Die Fortpflanzung.

Da die Lebensdauer aller Pflanzen eine begrenzte ist, und eine Urzeugung neuer Individuen aus lebloser Materie nicht stattfindet, so müssen notgedrungen alle Pflanzen die Fähigkeit besitzen, Nachkommen zu erzeugen, widrigenfalls ein Aussterben der gesamten Flora mit der Zeit erfolgen müsste.

Der Ersatz für die absterbenden Pflanzen wird durch den Process der Fortpflanzung bewirkt, wodurch neue Individuen entstehen, und zwar können wir bei den Fortpflanzungserscheinungen zwei Hauptgruppen unterscheiden, nämlich:

die Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege, wobei entweder eine Einzelzelle oder Zellgruppe, welche von der Mutterpflanze sich loslöst, zu einem neuen Individuum heranwächst;

die Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege, wobei durch Vereinigung zweier verschieden ausgebildeter Zellen, sog. Sexualzellen, ein neues einheitliches Zellgebilde entsteht, welches erst nach völliger Vermischung des Zellinhaltes der männlichen Zelle mit dem der weiblichen Zelle entwicklungsfähig ist und durch Wachstum einen Nachkommen liefert.

Ausserdem findet noch eine sowohl bei Kryptogamen als auch Phanerogamen sehr verbreitete Bildung neuer Individuen durch sog. vegetative Vermehrung statt, bei welcher beliebig abgetrennte Teile eines Pflanzenkörpers, Sprosse und Wurzeln zu bilden befähigt sind und dadurch ein neues Individuum erzeugen.

Den einfachsten Fall vegetativer Vermehrung bieten die einzelligen Spaltalgen oder Spaltpilze (Bacterien), deren meist aus einer kugel- oder fadenförmigen Einzelzelle bestehender Zellkörper in zwei sog. Tochterzellen zerfällt, indem eine die ursprüngliche Mutterzelle in zwei gleiche Hälften teilende Querwand entsteht. Die beiden Tochterzellen vergrössern sich durch Wachstum und können sich später in gleicher Weise durch Teilung vermehren.

S. auch Strasburger S. 232 u. f.

Parthenogenesis ist die (~~Befruchtung~~) Entwicklung einer Eizelle, ohne vorhergehende Befruchtung. Sie kommt vor bs. d. Charazeen bs. der Composite Antennaria alpina, ebenso bs. Alchemilla-Arten.

Häufig führt eine erfolgende Selbstbestäubung nicht zur Selbstbefruchtung, ind. der Pollen der eigenen Blüte auf der Narbe unfruchtbar bleibt (selbst-sterile Blüten); und nur der Pollen anderer Blüten die Befruchtung zu vollziehen vermag (Roggen, Corydalis cava, einzelne Cruciferen, Verbascum nigr.). Die Abneigung zwischen den sexuellen Organen ein u. derselben Pfl. geht bs. gewissen Pfl. soweit, daß jene die Wirkung von Giften annehmen. Von einigen Orchideen ist bekannt, daß die Bestäubung mit dem eigenen Pollen die Blüte zum Absterben bringt, während in anderen Fällen der Pollen von der Narbenfeuchtigkeit der eigenen Blüte in kurzer Zeit getötet wird. In gewissen Fällen tritt Selbstbefruchtung ein, wenn eine Fremdbestäubung überhaupt nicht erfolgt, oder sie geht neben dieser her (Weizen-Arten, Gerste, Viola-Arten, Linnen usw.). Bei manchen Familien kommen neben den großen auf Kreuzbefruchtung durch Insekten eingerichteten Blüten kleine unscheinbare Blütchen vor, die meist zwischen Blättern an der Erde vorhanden sind, sich garnicht entfalten u. ausschließlich durch Selbstbefruchtung Samen tragen (Kleistogame Blüten).

Die vegetativ erzeugte Nachkommenschaft besteht aus unvermischten Abkömmlingen, die sexuelle dagegen aus Mischlingen.

Auf vegetativer Vermehrung beruht auch die Entstehung neuer, selbständiger Pflanzen durch Loslösung von Seitensprossen, sog. Stecklinge, oder durch das Vorhandensein von Ausläufern, z. B. bei der Erdbeere, Fragaria vesca, indem die Internodien der Ausläufer allmählich absterben und so durch Bildung von Adventivwurzeln neue, für sich existenzfähige Pflanzen gebildet werden.

Ebenso findet durch die Bildung von Knollen eine vegetative Vermehrung statt.

