirkt und geschieht in einem Querriss. Je nach Ausbildung der Sori unterscheiden wir drei Unterfamilien.

a) *Polypodieen.* Die rundlichen Sori sind ganz ohne Schleierchen oder nur von dem zurückgeschlagenen Blattrand bedeckt. *Polypodium vulgara*, *gemeiner Tüpfelfarn* oder *Engelsüss* ist äusserst verbreitet und besitzt auf der Unterseite der einfach tiefgefiederten Blätter grosse nackte, rotgelbe, rundliche Sori. Abb. 378. u. 379.

b) *Asplenieen.* Die länglichen Sori sind von einem seitlichen Indusium bedeckt. *Asplenium Filix femina* ist das verbreitetste Farnkraut und besitzt an seinen doppelt gefiederten Blättern strichförmige Sori. Unterscheidet sich durch seinen ganzen Habitus und die äusserst zart zerteilten Wedel von dem sog. männlichen Farn.

c) *Aspidieen.* Die zahlreichen, rundlichen Sori sind von einem herznierenförmigen Indusium bedeckt. *Aspidium Filix mas*, der *gemeine Wurmfarn*, hat ebenfalls doppelt gefiederte Blätter, auf deren Unterseite die Sori zu beiden Seiten des Mittelnervs in zwei Reihen stehen. Der kriechende, dicke Wurzelstock ist als Rhizoma Filicis officinell und muss sein Vorrat jedes Jahr erneuert werden. Der ungeschälte, aussen braune, innen grüne Wurzelstock enthält Filixsäure, Harz, fettes Öl und Gerbstoff und wird als sicher wirkendes Bandwurmmittel verordnet. Abb. 373.

2. Hydropterides oder Wasserfarne.

Sie sind heterospor, d. h. die Sporen sind verschiedenartig, indem die in Mikrosporangien erzeugten Mikrosporen nur männliche Prothallien mit Antheridien und die in Makrosporangien erzeugten Makrosporen nur weibliche Prothallien mit Archegonien hervorbringen. Die Mikro- und Makrosporangien sind hier in fruchtähnliche an der Basis der Blätter sitzende Kapseln, sog. Sporangienfrüchte, eingeschlossen. Die Sporangienwand besitzt keinen Annulus. Die Hydropteriden sind im Wasser oder auf sumpfigem Boden wachsende, krautige Gewächse. Es gehören zu ihnen zwei Familien:

a) ***Salviniaceen,*** sind kleine, freischwimmende, wurzellose Wasserpflanzen mit zweierlei Blättern, von denen die oberen als ovale Schwimm- oder Luftblätter, die unteren als fadenförmige, ins Wasser herabhängende Wasserblätter ausgebildet sind; die letzteren dienen als Haftorgane. *Salvinia natans* einheimisch. *Azolla* nur in den Tropen.

Abb. 382. " 383. " 384 etc

b) ***Marsiliaceen*** besitzen einen dünnen, auf feuchtem Wiesen- oder Torfgrund kriechenden Stengel mit gestielten Blättern und ebenfalls gestielten Sporangienfrüchten, in deren Kapseln Mikro- und Makrosporangien nebeneinander enthalten sind. *Marsilaria quadrifoliata* und *Pilularia globulifera.*

Abb. 388 " 389.

B. Equisetinen oder Schachtelhalme.

Die Schachtelhalme besitzen ein im Boden weithin kriechendes, reichverzweigtes Rhizom, aus welchem jährlich die entweder einfach bleibenden oder quirlig verzweigten, oberirdischen, grünen Sprosse entstehen. Äusserst characteristisch für die Equisetinen ist die eigenartige Beblätterung, indem an den mit hohlen Internodien abwechselnden Knoten ein Quirl von kleinen, zu gezähnten Schneiden verwachsenen Schuppenblättern steht, welche die Basis der Internodien umschliessen. Die Sporangien stehen an besonders gestalteten Blättern, welche am Sprossgipfel in dicht auf einander

Hydropterides. Wasserfarne, heterospor.

Marsilia ~~Marsilia~~, oxalisähnlich
Pilularia, pinselartiger Habitus
Salvinia. (wurzellos)
Azolla, lebt mit Nostoc-Arten symbiotisch zusammen.

