

## ZWEITER TEIL.

## Spezielle Botanik.

Die spezielle Botanik ist die spezielle Morphologie und Physiologie der Gewächse. Während der allgemeinen Botanik die Aufgabe zufiel, uns mit den Gesetzen bekannt zu machen, welche die Gestaltung und die Lebensvorgänge im ganzen Pflanzenreich beherrschen, soll uns die spezielle Botanik in die Gestaltung und die Lebensvorgänge der einzelnen Abteilungen des Pflanzenreichs einführen. In der allgemeinen Morphologie wurde versucht, die äußere und innere Gliederung des Pflanzenkörpers phylogenetisch abzuleiten und die Mannigfaltigkeit der Gestalten auf die Grundformen zurückzuführen, aus welchen sie hervorgegangen sind; in der speziellen Morphologie wird es unsere Aufgabe vor allem sein, der Ausbildung zu folgen, welche die Gestalt in den einzelnen Abteilungen des Pflanzenreichs erlangte und die Form bestimmter Pflanzen zu begreifen, indem wir sie in Verbindung mit anderen Formen bringen. So ist auch die Aufgabe der speziellen Morphologie eine phylogenetische und liefert uns den Schlüssel zur Aufstellung eines natürlichen Systems der Organismen; denn als ein natürliches System der Organismen kann nur jenes gelten, das auf ihrer wirklichen Verwandtschaft fußt. Freilich wird jedes von uns aufgestellte natürliche System nur ein sehr unvollkommenes sein, da wir den phylogenetischen Zusammenhang nicht direkt feststellen, sondern nur indirekt aus dem morphologischen Vergleich erschließen müssen. Die Aufgabe, die wir uns stellen, ist aber an sich ebenso richtig als berechtigt.

Einem solchen natürlichen System der Organismen, welches nach dem wirklichen Zusammenhang zwischen den Wesen sucht, stehen die künstlichen Systeme gegenüber, welche von vornherein nur ein praktisches Ziel ins Auge fassen und die Wesen so gruppieren wollen, daß man jedes derselben möglichst leicht auffinden oder bestimmen könne. Von allen künstlichen Systemen früherer Zeiten kommt für solche Zwecke nur noch das von CARL LINNÉ im Jahre 1735 aufgestellte sog. Sexualsystem in Betracht.

LINNÉ verwertete ausschließlich Merkmale, welche sich auf die Verhältnisse der Geschlechtsorgane beziehen und unterschied danach in seinem Sexualsystem im ganzen 24 Klassen von Pflanzen. In der letzten 24. Klasse vereinigte er alle Gewächse ohne deutlich sichtbare Geschlechtsorgane und nannte sie Kryptogamen; es waren von denselben damals nur relativ wenige Formen bekannt und die komplizierten Fortpflanzungsverhältnisse dieser großen Gewächsgruppe lagen noch in tiefem Dunkel. Den Kryptogamen stehen die übrigen 23 Klassen als Phanerogamen oder Pflanzen mit deutlich sichtbaren Geschlechtsorganen, „in Blüten“, gegenüber. Die Phanerogamenklassen unterschied LINNÉ zunächst nach der Verteilung der Geschlechter in den Blüten in solche mit Zwitterblüten (Klasse I—XX) und solche mit eingeschlechtigen und mit polygamen Blüten (XXI—XXIII). Die zwitterblütigen teilte er weiter in drei Gruppen ein, Pflanzen mit freien Staubblättern (I—XV), solche mit verwachsenen Staubblättern (XVI—XIX) und solche, deren Staubblätter mit dem Fruchtknoten verwachsen sind (XX); die erste



dieser drei Gruppen weiterhin nach der Zahl, der Insertion und den Längenverhältnissen der Staubblätter. Jede der 24 Klassen gliederte er in Ordnungen nach ähnlichen Gesichtspunkten. Manche der so erhaltenen Klassen und Ordnungen entsprechen natürlichen Verwandtschaftsgruppen, welche aber bunt durcheinander gewürfelt im System stehen, die meisten Klassen und Ordnungen aber enthalten Pflanzen, welche phylogenetisch einander sehr fern stehen.

Bereits LINNÉ fühlte aber auch das Bedürfnis, natürliche Pflanzenfamilien aufzustellen (im Jahre 1738) und sie nach ihrer „Verwandtschaft“ anzuordnen. So lange aber an die Unwandelbarkeit der Spezies geglaubt wurde, hatte die Bezeichnung Verwandtschaft und Familie in einem System der Organismen nur eine mystische Bedeutung. Sie bedeutete tatsächlich weiter nichts als eine Zusammenstellung ähnlich aussehender Wesen. Erst durch die Deszendenzlehre hat das natürliche System der Organismen seine reale Grundlage gewonnen.

Das System, welches für die nachfolgende Darstellung zugrunde gelegt werden soll, ist das von ALEXANDER BRAUN aufgestellte, von EICHLER, ENGLER und anderen weiter ausgebildete natürliche System.

Wir unterscheiden zunächst zwischen Kryptogamen als unterer Stufe und Phanerogamen als oberer Stufe des Gewächsreiches.

## Erste Abteilung.

### Kryptogamen.

Die Kryptogamen umfassen eine außerordentliche Fülle der verschiedenartigsten Pflanzenformen, von den einfachsten einzelligen Wesen ausgehend bis zu hoch entwickelten, in Stengel, Blätter und Wurzeln gegliederten Gewächsen, welche sämtlich darin von den Phanerogamen sich unterscheiden, daß sie sich mittels Sporen verbreiten, während die Phanerogamen dies durch Samen tun. Bei den Phanerogamen ist allerdings auch Sporenbildung vorhanden, allein nicht die Sporen sind es, sondern ein späteres aus ihnen hervorgegangenes Gebilde, eben der Samen, der sich erst von der Mutterpflanze löst, um den Ausgangspunkt für die Entwicklung eines neuen Individuums abzugeben. Samen sind vielzellige Gebilde, die in ihrem Innern die vielzellige Anlage oder den Embryo der Pflanze umschließen, während die Sporen, welche sich bei den Kryptogamen von der Mutterpflanze lösen und den Ausgangspunkt des neuen selbständigen Individuums abgeben, einzellige Gebilde sind. Die Kryptogamen können daher auch als Sporenpflanzen oder Sporophyten, die Phanerogamen als Samenpflanzen oder Spermaphyten bezeichnet werden, jedoch empfiehlt es sich, die alten eingebürgerten Bezeichnungen festzuhalten.

Die Kryptogamen gliedern sich in folgende Hauptgruppen:

#### I. Die Thallophyten, Thalluspflanzen,

enthalten mannigfaltige Pflanzengestalten, welche einen einzelligen oder einen mehrzelligen, mehr oder weniger reich verzweigten Thallus vorstellen. Die



Fortpflanzung geschieht ungeschlechtlich oder geschlechtlich, meist ohne bestimmte Aufeinanderfolge beider Reproduktionsarten.

## II. Die Archegoniaten, Archegoniumpflanzen,

legen ihre Entwicklung in zwei regelmäßig miteinander abwechselnden Generationen zurück. Die ungeschlechtliche Generation bildet Sporen und wird daher Sporophyt genannt. Aus den Sporen geht die geschlechtliche Generation, Gametophyt genannt, hervor, welche Geschlechtsorgane von charakteristischem Bau, männliche oder Antheridien, weibliche oder Archegonien erzeugt. Aus der befruchteten Eizelle der letzteren geht wiederum der Sporophyt hervor. Hierher gehören

1. die Bryophyten oder Moospflanzen, deren Gametophyt einestheils Formen mit blattartigem Thallus, andertheils schon kormophyte Formen mit deutlicher Gliederung in Stengel und Blätter, aber noch ohne echte Wurzeln und ohne Leitbündel oder höchstens mit sehr einfach gebauten Leitbündeln aufweist, während der Sporophyt eine gestielte oder ungestielte, auf der geschlechtlichen Moospflanze halbparasitisch heranreifende Sporenkapsel vorstellt;

2. die Pteridophyten oder Farnpflanzen, deren Gametophyt einen kleinen Thallus bildet, während der Sporophyt Gliederung in Stengel, Blätter und Wurzeln, mit echten Gefäßbündeln, also schon den Aufbau der Phanerogamen besitzt.

Thallophyten und Bryophyten werden auch als Zellenpflanzen den Pteridophyten oder Gefäßkryptogamen gegenüber gestellt, und die letzteren zusammen mit den Phanerogamen als Gefäßpflanzen bezeichnet. Die Bryophyten und Pteridophyten dürften als gesondert weiter entwickelte Stämme ihren gemeinsamen Ursprung aus höher stehenden Thallophyten genommen haben.

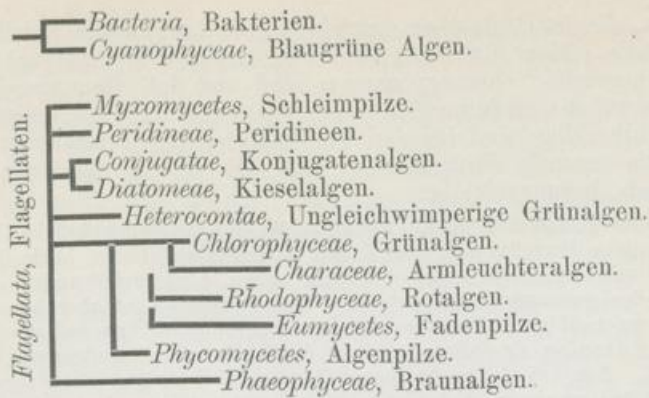
## I.

### Thallophyta.

Die Thallophyten unterschied man früher in *Algen* oder *Algae*, *Pilze* oder *Fungi* und *Flechten* oder *Lichenes*. Algen sind Thallophyten, welche assimilierende Chromatophoren mit Farbstoffen, vor allem Chlorophyll, besitzen und dementsprechend zu selbständiger Ernährungsweise befähigt erscheinen, während die Pilze keine solchen Farbstoffe enthalten und saprophytische oder parasitische Lebensweise führen. Die Einteilung in Algen und Pilze hat aber nur physiologischen, keinen phylogenetischen Wert, da sie die natürlichen Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen Klassen, in welche beide Gruppen zerlegt werden müssen, nicht zum Ausdruck bringt. Der Thallus der früher als einheitliche Organismen betrachteten Flechten stellt eine Symbiose von Fadenpilzen mit Algen vor. Vom streng systematischen Standpunkt aus müssen die Flechtenpilze und die Flechtenalgen in die Klassen der ihnen nächstverwandten Organismen eingereiht werden; andererseits zeigen die Flechten so viel Übereinstimmendes in Bau und Lebensweise, daß eine zusammenfassende Behandlung derselben am Schluß der Thallophyten für unsere Zwecke vorzuziehen ist.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der 14 Klassen, in die wir die Thallophyten gliedern, sind, soweit sich ermitteln läßt, in folgender Zusammenstellung veranschaulicht:





Zu den einfachsten Thallophyten gehören die Bakterien und die Cyanophyceen, die untereinander nähere Beziehungen aufweisen und die man daher auch als Schizophyta oder Spaltpflanzen zusammengefaßt hat. Sie nehmen eine besondere Stellung den übrigen einfacheren Thallophyten gegenüber ein, welche mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit auf die Flagellaten als Ausgangsformen hinweisen. Die Flagellaten wurden und werden vielfach auch zu den niedersten Tieren gerechnet und in der Tat vereinigen sie pflanzliche und tierische Charaktere und können auch als Ausgangsformen für niedrigere Tiere betrachtet werden. Die Schleimpilze dürften als farblose Saprophyten ebenfalls von ihnen abstammen. Die Peridineen stellen nur einen weiter entwickelten Zweig der Flagellaten dar. Die einfachsten Formen der Heterocontae, der Grünalgen und der Phaeophyceen schließen direkt an Flagellaten an, während dagegen eine direkte Verbindung der letzteren mit den Konjugaten und Diatomeen, welche die größere Gruppe der Zygothecae bilden, zwar wahrscheinlich, aber nicht in bestimmten Formen zu erkennen ist.

Von der Hauptreihe der Chlorophyceen haben sich die Phycomyceten abgezweigt, zweifelhaft ist die Anfügung der Rotalgen und der Fadenpilze, welche beide auf gemeinsame Wurzel zurückzugehen scheinen. Eine ganz selbständige und sehr vorgerückte Stellung nehmen die Characeen an, die meist als höchstentwickelte Grünalgen aufgefaßt werden.

Allgemein verbreiten und vermehren sich die Thallophyten durch ungeschlechtlich erzeugte Sporen, deren Bildungsweise große Mannigfaltigkeit aufweist. In vielen Fällen entstehen die Sporen durch Zellteilung im Innern von Zellen, die dann als Sporangien bezeichnet werden, in anderen Fällen entstehen sie durch Umbildung und Loslösung von Thalluszellen oder durch Zellsprossung. Die Sporen heißen Schwärmsporen, Zoosporen, wenn sie Cilien besitzen und aktiv im Wasser beweglich sind; sie heißen Aplanosporen, wenn sie keine Cilien tragen. Im letzteren Falle können sie nackt sein bei Verbreitung im Wasser, oder mit Membran umgeben bei Verbreitung in der Luft.

Außer der ungeschlechtlichen ist auch geschlechtliche Fortpflanzung sehr verbreitet. Im einfachsten Falle besteht sie in Isogamie, d. h. in der Kopulation oder Konjugation von zwei gleichgestalteten und gleichwertigen Sexualzellen oder Gameten zu einer einzigen Zelle, der Zygosporie oder Zygote. Die Organe, in denen die Gameten gebildet werden, heißen Gametangien. Planogameten sind mit Cilien begabt, Aplanogameten dagegen cilienlose Gametenzellen. Auf höheren Stufen ist die Isogamie in Oogamie übergegangen und die Gameten sind differenziert in kleine, meist mit Cilien versehene, männliche Zellen, Spermatozoiden, die in Antheridien erzeugt werden, und größere, cilienlose weibliche Zellen, Eier oder



Oosphären, die in Oogonien entstehen. Die befruchtete Eizelle wird zu einer Oospore. Man nimmt an, daß die Gameten aus ungeschlechtlichen Sporen phylogenetisch hervorgegangen sind und daß die ungeschlechtliche Vermehrung auf die einfache Zellteilung zurückzuführen ist. Gametangien, Oogonien, Antheridien sind bei den Thallophyten den Sporangien homologe Gebilde. Die sexuelle Fortpflanzung hat sich in verschiedenen Gruppen, also mehrmals, herausgebildet.

Während bei gewissen Thallophyten ausschließlich ungeschlechtliche, bei anderen nur geschlechtliche Fortpflanzung stattfindet, kommen bei vielen beide Formen der Fortpflanzung vor, sei es an derselben Pflanze neben- oder nacheinander, oder in einander ablösenden getrennten Generationen. Im allgemeinen ist aber bei den Thallophyten keine regelmäßige Aufeinanderfolge von ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Generationen vorhanden, da äußere Faktoren für die Art der Fortpflanzung von großem Einfluß sind<sup>(1)</sup>. Nur bei einigen wenigen Gruppen (bei einigen Braunalgen, bei den Rotalgen und bei gewissen Fadenpilzen) folgt regelmäßig auf eine geschlechtliche Generation (Gametophyt) eine ungeschlechtliche (Sporophyt) in ähnlicher Weise wie auch bei allen Bryophyten und Pteridophyten ein solcher Generationswechsel vorhanden ist.

#### Klasse I.

#### Bacteria, Bakterien oder Spaltpilze<sup>(2)</sup>.

Die Bakterien stellen sehr einfach gebaute, einzellige oder fadenförmige Organismen dar, welche des grünen Farbstoffes ermangeln und meist saprophytische oder parasitische Lebensweise führen. Sie sind in enormer Arten- und Individuenzahl über die ganze Erde, in der Atmosphäre, im Wasser, im Boden, ferner auf und in toten oder lebenden Pflanzen und Tieren verbreitet. Man bezeichnet sie auch als Spaltpilze oder Schizomycetes, weil die Vermehrung ihrer einzelligen Formen nur durch Zweiteilung oder Spaltung der Zellen sich vollzieht, eine Vermehrungsweise, die übrigens auch bei den anderen einzelligen Pflanzen vorkommt.

Die Zellen der Bakterien sind von einer dünnen Membran umgeben und enthalten ein meist farbloses Protoplasma, welches bei Plasmolyse sich von der Wand ganz oder teilweise zurückzieht, und im Innern des Wandbelegs einen einzigen Saft Raum oder auch mehrere Vakuolen umschließen kann. In den Protoplasten sind zwar körnige Gebilde in Ein- oder Mehrzahl, sog. Chromatinkörner, die sich durch Farbstoffe intensiv färben lassen, und von verschiedenen Autoren als Zellkerne gedeutet werden, beobachtet, indessen ist es bis jetzt nicht gelungen, unzweifelhafte Kernteilung (Karyokinese) an ihnen nachzuweisen, so daß das Vorhandensein von Kernen noch nicht sichergestellt ist.

Die Bakterien sind zum größten Teil außerordentlich winzige Organismen und es gehören zu ihnen überhaupt die kleinsten bekannten Lebewesen. So messen die kugeligen Zellen der kleinsten Arten im Durchmesser nur 0,0008 mm, die stäbchenförmigen Zellen des Tuberkelbacillus nur 0,0015 bis 0,004 mm Länge, der Querdurchmesser der meisten Arten etwa 0,001 mm.

Die einfachste Form der Spaltpilze wird durch winzige kugelförmige Zellen, Kokken, repräsentiert. Formen mit stäbchenförmigen Zellen werden als Bacterium oder als Bacillus bezeichnet, Stäbchen mit schwach schraubiger Krümmung heißen Vibrio, stärker gekrümmte Spirillum, gerade Zellfäden Leptothrix, schraubige Zellfäden Spirochaete. Die höchste Entwicklungsstufe der Spaltpilze stellen Zellfäden dar, welche eine unechte Verzweigung aufweisen. Die einzelligen Kokken, Stäbchen, Vibrionen können nach der Teilung in Zellketten vereinigt bleiben. Häufig kommt es vor,



daß die Zellmembranen gallertartig aufquellen und daß so die Zellen oder Zellketten in Gallerte eingebettet erscheinen. Ein solcher Zustand heißt Zoogloea.

Viele Bakterien sind durch Eigenbewegung ausgezeichnet, welche durch Schwingungen und Kontraktionen von feinen Plasmacilien vermittelt wird. Diese Geißeln sind nach A. FISCHER entweder peritrich über die Oberfläche verteilt (Heubacillus Fig. 254a, d; Typhusbacillus 252c; Tetanusbacillus 257e), oder sie entspringen von einem Punkte aus, entweder als Einzelgeißel, monotrich, oder als Geißelbüschel, lophotrich. Polare Einzelgeißel hat der Cholerabacillus (Fig. 252a), ein polares Geißelbüschel Spirillum undula (Fig. 252b, d), ein seitenständiges Geißelbüschel die Schwärmzellen von Cladothrix (Fig. 253). Die Geißelbüschel können sich zu zöpfchenartigen Gebilden zusammendrehen, sie werden niemals eingezogen, sondern gehen vor der Sporenbildung oder durch ungünstige Einflüsse, oft unter vorheriger Einrollung (Fig. 252e), zugrunde.

Die Vermehrung geschieht auf vegetativem Wege durch eine sehr ausgiebige Zweiteilung der Zellen, die Erhaltung der Art und die Verbreitung

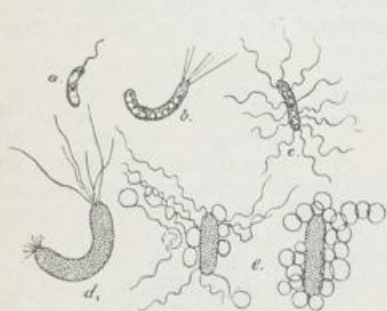


Fig. 252. Geißeltypen. a *Vibrio cholerae*, b, d *Spirillum undula*, d Entwicklung eines neuen Geißelbüschels bei der Teilung, c *Bacillus Typhi*, e *Bacillus subtilis*. Vergr. 2250. (Nach A. FISCHER.)

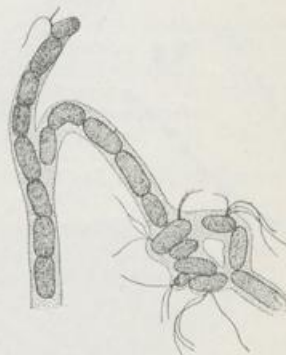


Fig. 253. *Cladothrix dichotoma*. Bildung der Schwärmstäbchen aus den Fadenzellen. Vergr. 1000. (Nach A. FISCHER.)

durch ungeschlechtliche Bildung von Dauersporen, welche als Endosporen (Fig. 254e; 256e, f) entstehen, wohl überall in der Weise, daß im Innern des Protoplasmas in der Mitte oder an einem Ende der Zelle die Spore von dem peripherischen, unverbrauchten Plasma sich abgrenzt und mit neuer Membran umgibt. Die Mutterzellmembran geht nach der Reife der Sporen durch Verquellen zugrunde. Sporen sind aber nicht bei allen Arten nachgewiesen.

Als Beispiel für den Entwicklungsgang einer Bakterie sei der Heubacillus, *Bacillus subtilis* (Fig. 254), gewählt, welcher sich in dem Extrakt, den man durch Kochen von Heu gewinnt, in der Regel einstellt. Die Sporen bleiben trotz des Kochens lebensfähig und keimen zunächst zu peritrich begeißelten schwärmenden Stäbchen, die sich teilen und auch in kurzen Ketten zusammenhaften. An der Oberfläche der Flüssigkeit gehen die schwärmenden Stäbchen über in ruhende geißellose, die sich zu langen geschlängelten Ketten weiterziehen. Die Zellketten legen sich zu einer sog. Kahnhaut, eine besondere Form von Zoogloeaabildung, zusammen. Nach Erschöpfung der Nährstoffe tritt dann die Sporenbildung ein.