Die **ungeschlechtliche Fortpflanzung** ist besonders dadurch von der vegetativen Vermehrung unterschieden, dass die von der Mutterpflanze beliebig losgelösten Einzelzellen oder Zellencomplexe, welche die Entstehung eines neuen Individuums bewirken, meistens eine zu diesem Zweck ganz besondere Ausbildung erfahren und daher ein von den übrigen vegetativen Zellen des Mutterindividuums verschiedenes Aussehen besitzen.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung findet sich bei den niederen Pflanzen am häufigsten in Form sog. Sporangien und Conidienträger, in oder an welchen die Sporen resp. Conidien gebildet werden. Bei der Sporenreife werden durch selbstthätige Sprengung der Sporangienwand die reifen Sporen zur Aussaat herausgeschleudert und entstehen aus diesen entweder direkt neue der Mutterpflanze ähnliche Pflanzenindividuen oder aber es entwickeln sich, wie bei den höheren Kryptogamen, erst anders organisirte Gebilde, welche mit Sexualorganen versehen sind und so ein der ursprünglichen Mutterpflanze ähnliches, neues, wieder Sporen erzeugendes Pflanzenindividuum entstehen lassen. Diese verschiedenen Fortpflanzungsarten werden später in der Systematik bei den einzelnen Familien eingehend besprochen werden, und soll an dieser Stelle nur noch darauf hingewiesen werden, dass wir zwischen unbeweglichen Sporen und sog. Schwärmsporen zu unterscheiden haben; erstere finden sich bei solchen Algen, welche ihre Sporen durch die Luft verbreiten lassen, letztere

bei den im Wasser oder feuchten Nährsubstraten lebenden Pilzen.

Unbewegliche Sporen sind behäutet und entstehen durch Teilung des Zellinhaltes eines Sporangiums; je nach der Anzahl der in einem Sporangium entstehenden Sporen sprechen wir von sog. Tetrasporen, z. B. bei vielen Florideen, indem hier immer nur vier Sporen in einem Sporangium, sog. Tetrasporangium, gebildet werden, und von sog. Askosporen bei den Schlauchpilzen, Askomyceten, indem hier gewöhnlich acht Sporen in dem als Askus bezeichneten schlauchförmigen Sporangium entstehen. Meistens werden in einem Sporangium unzählig viele Sporen gebildet, während bei einigen Spaltpilzen neben der äusserst ausgiebigen vegetativen Vermehrung die Erhaltung der Art durch sog. Dauersporen geschieht, indem hier das Sporogonium nur eine einzige Spore enthält.

Schwärmsporen sind nackte, meist annähernd kugelige Zellen, welche sich mittels Cilien im Wasser sehr energisch fortbewegen können und dadurch befähigt sind, einen für die Keimung möglichst günstigen Standort aufzusuchen. Die Cilien sind äusserst kleine Fädchen, welche in sehr verschiedener Anzahl und Anordnung vorhanden sein können; besitzt eine Schwärmspore zahlreiche Cilien, so sind dieselben über die ganze Körperoberfläche verteilt, während ein oder zwei Cilien an ein und demselben Ende der Schwärmspore sich befinden. Die Schwärmsporen der Algen enthalten Chlorophyll, weshalb bei ihnen eine dem Licht zustrebende Bewegungsrichtung vorhanden sein muss, was durch den Reizzustand des Plasmas bewirkt wird.

Die bei einigen Pilzen vorhandenen Schwärmsporen besitzen kein Chlorophyll und hängt bei diesen, sowie bei den beweglichen Bacterien, die Bewegungsrichtung meist von dem Vorhandensein ganz bestimmter chemischer Verbindungen ab, welche sie entweder zu erreichen, oder zu meiden bestrebt sind; hierbei kann auch die Concentration der in Wasser gelösten Stoffe eine Rolle spielen.

Die Schwärmsporen zeigen unter dem Mikroskop neben

Tetrasporen: 4 Sporen in einem Sporangium
Askosporen: 8 " " " " (Askus).

Basidien (d. j. Konidienträger analog d. Tetra- u. Askosporen)
bei den Basidiomyceten

dem Vorhandensein von Farbstoffen ein wasserhelles, hyalines Ende, mit welchem sich die Schwärmer bei Auffindung eines für die Ernährung günstigen Standortes an diesem festsetzen, um hier zu einer neuen Pflanze heranzuwachsen.