Salvinia: wurzellose Wasserpflanze. Heterophyllie. 2 Blätter sind Schwimmblätter, das 3. ist wurzelartig gespalten und trägt die Sporocarpen.
Die beblätterte Pflanze ist die ungeschlechtliche Generation.
Die Sporangien bilden sich in Sporokarpen aus. Sporokarpe sind Blattabschnitte.
Zweierlei Sporangien: Microsporangien (enthält zahlreiche Microsporen)
und Macrosporangien (enthält eine einzige Makrospore).
Die Micro- und Macrosporen bleiben in den Sporangien eingeschlossen. Sie entwickeln dann ein Micro- bzw. Macroprothallium.

2. Equisetineae:

Schachtelhalmgewächse sind isospor, die fossilen waren heterospor. Die Blätter sind rudimentär u. in Quirle angeordnet. Heterophyllie.
Die Sporangien sind zu Sporangien-Ähren angeordnet.
Die Equisetaceae haben gemeinschaftliche Gefäßbündel.
Die Sporangien-Ähren bestehen aus einer Vereinigung von Sporophyllen, die alle quirlförmig angeordnet sind. Die Sporophylle sind schildförmig, an der Unterseite des Schildes befinden sich die einzelnen Sporangien, in diesen zahlreiche Sporen. Die Spore ist einzellig, chlorophyllhaltig und mit 2 Anhängern (Elateren) versehen. Die Elateren sind hygroskopisch.
Bei Equisetum palustre entwickeln sich zuerst fertile, chlorophyllose Sprosse-Sporophylle, dann sterile Blätter, welche assimilieren.

3. Lycopodineae: Isospor und heterospor.

a) Lycopodiaceae: Blätter stärker entwickelt, als bei den Equisetaceae.
isospor
Verschiedenartig angeordnet.
Die beblätterte Pflanze ist die ungeschlechtliche Generation.
Die Sporophylle sind in eine Sporangienähre verbunden.
Die Sporangien sind am Grunde der Blätter inseriert.
Echte dichotomische Verzweigung des Sprosses.
Die Prothallien ~~leben~~ der Lycopodiaceae leben in Symbiose mit Pilzen.

b) Selaginellae: heterospor.
Micro- und Macrosporangium.
Die Micro- und Macrosporen werden hier aus den Sporangien entlassen.
Mikroprothall.

folgenden Quirlen zu ovalen, ährenartigen Sporangienständen verbunden sind. Obgleich die in den Sporangien enthaltenen Sporen von gleicher Beschaffenheit sind, gehen doch bei der Keimung aus ihnen meist dioecische Prothallien hervor, indem die schwächer entwickelten Vorkeime nur Antheridien, die kräftigeren nur Archegonien tragen. Es gehört zu den Equisetinen nur die einzige Gattung *Equisetum*, von welcher *Equisetum arvense*, *Ackerschachtelhalm* oder *Zinnkraut* die bei uns wichtigste Art ist. Im Frühjahr erscheinen zuerst die anfangs rötlichen, fertilen Sprosse, welche nach der Sporenreife durch Vertrocknen absterben, während später erst die grünen, reich verzweigten, sterilen Sprosse zum Vorschein kommen, welche in der äusseren Membran der Stengelepidermis grössere Mengen Kieselsäure eingelagert enthalten und deshalb zum Scheuern von Zinngeschirr oder Poliren von Holz verwendet werden. *Equisetum hiemale* ist ganz besonders durch reichlichen Kieselsäuregehalt ausgezeichnet.

C. Lycopodinen oder Bärlappgewächse.

Die Lycopodinen sind besonders durch die dichotome Verzweigung ihrer Sprosse und Wurzeln characterisirt. An der Sprossachse stehen zahlreiche, kleine, meistens dicht gestellte Blätter, mit einem unverzweigten Mittelnerv. Die Sporangien stehen in der Einzahl am Grunde der wenig oder gar nicht veränderten Blattoberseite oder in ihrer Achsel. Häufig sind die sporangientragenden Blätter an den Enden der Sprosse zu ährenförmigen Sporangienständen, sog. Sporangienähren, vereinigt. Wir unterscheiden auch hier, wie bei den Filicinen, zwischen homosporen und heterosporen Lycopodinen; zu ersteren gehört nur die Familie der Lycopodiaceen, zu den letzteren die beiden Familien der Selaginellaceen und Isoëtaceen.