Obwohl der Formenkreis der Bakterien ein sehr einfacher ist, weisen die einzelnen, morphologisch oft kaum zu unterscheidenden Arten eine ungemeine Mannigfaltigkeit in ihrem Stoffwechsel, in ihrer Lebensweise auf. Die meisten Bakterien haben Sauerstoff



zu ihrer Atmung nötig wie die übrigen Pflanzen, sind also aërob; manche können aber auch ohne Sauerstoff sich weiter entwickeln, während gewisse Arten, wie z. B. die Buttersäurebakterien, der Starrkrampfbacillus streng anaërob nur bei Abschluß von Sauerstoff gedeihen (vgl. S. 204).

Wir unterscheiden saprophytische und parasitische Arten, obwohl eine scharfe Trennung oft nicht möglich ist und die letzteren in Kulturen auf geeigneten Substraten auch die Lebensweise der ersteren führen können.

Zu den saprophytischen Bakterien gehören zunächst die wasserbewohnenden Formen, an deren Spitze die überall verbreitete, morphologisch am höchsten stehende *Cladothrix dichotoma* zu nennen ist. Ihre feinen, aus stäbchenförmigen Zellen bestehenden, unecht verzweigten, festsitzenden Fäden bilden schleimige Überzüge an Algen, Steinen, Holzwerk in unreinen Gewässern. Die Vermehrung geschieht durch cilien-tragende Schwärmzellen, die durch Teilung aus den Fadenzellen entstehen und durch Verquellen der Fadenscheide frei werden (Fig. 253). Nach dem Schwärmen setzen sich die Zellen fest und wachsen zu neuen Fäden heran.

Sehr häufig ist ferner der Brunnenfaden, *Crenothrix Kühniana*, aus unverzweigten festsitzenden, aber leicht zerbrechlichen Fäden bestehend. Er entwickelt sich oft in solchen Massen

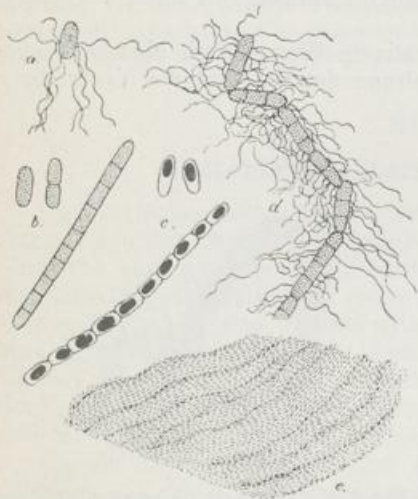


Fig. 254. *Bacillus subtilis*. a, d Bewegliches Stäbchen und Kette, b unbewegliche Stäbchen und Kette, c Sporen aus der Kahlhaut e. Vergr. a—d 1500, e 250. Aus A. FISCHER, Vorlesung über Bakterien.

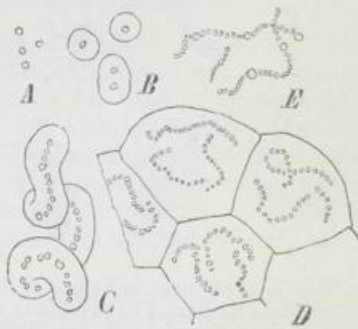


Fig. 255. *Leuconostoc mesenteroides*. A Zellen ohne Gallerthülle. B, C Bildung der Gallerthkörper. D Teil einer erwachsenen Zoogloea. E Rosenkranz-artige Fäden der Zoogloea. Vergr. 520. (Nach VAN TIEGHEM.)

in Wasserleitungen, daß die Röhren sich verstopfen und das Trinkwasser ungenießbar wird. Bei *Crenothrix* zerfallen die Fadenzellen in der Scheide durch Teilung in zahlreiche geißellose rundliche Zellen, welche die Vermehrung besorgen.

In Schwefelquellen und am Boden von Gewässern, wo durch Fäulnis organischer Stoffe Schwefelwasserstoff auftritt, siedeln sich die zahlreichen Schwefelbakterien an, unter denen die fadenförmige *Beggiatoa alba* am verbreitetsten ist. Die Schwefelbakterien oxydieren den Schwefelwasserstoff und speichern den abgeschiedenen Schwefel in Form von rundlichen Körnchen in ihren Zellen (vgl. S. 205).

Die in Wiesenstümpfen und Bächen häufige, fadenförmige *Leptothrix ochracea* oxydiert dagegen als sog. Eisenbakterie kohlensaures Eisenoxydul zu Eisenoxydhydrat, das in den Fadenscheiden aufgespeichert wird (vgl. S. 205).

Zu den saprophytischen Bakterien gehören ferner die zymogenen oder Gärungs-bakterien und die saprogenen oder Fäulnisbakterien. Erstere oxydieren oder vergären hauptsächlich Kohlehydrate, letztere dagegen spalten stickstoffhaltige tierische und pflanzliche Substanzen, Eiweiß, Fleisch usw. unter Abscheidung übelriechender Gase.

So verursacht *Leuconostoc mesenteroides* (Fig. 255) die Schleimgärung des Rüben-zuckers. Es bildet große Froschlaich ähnliche Schleimklumpen, indem die rosenkranz-



artigen Zellketten sich mit Gallerthüllen umgeben. Die *Essigbakterien* (Fig. 256 a, b, c) oxydieren den Alkohol zu Essigsäure. Die Vergärung von Milchzucker zu Milchsäure wird durch den Formenkreis des *Bacillus acidi lactici* (Fig. 256 d) bewirkt, die Bildung von Buttersäure aus verschiedenen Kohlehydraten bei Abschluß von Sauerstoff durch *Clostridium butyricum* (Fig. 256 e) u. a. bewirkt, während gewisse Sumpfbakterien (Fig. 256 f) bei Sauerstoffabschluß die Vergärung der Cellulose zu Methan besorgen. Der häufigste Fäulniserreger auf Fleisch, Eiweiß usw. ist *Bacillus vulgaris*.

Die photogenen Bakterien erzeugen in ihren Zellen eine Substanz, die bei Oxydation leuchtet (vgl. S. 207). *Bacterium phosphoreum* ist die verbreitetste, an Fleisch vorkommende und das Leuchten desselben bedingende Leuchtbakterie<sup>(79)</sup>.

Die parasitischen Bakterien leben entweder in Pflanzen oder in Tieren. Als Bakteriosen erkannte Pflanzenkrankheiten sind z. B. der Hyazinthenrotz, dessen Erreger *Pseudomonas Hyacinthi* ist, die durch *Bacillus phytophthorus* hervorgerufene Schwarzbeinigkeit der Kartoffel und die Krebsknoten des Ölbaums, die durch *Bacillus Oleae* verursacht werden<sup>(8)</sup>.

Von den zahlreichen pathogenen Bakterien, deren schädliche Einwirkung auf die Gewebe und das Blut des tierischen und menschlichen Körpers durch Abscheidung von giftigen Substanzen, Toxinen, bedingt ist, sind als wichtigste Erreger von Infektionskrankheiten folgende zu nennen:

*Staphylococcus pyogenes* (Fig. 257 a), regellose oder traubenförmige Haufen von runden Kokken bildend, ist der häufigste Eitererreger, ebenso der regelmäßig bei Wundrose oder Erysipel und anderen Eiterungen auftretende, in Ketten wachsende *Streptococcus pyogenes* (Fig. 257 b), während *Micrococcus* (*Diplococcus*) *Gonorrhoeae* (Fig. 257 c und 258 a), dessen semmelförmige Kokken paarweise nebeneinander liegen, den Tripper verursacht. Im Blut und den Organen milzbrandiger Tiere findet sich der durch R. KOCH bekannt gewordene *Bacillus Anthracis* (Fig. 257 d, 258 c), dessen relativ große Stäbchen auch in kurzen Ketten vorkommen und in Kulturen reichlich Endosporen ähnlich wie der Heubacillus bilden. Der im Erdboden verbreitete *Bacillus Tetani* (Fig. 257 e) ist der Erreger des Wundstarrkrampfes. Seine geraden, peritrich begeißelten Stäbchen wachsen nur in den Wunden selbst; sie bilden die Sporen in ihren keulig angeschwollenen Enden. *Bacillus influenzae* zeigt sehr zarte Kurzstäbchen, *Bacillus pestis* kleine plumpe unbewegliche Stäbchen.

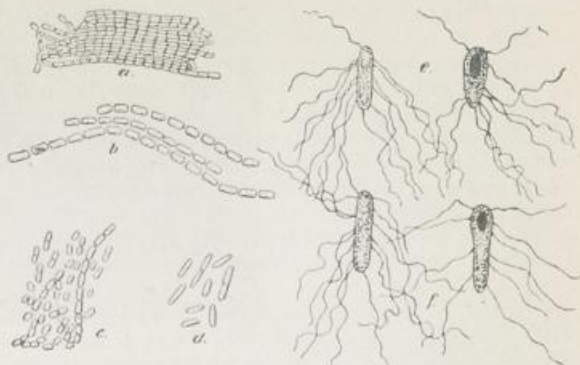


Fig. 256. Gärungsbakterien. a—c Essigbakterien, a *Bacillus aceti*, b *Bac. pasteurianus*, c *Bac. Kützingerianus*, d *Bac. acidi lactici*, Milchsäurebacillus, e *Clostridium butyricum*, Buttersäurebakterie, f *Plectridium paludosum*, Gärungsbakterie aus Sumpfwasser. Vergr. 1000. Aus A. FISCHER, Vorles. über Bakt.

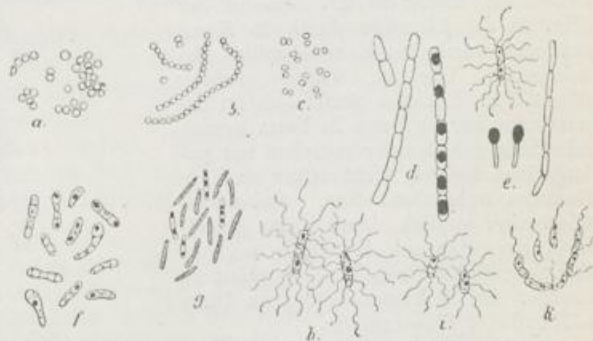


Fig. 257. Pathogene Bakterien. a Eiterkokken, b Erysipelkokken, c Tripperkokken, d Milzbrandbazillen, e Starrkrampfbazillen, f Diphtheriebazillen, g Tuberkelbazillen, h Typhusbazillen, i Kolonbazillen, k Cholerabazillen. Vergr. ca. 1500. Aus A. FISCHER, Vorles. über Bakt.



Der LÖFFLERSche *Bacillus Diphtheriae* (Fig. 257 f) besteht aus kleinen, zuweilen kolbig an den Enden verdickten Stäbchen, der KOCHSche *Bacillus tuberculosis* (Fig. 257 g,



Fig. 258. Färbungspräparate aus ZIEGLERS Lehrbuch der allgemeinen Pathologie. *a* Tripperkokken im Trippersekret, Schleim und Eiterkörperchen mit Kokken (Methylenblau-Eosin), Vergr. 700; *b* Tuberkelbazillen im Sputum eines Lungenkranken (Fuchsin-Methylenblau), Vergr. 400; *c* Milzbrandbazillen in Milzbrandpustel (Methylenblau-Vesuvium), Vergr. 350. Aus A. FISCHER, Vorles. über Bakterien.)

258 *b*), der sich in allen tuberkulösen Organen und Sekreten, im Sputum findet, ist ein schlankes, leicht gekrümmtes Stäbchen. Der Unterleibstypus wird durch die peritrich begeißelten Stäbchen des *Bacillus typhi* (Fig. 257 *h*) verursacht. Die größte Ähnlichkeit mit letzterem hat der meist unschädliche, stets im Darm des Menschen anwesende Kolonbacillus, *Bacillus coli* (Fig. 257 *i*). Ebenfalls durch R. KOCH entdeckt wurde der Kommabacillus der asiatischen Cholera, *Vibrio cholerae* (Fig. 257 *k*). Derselbe findet sich im Organismus nur im Darm in Form kurzer, schraubig gekrümmter Stäbchen mit polarer Einzelgeißel, nicht selten auch in längeren Schraubenketten. *Spirochaete Obermeieri* endlich, lange zarte geißellose, aber dennoch lebhaft bewegliche Schraubenfäden vorstellend, vegetiert als Erreger des Rekurrenzfiebers im Blute während der Fieberanfälle.



Fig. 259. Salpeterbakterien nach WINOGRADSKY. *a* Nitrosomonas europaea von Zürich, *b* Nitrosomonas javanensis von Java, *c* Nitrobakter aus Quito. Vergr. 1000. Aus FISCHER, Vorles. über Bakterien.

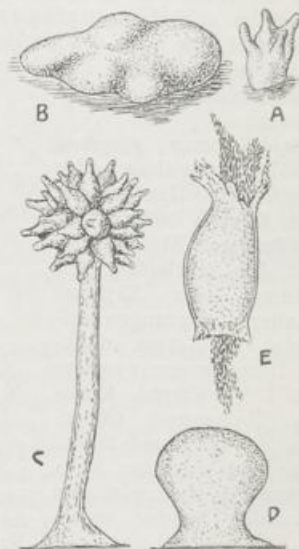


Fig. 260. *A* Myxococcus digitatus, hellroter Fruchtkörper auf Mist. Vergr. 120. *B* Polyangium primigenium, roter Fruchtkörper auf Kaninchenmist. Vergr. 40. *C* Chondromyces apiculatus, orange Fruchtkörper auf Antilopenmist, *D* Fruchtkörperanlage. Vergr. 45. *E* Einzelne Cyste in Keimung. Vergr. 200. (*A, B* nach QUEHL, *C—E* nach THAXTER.)



Außer diesen bösartigen Parasiten gibt es aber auch zahlreiche, mehr oder weniger harmlose, auf den Schleimhäuten, in der Mundhöhle (Fig. 4), im Darm lebende Arten, so z. B. die im Magen und Darm des Menschen auftretende *Sarcina ventriculi*, welche aus würfelförmigen Klumpen von Kokken besteht.

Sehr eigenartigen Stoffwechsel besitzen die unter dem Namen *Bacillus radicicola* (= *Rhizobium Leguminosarum*) zusammengefaßten Bakterien, welche in den Wurzelknöllchen der Leguminosen leben und wie auch gewisse Bodenbakterien (*Azotobacter chroococcum*) und Meeresbakterien den freien Stickstoff assimilieren (vgl. S. 194); ferner die im Boden und auch im Meere auftretenden denitrifizierenden Bakterien, welche in ihrem Stoffwechsel Nitrate und Nitrite unter Abscheidung von freiem Stickstoff zersetzen.

Außer den saprophytischen und parasitischen Formen gibt es aber auch gewisse Bakterien, welche, trotzdem sie kein Chlorophyll enthalten, ganz selbständige Ernährung aus anorganischen Verbindungen aufweisen. Es sind dies die im Boden lebenden Nitritbakterien (*Nitrosomonas*) und Nitratbakterien (*Nitrobacter*), von denen erstere Ammoniak zu salpetriger Säure und letztere die salpetrige Säure zu Salpetersäure oxydieren. Beide benutzen als Kohlenstoffquelle die Kohlensäure, kommen also gänzlich ohne organische Substanzen aus (Fig. 259, vgl. S. 183).

Eine höchst eigenartige Familie der Spaltpilze sind die zuerst durch THAXTER genauer bekannt gewordenen *Myxobacteriaceae* (4), welche fast sämtlich saprophytisch auf Mist von Tieren leben und in ihrem Verhalten äußerlich an die Schleimpilze (vgl. S. 285) erinnern. Im vegetativen Stadium stellen sie Schwärme von Bakterienstäbchen dar, die durch abgeschiedenen Schleim zusammengehalten werden, langsam kriechende Bewegungen ausführen und schließlich meist lebhaft gefärbte Fruchtkörper bilden, entweder scharf umgrenzte Sporenhäufchen, oder Cysten, die innerhalb einer festen Membran die zahlreichen Bakteriensporen enthalten. Die Cysten sind ungestielt, oder sie erheben sich einzeln oder in Gruppen auf einem Stiel, der ebenso wie die Cystenwandung aus verhärteter Schleimsubstanz besteht (Fig. 260).

## Klasse II.

### Cyanophyceae, Blaugrüne Algen oder Spaltalgen (5).

Die Cyanophyceen sind einfach organisierte, teils einzellige, teils fadenförmige, blaugrün gefärbte Thallophyten, deren Zellen oder Fäden häufig durch Gallerte, welche durch fortgesetzte Verquellung der Außenschichten der Membranen entsteht, zu Kolonien vereinigt erscheinen. In zahlreichen Arten über die ganze Erde verbreitet, bewohnen sie die Gewässer oder vegetieren auf feuchtem Schlamm Boden, an feuchten Felsen oder Baumrinden in gallertartigen oder feinfädigen Überzügen.

Der Protoplast einer jeden Zelle besitzt ein hohlzylindrisches oder hohlkugeliges peripherisches Chromatophor, welches außer Chlorophyll auch einen blaugrünen Farbstoff, das Phycocyan, nach welchem die Gruppe ihren Namen trägt, enthält und als Assimilationsprodukt Glukogen liefert. In der Mitte der Zelle liegt der farblose Zentralkörper, der einem Zellkern entspricht und in den vegetativen Zellen in einem Zustand fortgesetzter mitotischer Teilung sich befindet. Besondere Einschlüsse der Zellen sind die Cyanophyceinkörner, welche wohl die Rolle von Reservestoffen spielen und namentlich in der Nähe der Querwände oder innerhalb der Chromatophoren liegen, ferner die Schleimkugeln, welche in der nächsten Nachbarschaft des Kernes auftreten. In den Membranen ist Chitin nachgewiesen.

Die Vermehrung geschieht ausschließlich auf rein vegetativem Wege durch Zellteilung. Bei vielen Arten werden Sporen als Dauerzustände gebildet durch Vergrößerung und starke Wandverdickung einzelner Zellen (Fig. 263), in denen ruhende Kerne nachweisbar sind.

Wie die Bakterien als Spaltpilze, Schizomyceten, so werden die blaugrünen Algen als Spaltalgen, Schizophyceen, infolge ihrer Vermehrung durch Teilung oder Spaltung bezeichnet. Beide Gruppen werden vielfach zu einer Klasse der Spaltpflanzen, Schizophyta, vereinigt. In der Tat zeigen sie vieles Gemeinsame, indessen ist zu



bemerken, daß Geißeln und Endosporen der Bakterien den Spaltalgen fehlen. Einige durch Eigenbewegung ausgezeichnete Spaltalgen sollen zwar nach PHILIPPS Cilien besitzen, doch bedarf diese Angabe noch der Bestätigung.

Die einfachsten Cyanophyceen bestehen aus blaugrünen rundlichen Zellen, so die Arten der Gattung *Chroococcus*. Bei *Gloeocapsa* (Fig. 261), deren Arten meist in gallertigen Überzügen an feuchten Felsen und Mauern auftreten, bleiben die Zellen nach der Teilung durch geschichtete Gallerthüllen zu mehrzelligen Kolonien verbunden.

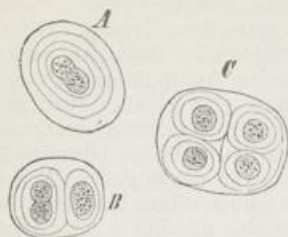


Fig. 261. *Gloeocapsa polydermatica*. A Beginn der Teilung. B Links kurz nach der Teilung. Vergr. 540.

Unter den fadenförmigen Arten sind die überall im Wasser oder auf Schlamm Boden häufigen *Oscillaria*-Arten die einfachsten, da sich hier die meist von einer dicken Scheide eingeschlossenen Fäden aus gleichartigen scheibenförmigen Zellen zusammensetzen (Fig. 262). Die Fäden zergliedern sich in kurze Fadenstücke, Hormogonien, die durch den Druck der Scheide nach außen gelangen und zu neuen Fäden heranwachsen.

Bei anderen fadenförmigen Cyanophyceen kommt es zur Ausbildung von besonderen Zellen, Grenzzellen oder Heterocysten, mit degeneriertem Zellinhalt, so z. B. bei den *Nostoc*-Arten (Fig. 263), deren rosenkranzförmige Fäden durch Gallerte, die durch Verquellen

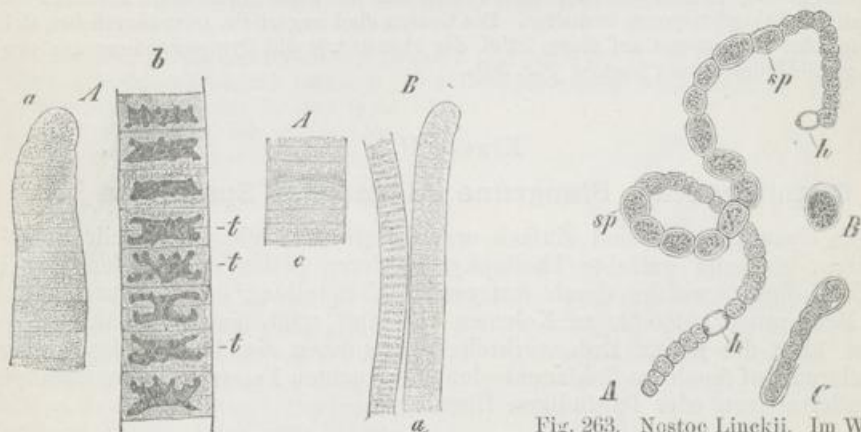


Fig. 262. A *Oscillaria princeps*. B *Oscillaria* Froelichii. a Fadenenden, b Stück aus dem inneren Teil des Fadens, t Zellen in Teilung. Nach Fixierung und Färbung. Vergr. von A 1080, von B 540.