Zum Unterschied der stets innerhalb der Sporangien durch Teilung des Inhaltes entstehenden Sporen, sog. Endosporen, bezeichnet man die durch Hervorsprossen und Abschnüren ausserhalb der Mutterpflanze entstandenen sporenähnlichen Fortpflanzungsorgane als Conidien oder wohl auch Exosporen. So wie die Sporangien als kugelförmige Endzellen an besonderen Ästen des Mycels, den sog. Sporangienträgern, entstehen, erzeugt das Mycel, z. B. der Schimmelpilze, an den Enden seiner aufwärts wachsenden Äste sog. Conidienträger, durch Abschnürung von Sporenzellen Conidien. Die Conidien können in beliebiger Anzahl eine immer hinter der anderen gebildet werden, wodurch fadenförmige Reihen entstehen; bei der Reife lösen sich die Conidien nacheinander ab und können, falls sie günstige Keimungsbedingungen angetroffen haben, ein neues Pilzmycel hervorbringen.

Gerade so wie wir bei den Sporangien besondere durch Anzahl und Gestalt ausgezeichnete Sporen fanden, gibt es bei den Conidien auch solche durch bestimmte Sporenzahl, Form und Grösse verschieden ausgebildete Conidienträger, welche man, z. B. bei den Basidiomyceten, als Basidien bezeichnet. Die Basidien bestehen meistens aus keulenförmigen Zellen, von denen jede einzelne an ihrem Ende in vier dünne, zähnchenartige Stielchen, sog. Sterigmen, ausläuft; diese Sterigmen gliedern jeder auf seiner Spitze je eine Conidie, sog. Basidiospore, ab. Bei den Hemibasidiern sind die Conidienträger basidienähnlich. Es ist bereits erwähnt worden, dass, z. B. bei den Zygomyceten, die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch unbewegliche Sporen oder durch Conidien erfolgen kann.

Schliesslich müssen wir hierbei noch die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Brutknospen anführen, wie wir sie

Abb. 22. z. B. bei den Moosen und Farnen finden. Die Brutknospen
„ 351. unterscheiden sich ebenfalls von den vegetativen Organen und
„ 352. können durch Loslösung von der Mutterpflanze zu einer neuen Pflanze heranwachsen.

Die bei den Zwiebeln in den Blattachseln der Zwiebelschuppen entstehenden Brutzwiebeln und die Brutknospen mancher Phanerogamen sind als umgewandelte Sprosse anzusehen, welche Reservestoffe abgelagert enthalten und nach der Trennung von der Mutterpflanze ein neues Pflanzenindividuum erzeugen können.

Die **geschlechtliche** oder **sexuelle Fortpflanzung** ist dadurch characterisirt, dass nur durch die Verschmelzung zweier in Grösse und Gestalt meist verschieden ausgebildeten Sexualzellen zu einem einheitlichen Zellgebilde ein neuer Pflanzenorganismus entstehen kann; es ist also unbedingt notwendig, dass sich eine männliche Zelle mit einer weiblichen vereinigt und eine innige Vermischung des Zellinhaltes erfolgt, da jede Sexualzelle für sich allein nicht entwicklungsfähig ist.

Wir finden sowohl bei den Sexualzellen selbst, als auch bei den Geschlechtsorganen die verschiedenartigste Ausbildung, doch lässt sich deutlich eine allmähliche Entwicklung und Vervollkommnung in den Fortpflanzungsvorgängen von den niedersten Pflanzen bis zu den Blütenpflanzen erkennen.

Da wir in der Systematik noch bei den einzelnen Pflanzengruppen die Fortpflanzung eingehend zu besprechen haben, soll an dieser Stelle nur das wesentlichste hervorgehoben werden.

Bei den **Thallophyten** oder **Lagerpflanzen** finden wir, wenn auch nicht bei allen Klassen, neben der allgemein verbreiteten ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Sporen auch noch geschlechtliche Fortpflanzung und müssen wir hier zwei verschiedene Befruchtungsvorgänge unterscheiden:

a) **Isogamie** besteht in der Vereinigung oder Copulation zweier in Form und Grösse gleichgestalteter Sexualzellen, sog. Gameten, zu einer einzigen Zelle, welche man als Zygospore oder Zygote bezeichnet.

b) **Oogamie**; hier lässt sich jedoch bereits bei den Gameten

Brutzwinkeln u. Brutknospen = metamorphos. Sprosse

2 Gameten = Zygospore (Zygote)

Bei den Kotalogen u. gewissen Fadenpilzen folgt regelmäßig auf eine geschlechtliche Generation (Gametophyt) eine ungeschlechtliche (Sporophyt) in ähnlicher Weise wie bei allen Bryophyten u. Pteridophyten ein solcher Generationswechsel vorhanden ist.