1. ***Lycopodiaceen*** oder ***Bärlappe*** haben gleichartige Sporen, aus welchen monoecische Prothallien mit Antheridien und Archegonien entstehen. Die Antheridien sind in das Gewebe des Prothalliums etwas eingesenkt. *Lycopodium*

Abb. 389. *clavatum*, der *gemeine Bärlapp*, ist von moosartigem Aussehen und findet sich sehr häufig auf Haideboden, besonders in trockenen Gebirgswäldern. Der dicht mit nadelförmigen, kleinen Blättchen besetzte Stengel kriecht weit über den Boden hin und ist gabelförmig verzweigt. Die Sporangienähren stehen zu zwei oder mehreren am Sprossgipfel und sind durch Vereinigung nebeneinander befindlicher Sporophyllen entstanden; von den letzteren trägt ein jedes auf dem Grunde seiner Oberfläche ein einziges, nierenförmiges Sporangium, welches sich bei der Reife in einem Querriss öffnet. Die gelben, tetraëdrischen Sporen von *Lycopodium clavatum* sind als Lycopodium, Bärlappsamen oder sog. Hexenmehl, officinell und dienen als Streupulver.

2. ***Selaginellaceen*** besitzen im allgemeinen einen den Lycopodiaceen ähnlichen äusserst zierlichen Habitus, unterscheiden sich aber von diesen dadurch, dass in verschiedenen Sporangien Mikrosporen und Makrosporen ausgebildet werden. Hierzu gehört nur eine einzige Gattung *Selaginella*, von welcher *Selaginella helvetica* die besonders in den Alpen verbreitetste Art ist.

Abb. 391. " 392.

3. ***Isoëtaceen*** sind ebenfalls heterospor und schliessen sich den Selaginellen an. Sie sind durch die einzige Gattung *Isoëtes* vertreten und besitzen einen nur kurzen, unverzweigten Stengel mit schmalen, linealen Blättern. Die Sporangien stehen in einer grubenförmigen Vertiefung an der Basis der Blätter. *Isoëtes lacustris*, das *gemeine Brachsenkraut*, ist einheimisch und lebt auf dem Grunde stehender Gewässer. Die meisten Arten von *Isoëtes* gehören den Tropen an und wachsen dort teils auf feuchtem, teils auf trockenem Boden.

Phanerogamen.

Hier eine Blüte verfolgen.

Fruchtblätter = Macrosporangientragende Sporophylle
/ /
Samenanlagen = Macrosporangium.
/ /
primär. Embryosack = Macrospore
/ /
Nährgewebe = Macroprothallium.
/ /
Archegonium = Archegonium
/ /
Eizelle = Eizelle.

Staubblätter = Microsporangientrag. Sporophylle
/ /
Pollensäcke = Microsporangien
/ /
Pollenkörner = Microsporen.

Gymnospermae: Holzgewächse mit eingeschlechtigen nackten Blüten. Samenanlagen frei an der Oberfläche der Fruchtblätter. (keine Frucht, sondern Samenbildung)
(homolog d. Makroprothall.) Nährgewebe bildet sich vor der Befruchtung.
Männliche u. weibliche Blüten sind eine zapfenförmige Vereinigung zahlreicher schuppenförmiger Blätter. Intercellulare Sekrettehälter enthalten Schleim, Harz etc. Holzgewächse.
Gefäßbündel sind in einem Kreis angeordnet.

Übergang von den Kryptogamen zu den Gymnospermen.

Isospore Farnpflanze	Heterospore Farnpfl. (Salvinia)		Gymnospermae:	
Sporophylle	Sporophylle mit Macrosporangien	Sporophylle mit Microsporangien	Fruchtblätter mit Samenanlagen	Staubblätter mit Pollenfächern
Sporangien	Macrospore	Microspore	primär. Embryosack	Pollen
Spore	Macroprothallium (rudimentär)	Microprothall. (rudimentär)	Nährgewebe rudimentär Macroprothall.	rudiment. Microprothall.
Prothallium (selbständige Pfl.)	Archegonien	Antheridien (reduziert)	Archegonien	reduziert. Antheridien
Archegonien	Eizelle	bewegl. Spore (Spermatoz.)	Eizelle	bewegl. Spore
Antheridien	bewegungsfähiges Spermatozoid			
Eizelle				
bewegl. Spore				

Beblätterte Farnpfl. mit Sporophyllen versehen.

Beblätterte Farnpfl. mit makro- u. mikrosporangientragenden Sporophyllen

Blütenpflanze ens. Staubblättern u. Fruchtblättern.

Cykadeae: Blätter gefiedert, in der Knospenlage eingerollt. Schizogene Schleimgänge. Die Samenanlagen haben im oberen Teil das Nucellus eine Pollenkammer. Same: steinfruchtähnlich meist 2 Keimblätter. Palmartiger Habitus. Besitzen Gefäße.