Fig. 263. *Nostoc* Linckii. Im Wasser frei schwimmende Art. A Fadenstück mit zwei Heterocysten h und einer größeren Zahl von Sporen sp. B Isolierte Spore, die Keimung beginnend. C Junger Faden aus der Spore hervorgegangen. Vergr. 650. (Nach BORNET.)

der Membranschichten entsteht, in rundlichen oder unregelmäßigen Kolonien, auf feuchtem Boden oder in Wasser lebend, verbunden bleiben.

Manche Cyanophyceen beteiligen sich an der Zusammensetzung der aus Pilzen und Algen bestehenden Flechten. Einige Arten leben endophytisch in Gewebeshöhlungen anderer Pflanzen, so *Anabaena* in *Axolla*, *Nostoc*-Arten in gewissen *Lebermoosen*, in *Wasserrinsen* (*Lemna*), in den Wurzeln von *Cycas* und *Gunnera*.



## Klasse III.

Flagellata, Flagellaten<sup>(6, 7)</sup>.

Die Flagellaten bilden eine ungemein formenreiche Gruppe einzelliger, meist wasserbewohnender Organismen, welche pflanzliche und tierische Eigenschaften in sich vereinigen und als Ausgangsformen einerseits für niedere Thallophyten, andererseits für Protozoen betrachtet werden können.

Der kontraktile oder amöboid sich bewegende Protoplast dieser Organismen ist nach außen durch eine dichtere Plasmamembran abgegrenzt. Er besitzt eine oder mehrere Cilien (Geißeln, Flagellen) als Bewegungsorgane, einen Zellkern, pulsierende Vakuolen und bei vielen Vertretern wohlausgebildete grüne, gelbe oder gelbbraune Chromatophoren. Andere Formen sind farblos und ernähren sich saprophytisch; manche können auch feste Nahrungspartikelchen in ihren Körper aufnehmen.

Die meisten Vertreter leben als nackte freie Zellen, andere in mehr oder weniger komplizierten, durch Gallerte zusammengehaltenen Zellkolonien oder sie bilden eigenartige, absteigende, gestielte oder ungestielte, festere Hüllen.

Die Vermehrung geschieht auf rein vegetativem Wege durch Teilung der Zellen meist der Länge nach. Bei vielen Arten werden dickwandige Dauerzellen oder Cysten als Ruhestadien erzeugt. Sexuelle Fortpflanzung fehlt.

Als Beispiel sei *Euglena* (Fig. 364) genannt, deren Arten in Gewässern, die durch organische Substanzen verunreinigt sind, oft massenhaft auftreten. Die Englenen können durch Wechsel der Ernährungsbedingungen in farblose Formen mit reduzierten Chromatophoren übergeführt werden<sup>(8)</sup>.

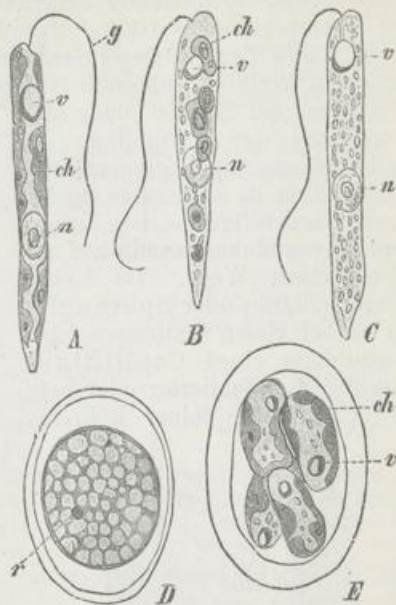


Fig. 264. *Euglena gracilis*. A Form mit grünen Chromatophoren *ch*, *n* Zellkern, *v* Vakuole und roter Augenfleck, *g* Geißel. B Halbsaprophytische Form mit kleinen grünen Chromatophoren. C Farblose saprophytische Form, bei Lichtabschluß in Nährlösung erzogen. D Dauercyste der Form C, *r* roter Augenfleck. E Keimung der Dauercyste der Form A in vier später austretende Tochterzellen. A, C Vergr. 630, B 650, D, E 1000. (Nach ZUMSTEIN.)

## Klasse IV.

Myxomycetes, Schleimpilze<sup>(9)</sup>.

Die Schleimpilze bilden eine selbständige Gruppe von niederen Thallophyten; sie nehmen ebenfalls eine Mittelstellung zwischen Pflanzen und Tieren ein und wurden daher auch als *Mycetozoa* oder *Pilxtiere* bezeichnet. Sie sind in zahlreichen Arten über die ganze Erde verbreitet. Im vegetativen Zustande bestehen die Schleimpilze aus nackten, saprophytisch sich ernährenden Protoplasmanmassen, den Plasmodien, welche zahlreiche kleine Zellkerne enthalten, des Chlorophylls vollständig ermangeln und als Reservestoff keine Stärke, sondern Glukogen führen. Die Plasmodien (S. 47) finden



sich mit Vorliebe auf dem Boden der Wälder, auf abgefallenen Blättern, auf und in faulendem Holz. Sie kriechen unter Formänderung im Substrat umher, indem sie Pseudopodien oder Fortsätze an ihrer Peripherie aussenden, die wieder miteinander verschmelzen können. Zur Sporenbildung wandert das Plasmodium aus dem Substrat hervor, kommt zur Ruhe und wandelt sich je nach den Gattungen in einen einzigen oder in zahlreiche, dicht nebeneinander stehende Fruchtkörper um. Jeder Fruchtkörper bildet an der Peripherie eine Hülle, Peridium; sein-vielkerniges Protoplasma teilt sich durch Zerklüftung in zahlreiche kleine, mit Membran umkleidete und je einen Zellkern führende Sporen, entweder erst nach Abschluß der Kernteilungen (bei *Trichia*), oder aber noch während der Kernteilung zunächst in mehrkernige Segmente, die dann schließlich in einkernige Sporen sich weiter zerklüften (so bei *Fuligo*). Die Sporen entstehen somit auf ungeschlechtlichem Wege. Im Innern der Sporenbehälter oder Sporangien kommt es bei vielen Gattungen auch zur Ausbildung eines Capillitiums (Fig. 266 B), d. h. isolierter oder netzförmig verbundener feiner Röhren

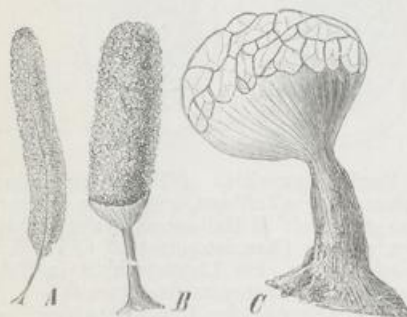


Fig. 265. Reife geöffnete Fruchtkörper nach Entleerung der Sporen. A Von *Stemonitis fusca*. Vergr. 10. B Von *Arcyria punicea*. Vergr. 12. C Von *Cribraria rufa*. Vergr. 32.



Fig. 266. *Trichia varia*. A Geschlossenes und geöffnetes Sporangium. Vergr. 6. B Capillitiumfaser. Vergr. 240. C Sporen. Vergr. 240.

oder Fasern, die neben den Sporen aus dem Plasma entstehen. Bei der Fruchtreife bricht das Peridium des Sporangiums auf, das Capillitium streckt sich hervor (Fig. 265 B) und die Sporen werden durch dessen hygroskopische Bewegungen und durch den Wind ausgestäubt. Die Gattung *Ceratiomyxa* verhält sich insofern einfacher, als die Fruchtkörper hier nicht mit einer Hülle bedeckt sind, sondern ihre Sporen frei auf kleinen Stielchen sitzend erzeugt werden. Sexuelle Fortpflanzung fehlt den Schleimpilzen vollständig.

Die Entwicklung der Plasmodien aus den Sporen sei an dem Beispiel von *Chondrioderma difforme* erläutert, einem sehr häufigen, auf faulenden Blättern, Mist usw. lebenden Schleimpilz. Die Sporen (Fig. 59a) können in einem Dekokt von Kohlblättern oder anderen Pflanzenteilen zur Keimung gebracht werden. Der aus der Sporenhaut austretende Protoplast erzeugt an seinem vorderen Ende eine lange Cilie oder Geißel als Bewegungsorgan und wird so zu einer Flagellaten ähnlichen Schwärmspore (Fig. 59e—g), welche einen deutlichen Zellkern am vorderen Ende, am hinteren Ende eine pulsierende



Vakuole erkennen läßt und im Wasser umher schwimmt. Nach einiger Zeit wird die Cilie eingezogen und die Schwärmspore geht in den Zustand der Myxamöbe (Fig. 59*ik*) über. Die Amöben können sich durch Teilung vermehren. Unter ungünstigen Entwicklungsbedingungen umgeben sie sich mit Membran und bilden Ruhezustände, sog. Mikrocyten, welche unter günstigen Bedingungen wieder Schwärmsporen austreten lassen. Die Myxamöben treten nach einiger Zeit zu mehreren dicht zusammen (Fig. 59*l*) und verschmelzen so zu kleinen Plasmodien (Fig. 59*m*), diese zu größeren (Fig. 59*n*), wobei aber die Kerne nicht miteinander kopulieren. Amöben und Plasmodien ernähren sich aus aufgenommenen Nahrungskörperchen und zeigen lebhaftes Plasmaströmungen. Nach einigen Tagen wandelt sich das Plasmodium in die kleinen weißen Fruchtkörper um, deren doppelte Wandung aus einem äußeren kalkhaltigen, brüchigen Peridium und einer inneren dünnen Haut besteht und außer den zahlreichen Sporen ein schwach entwickeltes Capillitium umschließt.

In ähnlicher Weise verläuft auch die Entwicklung der übrigen Schleimpilze. Die stattlichsten Plasmodien, oft von über einen Fuß Durchmesser von lebhaft gelber Farbe und rahmartiger Beschaffenheit, bildet *Fuligo varians* (*Aethalium septicum*), die als sog. Lohblüte im Sommer auf feuchter Gerberlohe sehr verbreitet ist. Auf trockenem Substrat können die Plasmodien dieses Schleimpilzes zu kugeligen oder strangartigen Dauerzuständen, sog. Sklerotien sich umwandeln, um bei Zutritt von Feuchtigkeit aus diesen wieder in Plasmodienform auszutreten. Schließlich wird das ganze Plasmodium zu einem weißlichen, gelblichen oder braunen, kuchenförmigen, trockenen Fruchtkörper, welcher eine stark kalkhaltige Hülle besitzt, im Innern durch zahlreiche Wandungen gefächert ist, von einem fädigen Capillitium mit unregelmäßigen, Kalkkörnchen enthaltenden Blasen durchzogen wird und zahlreiche violett-schwarze Sporen umschließt. Dieses sog. Aethalium ist somit ein aus zahlreichen verschmolzenen Einzelsporangien zusammengesetzter Fruchtkörper, während bei den meisten übrigen Schleimpilzen die Sporangien getrennt ausgebildet werden. In ihren Schwärmsporen und Myxamöben weisen die Myxomyceten auf flagellatenartige Organismen als ihre Ausgangsformen hin.

Bau und Beschaffenheit der Sporangien geben die Merkmale zur Unterscheidung der einzelnen Formen ab. Die meist braunen oder ockergelben Sporangien sind kugelig, oval oder auch zylindrisch, gestielt (Fig. 265, 267) oder ungestielt (Fig. 266). Gewöhnlich öffnen sie sich durch Absprengung oder Zerfall des oberen Teiles der Wandung, während der untere als Becher zurückbleibt (Fig. 265*B*, Fig. 266*A*); bei *Cribraria* (Fig. 265*C*), deren Fruchtkörper kein Capillitium enthält, wird der obere Teil gitterartig durchbrochen, bei *Stemonitis* (Fig. 265*A*) hingegen zerfällt das ganze Peridium und das stehen bleibende Capillitium entspringt einer Columella, der Fortsetzung des Stiels.

Zu den wenigen parasitären Myxomyceten gehört die *Plasmodiophora Brassicae*<sup>(10)</sup>, welche die sog. Kohlhernie an Brassica-Arten, knollenartige Verdickungen am Strunk und an den Nebenwurzeln der befallenen Kohlpflanzen verursacht. Ihre mehrkernigen Myxamöben leben in größerer Anzahl in den Zellen dieser Wucherungen und zwar in den Vakuolen des lebendigen Plasmas derselben, verschmelzen unter Aufzehrung des Inhalts der Wirtszellen zu Plasmodien, die schließlich, nach wiederholten Kernteilungen, die zahlreichen behäuteten Sporen liefern. Nach PROWAZEK zerfällt das Plasmodium zunächst in einkernige Zellen, die dann paarweise miteinander zu Sporen kopulieren, wobei die Kerne vor der Verschmelzung noch Reduktionsteilungen erleiden. Die Sporen werden bei der Verwesung der Pflanzen frei und keimen wie bei Chondriodermis, die Myxamöben dringen wieder in die Wurzeln junger Pflanzen ein. Eine Peridiumbildung findet also nicht statt, so daß der Pilz einen einfacher organisierten oder infolge der parasitären Lebensweise in der Sporangienbildung reduzierten Schleimpilz vorstellt.



Fig. 267. *Leocarpus fragilis*.  
Gesellige Einzelsporangien  
auf Moos. Nat. Gr.



## Klasse V.

Peridineae<sup>(6, 11)</sup>.

Die Peridineen oder Dinoflagellata schließen sich an gewisse Flagellaten (Cryptomonadinae) als selbständig weiter entwickelte Gruppe an. Sie leben als einzellige, frei-

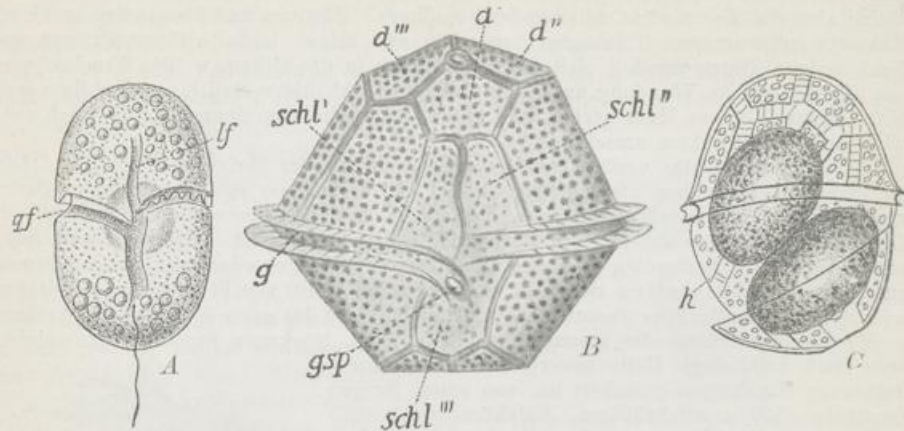


Fig. 268. A *Gymnodinium rhomboides*, lf Längsfurche, gf Quersfurche. B *Goniodoma acuminatum*, Geißeln nicht gezeichnet, aus der Geißelspalte *gsp* entspringend, Membranplatten: *schl* Schloßtafeln, *d* Deckeltafeln, *g* Gürtel. C *Peridinium tabulatum*, *h* Hülle. (A, B nach SCHÜTT, C nach KLEBS aus OLTMANN'S, Algen.)

schwimmende Organismen, teils im Süßwasser, überwiegend aber im Meere, wo sie zusammen mit Diatomeen einen wichtigen Bestandteil des Plankton abgeben. Ihre Zellen

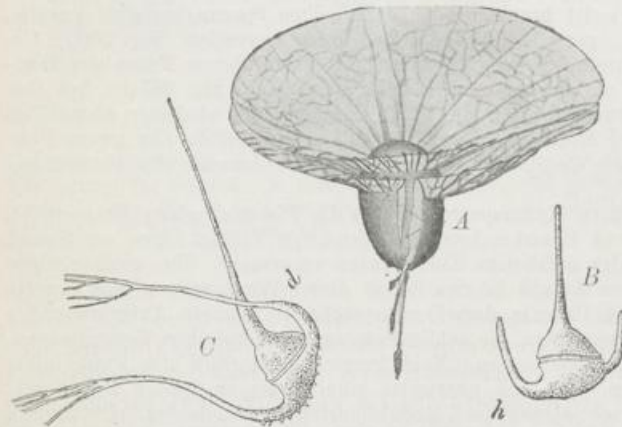


Fig. 269. Planktonperidineen. A *Ornithocercus splendidus*. Vergr. 150. B, C *Ceratium*-Arten. Vergr. 125. (Nach SCHÜTT.)

Als Assimilationsprodukt tritt meistens Öl auf. Während bei den Gymnodinieen (Fig. 268 A) die Zellen völlig nackt oder von einer gleichmäßigen Cellulosehülle eingeschlossen sind, ist dagegen bei den typischen Peridineen die Cellulosewand aus polygonalen und meist zierlich gezeichneten, von Poren durchsetzten Platten zusammengesetzt; die Quersfurche wird von einer gürtelförmigen Platte eingenommen (Fig. 268 B).

sind ausgezeichnet durch den Besitz von 2 langen Cilien, welche in der Mitte der Bauchseite in einer Längsfurche entspringen; die eine Cilie ist nach hinten gestreckt, die andere dagegen legt sich wellig gebogen in eine den Körper umziehende Quersfurche (Fig. 268 A). Der Protoplast führt einen Zellkern, Vakuolen verschiedener Art und zahlreiche gelbbraune Chromatophoren, welche mehrere besondere Farbstoffe (braun-rotes Phycopyrrin, rotes Peridin, gelbgrünes Chlorophyllin) in Mischungen enthalten.

bild  
(Fig

For  
For  
lebe  
die  
Am

Bei  
neu  
wan  
tret  
ZED

ein  
den  
Sie  
den  
gro  
we  
pfl  
ein  
lat  
we  
sp  
Ve  
bei  
kei  
gan  
bez  
ver  
der  
ba

we  
fac  
Zel  
ers  
pas  
die  
hol

Ko  
ein  
syn  
en  
pla  
ge



Bei vielen Planktonperidineen zeichnen sich die Platten durch besondere Flügelbildungen (Fig. 269 A) aus oder die Zellen besitzen lange hornförmige Fortsätze (Fig. 269 B, C), Einrichtungen, die das Schweben und Steuern im Wasser vermitteln<sup>(12)</sup>.

Unter den Peridineen gibt es auch farblos gewordene, somit saprophytisch lebende Formen, deren Chromatophoren noch als Leukoplasten nachweisbar sind. Bei einigen Formen ist sogar tierische Lebensweise nachgewiesen, so bei dem im Süßwasser lebenden *Gymnodinium hyalinum*, dessen Protoplast zum Zwecke der Nahrungsaufnahme die Geißeln verliert und zu einer kleinen Algenzelle aufnehmenden und verdauenden Amöbe wird<sup>(13)</sup>.

Die Vermehrung geschieht durch Teilung. Ferner kommt Schwärmerbildung vor. Bei letzterer verläßt der Protoplast die alte Membran und bildet nach kurzer Zeit eine neue oder er teilt sich in mehrere austretende Schwärmerzellen (Fig. 268 C). Auch dickwandige Dauerzellen, Cysten, treten auf. Sexuelle Fortpflanzung, Kopulation der austretenden Protoplasten zweier gleicher Zellen zu einer Zygote wurde neuerdings von ZEDERBAUER bei *Ceratium* beobachtet<sup>(14)</sup>.

## Klasse VI.

### Conjugatae, Konjugaten<sup>(6, 15)</sup>.

Die Konjugaten bilden eine formenreiche Gruppe von freizelligen oder einfach fadenförmigen, im Süßwasser lebenden grünen Algen, die sich von den Chlorophyceen scharf unterscheiden. Sie zeigen die nächste Verwandtschaft zu den Diatomeen, mit denen sie zu einer großen Gruppe der *Zygophyceen* vereinigt werden, weil sie in ihrer sexuellen Fortpflanzung mit denselben wesentlich übereinstimmen. Letztere besteht in der Kopulation oder Konjugation zweier gleichwertiger Gameten zu einer Zygospore oder Zygote. Ungeschlechtliche Vermehrung durch Schwärmsporen fehlt beiden Klassen, und da auch die Gameten keine Cilien aufweisen, werden diese Organismen auch als *Acontae*, Geißellose, bezeichnet. Die Zellen der Konjugaten vermehren sich durch Teilung, sind einkernig und haben im Gegensatz zu den Diatomeen eine kieselsäurefreie Membran sowie große kompliziert gebaute grüne Chloroplasten.

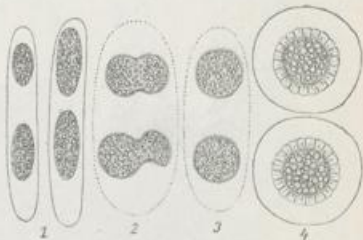


Fig. 270. *Spirotaenia condensata*. 1 Kopulierende Zellen in je 2 Tochterzellen geteilt. 2, 3 Kopulation. 4 Fertige Zygoten. (Nach ARCHER, aus ÖLTMANN'S, Algen.)

1. Die *Mesotaeniaceae* umfassen als einfachste einzellige Konjugaten nur wenige Gattungen und unterscheiden sich von der folgenden Ordnung durch die einfache, nicht aus zwei Hälften bestehende Membran der kurzzyklindrisch gestalteten Zellen. Die Kopulation zeigt Verschiedenheiten. Bei *Spirotaenia* (Fig. 270) teilen sich erst die Protoplasten der beiden kopulierenden Zellen in zwei Tochterzellen, die dann paarweise zu Zygoten verschmelzen, bei *Mesotaenium* und *Cylindrocystis* aber kopulieren die ganzen Protoplasten, ohne daß Zellteilung vorhergeht. Solche Unterschiede wiederholen sich auch bei Diatomeen.

Bei der Keimung teilt sich die Zygote in vier austretende Keimlinge.