Spermatozoid + Ei = Oospore

Zygophyceen: 2 gleichgestaltete Gameten vereinigen sich zu einer Zygote

Oomyceten: Oogonium (weibl. Geschlechtsorgan) (enth. Eizelle) + Antheridium (männl. Geschlechtsorgan) (enth. Spermatozoiden) = Oospore

eine deutliche Differenzirung in männliche und weibliche Sexualzellen erkennen, und zwar bezeichnen wir die kleineren, männlichen Zellen als Spermatozoiden und die grösseren, weiblichen Zellen als Eier. Vereinigt sich ein Ei mit einem Spermatozoid, so entsteht als Verschmelzungsproduct eine sog. Oospore.

Als Beispiel für isogame Befruchtung möge auf die Gruppe der Conjugaten verwiesen werden; diese grünen Süsswasseralgen unterscheiden sich von den Grünalgen oder Chlorophyceen durch ihre geschlechtliche Fortpflanzung, welche in der Conjugation zweier unbeweglichen, gleichgestalteten Gameten zu einer Zygote besteht. Bei den Chlorophyceen hingegen finden wir bewegliche Gameten und bezeichnen wir den Befruchtungsvorgang als Gametencopulation.

Oogame Befruchtung ist ganz besonders ausgeprägt bei den zu den Phycomyceten oder Algenpilzen gehörigen Oomyceten, die auch ihren Namen daher haben, und bei der zu den Chlorophyceen (Ordg. Siphoneen) gehörigen Gattung Vaucheria, einer unserer gemeinsten Algen. Es werden hier weibliche, sog. Oogonien, und männliche Geschlechtsorgane, sog. Antheridien, gebildet; das kugelförmige Oogonium besitzt als Inhalt die Eizelle, während die daneben stehenden Antheridien das männliche Befruchtungselement, die Spermatozoiden, enthalten. Zur Zeit der Befruchtung entsteht an dem Oogonium eine kleine Öffnung, durch welche die gleichzeitig aus den Antheridien entlassenen und mit zwei Cilien versehenen Spermatozoiden in das Oogonium eindringen und so zu dem Ei gelangen; durch innige Vermischung des Zellinhaltes der männlichen und weiblichen Sexualzelle wird das Ei befruchtet, welches sich darauf mit einer festen Haut umgibt und zur Oospore wird. Die Oospore gelangt nach einer Ruheperiode zur Keimung.

Wir werden jedoch in der Systematik die verschiedenartigsten Übergänge von isogamer zu oogamer Befruchtung finden und soll dort näher darauf eingegangen werden.

Die geschlechtliche Fortpflanzung der als **Archegoniaten** bezeichneten Pflanzen, Bryophyten und Pteridophyten, ist den Thallophyten gegenüber durch den Bau ihrer Geschlechtsorgane, der männlichen Antheridien und weiblichen Archegonien charakterisirt.

Die Antheridien sind mikroskopisch kleine, mit einem mehrzelligen Stiel versehene Säckchen von meist kugel- oder keulenförmiger Gestalt, deren äusserst zarte Wand aus einer einzigen Zellschicht gebildet wird; das Innere der Antheridien besteht aus unendlich vielen, kleinen Zellen, von denen jede einzelne ein Spermatozoid erzeugt. Zur Zeit der Befruchtung wird die Antheridienwand gesprengt, wobei die Spermatozoiden als kurze, meist spiralig gewundene und mit zwei Cilien versehene Fäden ausschwärmen.

Die Archegonien sind ebenfalls mikroskopisch kleine, teils gestielte, teils ungestielte oder in das Gewebe eingesenkte, flaschenförmige Zellgebilde, deren zarte Wandung auch nur aus einer einzigen Zellschicht besteht. Wir können an einem Archegonium deutlich einen sog. Bauchteil und Halsteil unterscheiden. Der Bauchteil enthält als wesentlichsten Bestandteil die Eizelle und die Bauchkanalzelle; der halsförmige Teil besteht aus Halskanalzellen und öffnet sich zur Zeit der Befruchtung durch Wasseraufnahme an seiner Spitze, wobei die Bauch- und Halskanalzellen in Äpfelsäure oder Zucker enthaltenden Schleim übergeführt werden, und letzterer in Form eines Tröpfchens entlassen wird. Durch chemotaktische Bewegungen steuern nun die Spermatozoiden auf ein Archegonium zu und gelangen durch den schlauchartigen Hals zu dem Ei, welches durch Eindringen einer männlichen Sexualzelle befruchtet wird. Nach beendigter Befruchtung bildet sich die Eizelle zum Embryo aus, welcher, ohne erst eine Ruheperiode durchzumachen, allmählich zu einer neuen Pflanze heranwächst.

Diese aus dem befruchteten Ei hervorgegangenen Pflanzen besitzen jedoch keine Sexualorgane, mithin auch keine geschlechtliche Fortpflanzung, sondern es findet bei ihnen nur Sporenbildung und somit nur ungeschlechtliche Fortpflanzung

Antherid.