2. Die *Desmidiaceen* sind ebenfalls einzellige oder in Zellketten erscheinende Konjugaten; sie gehören zu den zierlichsten Algen und weisen ebenso wie die Diatomeen eine ungemeine Mannigfaltigkeit der Gestalt auf. Ihre Zellen bestehen aus zwei symmetrischen Hälften, die meist durch eine Einschnürung begrenzt sind. Jede Hälfte enthält einen großen strahligen, oder aus mehreren Platten zusammengesetzten Chloroplasten mit einigen Pyrenoiden oder Stärkeherden; in der Mitte der Zelle ist der Kern gelegen. Die Gesamtform ist sehr verschieden, bald abgerundet eckig (z. B. *Cosmarium*,



Fig. 271 A, B), bald sternförmig (*Micrasterias*, Fig. 271 D). Häufig ist die Membran, die wie bei den Diatomeen aus zwei Hälften besteht, mit stachel- oder warzenartigen Prominenzen versehen und öfters von Poren durchsetzt. Einige Gattungen weisen keine Einschnürung zwischen den beiden Hälften der Zelle auf, so z. B. *Closterium moniliferum* (Fig. 272 F), dessen zwei Chromatophoren aus je sechs miteinander in der Längsachse verbundenen Platten bestehen und an dessen Zellenden je eine Vakuole mit winzigen, in Bewegung befindlichen Gipskristallen vorhanden ist. Manche Desmidiaceen

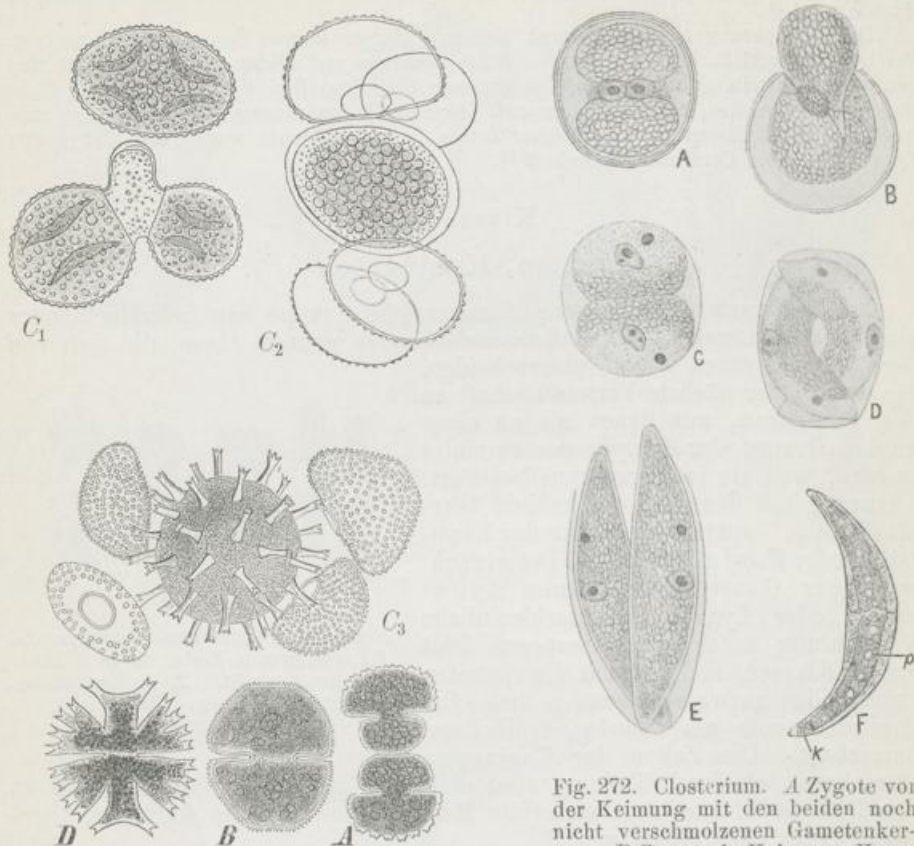


Fig. 271. A *Cosmarium coelatum* in Teilung. B, C *Cosmarium Botrytis*. C<sub>1</sub> 2 gekreuzt stehende Zellen im Beginn der Kopulation, die untere Zelle zeigt den Kopulationskanal. C<sub>2</sub> Gameten zur jungen Zygote verschmolzen. C<sub>3</sub> Fertige Zygote. D *Micrasterias Crux melitensis*. (Nach RALFS, C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> nach DE BARY.)

Fig. 272. *Closterium*. A Zygote vor der Keimung mit den beiden noch nicht verschmolzenen Gametenkernen. B Zygote in Keimung, Kerne zu einem vereinigt. C Teilung in 2 Zellen mit je 1 Großkern und 1 Kleinkern. D Weiterentwicklung der Keimlinge. E Heraustreten derselben aus der Membran. F Fertiges Stadium von *Closterium moniliferum*. (A—E nach KLEBAHN.)

vollziehen heliotaktische Bewegungen, sie stoßen an ihren Enden durch Poren der Membran Schleimfäden aus, mittels deren sie sich fortschieben und in die Richtung des einfallenden Lichtstrahles stellen können.

Die Vermehrung geschieht durch Teilung, die durch eine in der Mitte der Zelle, in der Einschnürung, auftretende Querwand nach der Kernteilung vollzogen wird. Die Tochterzellen bilden sodann neue Zellhälften aus, indem sie sich nach der Teilungsfläche zu ausstülpfen (Fig. 271 A).

Zur Kopulation legen sich zwei Zellen nebeneinander, umgeben sich mit Gallerte, die Zellwand bricht in der Einschnürung auf, die Protoplasten treten in die sich vor-



wölbenden bald verschleimenden Kopulationskanäle und vereinigen sich zur Zygospore, deren Wandung häufig durch Stachelbildungen ausgezeichnet ist (Fig. 271 C). Neben oder an den reifen Sporen liegen die vier leeren Membranhälften. Bei einigen Desmidiaceen werden die kopulierenden Zellen erst in je zwei Tochterzellen geteilt, welche dann paarweise sich vereinigen.

Die in die Zygoten eingetretenen beiden Gametenkerne verschmelzen erst bei beginnender Keimung zu einem einzigen, der sich darauf nacheinander in vier Kerne, zwei große und zwei kleine teilt. Es werden aber nur zwei Keimzellen gebildet, von denen jede zwei ungleich große Kerne mitbekommt, deren kleinerer später schwindet. Die zweizellige Keimung erscheint so als Reduktion der vierzelligen der Mesotaenien.

3. Unter den fadenförmigen Konjugaten, den *Zygnemaceen*, ist am bekanntesten die Gattung *Spirogyra*, deren zahlreiche Arten als frei schwimmende fädige grüne Watten in ruhigen Gewässern häufig auftreten. Die aus längeren oder kürzeren Zellen bestehenden Fäden wachsen in die Länge durch Teilung und Streckung aller Zellen. Jede Zelle führt einen Kern und ein oder mehrere wandständige, bandförmige spiralförmige Chloroplasten (Fig. 273 C). Bei der Gattung *Zygnema* sind zwei sternförmige Chloroplasten vorhanden.

Wenn *Spirogyra* sich zur Konjugation anschickt, so treiben die Zellen zweier nebeneinander liegenden Fäden je eine Hervorstülpung nach dem anderen Faden zu, derart, daß die Fortsätze je zweier Zellen aufeinander stoßen (Fig. 273 A). Die Querwand des so entstehenden Kanals wird alsdann resorbiert und der Inhalt einer Zelle wandert in die gegenüberliegende Zelle hinüber, Plasma und Kerne verschmelzen miteinander, während dagegen die Chlorophyllbänder nicht in Vereinigung treten, sondern in der ruhenden Zelle erhalten bleiben, in der übertretenden aber desorganisiert werden. So entsteht eine sich abrundende, mit dicker Membran umkleidete, dicht mit Fett und rotbraunen Schleimkugeln angefüllte Zygospore. Diese Art der Konjugation bezeichnet man als leiterförmige (Fig. 273 A), sie ist den meisten Arten eigentümlich, während bei anderen Arten sog. seitliche Konjugation eintritt, indem an ein und demselben Faden je zwei aufeinander folgende Zellen durch Austreiben von Fortsätzen in der Nähe der sie trennenden Querwand in Verbindung treten (Fig. 273 B). Auch gibt es Gattungen, bei welchen die Zygote mitten in den Kopulationskanal gelagert wird.

Die Zygoten liefern nur einen Keimling, ihr Inhalt wächst zu einer schlauchförmigen Zelle aus, die durch Teilung den Faden bildet. Nach CHMIELEWSKY teilt sich auch bei *Spirogyra* der Zygotenkern amitotisch zunächst in vier Kerne, von denen zwei zu Grunde gehen, die beiden übrigen aber wieder verschmelzen und so den Kern des Keimlings liefern<sup>(16)</sup>.

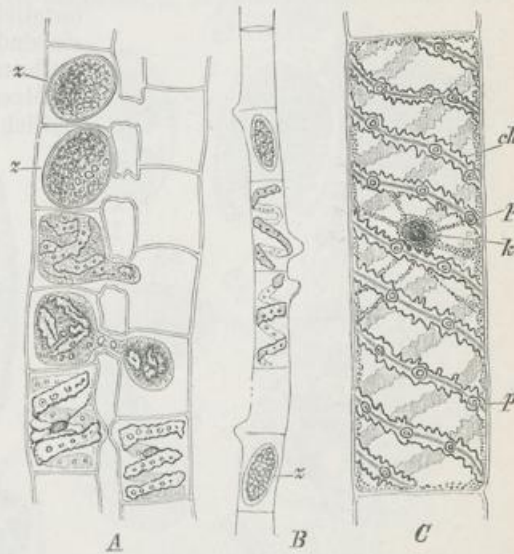


Fig. 273. A Kopulation von *Spirogyra quinina*, z Zygosporen. Vergr. 240. B Desgleichen von *Sp. longata*. Vergr. 150. C Zelle von *Sp. jugalis*, k Kern, ch Chromatophor, p Pyrenoide oder Amylumherde. Vergr. 256.



## Klasse VII.

Diatomeae, Kieselalgen<sup>(6, 17)</sup>.

Die Diatomeen (Bacillariaceae) stellen eine ungemein reichhaltige Klasse von einzelligen Algen vor, welche teils im süßen Wasser, teils im Meere, teils auf nassem Boden vegetieren und meist in großer Individuenzahl gesellig auftreten.

Die Zellen leben entweder einzeln oder in Kolonien, entweder frei schwimmend oder auf dünnen, aus Poren ausgeschiedenen Gallertstielchen fest sitzend (Fig. 274). Bei anderen Formen bleiben die Zellen in Bändern oder Zickzackketten durch kurze Gallertstiele oder Polster vereinigt oder sie sind in festsitzende schlauchförmige Gallertröhren eingeschlossen; bei der im Meere lebenden Gattung *Schizonema* endlich sind die zahlreichen Zellen



Fig. 274. *Licmophora flabellata*.  
Diatomeen-Kolonie mit verzweigten  
Gallertstielen. (Nach SMITH, aus  
GÖBEL, Organographie.)

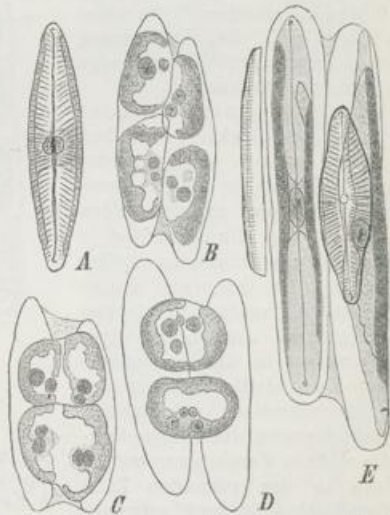


Fig. 275. Auxosporenbildung von *Navicula viridula*. A Zelle von der Schaleseite. B Zwei Zellen nebeneinander liegend, ihr Inhalt in je zwei Tochterzellen mit zwei Kernen geteilt. C, D Paarweise Kopulation der Tochterzellen zu zwei anfangs vierkernigen Auxosporen. E Die beiden herangewachsenen Auxosporen. Von den vier Kernen einer jeden sind die zwei größeren zu einem verschmolzen, die beiden kleineren aufgelöst.  
Vergr. 500. (Nach KARSTEN.)

eingebettet in ein oft über 1 dm großes Gallertlager von zierlicher büschelig verzweigter Form. Die äußere Gestalt der Zellen ist höchst mannigfaltig, kreisrund, elliptisch, stabförmig, keilförmig, gerade oder gebogen, oft regelmäßig bilateral symmetrisch. In hohem Maße charakteristisch ist die Beschaffenheit der Zellwand, die aus zwei Schalen besteht, von denen die eine wie der Deckel einer Schachtel über die andere übergreift (Fig. 3B). Die Zelle bietet daher zwei verschiedene Ansichten dar, je nachdem man



sie von der Schalenseite (Fig. 3 A) oder von der Gürtelseite (Fig. 3 B) betrachtet. Beide Schalenhälften enthalten meist viel Kieselsäure, die beim Glühen der Zelle auf einem Glimmerplättchen als Skelett zurückbleibt und dabei die äußere Form und Skulptur der Membran vollkommen beibehält. Häufig ist die Membran, besonders auf den Schalenseiten in zierlicher Weise mit feinen Querrippen, Leisten, Warzen oder Gruben besetzt und vielfach auch von offenen Porenkanälen durchsetzt, welche der Gallertausscheidung dienen und vielleicht auch bei der Ortsbewegung der Zelle eine Rolle spielen.

Nach dem Bau der Schalen sind zwei Hauptgruppen von Diatomeen zu unterscheiden, nämlich die Centricae (Fig. 277) mit zentrisch gebauter, meist kreisrunder und radial oder konzentrisch skulpturierter Schalenseite, und die Pennatae mit meist gestreckter und niedrig skulpturierter Schalenseite. Bei manchen Pennaten (Fig. 3) verläuft über die Schalenseite eine von zwei Endknoten ausgehende und in der Mitte zu einem Mittelknoten anschwellende Längsleiste oder Raphe, in welcher schraubig verlaufende Längsspalten die Zellwand durchsetzen. Die Formen mit Raphe zeichnen sich durch eine eigentümliche rückweise gleitende Fortbewegung aus, deren Zustandekommen auf das in den Spalten befindliche strömende Plasma zurückgeführt wird. (Vgl. S. 225.)

Was den Zellinhalt anbelangt, so befindet sich in der Mitte stets ein deutlicher Zellkern (Fig. 3) und in dem wandständigen Plasma entweder ein oder zwei bis vier (Fig. 275) große, flache, oft gelappte oder auch zahlreiche (Fig. 277) kleinere Chromatophoren von braungelber Farbe (S. 53). Im Zellplasma finden sich gewöhnlich einige Tropfen von fettem Öl, das an Stelle von Stärke als Assimilationsprodukt auftritt.

Die Diatomeen vermehren sich auf vegetative Weise durch Längsteilung, die sich immer nur nach einer Richtung hin vollzieht. Die beiden Schalen werden dabei durch den sich vergrößernden Plasmakörper an den Gürtelbändern auseinander geschoben; jede der beiden Tochterzellen erzeugt je eine neue Schale, welche unter die von der Mutterzelle übernommene Schale mit ihren Rändern eingreift, und alsdann trennen sich die Tochterzellen voneinander. Die beiden Schalen einer Zelle sind somit ungleichalterig. Diese Art der Membranbildung hat, da die verkieselten Wände nicht wachstumsfähig sind, zur Folge, daß die Tochterzellen successive kleiner werden und dies geht so fort bis zur Erreichung eines gewissen Minimums der Zellgröße. Als dann tritt in der Regel die Bildung von sog. Auxosporen ein, die gewöhnlich zwei- bis dreimal größer sind als die Zellen, aus denen sie hervorgegangen, und die bei ihrer Weiterentwicklung somit die Anfangsgröße der Zellen wieder herstellen.

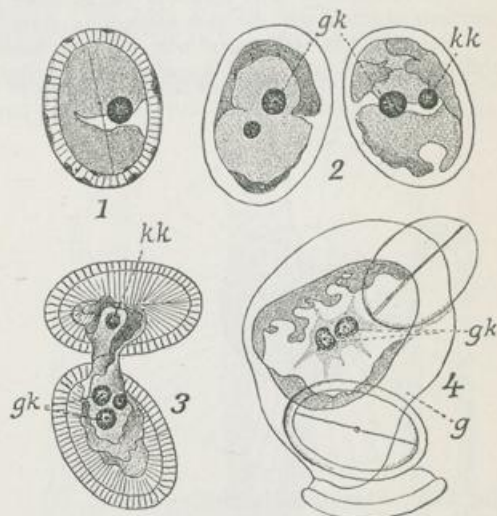


Fig. 276. *Cocconeis Placentula*. 1 Vegetative Einzelzelle, 2 Zellenpaar vor der Kopulation, 3 und 4 in Kopulation. *gk* Großkern, *kk* Kleinkern, *g* Gallerte. (Nach KARSTEN, aus OLT-MANN'S, Algen.)



Die Bildung der Auxosporen, die den Zygosporien der Konjugaten entsprechen, vollzieht sich in mannigfaltiger Weise. Wir gehen aus von dem an *Spirotaenia* erinnernden Verhalten von *Navicula* (Fig. 275), *Pleurosigma* u. a.; zwei Zellen legen sich nebeneinander, ihr Inhalt teilt sich in je 2 Tochterzellen, die aus den Schalen heraustreten und paarweise kopulieren. Jeder Gamet erhält durch Teilung seines Kerns zwei ungleich große Kerne. In den Auxosporen verschmelzen die beiden Großkerne, die beiden Kleinkerne gehen zugrunde.

Bei *Surirella* und *Cocconeis* (Fig. 276) teilen sich die kopulierenden Zellen nicht in zwei Tochterzellen, sondern verschmelzen direkt miteinander, aber die Zellkerne erfahren noch Teilungen, und zwar teilt sich bei ersterer Gattung der Kern einer jeden Zelle zweimal, so daß ein großer Sexualkern und drei Kleinkerne entstehen, bei letzterer Gattung aber nur einmal in einen Großkern und einen Kleinkern. Die Großkerne verschmelzen, die Kleinkerne degenerieren.

Bei *Achnanthes* teilt sich der Inhalt einer Zelle in zwei austretende Tochterzellen, jede mit einem Kern, die sich sodann zu einer Auxospore vereinigen.

Bei manchen Gattungen tritt nun die Sexualität zurück und die Auxosporen entstehen asexuell aus nicht kopulierenden Zellen, so bei *Synedra* und *Rhabdonema*, wo

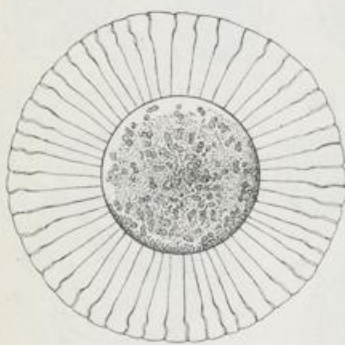


Fig. 277. *Planktoniella* Sol. Scheibenförmige Planktondiatomee mit fallschirmartigem, von der Gürtelseite entspringendem, hohem Membranflügel. Vergr. 190. (Nach SCHÜTT.)

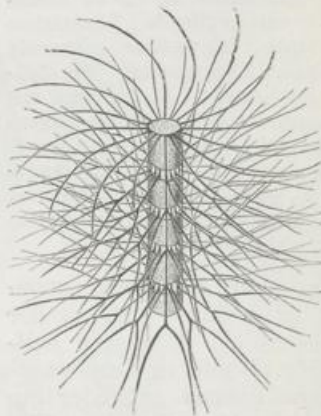


Fig. 278. *Bacteriastrum varians*. Planktondiatomee. Kette von Zellen mit Borsten als Schwebearrangement. Vergr. 200. (Nach SCHÜTT.)

eine Zelle sich in zwei direkt zu Auxosporen heranwachsende Tochterzellen teilt, und bei *Melosira*, wo keine Teilung der Zellen mehr stattfindet, diese vielmehr durch Vergrößerung und Schalensprengung direkt zu Auxosporen werden. Bei diesen Gattungen ist aber die ursprüngliche Teilung der Auxosporen liefernden Zellen noch vielfach in Kernteilungen angedeutet, bei *Melosira* nur noch in dem Auftreten von zwei Nucleolen im Auxosporenkern.

Gewisse Planktondiatomeen zeigen eine Zerteilung des Protoplasten durch fortgesetzte Zweiteilung in zahlreiche kleine runde nackte Tochterzellen. Nach KARSTENS Beobachtungen bei *Corethron*, werden diese Zellen nach außen entlassen, kopulieren paarweise zu Zygoten, welche heranwachsen und nun bei der Keimung zwei Tochterzellen liefern. Jede Tochterzelle hat erst zwei Kerne, von denen einer später verschwindet, sie wächst allmählich zu einer fertigen *Corethron*-zelle heran. Diese Vorgänge erinnern an das oben für *Closterium* geschilderte Verhalten der Desmidiaceen<sup>(18)</sup>.

Zahlreiche Diatomeen leben im Meere und beteiligen sich in hervorragendem Maße an der Zusammensetzung des Planktons<sup>(12)</sup>. Die Planktondiatomeen sind mit besonderen Schwimm- und Schwebearrichtungen versehen, oft mit hornförmigen Fortsätzen oder Membranflügeln ausgestattet. Es sind überwiegend zentrische Formen, seltener pennate meist ohne Mittellauf auf der Schalenfläche (Fig. 277, 278).

Viele Diatomeen siedeln sich mit Vorliebe an Stellen an, wo verwesende Substanzen reichlich vorhanden sind. Solche Arten können zu saprophytischer Lebensweise über-



gehen. Ihre Chromatophoren erleiden dabei unter Umständen eine bedeutende Verkleinerung und eine Entfärbung. Für einige marine *Nitzschia*-Arten ist sogar ausschließliche Ernährung von organischen Substanzen und vollständiges Schwinden der Chromatophoren und Farbstoffe nachgewiesen<sup>(19)</sup>.