Archegon.

[1] Durch die ungleiche Verteilung bestimmter gelöster Stoffe in der Richtung beeinflußten Spermatoiden.

statt; diese beiden scharf von einander getrennten, aber regelmässig mit einander abwechselnden Lebensabschnitte bezeichnet man als Generationswechsel und sind durch ihn ganz besonders alle Archegoniaten ausgezeichnet.

Wir müssen hierbei also zwischen einer geschlechtlichen Generation, welche die Sexualorgane erzeugt, und einer ungeschlechtlichen Generation, welche die Sporen hervorbringt, unterscheiden; in jeder dieser beiden Generationen zeigt die Pflanze eine sehr verschiedene Organisation.

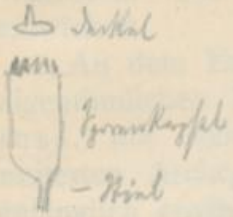
Bei den **Bryophyten** oder **Moosen** geht wie bei allen Archegoniaten die geschlechtliche Generation aus den Sporen, die ungeschlechtliche aus dem befruchteten Ei hervor. Es beginnt bei den Laubmoosen der Fortpflanzungsprocess mit der Keimung einer einzelligen Spore, aus welcher sich ein verästelter fadenförmiger Vorkeim, ein sog. Protonema, entwickelt. Dieses Protonema enthält Chlorophyll und besitzt unter den Verzweigungsstellen kleine Knospen, aus welchen später durch Wachstum die eigentliche Moospflanze entsteht; jedoch sind hier noch keine echten Wurzeln vorhanden, wie dies bei den nächst höheren Pteridophyten der Fall ist, während sich bei allen Laubmoosen und vielen Lebermoosen eine deutliche Gliederung in Organe, Sprossachse und Blätter erkennen lässt. An Stelle der echten Wurzeln sind sog. Rhizoiden, Haarwurzeln (vergl. pag. 9) getreten, welche das Pflänzchen im Boden befestigen. Diese geschlechtliche Generation erzeugt nun die Geschlechtsorgane, welche entweder am Ende des Stämmchens oder an den Laubsprossen stehen. Durch Vereinigung der aus den Antheridien ausschwärmenden Spermatozoiden mit der in den Archegonien enthaltenen Eizelle geht nun die Befruchtung vor sich, wozu jedoch stets Wasser zugegen sein muss, was bei den Landpflanzen durch Niederschläge der Luftfeuchtigkeit geschieht. Aus der befruchteten Eizelle bildet sich durch Teilung der Embryo und es entsteht so die ungeschlechtliche Generation, welche

als Sporogonium (Mooskapsel) bezeichnet wird. Durch das Wachstum des Sporogoniums wird das Archegonium gesprengt, wobei häufig der obere Teil des Archegoniums losgelöst und mit emporgehoben wird. Das Sporogonium besteht aus einem kugeligen oder ovalen kapselartigen Gebilde, der sog. Sporenkapsel, in welcher die einzelligen ungeschlechtlichen Sporen entstehen, und aus einem meist ziemlich langen, fadenförmigen Stiel, welcher an seinem unteren Ende in dem Bauch des Archegoniums stecken bleibt, ohne jedoch mit diesem verwachsen zu sein; das in das Archegonium eingesenkte Sporogonium bleibt die ganze Vegetationsperiode hindurch mit diesem verbunden und wird auch von diesem ernährt. Näheres finden wir noch in der Systematik bei der Einteilung der Moose erwähnt.