In fossilem Zustande finden sich die Kieselschalen der Diatomeen als Hauptbestandteile der Kieselgur (Bergmehl oder Infusorienerde), welche zur Dynamitfabrikation Verwendung findet. Wegen der oft außerordentlich feinen Skulptur der Membran dienen gewisse Arten als Testobjekte zur Prüfung von Mikroskopobjektiven, so namentlich *Pleurosigma angulatum*.

### Klasse VIII.

#### Heterocontae, Ungleichwimperige Grünalgen<sup>(6)</sup>.

Die Heterocontae umfassen eine Anzahl Gattungen grüner Algen, welche bisher zu den Chlorophyceen gestellt, von diesen aber jetzt als selbständiger Formenkreis abgetrennt werden.

An den Beginn desselben stellen wir echte Flagellaten, wie die im Süßwasser lebende *Chloramoeba heteromorpha* (Fig. 279), deren nackte, amöboid veränderliche Zellen einen Zellkern, 2–6 gelbgrüne Chloroplasten und am Vorderende über einer Vakuole zwei sehr ungleich lange Geißeln, nach denen die Gruppe ihren Namen erhalten hat, besitzen. *Chloramoeba* gehört zu denjenigen niederen grünen Organismen, die bei Kultur im Dunkeln in Nährlösung farblos werden und zu unselbständiger Ernährung übergehen. Ruhestadien werden von derbwandigen Dauerzellen gebildet.

Unter den höher stehenden Heteroconten, die durch den Besitz von pektinhaltigen Membranen ausgezeichnet sind, ist besonders die im Süßwasser sehr verbreitete Gattung *Conferva* (Fig. 280) zu nennen, deren Arten einfache unverzweigte Zellfäden vorstellen mit eigenartig gebauter

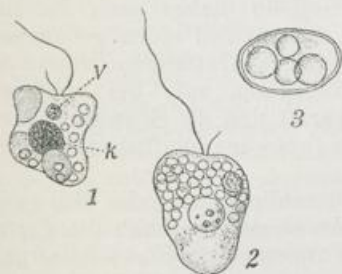


Fig. 279. *Chloramoeba heteromorpha*. v Vakuole, k Kern, 3 Dauerzelle. (Nach BOHLIN, aus OLTMANNS, Algen.)

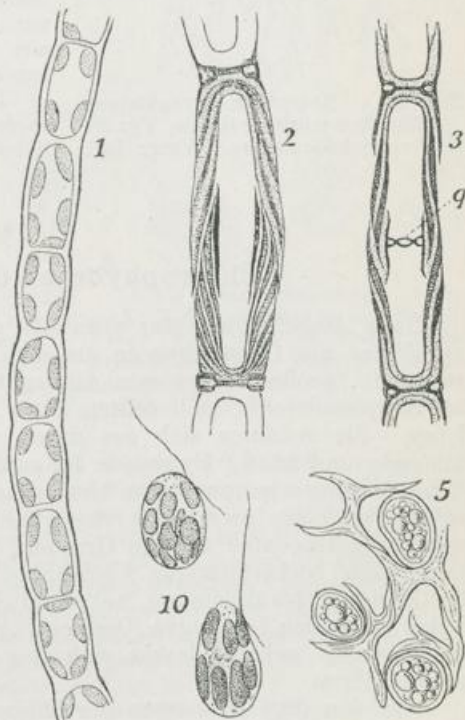


Fig. 280. *Conferva bombycina*. 1 Faden, 2, 3 Zellwandbildung, q Querwand, 5 Aplanosporenbildung unter Zerfall der Fäden, 10 Zoosporen mit ungleich langen Geißeln. Nach GAY (1, 5), BOHLIN (2, 3), LUTHER (10). Aus OLTMANNS, Algen.

Membran, die aus zwei in der Mitte der Zelle durch einen schräg ringförmigen Spalt getrennten Stücken besteht und bei der Teilung durch Einschiebung eines neuen, im Längsschnitt Hförmigen Membranstückes verlängert wird. In der Beschaffenheit der



gelbgrünen ülbildenden Chloroplasten

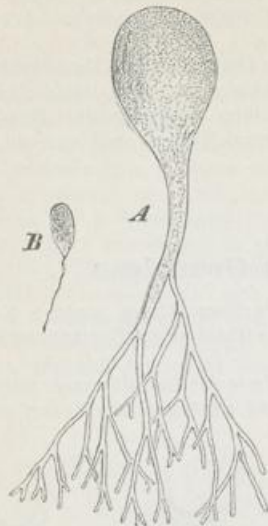


Fig. 281. *Botrydium granulatum*.  
A Pflänzchen mittlerer Größe. Vgr. 28.  
B Eine Schwärmspore. Vergr. 540.

und den zu 1—2 aus den Zellen entstehenden Zoosporen mit ungleich langen Geißeln, bei manchen Conferven übrigens nur mit einer Geißel, zeigt sich die Verwandtschaft mit Chloramoeba und der Charakter der Gruppe. Außer Zoosporen werden auch, unter Zerfall der Fäden, geißellose derbwandige Aplanosporen erzeugt.

Mit Vorbehalt setzt OLTMANNS auch das früher zu den Siphoneen gerechnete *Botrydium granulatum* (Fig. 281) hierher, eine Alge, die in Form von etwa 2 mm großen, birnförmigen grünen, unterwärts mit farblosem verzweigtem Rhizoid festgeankerten Blasen auf feuchtem Lehm kosmopolitisch vorkommt. Das ganze Pflänzchen stellt eine vielkernige Zelle mit zahlreichen grünen Chloroplasten vor. Die Zoosporen werden in großer Zahl durch Teilung des Inhaltes erzeugt, treten aus einem Loch am Scheitel aus, besitzen zwei Chloroplasten, aber nur eine Geißel, umgeben sich nach dem Schwärmen mit Membran und keimen zu neuen Blasen heran<sup>(?)</sup>.

Bei einigen Gattungen sind außer Zoosporen auch diesen ähnliche, paarweise kopulierende Gameten beobachtet worden.

#### Klasse IX.

### Chlorophyceae, Grünalgen<sup>(6, 20, 21)</sup>.

Nach Ausscheidung der ebenfalls grünen Konjugaten und Heteroconten verbleiben die Chlorophyceen als eine natürliche, in mehreren Reihen aufsteigende, große Gruppe von Algengattungen, von denen der größere Teil im Süßwasser oder an feuchten Orten, manche Arten aber auch im Meere leben. Sie zeichnen sich aus durch rein grün gefärbte, fast stets Stärke bildende und häufig Pyrenoide führende Chloroplasten. Ihre ungeschlechtlichen Schwärmsporen haben birnförmige Gestalt und besitzen bei den typischen Vertretern zwei oder vier gleichlange Geißeln (daher auch die Bezeichnung Isocontae für die Gruppe), und im untern Teil einen gebogenen oder auch becherförmigen Chloroplast. Bei einigen Gattungen treten an Stelle der Schwärmsporen unbewegliche Aplanosporen auf, bei gewissen höher stehenden Gattungen (*Oedogonium*, *Vaucheria*) sind die Schwärmsporen komplizierter gebaut, lassen sich aber auf die typischen einfachen Formen zurückführen.

Von den fünf Ordnungen der Chlorophyceen schließen sich die *Volvocales* am nächsten an die Flagellaten an und umfassen ebenso wie auch die *Proto-coccales* einzellige oder Zellkolonien bildende Formen. Die *Ulotrichales* und *Siphonocladiales* stellen Zellfäden vor, die bei ersteren aus einkernigen, bei letzteren dagegen aus großen vielkernigen Zellen bestehen, in den einfachsten Fällen unverzweigt, bei höher stehenden Formen oft vielfach verzweigt sind. Die *Siphonales* endlich haben einen aus einer einzigen schlauchförmigen vielkernigen Zelle aufgebauten Thallus.

In allen Ordnungen vollzieht sich die sexuelle Fortpflanzung meist durch Kopulation von Zoosporen ähnlichen Gameten. Mit Ausnahme der Proto-



coccales hat sich aber in allen übrigen Gruppen an Stelle dieser Isogamie bei den Endgliedern bereits Oogamie herausgebildet.

**1. Ordnung. Volvocales.** Die typischen Vertreter zeichnen sich dadurch aus, daß die Zellen, welche einen Kern und einen Chloroplast enthalten, auch während ihres vegetativen Zustandes die Geißeln behalten, also ständig beweglich bleiben. Darin verhalten sie sich wie Flagellaten, von denen gewisse Formen wie *Polyblepharis* auf Grund ihrer Zellstruktur bereits an den Beginn der Ordnung gestellt werden können, obwohl sie sich noch durch den Mangel einer Zellmembran und der sexuellen Fortpflanzung von den eigentlichen Volvocales unterscheiden.

*Chlamydomonas* (Fig. 282) und *Haematococcus* (Fig. 283) sind als freischwimmende Zellen sehr verbreitet<sup>(22)</sup>. Bei ersterer Gattung liegt die Membran dicht dem Protoplasten an, der vorn zwei Geißeln und einen roten Augenfleck führt, bei letzterer dagegen ist der Protoplast bis auf einige Fortsätze von der Membran durch eine Gallertschicht getrennt. *Haematococcus pluvialis* tritt häufig in Regenpfützen auf und zeichnet sich ebenso wie die auf Firnfeldern den „roten Schnee“ verursachende *Chlamydomonas*

*nivalis* durch einen roten Farbstoff, Haematochrom, in seinen Zellen aus. Die Vermehrung geschieht ungeschlechtlich durch Schwärmsporen, die zu 2–8–16 in einer Mutterzelle



Fig. 282. 1 *Chlamydomonas angulosa*, nach DILL. g Geißeln, v Vakuole, k Kern, chr Chromatophoren, py Pyrenoid. 2 *Polytoma uvella*, nach DANGEARD. a Augenfleck. Aus OLTSMANN, Algen.

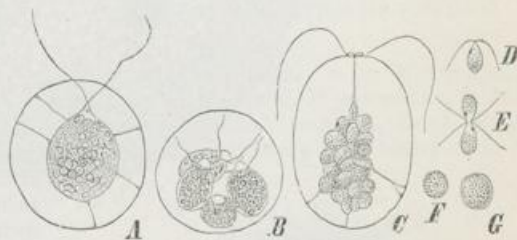


Fig. 283. A–B *Haematococcus pluvialis*. A Schwärmende Zelle. B Bildung der Schwärmsporen. Vergr. 360. C–G *Haematococcus* Blüschli. C Gametenbildung. Vergr. 400. D Gamet. E Kopulation zweier Gameten. F, G Zygoten. Vergr. 800. C–G Nach BLOCHMANN.

gebildet und durch Zerreißen der Membran frei werden, und außerdem geschlechtlich durch Kopulation kleiner zweiwimperiger gleichartiger Gameten, die in größerer Menge (bis 64) in der Mutterzelle entstehen und paarweise mit den Vorderenden zu ruhenden Zygoten sich vereinigen. Bei *Chlamydomonas coccifera* ist nach GOROSCHANKIN<sup>(23)</sup> im Gegensatz zu den übrigen Arten eine weitgehende Differenzierung der Gameten eingetreten. Einzelne Zellen werden zu großen cilienlosen weiblichen Gameten oder Eizellen, andere teilen sich und liefern je 16 kleine zweicillige männliche Gameten. Der Übergang zur Oogamie vollzieht sich hier also schon an einzelligen freilebenden Algen.

*Polytoma uvella*, welche wie *Chlamydomonas* gebaut ist, verdient Erwähnung, weil sie eine farblose, saprophytisch sich ernährende Form darstellt.

Die Gattungen *Pandorina*, *Eudorina*, *Volvox* u. a. vereinigen ihre zweiwimperigen Zellen zu Kolonien oder Cönobien. *Volvox*<sup>(24)</sup> (Fig. 284) als höchststehende Form zeigt freischwimmende hohlkugelige Kolonien, deren zahlreiche Protoplasten durch feine Fortsätze noch in Verbindung bleiben, so daß ein solcher Organismus bereits als ein einheitliches Individuum aufgefaßt werden muß. Bei *Volvox* sind die Geschlechtszellen in Eier und Spermatozoiden differenziert. Die Eizellen entstehen durch Vergrößerung einzelner Koloniezellen, sind groß, grün, unbeweglich und von Gallerte umgeben, während die viel kleineren, langgestreckten, hellgelben Spermatozoiden unter ihrem schmalen farblosen Vorderende seitlich zwei lange Cilien tragen und durch Teilung von Koloniezellen in zahlreiche Tochterzellen entstehen. Nach der Kopulation mit einem Spermatozoid im Innern der Koloniekugel wird die Eizelle zu einer derbwandigen ruhenden



Oospore. Volvox vermehrt sich vegetativ durch Teilung einzelner Koloniezellen zu neuen Tochterkolonien, ein Vorgang, welcher der Schwärmsporenbildung der einfacheren Gattungen entspricht. Außer Volvox zeichnet sich auch noch Eudorina durch Oogamie aus.

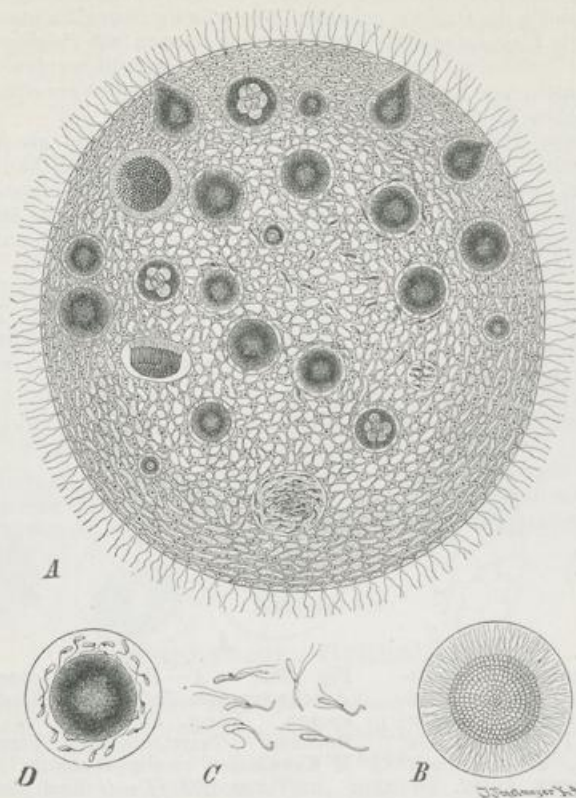


Fig. 284. Volvox globator. A Kolonie mit Eizellen und Spermatozoidgruppen in verschiedenen Entwicklungsstadien. Vergr. 165. B Spermatozoidbündel, aus einer Zelle durch Teilung entstanden. Vergr. 530. C Spermatozoiden. Vergr. 530. D Eizelle, in der Gallertmembran von Spermatozoiden umschwärmt. Vergr. 265. (Nach F. COHN.)

**2. Ordnung. Protococcales.** Einzellige oder in Zellkolonien verschiedener Form lebende grüne Algen, deren vegetative Zellen aber keine Cilien tragen, also unbeweglich sind. Meist ist nur ein Kern und nur ein Chloroplast in der Zelle vorhanden. Die Vermehrung geschieht durch Zoosporen, an deren Stelle aber bei manchen Gattungen auch cilienlose Aplanosporen treten. Geschlechtliche Fortpflanzung besteht, wenn vorhanden, in Kopulation gleichgestalteter Gameten.

Als einfachste Formen sind die einzelligen Gattungen *Chlorococcum* (hierzu auch *Cystococcus*) und *Chlorella* (<sup>25, 26</sup>) zu nennen. Erstere bildet kugelige Zellen, die in Süßwasser, aber auch auf feuchten Substraten vorkommen und oft an der Zusammensetzung des Thallus der Flechten teilnehmen. Die Vermehrung geschieht ungeschlechtlich durch Teilung der Zellen in eine Anzahl von ausschließenden Zoosporen (Fig. 285), an deren Stelle unter gewissen Umständen auch cilienlose Aplanosporen gebildet werden können. *Chlorella vulgaris* (Fig. 286) ist eine ungemein verbreitete Alge, deren kleine grüne Zellen häufig symbiotisch im Plasma von niederen Tieren, Infusorien, Hydra, Spongilla, Planarien leben und sich ausschließlich durch Teilung der Zellen in 2, 4 oder 8 austretende Aplanosporen, die sich mit Membran umgeben und heranwachsen, vermehren.



An *Chlorella* schließen wir die im Süßwasser sehr verbreitete Gattung *Scenedesmus*<sup>[27]</sup> (Fig. 287) an, welche Zellkolonien einfachster Art, aus je vier Zellen in einer Querreihe vorstellt. Die häufigste Art, *S. acutus*, hat spindelförmige Zellen, während *S. caudatus* an den Endzellen vier lange hornförmige Membranfortsätze besitzt. Jede Zelle teilt sich der Länge nach in vier cilienlose und mit Membran umgebene Tochterzellen, die nach Verlassen der alten Membran eine neue Kolonie bilden. Kompliziertere Zellkolonien treffen wir bei *Pediastrum*<sup>[28]</sup> (Fig. 288) an in Form von zierlichen freischwimmenden

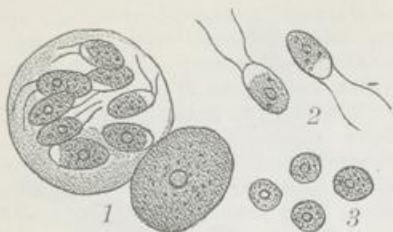


Fig. 285. Chlorococcum (Chlorosphaera) limicola. 1 Vegetative Zelle und Zelle in 8 Zoosporen geteilt. 2 Freie Zoosporen. 3 Dieselben nach Umhüllung mit Membran. (Nach BEYERINCK, aus OLTMANN, Algen.)

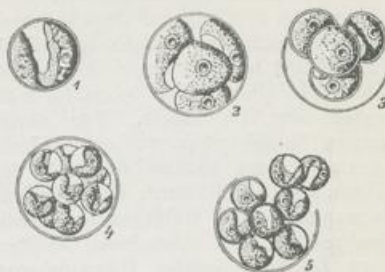


Fig. 286. Chlorella vulgaris. 1 Zelle. 2, 3 Teilung in 4 Aplanosporen. 4, 5 Desgleichen in 8. (Nach GRINTZESCO.)

Täfelchen. Die Bildung ungeschlechtlicher Schwärmsporen findet in der Weise statt, daß der Inhalt einer Zelle in eine Anzahl Schwärmsporen zerfällt, welche, von einer gemeinsamen Blase umgeben, durch einen Riß in der Wandung austreten, sodann in der Blase lebhaft sich bewegen und schließlich zu einer neuen heranwachsenden Zellfamilie sich zusammenlegen. Neben der ungeschlechtlichen tritt bei *Pediastrum* auch geschlechtliche Fortpflanzung auf. Die Gameten sind den Schwärmsporen

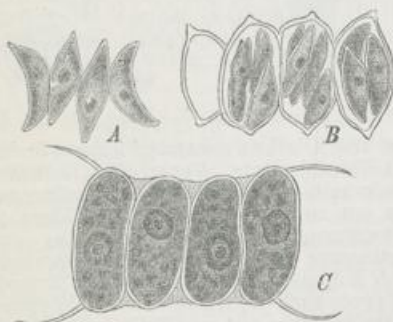


Fig. 287. A *Scenedesmus acutus*. B Desgleichen, in Teilung. C *Scenedesmus caudatus*. Vergr. 1000. (Nach SENN.)

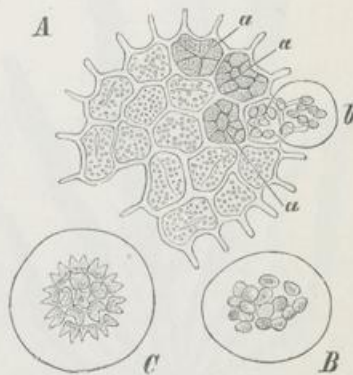


Fig. 288. *Pediastrum granulatum*. A Alte Zellfamilie, entleert bis auf die drei Zellen a, die Zelle b entläßt 16 Schwärmszellen. B Zellfamilie nach der Geburt. C Zellfamilie  $4\frac{1}{2}$  Stunden später. Vergr. 300. (Nach AL. BRAUN.)

ganz ähnlich, nur kleiner und entstehen in den Zellen in größerer Zahl, sie schwimmen frei im Wasser und kopulieren paarweise zu Zygoten. Beide Gameten sind gleich gestaltet. Die Weiterentwicklung der Zygoten zu den Zellfamilien ist noch nicht ganz lückenlos bekannt.

Ganz ähnlich ist auch der Entwicklungsgang des Wassernetzes, *Hydrodictyon utriculatum*<sup>[1, 29]</sup>, einer der zierlichsten freischwimmenden Süßwasseralgen, deren zylindrische Zellen zu einer Kolonie in Form eines hohlen, langgestreckten, vielmaschigen Netzes verbunden sind.



**3. Ordnung. Ulotrichales.** Die Ulotrichales bezeichnen den einzelligen Grünalgen gegenüber einen Fortschritt in der äußeren Gliederung des Thallus, welcher stets mehrzellig erscheint und in der Mehrzahl der Gattungen aus einfachen oder verzweigten Zellreihen besteht. Die Zellfäden sitzen entweder mit einer farblosen Fußzelle am Substrat unter Wasser fest (Fig. 290 A) oder schwimmen frei. Bei der im Meere lebenden Gattung *Ulea* (*Ulea lactuca*, *Meersalat*) besteht der Thallus aber aus großen blattartigen, grünen, zweischichtigen Zellflächen (Fig. 5, Keimpflanze), bei *Enteromorpha* ist er zylindrisch oder abgeflacht bandförmig (Fig. 289), in der Jugend zweischichtig, später innen hohl, so daß die Wandschicht nur aus einer Zellschicht besteht. Die Ulotrichales leben im Süßwasser oder im Meere. Nur einige Formen (*Chroolepideen*) wachsen als Luftalgen an Felsen, Baumstämmen, in den Tropen auch auf Blättern. Hierzu gehört die auf Steinen in Gebirgen wachsende *Trentepohlia* (oder *Chroolepus*) *Jolithus*, deren Zellfäden infolge Hämatochromgehalts rot erscheinen und einen veichenartigen Geruch besitzen (Veichenstein). Die Zellen führen stets nur einen Zellkern und meist auch nur einen Chloroplast.