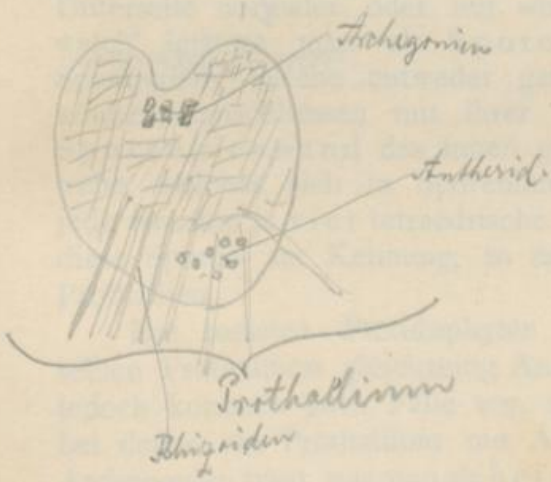
Bei den höchst entwickelten Kryptogamen, den **Pteridophyten** findet ebenso, wie bei den Bryophyten, ein typisch ausgeprägter Generationswechsel statt; die geschlechtliche Generation, welche durch das Vorhandensein von Antheridien und Archegonien characterisirt ist, geht aus den ungeschlechtlichen Sporen, die ungeschlechtliche Generation, welche wieder Sporen erzeugt, geht aus der befruchteten Eizelle hervor. Gelangt eine ungeschlechtliche Spore zur Keimung, so entsteht die geschlechtliche Generation, welche bei den Pteridophyten als Prothallium bezeichnet wird. Dieses Prothallium ist äusserst klein, von meist herzförmiger Gestalt und enthält Chlorophyll; durch Rhizoiden wird es am Boden befestigt. Zwischen diesen Rhizoiden entstehen auf der Unterseite des Prothalliums die Geschlechtsorgane, Antheridien und Archegonien; letztere sind mit ihrem Bauchteil in das Gewebe eingesenkt, sodass nur der halsförmige Teil hervortritt. Die Antheridien, welche äusserst winzige Zellerhebungen darstellen, enthalten zahlreiche mit Cilien versehene, spiralig gewundene Spermatozoiden. Die Befruchtung erfolgt genau so, wie bei den Moosen, und ist die Gegenwart eines Tröpfchens Wassers unbedingt erforderlich.

Abbildungen S. 337.

Bryophyten: ungeschlechtl. Generation = Sporogonium
Moospflanze

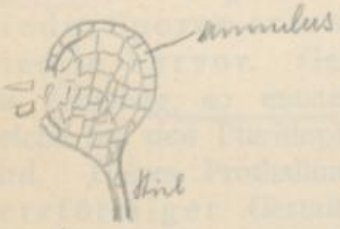


Pteridophyten: geschlechtl. Generation: Prothallium.



Wenig umgewandelte Blätter d. Pteridophyten: Sporophylle

tragen die Sporangien



Sporangium.

Nach beendigter Befruchtung bildet sich ebenfalls analog den Moosen durch Teilung der Embryo, welcher sich durch Wachstum zur ungeschlechtlichen Generation entwickelt.

An dem Embryo finden wir einen den Pteridophyten eigentümlichen höckerartigen Zapfen, den sog. Embryofuss, mit welchem die junge Keimpflanze in dem erweiterten Archegoniumbauch stecken bleibt und von hier anfänglich ernährt wird, bis sich der Embryo zum bewurzelten Spross entwickelt hat, wobei das Prothallium allmählich zu Grunde geht. Die Keimpflanze wächst nun zu einer wieder Sporen erzeugenden, hoch organisirten Pflanze heran, deren Vegetationskörper deutlich in Stamm, Blätter und Wurzel gegliedert ist. Hier finden wir im Gegensatz zu den Bryophyten echte Wurzeln, welche eine Wurzelhaube besitzen, und typische Gefässbündel, weshalb man auch die Pteridophyten als Gefässkryptogamen bezeichnet.

Die Sporen entstehen an dieser ungeschlechtlichen Generation auf ungeschlechtlichem Wege in besonderen, kapselartigen Behältern, sog. Sporangien, meist an der Unterseite normaler oder nur wenig umgewandelter Blätter, welch' letztere man als Sporophylle bezeichnet. Die Sporangien, welche entweder gestielt oder ungestielt sein können, umschliessen mit ihrer ein- oder mehrschichtigen Sporangienwand das innen gelegene sporenbildende Gewebe, welches sich in Sporenmutterzellen teilt, von denen jede einzelne je vier tetraëdrische Sporen erzeugt. Gelangen diese Sporen zur Keimung, so entstehen aus ihnen wieder Prothallien.

Die meisten Pteridophyten besitzen auf einunddemselben Prothallium gleichzeitig Antheridien und Archegonien; jedoch kommen auch Fälle vor, z. B. sämtliche Wasserfarne, bei denen ein Prothallium nur Antheridien, das andere nur Archegonien trägt, was man als heterospor bezeichnet. Diese heterosporen Prothallien entstehen aber aus zwei verschieden ausgebildeten Sporen, und unterscheiden wir hierbei:

Mikrosporen, welche in sog. Mikrosporan-

gien gebildet werden; aus ihnen gehen bei der Keimung Prothallien hervor, welche nur Antheridien tragen (sog. männliche Prothallien).

Makrosporen, welche in sog. Makrosporangien gebildet werden; aus ihnen gehen bei der Keimung Prothallien hervor, welche nur Archegonien tragen (sog. weibliche Prothallien).