Fig. 289. *Enteromorpha compressa*. Häufige Grünalge der Nordseeküsten.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung vollzieht sich durch cilientragende Schwärmsporen, die geschlechtliche besteht entweder in Kopulation von Planogameten oder die Geschlechtszellen sind in ruhende Eizellen und bewegliche Spermatozoiden differenziert.

*Ulothrix zonata* <sup>(30)</sup> (Fig. 290 A) als typischer Vertreter der Gruppe ist eine der häufigsten Fadenalgen. Sie besteht aus unverzweigten, mit einer Rhizoïdzelle fest-sitzenden Fäden ohne ausgesprochenes Spitzenwachstum; ihre kurzen Zellen enthalten einen bandförmigen Chloroplast.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch viereilige Schwärmsporen (Zoo-sporen) (C), welche zu einer oder durch fortgesetzte Zweiteilung zu mehreren in einer

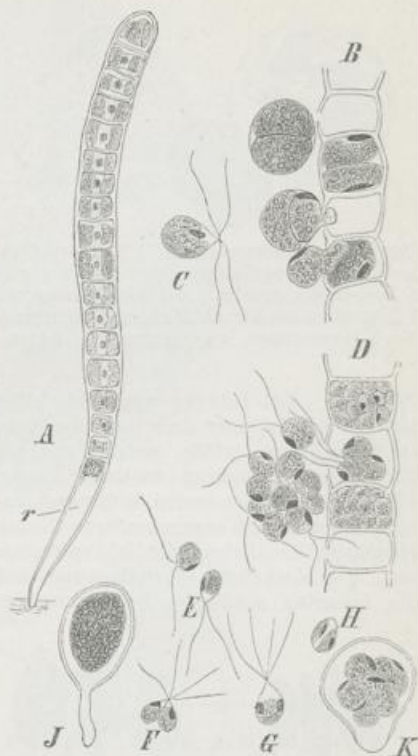


Fig. 290. *Ulothrix zonata*. A Junger Faden mit Rhizoïdzelle r. Vergr. 300. B Fadenstück mit ausschließenden Schwärmsporen, zu zwei in jeder Zelle. C Einzelne Schwärmspore. D Gametenbildung und Entleerung eines Fadenstücks. E Gameten. F, G Kopulation der Gameten. H Zygote. J Zygote nach der Ruheperiode. K Zygote, deren Inhalt in mehrere Zellen sich geteilt hat. B—K Vergr. 482, nach DODEL.



Fadenzelle gebildet werden und durch ein seitlich entstehendes Loch aus der Zellmembran ausschlüpfen (*B*), umher schwärmen und dann zu neuen Fäden auswachsen. Die geschlechtlichen Schwärmzellen, Planogameten, bilden sich in gleicher Weise aus anderen Fadenzellen, aber in viel größerer Zahl, sie sind kleiner (*E*) und besitzen nur zwei Cilien, außerdem einen roten Augenfleck und einen Chloroplast wie die Schwärmsporen; sie kopulieren paarweise zu Zygoten (*F-H*), welche die Cilien einziehen, sich abrunden und mit Membran umkleiden. Die Zygote stellt einen Ruhezustand dar, sie wird zu einem kleinen einzelligen Keimpflänzchen (*J*); ihr Inhalt teilt sich in mehrere Zellen, aus denen die neuen Ulothrixfäden wieder heranwachsen. Übrigens können die Planogameten unter Umständen sich auch direkt parthenogenetisch ohne Kopulation weiter entwickeln. Damit ist die Mannigfaltigkeit der Schwärmerbildung noch nicht erschöpft, denn die Fäden können außer den oben genannten Schwärmsporen mit vier Wimpern auch kleinere ungeschlechtliche, aber gametenähnliche Mikrozoosporen mit vier oder zwei Wimpern erzeugen, welche bei Temperaturen über zehn Grad meist zugrunde gehen, bei solchen unter zehn Grad nach einigen Tagen zur Ruhe kommen und dann langsam keimen. Die Alge ist insofern von Interesse, als bei ihr die sexuelle Differenzierung der Gameten noch in einem Anfangsstadium steht.

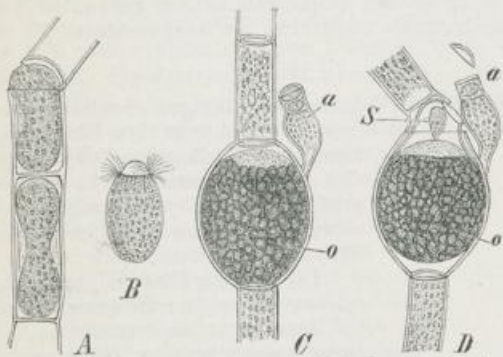


Fig. 291. A, B Oedogonium. A Schwärmsporen beim Ausschlüpfen. B Freie Schwärmspore. C, D Oed. ciliatum. C Vor der Befruchtung. D Während der Befruchtung. o Oogonien, a Zwergmännchen, S Spermatozoid. Vergr. 350. (Nach PRINGSHEIM.)

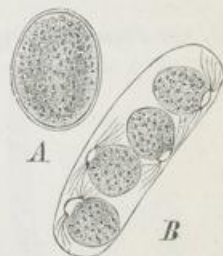


Fig. 292. Bulbochaete intermedia. A Oospore. B Bildung von vier Schwärmsporen aus der keimenden Oospore. Vergr. 250. (Nach PRINGSHEIM.)

Als Beispiel oogamer Ulotrichales sei die Gattung *Oedogonium*<sup>(31)</sup> genannt, an die sich mit ähnlichem Verhalten *Bulbochaete* anschließt. Während letztere verzweigte Zellfäden aufweist, hat erstere Gattung unverzweigte Fäden, deren Zellen einen aus zahlreichen zusammenhängenden Bändern bestehenden Chloroplast besitzen. Die ungeschlechtlichen Schwärmsporen (Fig. 291 B) sind bei *Oedogonium* besonders groß, haben ein kinoplasmatisches farbloses Vorderende, an dessen unterem Rande zahlreiche Cilien in Form eines Kranzes entspringen. Sie entstehen in Einzeln aus dem ganzen Inhalt einer Fadenzelle (Fig. 291 A) und schlüpfen unter Aufbrechen dieser Zelle aus, um alsbald zu neuen Fäden auszuweichen, nachdem sie sich mit dem farblosen Ende festgesetzt haben. Was die sexuelle Fortpflanzung anbelangt, so werden einzelne Fadenzellen zu Oogonien, indem sie tonnenförmig anschwellen und ihren Inhalt zu einer großen Eizelle ausbilden. Am oberen Ende des Oogoniums entsteht in der Membran ein Loch und unter diesem ein farbloser Empfangnisfleck an der Eizelle. An anderen Stellen desselben oder eines anderen Fadens werden die Spermatozoiden erzeugt und zwar meist zu je zwei in relativ niedrig bleibenden Fadenzellen, den Antheridien. Die Spermatozoiden sind kleiner als die ungeschlechtlichen Schwärmsporen, aber wie diese auch mit einem Cilienkranz versehen. Sie schlüpfen durch die Öffnung in das Oogonium und verschmelzen mit der Eizelle, die dann zu einer großen derbwandigen Oospore wird. Bei der Keimung der Oosporen teilt sich ihr Inhalt in vier große Schwärmsporen, welche ausschlüpfen und neue Fäden bilden. Fig. 292 stellt die Bildung dieser Sporen für *Bulbochaete* dar, mit welcher *Oedogonium* nahe verwandt ist.



Bei gewissen Arten von *Oedogonium* liegen die Verhältnisse komplizierter. Die Spermatozoiden werden nämlich bei diesen in kleinen, nur aus wenigen Zellen bestehenden Pflänzchen, sog. „Zwergmännchen“ erzeugt. Diese Pflänzchen entwickeln sich aus spermatozoidähnlichen Schwärmsporen (Androsporen), welche sich nach dem Ausschwärmen auf die weiblichen Fäden, ja sogar auch direkt auf die Oogonien festsetzen, zu den wenigzelligen Zwergmännchen heranwachsen, dann aus ihren oberen Zellen die Spermatozoiden erzeugen und sich mit einem Deckel öffnen, um dieselben zu entlassen. Fig. 291 C zeigt ein reifes Zwergmännchen auf einem noch geschlossenen Oogonium, D den Eintritt der Befruchtung, das Spermatozoid auf dem Empfängnisfleck bei *Oedogonium ciliatum*.

Die Gattung *Colcochaste*<sup>(32)</sup> zeichnet sich ebenfalls durch Oogamie aus. Ihr flaschenförmiges Oogonium hat einen langen farblosen Hals, der sich an der Spitze zur Aufnahme des Spermatozoids öffnet. Die heranwachsende kugelige Oospore wird in ein einschichtiges pseudoparenchymatisches Gewebe eingeschlossen, indem von der Tragzelle des Oogoniums und benachbarten Zellen Zellfäden aussprossen und sie dicht umhüllen. So entsteht eine Oosporenfrucht. Bei der Keimung teilt sich die Oospore zunächst in 16–32 keilförmige Zellen, bricht dann auf und entläßt aus jeder Zelle eine Schwärmspore. Wenn auch *Colcochaste* unter den Grünalgen in den genannten Vorgängen die höchste Stufe einnimmt, so kann sie nicht etwa als Ausgangsform für die Bryophyten angesehen werden.

**4. Ordnung. Siphonocladiales.** Die hierher gehörigen ebenfalls fadenförmigen und meist reich verzweigten Algen unterscheiden sich von den Ulotrichales

durch große vielkernige Zellen, deren Chloroplasten entweder in Einzahl, groß und netzförmig gestaltet erscheinen oder als zahlreiche kleine Plättchen auftreten.

Die Gattung *Cladophora* mit zahlreichen Arten im Süßwasser und im Meere kann als wichtigster Vertreter genannt werden. *Cl. glomerata* (Fig. 293) ist eine der häufigsten Flußalgen, oft fußlange verzweigte Fadenbüschel bildend, die an der Basis

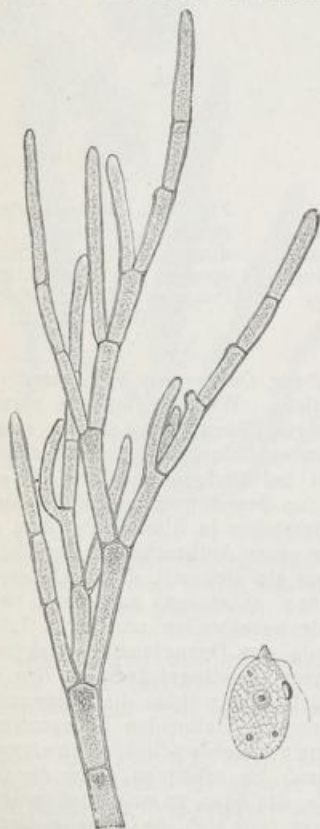


Fig. 293. Stück einer *Cladophora glomerata*. Vergr. 48. Rechts Schwärmspore. Vergr. 1000.

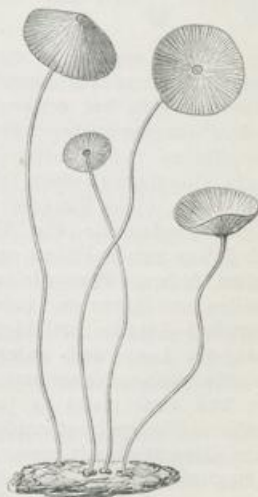


Fig. 294. *Acetabularia mediterranea*. Kalkalge. Nat. Gr.



mit rhizoïdartiger Zelle festsitzen und typisches Spitzenwachstum aufweisen, das bei anderen Vertretern der Ordnung noch nicht zur Ausbildung gelangt ist. Der Bau der Zellen ist aus Fig. 61 zu ersehen. Die Verzweigung erfolgt an den oberen Enden der Zellen durch Ausstülpung und Abgrenzung von Astzellen. Die Vermehrung geschieht durch zweiwimperige Zoosporen (Fig. 293), die in großer Zahl meist aus den obersten Zellen der Fäden entstehen und durch ein seitliches Loch aus diesen ihren Sporangien austreten. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist Isogamie wie bei *Ulothrix*.

Nur bei einer Gattung, der im Süßwasser in Form einfacher Fäden vorkommenden *Sphaeroplea annulina*, ist die sexuelle Fortpflanzung zu Oogamie vorgeschritten.

Manche Vertreter der Ordnung leben im Meere, z. B. *Siphonocladus*, und haben zum Teil einen recht komplizierten, aber stets aus verzweigten Zellfäden aufgebauten Thallus, der bei gewissen Gattungen durch Kalkinkrustationen eine korallenartige Beschaffenheit annimmt. Als Beispiel solcher Kalkalgen sei die zierliche, im Mittelmeer heimische *Acetabularia mediterranea*<sup>(33)</sup> (Fig. 294) genannt. Der dünne Stiel des Thallus sitzt mittels einiger Rhizoïden fest, der Schirm besteht aus zahlreichen, dicht zu einer Fläche zusammenschließenden radialen Schläuchen, deren jeder als ein Gametangium aufzufassen ist. Ihr Inhalt aber bildet die zweiwimperigen Gameten nicht direkt, sondern zerfällt erst in eine große Zahl derbwandiger Cysten, welche ruhend überwintern und dann zahlreiche, paarweise kopulierende Gameten entlassen. Die Zygoten keimen sehr bald und wachsen zu neuen Pflanzen heran.

**5. Ordnung. Siphonales.** Die Siphoneen oder Schlauchalgen unterscheiden sich von den vorhergehenden Gruppen dadurch, daß in dem äußerlich mehr oder weniger reich gegliederten Thallus zunächst keine Querwände vorhanden sind. Die Zellhaut umschließt somit eine einzige Plasmamasse, in welcher zahlreiche Zellkerne und zahlreiche kleine grüne Chloroplasten enthalten sind. Die selbe Form des Thallus kehrt bei den Phycomyceten oder Algenpilzen wieder.

Die meisten Siphoneen leben im Meere und gehören infolge ihres eigenartig gegliederten Thallus zu den interessantesten Algentypen. So besitzt die in vielen Arten in wärmeren Meeren vertretene Gattung *Caulerpa*<sup>(34)</sup> eine kriechende, an der Spitze fortwachsende Hauptachse, welche nach unten reich verzweigte farblose Rhizoïden in den Boden entsendet, nach oben dagegen grüne, bei den einzelnen Arten sehr verschieden gestaltete Thalluslappen trägt. Bei der mediterranen *C. prolifera* (Fig. 295) sind diese Lappen blattartig und häufig proliferierend. Dabei umschließt die ganze Pflanze nur einen einzigen Zellraum, welcher von netzförmig verbundenen Zellstoffbalken durchsetzt wird. In den farblosen Thallusteilen führt das Plasma stärkebildende Leukoplasten.

Die Gattung *Bryopsis* hat einen zierlich federförmig verzweigten Thallus. Bei den in wärmeren Meeren lebenden *Halimeda*-Arten setzt er sich aus scheibenförmigen Gliedern, ähnlich wie eine *Opuntia* im Kleinen, zusammen und erhält durch Kalkinkrustation eine korallenartige Beschaffenheit. Die Glieder sind aus verzweigten Schläuchen gebildet.

Bei *Bryopsis* hat sich eine Differenzierung der kopulierenden Gameten in einen größeren weiblichen und kleineren männlichen vollzogen; bei *Vaucheria* und *Dichotomosiphon* ist bereits Oogamie scharf ausgeprägt<sup>(35)</sup>. Diese letzteren Algen kommen im Süßwasser vor oder bilden auf feuchtem Boden kleine Rasen. Der Thallus besteht aus

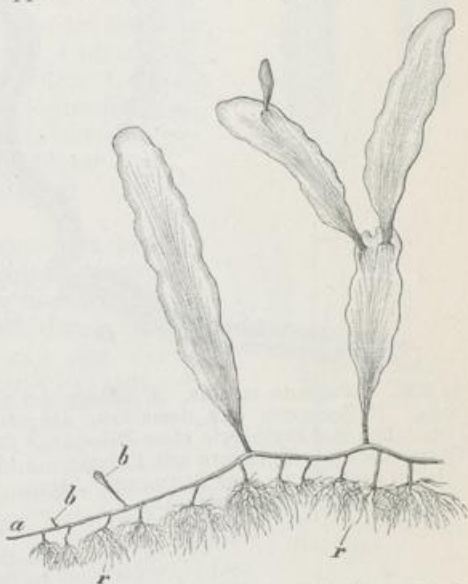


Fig. 295. *Caulerpa prolifera*. Die feinen Linien auf den Thallusblättern bezeichnen die Plasmaströme. *a* Fortwachsende Spitze der Thallusachse, *bb* junge Thalluslappen, *r* Rhizoïde.  
1/2 nat. Gr.



einem fadenförmigen, verästelten und im Substrat mit farblosen Rhizoïden befestigten Schlauch (Fig. 296 D).

Die Bildung der ungeschlechtlichen Schwärmsporen geschieht bei *Vaucheria* in anderer Weise als bei den übrigen Siphonales. Einzelne Zweigenden schwellen zur Bildung des Sporangiums etwas an

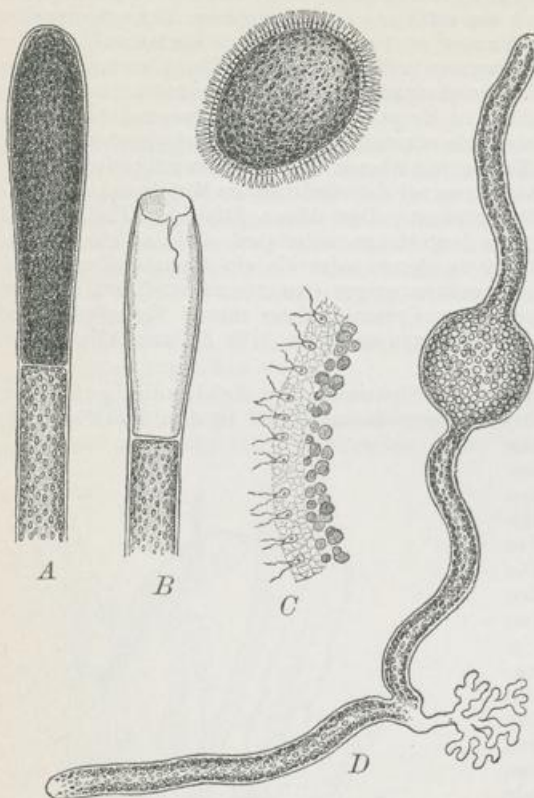


Fig. 296. *Vaucheria sessilis*. A Anlage des Sporangiums. B Zoospore aus demselben ausgeschlüpft. C Ein Stück der Peripherie einer Zoospore. D Keimpflanze aus einer Zoospore mit Rhizoïd. A, B nach GÖTZ, D nach SACHS, aus OLTMANN'S, Algen. C nach STRASBURGER.

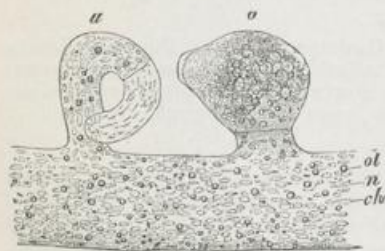


Fig. 297. *Vaucheria sessilis* forma repens. Fadenstück mit Oogonium o, Antheridium a, ch Chromatophoren, n Zellkerne, ol Öltropfen. Vergr. 240.

und grenzen es mit einer Querwand ab (Fig. 296). Der ganze Inhalt der Endzelle verwandelt sich nun in eine einzige sehr große grüne, mit bloßem Auge schon sichtbare Schwärmspore, welche einen farblosen, zahlreiche Kerne enthaltenden Saum besitzt und vor jedem Kern je zwei Cilien hervorstreckt. Bei der Entleerung reißt der Sporangiumsscheitel auf und die Spore zwingt sich unter Drehung um ihre Längsachse aus der Öffnung hervor. Morphologisch entspricht die *Vaucheria*-spore der Gesamtheit der Zoosporen eines gewöhnlichen Sporangiums.

Die sexuelle Fortpflanzung von *Vaucheria* weicht bedeutend von der Gametenkopulation der übrigen Siphonales ab, ist aber von dieser als der ursprünglichen Befruchtungsart abzuleiten. Oogonien und Antheridien entstehen an den Thallusfäden als Ausstülpungen, die durch eine Scheidewand abgegrenzt werden (Fig. 297 o und a). Die Oogoniumanlage enthält anfangs zahlreiche Kerne, die aber nach OLTMANN'S alle bis auf den zurückbleibenden einzigen Eikern vor der Scheidewandbildung wieder in den Tragfaden zurückwandern, während neuerdings DAVIS bei *V. geminata* gefunden hat, daß sie bis auf den Eikern

im Oogon degenerieren und aufgelöst werden. Im reifen Zustand besitzt das Oogon eine schnabelartige, mit farblosem Plasma angefüllte Vorstülpung, an welcher das Oogonium sich öffnet, während sich die Eizelle abrundet. Das in seiner Anlage ebenfalls vielkernige Antheridium ist mit seinem Tragast ein hornförmig gekrümmtes Gebilde (a), es bildet einkernige Spermatozoiden, öffnet sich bei der Reife an seiner Spitze und entleert seinen schleimigen Inhalt, aus dem die winzigen, völlig farblosen Spermatozoiden herausschwärmen, um an dem farblosen Empfangnisfleck des Oogoniums sich anzusammeln. Ein Spermatozoid dringt ein



und vollzieht die Befruchtung durch Verschmelzung seines Kerns mit dem Eikern. Die befruchtete Eizelle umgibt sich mit einer Membran, geht als Oospore in Ruhestand über und keimt dann zu einem neuen Faden aus.