Stellen wir zwischen den Pteridophyten und Bryophyten hinsichtlich ihrer Entwicklung einen Vergleich auf, so ergibt derselbe, dass die ungeschlechtliche Generation der Farnpflanzen dem Sporogonium, das Prothallium hingegen dem Protonema nebst Moospflanze entspricht.

Bei den **Gymnospermen** können wir einen allmählichen Übergang von den Befruchtungsvorgängen der Pteridophyten zu denen der Mono- und Dicotylen nachweisen, indem die Fortpflanzungsorgane in Blüten stehen, welch' letztere aber meistens den Sporangienständen vieler Pteridophyten ähnlich sind; manche Autoren rechnen daher auch die Gymnospermen zu den Archegoniaten.

Wir finden bei den Gymnospermen eine deutliche Verschiedenheit in Gestalt und Ausbildung der Blätter, an welchen sich die den Mikrosporangien entsprechenden Pollensäcke befinden, von denjenigen Blättern, an welchen sich die den Makrosporangien entsprechenden Samenanlagen bilden, und sprechen wir hier wie bei allen Phanerogamen von Staubblättern resp. Fruchtblättern; wir haben also zwischen männlichen und weiblichen Blüten zu unterscheiden, da die nackten Blüten der Gymnospermen stets eingeschlechtlich sind.

Die männlichen Blüten bestehen aus einer länglichen Blütenachse, an welcher zahlreiche, schuppen- oder schildförmige Staubblätter in spiraliger oder quirliger Anordnung stehen; an der Unterseite der Staubblätter befinden sich zwei oder zahlreiche Pollensäcke.

Die weiblichen Blüten stehen ebenfalls an einer verlängerten Blütenachse; die meist schuppenartigen Fruchtblätter sind niemals mit einander verwachsen und tragen auf

1) Microsporen ist sogen. Mikrosporangien

↓

nur Antheridien (männl. Prothallien)

2) Makrosporen ist sogen. Makrosporangien

↓

nur Archegonien (weibl. Prothallien)

	Bryophyten		Pteridophyten
ungeschlechtl.	Sporogon	:	ungeschlechtl. Generation
geschlechtl.	Protonema + Moospflanze	:	Prothallium

Mikrosporen (männlich) — Macrosporen (weiblich)

Microsporangien — Makrosporangien

Antheridien — Archegonien

Spermatozoid — Eizelle

Lebhafteste Fortpfl. = ungeschlechtl. Generat.

Pollenkörner entsprechen den Mikrosporen
Embryosack entspricht der Makrospore

ihrer Oberseite eine oder mehrere, meist zwei Samenanlagen. Nach der Befruchtung entstehen durch Holzigwerden der Fruchtschuppen zapfenähnliche Gebilde, z. B. die bekannten Tannenzapfen (vgl. pag. 52).

In den Pollensäcken entstehen aus einer Mutterzelle je vier Pollenkörner, welche den vegetativ entstandenen Mikrosporen völlig entsprechen, während die Samenanlagen den Embryosack enthalten, welcher aber auch nichts anderes ist, als die ungeschlechtlich erzeugte Makrospore mit der weiblichen Sexualzelle.

Zur Zeit der Befruchtung werden die aus den Pollensäcken entlassenen und mit Flugapparaten versehenen Pollenkörner durch den Wind zu den weiblichen Blüten geführt und gelangen hier direkt auf die Mikropyle, wo die Keimung erfolgt.

Der Befruchtungsprocess geht nun vor sich und verläuft in der für Phanerogamen characteristischen Weise (vgl. pag. 45), indem in dem Pollenkorn eine generative Zelle, welche dem Antheridium entspricht, entsteht. Diese generative Zelle wächst in den Pollenschlauch hinein und teilt sich hier in zwei Tochterzellen, von denen eine die männliche Sexualzelle darstellt und als Spermazelle bezeichnet wird. Die Spermazelle würde den Spermatozoiden der Archegoniaten entsprechen, unterscheidet sich aber von diesen sowohl durch das Fehlen der Cilien als auch durch eine andere Form und Gestaltung. Der Pollenschlauch dringt bis zu der in dem Embryosack liegenden Samenanlage vor, wo die Vereinigung der aus dem Pollenschlauch in das Archegonium eintretenden männlichen Spermazelle mit der Eizelle stattfindet.

Aus dem befruchteten Ei bildet sich durch Zellteilung ein Embryo, welcher nach einer Ruheperiode zur Keimung gelangt und mit zwei oder mehreren Cotyledonen versehen ist. Das in dem Embryosack schon vor der Befruchtung gebildete Endosperm, welches die Überreste des Prothalliums darstellt, dient dem jungen Keimpflänzchen als erste Nahrung.

Bei den höchstentwickelten **Angiospermen** sind die Samenanlagen nochmals in einen Fruchtknoten eingeschlossen, weshalb man diese Pflanzen auch als bedeckt-

samige bezeichnet zum Unterschied von den Gymnospermen oder nacktsamigen, deren Same nicht von einem Fruchtknoten umgeben ist. Bei den Angiospermen gelangt die Blüte zur vollständigen Entwicklung, weshalb dieser grossen Pflanzengruppe, welche die Monocotylen und Dicotylen umfasst, erst die Bezeichnung als eigentliche Blütenpflanze zukommt, da die sog. Blüten der Gymnospermen mehr den Fortpflanzungsorganen der Pteridophyten ähneln, und auch als characteristische Windblütler (vergl. pag. 42) nur ganz unscheinbare, geruchlose Blüten besitzen, bei denen das Perianth entweder ganz fehlt oder sich nur in Form schuppenartiger Niederblätter vorfindet.

Wir haben bereits in dem Kapitel „Reproductive oder Fortpflanzungsorgane des Pflanzenkörpers" (vgl. pag. 26) die characteristischen Teile der Blüte kennen gelernt und soll an dieser Stelle nur darauf verwiesen werden.

Durch die Ausbildung einer meist lebhaft gefärbten Blumenkrone, Wohlgeruch oder Honig absondernde Nectarien, finden wir bei der Angiospermenblüte den Übergang von den Windblütlern zu den Insektenblütlern (vgl. pag. 42).

Bei den Fortpflanzungserscheinungen der Angiospermen können wir auch noch einen gewissen Generationswechsel vorfinden, indem auch hier, wie bei den Archegoniaten, die Pollensäcke der Staubgefässe Mikrosporangien, die Pollenkörner Mikrosporen sind; ebenso entsprechen die in dem Fruchtknoten eingeschlossenen Samenanlagen den Makrosporangien, und der Embryosack einer Makrospore.

Durch die Bestäubung gelangen die Pollenkörner auf irgend einem beliebigen Wege auf die empfängnisfähige Narbe, wo die Pollenzelle wie bei den Gymnospermen zum Pollenschlauch anschwillt; durch Übertritt des Spermas in das Ei geht auch hier die Befruchtung vor sich, was bereits auf Seite 45 und 46 eingehend besprochen worden ist.

Es muss jedoch an dieser Stelle nochmals der Unterschied bei der Fortpflanzung der Gymnospermen betont werden. Bei den Angiospermen werden in dem in der Samenanlage enthaltenden Embryosack nicht, wie bei den Gymno-

Pollensäcke entspr. den Mikrosporangien,
Pollenkörner den Mikrosporen
Samenanlagen entspr. den Makrosporangien
Embryosack " der Makrospore.

Bei der Fortpfl. der Angiospermen werden 6 Zellen erzeugt, die sich zu je 3 mit Protoplasma umgeben u. an die beiden Enden des Embryosackes wandern (Eiapparat oben, Antipoden unten)

Abb. 464. Strasb.

Bei der Entwickl. der Gymnospermen werden zahlreiche ein infiltriertes Gewebe bildende Zellen erzeugt. Abb. 8. Strasb. Abb. 409.

spermen zahlreiche, ein einheitliches Gewebe bildende, sondern nur sechs Zellen erzeugt, welche sich zu je dreien mit Protoplasma umgeben und an die beiden Enden des Embryosackes wandern; man hat versucht diese beiden Zellgruppen mit dem in dem Embryosack der Gymnospermen enthaltenen Prothallium zu vergleichen, um eine gewisse Phylogenie zwischen Gymnospermen und Angiospermen festzustellen.

Zum Schluss dieses Kapitels wollen wir uns noch vergegenwärtigen, dass es bei der geschlechtlichen Fortpflanzung im Gegensatz zu der ungeschlechtlichen und vegetativen Vermehrung hauptsächlich auf das Bestehen und die normale Weiterbildung der Art abgesehen ist, was ganz besonders durch die Wechsel- oder Kreuzbefruchtung (vgl. pag. 43) begünstigt wird, indem hierbei Vorkehrungen getroffen sind, dass die mit den erblichen Eigenschaften der Mutterpflanze versehenen Sexualzellen getrennten Einzelwesen ein und derselben Art entstammen. Es ist leicht zu verstehen, dass durch die geschlechtliche Fortpflanzung stets Abweichungen einer Pflanzenart durch die Vereinigung mit der Sexualzelle normal gebliebener Individuen derselben Art wieder aufgehoben werden, während bei der vegetativen Vermehrung kein Ausgleich stattfindet, sondern die neu entstandenen Pflanzen der Mutterpflanze vollständig gleichen.