## Klasse X.

**Characeae, Armleuchtergewächse** <sup>(6, 36)</sup>.

Die Characeen bilden eine isoliert stehende Gruppe von hochentwickelten grünen Thallophyten. Ihr Ursprung wird zwar bei den Chlorophyceen gesucht, doch gestatten sie infolge ihrer kompliziert gebauten Sexualorgane keinen direkten Anschluß an die bis jetzt bekannten oogamen Grünalgen. Sie vegetieren in Form von oft über fußhohen submersen Wiesen in Teichen und Bächen. Sie sind ausgezeichnet durch ihren regelmäßigen Aufbau; die zylindrischen, gegliederten Hauptachsen des Thallus bestehen aus langen Internodien und kurzen Knoten, an denen kürzere begrenzte, aus wenigen Gliedern bestehende, ebenfalls zylindrische Seitenäste in Quirlen entspringen (Fig. 298). Diese Seitenachsen sind entweder einfach oder tragen an ihren Knoten kurze Ausstrahlungen zweiter Ordnung. In der Achsel eines Seitenastes in jedem Quirl entspringt eine der Hauptachse ähnliche Seitenachse. So kommt ein armleuchterartiger Habitus zustande. Am Grunde sind die Achsen mittels farbloser verzweigter Rhizoïdfäden im Substrat befestigt. Letztere entspringen aus den Knoten.

Sowohl die Haupt- als die Seitenachsen wachsen an ihren Spitzen mittels je einer Scheitelzelle heran, die sich durch Querwände successive in Segmente teilt, jedes Segment teilt sich nochmals durch eine Querwand und es entwickelt sich nun aus der unteren Zelle die langgestreckte, ungeteilt bleibende Internodienzelle; aus der oberen Zelle entwickeln sich dagegen unter weiterer Teilung die Knotenscheibe, ferner die Seitenachsen und an der unteren Partie der Hauptachsen auch die Rhizoiden. Während bei der Gattung *Nitella* die lange Zelle eines jeden Internodiums nach außen hin frei bleibt, wird sie bei der Gattung *Chara* dagegen mit einer einschichtigen Rindenlage aus längs verlaufenden Zellreihen, die aus den Basilarzellen der Seitenachsen an den Knoten hervorstehen, dicht umschlossen.

Die Internodialzellen der Characeen enthalten zahlreiche, durch Fragmentation sich vermehrende Kerne in dem wandständigen, lebhaften Strömung aufweisenden Plasma und zahlreiche grüne Chloroplasten.

Ungeschlechtliche Fortpflanzung durch schwärmende oder andere Sporen fehlt bei den Characeen vollständig. Die sexuelle Fortpflanzung besteht in Eibefruchtung. Die weiblichen Organe, hier als Eiknospen bezeichnet, sind eiförmig und ebenso wie die kugelförmigen, rotgefärbten Antheridien an den Knoten der Seitenachsen inseriert und mit bloßem Auge sichtbar. Meist sind die Pflanzen monöisch, einige Arten auch diöisch.



Fig. 298. *Chara fragilis*.  
Ende eines Hauptsprosses.  
Nat. Gr.



Die Eiknospen (Fig. 299 *ob*) enthalten ein Oogonium, das nur eine einzige mit Öltropfen und Stärkekörnern dicht gefüllte Eizelle führt, anfangs frei vorragt und dann von 5 spiralig gewundenen Hüllschläuchen dicht umschlossen wird. Letztere endigen in dem Krönchen *c*, zwischen dessen Spalten die Spermatozoiden eindringen. Die kompliziert gebauten, aus einer einzigen Zelle durch Teilung hervorgehenden Antheridien (Fig. 299 *a*) besitzen eine Wandung aus acht flachen, durch einspringende Wände gefächerten Zellen (Schilder). Einer jeden dieser Zellen sitzt nach innen eine säulenförmige Zelle (Griffelzelle) auf, deren Ende mehrere Köpfchenzellen trägt, welchen quergefächerte und den Hohlraum des Antheridiums erfüllende Zellfäden entspringen. Jede Fadenzelle liefert ein korkzieherartig gewundenes und mit zwei Cilien versehenes Spermatozoid (Fig. 98 *A*), das in seiner Form von denen der übrigen Algen bedeutend abweicht.

Nach der Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer dicken farblosen Haut und auch die Innenwände der Hüllschläuche verdicken sich, werden braun und mit einer Schicht

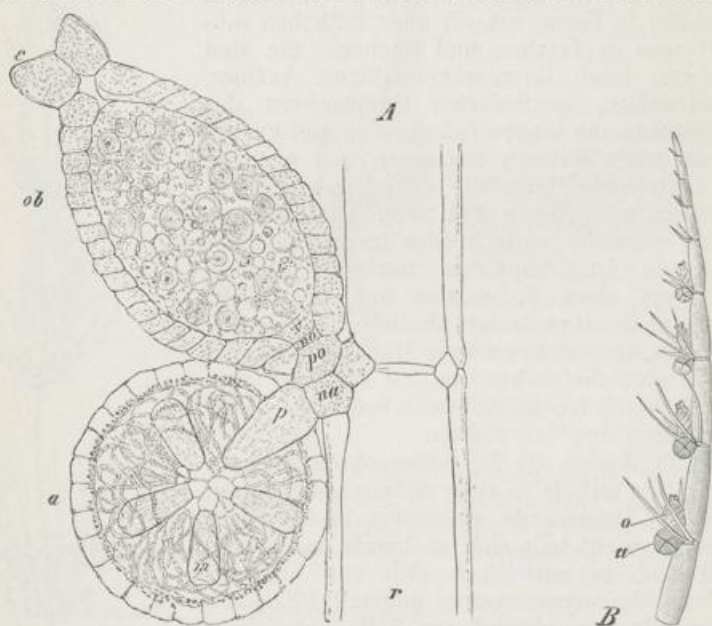


Fig. 299. *Chara fragilis*. A Medianer Längsschnitt durch eine Seitenachse *r*, *a* Antheridium und zwar *na* Basilarknotenzone, *p* Stiel, *m* die Griffzellen, aus deren aufsitzenden Zellen die Spermatozoidmutterzellfäden entspringen, *ob* Eiknospe und zwar *po* Stielzelle, *no* die Knotenzelle, *v* die Wendungszelle, *c* das Krönchen. Vergr. 60. B Ganze Seitenachse. Vergr. 6.

von amorphem kohlensaurem Kalk bedeckt, während die äußeren weichen Zellwände der Schläuche bald nach dem Abfallen der Frucht vergehen.

In seltenen Fällen, so bei *Chara crinita*, kommt es vor, daß die Eizellen parthenogenetisch, ohne Befruchtung, zu Sporen sich weiter entwickeln. In unserer Flora treten nur weibliche Exemplare dieser Art auf.

Bei der Keimung der Eisporen entsteht zunächst ein einfach gestalteter, fadenförmiger, mehrgliederiger Vorkeim, an dessen erstem Knoten Rhizoide entspringen, während am zweiten einige einfache Seitenachsen stehen, sowie eine oder mehrere Hauptachsen, aus deren weiterer Verzweigung die fertige Pflanze heranwächst.

Einige Characeenarten zeichnen sich durch die Bildung besonderer, mit Stärke dicht erfüllter Knöllchen an der unteren Partie der Achsen aus. Diese dienen als Überwinterungsorgane und gehen entweder aus Knoten mit verkürzten Astquirilen hervor (so bei *Totypellopsis stelligera*, wo sie sternförmige Gestalt haben) oder entsprechen modifizierten Rhizoiden (z. B. bei *Chara aspera*, wo sie kugelige, weiße Gebilde vorstellen).



## Klasse XI.

Phaeophyceae, Braunalgen <sup>(6, 20, 37)</sup>.

Die Phaeophyceen weisen wie die Chlorophyceen auf einzellige Flagellaten und zwar auf die mit gelben Chromatophoren versehenen *Chrysomonadin* als Ausgangsformen hin, an die wir zunächst einzellige, in Gallertkolonien lebende Wesen wie *Phaeococcus* oder kurz fadenförmige wie *Phaeothamnion* anreihen können, deren Vermehrung durch Zoosporen und durch kopulierende Gameten bereits sehr mit derjenigen der einfacheren Braunalgen übereinstimmt.

Die typischen Phaeophyceen sind mit Ausnahme einiger weniger Süßwasserarten festsitzende Meeresalgen, die ihre größte Entwicklung in den kälteren Ozeanen erreichen. In der Gestalt des Thallus herrscht eine ungemessene Mannigfaltigkeit. Die einfachsten Vertreter (z. B. die Gattung *Ectocarpus*) zeigen unverzweigte oder verzweigte festsitzende Fäden aus einfachen Zellreihen bestehend. Sodann gibt es Formen mit zylindrischem, reich verzweigtem, vielzelligem Thallus (z. B. *Cladostephus*, dessen Hauptzweige mit dichtem Filz von kurzen vielzelligen Seitenzweigen bedeckt sind (Fig. 7), oder mit bandförmig abgeplattetem, dichotomisch verzweigtem vielzelligem Thallus (z. B. *Dictyota*, Fig. 8). Diese Vertreter wachsen an ihren Thallusenden vielfach mittels großer Scheitelzellen weiter (Fig. 7 und 132). Andere Arten haben scheiben- oder blasenförmigen Thallus.

Die höchste Entwicklung erfahren die Braunalgen in den Familien der *Laminariaceen* und *Fucaceen*. Zu den ersteren gehört die in den nördlichen Meeren verbreitete Gattung *Laminaria*, deren Arten einem großen gestielten ungeteilten oder handförmig gespaltenen Blatt gleichen, das an seiner Stielbasis mittels eines verzweigten wurzelähnlichen Haftorgans befestigt ist.

Bei *Laminaria digitata* und *L. Cloustoni* (Fig. 301) zeigt das handförmig geteilte Thallusblatt ein sehr eigenartiges Wachstum, indem es an seiner Basis eine interkalare wachstumsfähige Zone besitzt, die jährlich im Herbst und Winter ein neues Blatt auf dem perennierenden Stiel erzeugt. Das alte wird dabei emporgehoben und stirbt allmählich ab, das neue spaltet sich aber in mehrere zugespitzte Lappen. Die Laminarien erreichen riesige Dimensionen, so wird der Zuckertang *L. saccharina* (Nordsee) mit ungeteiltem, ebenfalls sich jährlich erneuerndem Thallusblatt bis 3 m lang und der Stiel über 1 cm dick.

Die größten Dimensionen unter den Phaeophyceen erreichen gewisse antarktische Laminariaceen, vor allem die *Macrocystis pyrifera* (Fig. 300). Ihr in einer Tiefe von 2–25 m festsitzender Thallus verzweigt sich nach SKOTTSBERG<sup>(38)</sup> anfangs dichotomisch. Einzelne Thallussprosse wachsen zur Wasseroberfläche heran und erreichen an derselben flottierend eine Länge bis zu 70 m; sie sind einseitig mit langen Thalluslappen besetzt, die an der Basis je eine große Schwimmblase tragen und durch Spaltung der endständigen weiterwachsenden Thallusfläche gebildet werden. Sehr bemerkenswert sind ferner die antarktischen *Lessonia*-Arten, welche eine schenkeldicke verzweigte Hauptachse mit überhängenden langen Thallusblättern an den Zweigen entwickeln und mehrere Meter Höhe erreichen, also Algen mit baumartigem Habitus vorstellen.

Die *Fucaceen* sind ebenfalls stattliche Meeresalgen, bleiben aber hinter den Laminarien an Größe zurück. Am bekanntesten sind von nordeuropäischen Formen die *Fucus*-Arten, *Fucus vesiculosus*, der Blasentang, mit runden luftführenden Blasen in dem bandförmigen, gabelig verzweigten Thallus, *F. platycarpus* ohne Blasen, *F. serratus* mit gezähntem Thallus (Fig. 302). Sie sitzen mit Haftscheiben an dem Substrat fest und wachsen gesellig in der Brandungszone; ihr Thallus erreicht über 1 m Länge. Die höchste Gliederung erlangt der Thallus bei den Braunalgen, ja den Algen überhaupt, in der verwandten Gattung *Sargassum* durch eine scharfe Sonderung in verzweigte dünne zylindrische Achsen und in Seitenäste, die je nach ihrer Funktion als laubblattartige, als hochblattartige oder als fruktifizierende Seitenäste oder endlich als Schwimmblasen ausgebildet erscheinen. Bemerkenswert sind gewisse *Sargassum*-Arten dadurch, daß sie



von den Küsten durch Meeresströmungen weggeführt, an ruhigen Stellen des Ozeans zu großen flutenden Massen (Sargassomeer) zusammengetrieben werden.

Die Zellen der Phaeophyceen enthalten meist nur einen Zellkern und mehrere oder viele einfache oder gelappte scheibenförmige Chromatophoren,



Fig. 300. *Macrocystis pyrifera* Ag. a) Junger, b) älterer Thallusproß.  $\frac{1}{80}$  nat. Gr. (Nach SKOTTSBERG.)

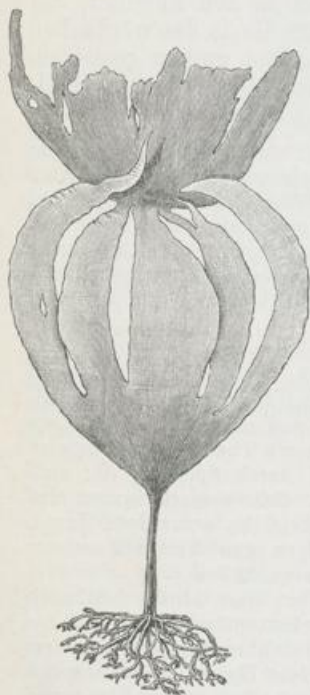


Fig. 301. *Laminaria Cloustoni*, Nordsee. Auf  $\frac{1}{3}$  verkleinert. Offizinell.



Fig. 302. *Fucus serratus*, Helgoland.  $\frac{1}{3}$  nat. Gr. Links Endstück eines älteren Thallus mit Konzeptakeln.

welche einen braunen Farbstoff, das Phaeophyll (S. 53) führen und den Algen eine gelbbraune oder dunkelbraune Gesamtfärbung verleihen. Als



Assimilationsprodukt sind zahlreiche halbfüssige sog. Fucosankörner nachweisbar, welche wohl zu den Kohlehydraten gehören und nach HANSTEEN<sup>(39)</sup> ihren Bildungsherd an den Chromatophoren haben. Bei den höheren Formen zeigt sich bereits eine ziemlich weitgehende anatomische Differenzierung des Thallus. Die äußeren Zellschichten sind in der Regel als Assimilationsgewebe ausgebildet, die inneren als Speicherzellen. Bei gewissen Arten finden sich axile Zellstränge mit Siebröhren<sup>(40)</sup>.

Wir unterscheiden die beiden Ordnungen der *Phaeosporeen* und der *Cyclosporeen*. Erstere vermehren sich ungeschlechtlich durch Zoosporen, geschlechtlich durch cilientragende Gameten, also ähnlich wie *Ulothrix* unter den Grünalgen. Letztere zeigen scharfe Differenzierung der Sexualzellen in große unbewegliche nackte kugelige Eier und kleine cilientragende Spermatozoiden; zum Teil vermehren sie sich auch ungeschlechtlich durch unbewegliche nackte Sporen.

### 1. Ordnung. *Phaeosporeae*<sup>(41)</sup>.

Hierher gehört die Mehrzahl der Formen, u. a. auch die Laminarien. Sie vermehren sich durch ungeschlechtliche Schwärmsporen, die in großer Anzahl in einfächerigen oder unilokulären Sporangien erzeugt werden, einen roten Augenfleck, meist ein Chromatophor und zwei seitlich inserierte Cilien, eine nach vorne, die andere nach hinten gerichtet, aufweisen (Fig. 303) und direkt keimen. Für die Laminarien ist bis jetzt nur diese ungeschlechtliche Fortpflanzung bekannt.

Außer den einfächerigen Sporangien werden von den Phaeosporeen auch vielfächerige oder multilokuläre Sporangien erzeugt (Fig. 304). Jede Zelle derselben bildet nur eine, selten mehrere

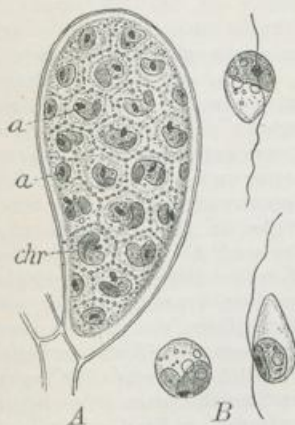


Fig. 303. A *Pleurocladia lacustris*. Unilokuläres Sporangium mit noch eingeschlossenen Zoosporen, a Augenfleck, chr Chromatophor (nach KLEBAHN). B Chorda filum, Zoosporen (nach REINKE). (Aus OLTSMANN, Algen.)

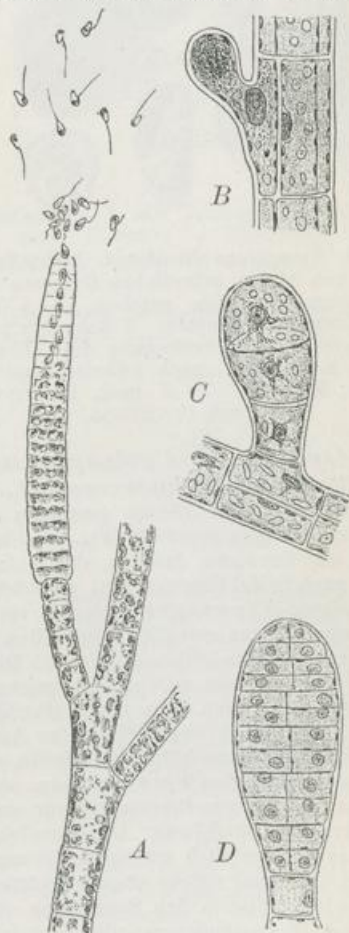


Fig. 304. A *Ectocarpus siliculosus*. Plurilokuläres Sporangium in Entleerung (nach THURET). B, C, D *Sphacelaria cirrhosa*, desgl. in Entwicklung (nach REINKE). (Aus OLTSMANN, Algen.)



ausschlüpfende Schwärmsporen. Bei einigen Gattungen ist Kopulation dieser Schwärmsporen beobachtet worden. Wir haben dieselben demnach als Planogameten und ihre Sporangien als Gametangien zu bezeichnen.

Allerdings ist die Sexualität verschieden stark ausgeprägt und die aus plurilokulären Sporangien entlassenen Schwärmer keimen vielfach auch ohne Kopulation zu neuen Pflanzen, wie dies unter den Chlorophyceen auch für *Ulothrix* bemerkt wurde.

Als Beispiel für Kopulation sei *Ectocarpus siliculosus* (Fig. 305) genannt, bei welchem bereits ein Unterschied in dem Verhalten der im übrigen gleichgestalteten Gameten zu konstatieren ist, derart, daß männliche und weibliche, beide in besonderen diöcisch oder monöcisch verteilten Gametangien erzeugt, zu unterscheiden sind. Die weiblichen Gameten setzen sich fest und zahlreiche männliche Gameten berühren sie mit ihren Cilien. Schließlich verschmilzt ein männlicher Gamet mit dem weiblichen zu einer Zygote (Fig. 305 2—9), welche zuletzt nur einen Kern, aber zwei Chromatophoren enthält, sich festsetzt, sich mit einer Membran umgibt und zu einer neuen Pflanze heranwächst.

Bei anderen Phaeophyceen ist der Unterschied zwischen den zweierlei Gameten auch in Form und Größe ausgeprägt und besonders in der Familie der *Cutleriaceen* ist ein entschiedener Übergang von Isogamie zu Oogamie festzustellen<sup>(42)</sup>.

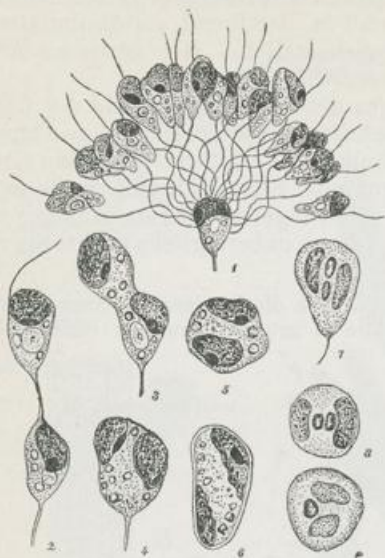


Fig. 305. *Ectocarpus siliculosus*. 1 Weiblicher Gamet von vielen männlichen Gameten umgeben, von der Seite gesehen. 2—5 Verschmelzung der Gameten. 6 Keimling nach 24 Stunden. 7—9 Vereinigung der Zellkerne bei der Kopulation, nach fixiertem und gefärbtem Material. (1—5 nach BERTHOLD, 6—9 nach OLTMANNs.)

## 2. Ordnung. Cyclosporeae.

1. Familie. *Dictyotaceae*<sup>(43, 44)</sup>. Hierher gehören nur wenige Gattungen, z. B. die mediterrane fächerförmig gestaltete *Padina Pavonia*, die in europäischen Meeren verbreitete *Dictyota dichotoma* (Fig. 8). Sie unterscheiden sich von der zweiten größeren Familie der Fucaceen dadurch, daß außer Geschlechtsorganen auch ungeschlechtliche Sporen, nach Individuen getrennt, gebildet werden. Die Sporen entstehen ähnlich wie bei den Rotalgen in Sporangien, meist zu vier als sog. Tetrasporen, seltener zu acht, und sind membranlos, unbeweglich, ohne Cilien, also als Aplanosporen zu bezeichnen (Fig. 306 1). Oogonien und Antheridien stehen bei *Dictyota* gruppenweise, in sog. Sori, zusammen (Fig. 306 2, 3), die aus nebeneinanderstehenden Rindenzellen nach Abgliederung je einer Stielzelle hervorgehen. An den Antheridiengruppen bleiben bei *Dictyota* die peripherischen Zellen steril und bilden eine Art Hülle. Die Oogonien erzeugen nur je eine große einkernige ausschüpfende Eizelle, die vielzelligen Antheridien, die mit den plurilokulären Gametangien übereinstimmen, aus jeder Zelle je ein Spermatozoid, das im Unterschied zu den übrigen Braunalgen nur eine einzige lange, seitlich inserierte Cilie besitzt.

*Dictyota* ist zweihäusig. Die männlichen und weiblichen Sexualpflanzen gehen hervor aus den ungeschlechtlich erzeugten Tetrasporen; aus den befruchteten Eizellen entstehen wiederum Pflanzen, welche ungeschlechtliche Tetrasporen erzeugen. Da nun auch bei der Tetradenteilung in den Sporangien eine Reduktion der Zahl der Kernchromosomen von 32 auf 16 stattfindet und die Sexualpflanzen diese halbe Chromosomenzahl in allen ihren Zellkernen beibehalten, bis nach der Befruchtung die doppelte Zahl wieder erreicht ist, so liegt hier im Gegensatz zu den Phaeosporeen ein typischer Generationswechsel vor, nur zeigen die geschlechtlichen Generationen (Gametophyt) und die



ungeschlechtliche (Sporophyt) im Bau ihres Thallus keinen Unterschied wie bei den Moosen und Farnen.

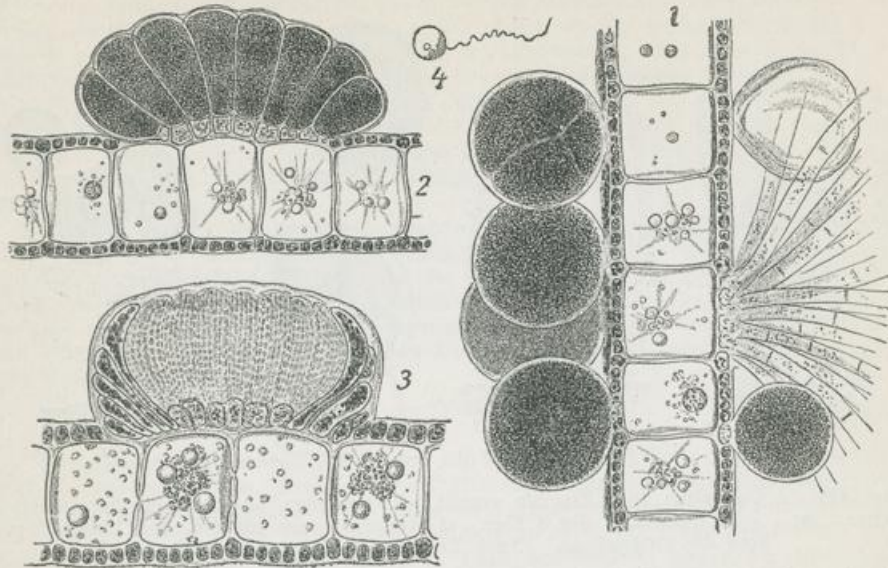


Fig. 306. *Dictyota dichotoma*. Thallusquerschnitte, 1 mit Tetrasporangien, 2 mit Oogoniumgruppe, 3 mit Antheridiengruppe, nach THURET. 4 Spermatozoid, nach WILLIAMS. (Aus OLTMANN'S, Algen.)

**2. Familie. Fucaceae**<sup>(45)</sup>. Bei den Fucaceen fehlt die ungeschlechtliche Schwärmersporenbildung gänzlich, dagegen ist die sexuelle Fortpflanzung auch hier als Oogamie scharf ausgeprägt. Bei den Arten von *Fucus* sitzen die Oogonien und Antheridien in besonderen krugförmigen Vertiefungen, sog. Conceptacula, die zu vielen in die letzten angeschwollenen Auszweigungen des Thallus eingesenkt und für die ganze Familie sehr charakteristisch sind (vgl. *Fucus serratus*, Fig. 302). Bei *F. platycarpus* enthalten die Conceptakeln (Fig. 307) sowohl Oogonien als Antheridien, bei *F. vesiculosus* dagegen herrscht Diöcie. Der Innenwand der Conceptacula entspringen zahlreiche unverzweigte sterile Haare, sog. Saftfäden oder Paraphysen, die zum Teil als Büschel nach außen vortreten (Fig. 307 p). Zwischen denselben befinden sich die Oogonien und Antheridien. Die letzteren sitzen als ovale Zellen in büscheliger Anordnung an besonderen reich verzweigten kurzen Fäden (Fig. 307 a, 309 1, 2). Der Inhalt des Antheridiums zerfällt in zahlreiche Spermatozoiden, er wird als Ganzes, von der dünnen inneren Wandschicht umgeben, entleert (Fig. 309 4) und entläßt dann die gestreckt eiförmigen, mit zwei verschieden langen seitlichen Cilien und rotem Augenfleck versehenen Spermatozoiden. Die Oogonien (Fig. 307 o, 308) sind große runde, auf einzelligem Stiel sitzende gelbbraune Gebilde, deren Zellhaut im Innern acht

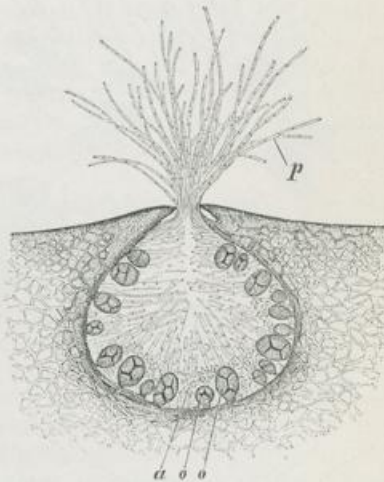


Fig. 307. *Fucus platycarpus*. Monöcisches Conceptaculum mit Oogonien verschiedenen Alters o und Antheridienbüscheln a, Paraphysen p. Vergr. ca. 25. (Nach THURET.)



große, aus der Oogoniummutterzelle durch Teilung entstandene, durch feine Zellwände getrennte Eizellen umschließt. Der Oogoniuminhalt tritt, von einer dünnen Hülle um-

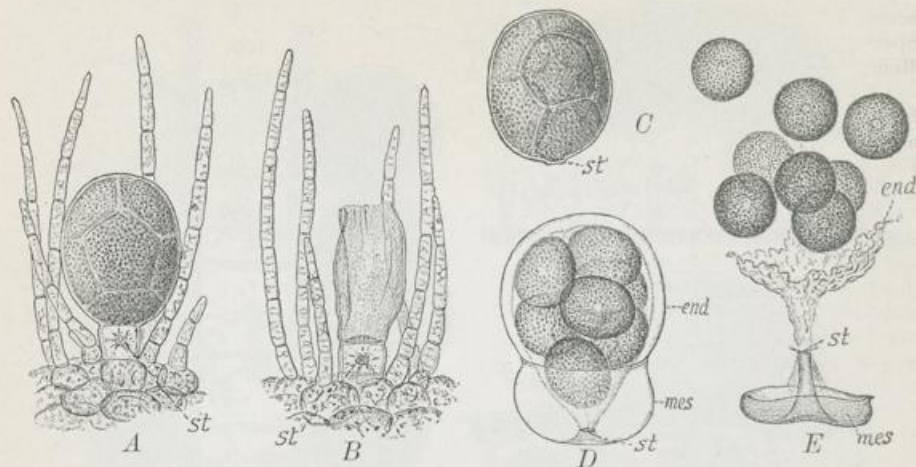


Fig. 308. A Oogonium, in 8 Eizellen geteilt. B Oogonium, aus welchem der Inhalt C entleert ist. D, E Befreiung der 8 Eier. st Stielzelle, mes mittlere, end innere Membran des Oogoniums. (Nach THURET, aus OLTMANN'S, Algen.)

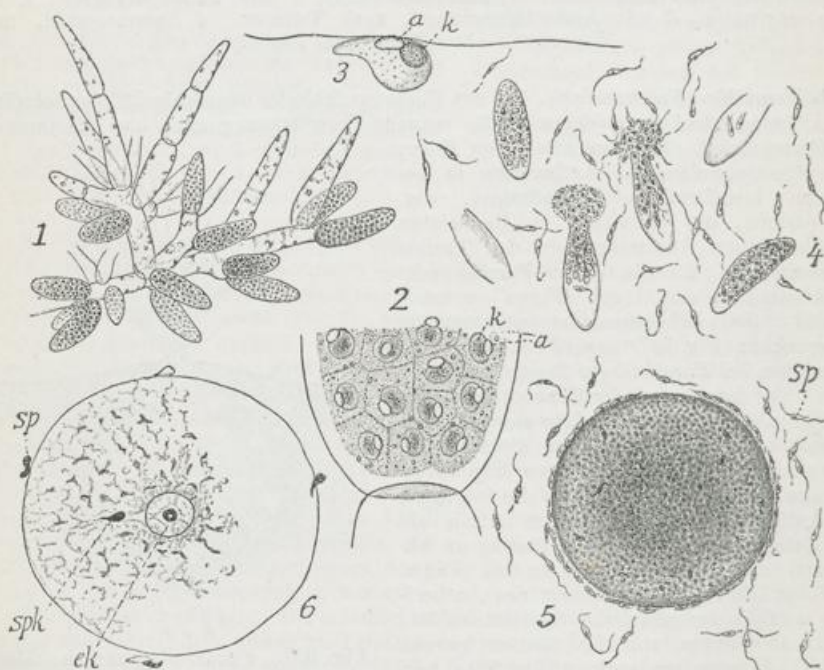


Fig. 309. Fucus. 1 Antheridienstand. 2 Stück eines Antheridiums mit Anlage der Spermatozoiden. 3 Spermatozoid, a Augenfleck, k Kern. 4 Isolierte Antheridien in Entleerung. 5 Ei von Spermatozoiden umschwärmt. 6 Schnitt durch ein befruchtetes Ei, ek Eikern, spk Spermakern, sp Spermatozoiden. (1, 4, 5 nach THURET, 2, 3 nach GUIGNARD, 6 nach FARMER. Aus OLTMANN'S, Algen.)



geben, aus der aufplatzenden Oogoniumwand heraus (Fig. 308 B, C), die Hülle verquillt am oberen Teil, stülpt sich teilweise zurück und die nackten Eier werden nun frei ins Wasser entleert (D, E). Dort haften die Spermatozoiden in großer Menge ihnen an, versetzen sie durch ihre Cilien in rotierende Bewegung, wobei die Befruchtung durch ein Spermatozoid erfolgt (Fig. 309 5, 6). Nach der Befruchtung umgibt sich das Ei mit Membran, setzt sich fest und wächst unter Teilung zu einer neuen Pflanze heran.

Bei anderen Fucaceen werden in dem Oogonium nur 4, 2 oder schließlich auch nur 1 befruchtungsfähiges Ei erzeugt, immer aber teilt sich der eine Kern der Oogoniumanlage nach OLTMANNs in 8 Kerne, wovon dann in diesen Fällen nur 4, 2 oder 1 zu Eikernen ausgebildet, die übrigen als reduzierte befruchtungsunfähige Eikerne beiseite geschoben werden.

Da die Fucaceen der ungeschlechtlichen Sporenbildung ermangeln, so fehlt ihnen der für Dictyota charakteristische Generationswechsel. Vielleicht könnte man eine reduzierte geschlechtliche Generation in den Teilungsvorgängen erblicken, die zur Bildung der Sexualzellen aus den Oogonium- und Antheridiumanlagen führen und bei welchen eine Reduktion der Chromosomenzahl auf die Hälfte stattfindet. Danach wären der Fucusthallas dem Sporophyten von Dictyota und die Anlagen der Sexualorgane den Tetrasporangien gleichwertig<sup>(44)</sup>.

Nutzpflanzen der Phaeophyceen sind: die früher offizinellen *Laminaria digitata* und *L. Cloustoni* (Pharm. germ.), deren Thallusstiele getrocknet als Quellstifte in der Chirurgie Verwendung finden. — Verschiedene Laminariaceen und Fucaceen liefern aus ihrer Asche (Varec, Kelp) Jod, früher wurde auch Soda aus ihnen gewonnen. Viele Laminarien sind reich an Mannit (z. B. *Lam. saccharina*), dienen zur Gewinnung desselben und werden auch, besonders von Chinesen und Japanern, als Nahrung genossen.

## Klasse XII.

### Rhodophyceae, Rotalgen<sup>(6, 20, 46)</sup>.

Die Rotalgen, Rhodophyceen oder Florideen, bilden eine selbständige Gruppe höherer Algen. Ihr phylogenetischer Ursprung ist vielleicht bei höher stehenden Grünalgen zu suchen. Sie sind wie die Braunalgen fast ausschließlich Meeresalgen und bewohnen vorzugsweise die tiefsten Algenregionen an den Küsten aller Ozeane, besonders der gemäßigten und tropischen Zonen. Nur wenige Gattungen (*Batrachospermum* z. B.) wachsen im Süßwasser, am Boden fließender Gewässer.

Der Thallus der Rotalgen weist große Mannigfaltigkeit auf. Die einfachsten Formen stellen aus einfachen Zellreihen bestehende, zierlich verzweigte Fäden dar (z. B. *Callithamnion*). Bei anderen bauen sich die büschelig verzweigten Thallusfäden aus mehreren Zellen im Querschnitt auf. Zahlreiche Formen besitzen einen vielzelligen, breiter oder schmaler bandförmigen und oft reich verzweigten Thallus (z. B. *Chondrus crispus* (Fig. 310, 311, *Gigartina mamilliosa* Fig. 311). Sodann gibt es Arten, die in Form von Zellflächen der Unterlage aufliegen. Alle Florideen sitzen an der Basis mittels Haftfäden oder Haftscheiben fest. Eine der komplizierter gegliederten Formen ist z. B. die *Delesseria sanguinea* (*Hydrolapathum*) (Fig. 9) des atlantischen Ozeans. Der blattartige zunächst einer Basalscheibe entspringende Thallus ist hier mit Mittel- und Seitenrippen versehen. Im Herbst fallen die Spreiten ab, die Hauptrippen bleiben als Achsen stehen, um im nächsten Frühjahr neue Thallusblätter zu treiben. Die Familie der *Corallinaceen*, deren Gattungen teils einen zierlich gegliederten, verzweigten, teils einen krustenförmigen oder korallenartigen Thallus aufweisen, zeichnet sich dadurch aus, daß in und um die Membranen kohlensaurer Kalk massen-



haft abgelagert wird, so daß diese Algen etwa den Eindruck von Korallen machen. Die Kalkflorideen vegetieren hauptsächlich an Küsten mit starker Brandung, besonders in den Tropen.



Fig. 310. *Chondrus crispus*. Helgoland.  
 $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Offizinell.

andererseits geschlechtlich in der Befruchtung weiblicher Organe durch männliche Zellen.

Die ungeschlechtlichen Sporen sind nackte, runde unbewegliche Zellen ohne Cilien, welche zu vier durch Teilung in einem Sporangium entstehen. Die Sporangien sitzen



Fig. 311. *Gigartina mamillifera*. s. Warzenförmige Fruchtkörper.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr. Offizinell.

Die Rotalgen sind meist rot oder violett, auch purpurschwarz oder braunrot gefärbt. Ihre Chromatophoren, welche als flache, scheibenförmige, ovale oder gebuchtete Gebilde in größerer Zahl und dichter Lagerung in den Zellen auftreten, enthalten außer grünem Farbstoff auch einen roten, das Phycoerythrin, und zwar wie es scheint beide in chemischer Verbindung. (Vgl. S. 53.) Echte Stärke wird nicht als Assimilationsprodukt erzeugt, sondern eine stärkeähnliche Substanz, die Florideenstärke, in Form von rundlichen, oft geschichteten, mit Jod sich rötlich färbenden Körnchen. Auch Öltröpfchen kommen vor. Die Zellen sind einkernig oder auch mehrkernig.

Die Fortpflanzung geschieht bei den Florideen einerseits ungeschlechtlich mit Sporen,

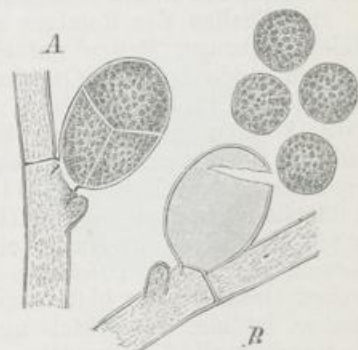


Fig. 312. *Callithamnion corymbosum*. Tetrasporenbildung. A Geschlossenes, B entleertes Sporangium mit den vier ausgetretenen Tetrasporen. (Nach THURET.)



als rundliche Körper an den Thallusfäden oder sind dem Thallus eingesenkt, sie entlassen die vier Sporen aus einem Querschnitt ihrer Wandung. Infolge der Entstehung zu vierten nennt man die Florideensporen Tetrasporen (Fig. 312). Sie vertreten die Rolle der Schwärmsporen der übrigen Algen und finden sich in ähnlicher Weise nur bei den Dictyotaceen unter den Braunalgen wieder.

Die Ausbildung der Sexualorgane, besonders der weiblichen, ist eine sehr eigenartige und von dem Verhalten der übrigen Algen sehr abweichende. Sie sei an dem Beispiel von *Batrachospermum moniliforme*, einer einheimischen Süßwasserfloridee, erläutert. Diese Alge besitzt einen in Gallerte gehüllten, bräunlichen, aus wirtelig verzweigten Fäden bestehenden Thallus. Die Sexualorgane treten im Herbst auf und bilden Glomeruli oder kugelige, aus radial gehäuften kurzen Zweigen gebildete Köpfchen in den Zweigquirlen.

Die Antheridien, auch Spermatangien genannt (Fig. 313 A), schließen meist in Zweifzahl die Enden der Wirtelzweige im Glomerulus ab. Jedes Antheridium besteht aus einer Zelle, deren gesamtes Plasma in die Bildung nur eines einzigen Spermatiums

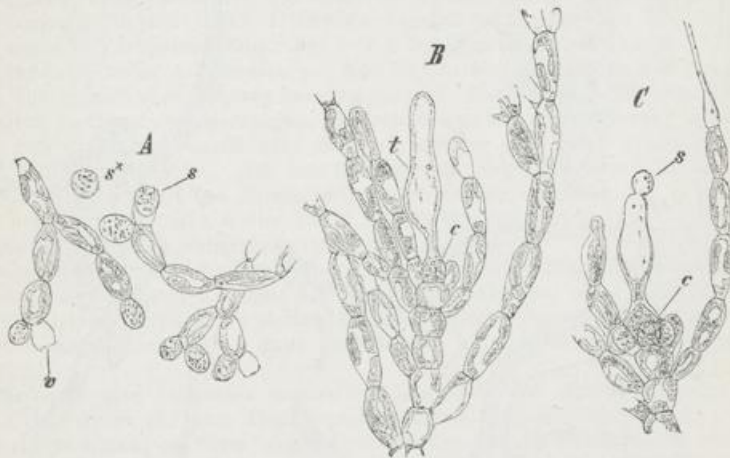


Fig. 313. *Batrachospermum moniliforme*. A Einzelne durch Druck isolierte Wirtelzweige mit Antheridien. Bei s\* ein Spermatium, bei s ein solches im Augenblick der Entleerung, bei z ein leeres Antheridium. B Ein isolierter Wirtelzweig mit einem noch unbefruchteten Carpogonium, bei c Basalteil, bei t Trichogyn desselben. C Ein Wirtelzweig mit befruchtetem Carpogonium, s ein entleertes mit dem Trichogyn kopuliertes Spermatium, beginnende Sprossung aus dem Basalteile des Carpogons bei c. Vergr. 540.

aufgeht. Die Spermatien werden aus der zurückbleibenden Zellhaut (Ar, s) entleert, sind rundlich, einkernig; von einigen Autoren ist aber eine Teilung des Kernes in zwei Kerne beobachtet. Sie sind mit dünner Membran umkleidet, können sich nicht selbständig bewegen, wie die mit Cilien versehenen Spermatozoiden der übrigen Algen, und verdanken diesem Unterschied ihre besondere Bezeichnung. Die weiblichen Organe, hier Carpogonien genannt, sitzen ebenfalls an Zweigenden zwischen den Antheridien tragenden Ästen. Das Carpogon (Fig. 313 B) besteht aus einer langen, im unteren Teil (c) flaschenförmig angeschwollenen, im oberen Teil (t) fadenförmig gestalteten Zelle. Der Basalteil enthält den Eikern und Chromatophoren, der fadenförmige ebenfalls einen Zellkern führende Teil wird als Trichogyn bezeichnet und fungiert als Empfangnisorgan für die Spermatien, die zu einem oder mehreren mit dessen Spitze kopulieren (C), indem ihr Inhalt durch eine entstehende Öffnung in den Zellinhalt des Carpogons unter Zurücklassung der entleerten Membran übertritt. Spermakern und Eikern verschmelzen miteinander. Die alsdann vom Trichogyn sich abgrenzende Eizelle wird nun nicht direkt zu einer Oospore; infolge der Befruchtung wachsen vielmehr aus den Seitenflächen des Bauchteils des Carpogons sich weiter verzweigende Schläuche hervor, die sporogenen Fäden. Zugleich sprossen aus den Tragzellen des befruchteten Carpogons Hüllzweige, die sich um die letzteren lagern und mit diesen eine sog. Hüllfrucht,



Cystocarp, bilden Die sich reich verzweigenden sporogenen Fäden erzeugen aus ihren anschwellenden Endzellen die kugelrunden, einen Kern und ein Chromatophor führenden Sporen, die man hier als Carposporen bezeichnet. Sie werden aus den zurückbleibenden Hüllen der Endzellen entleert. Aus den Carposporen entwickelt sich

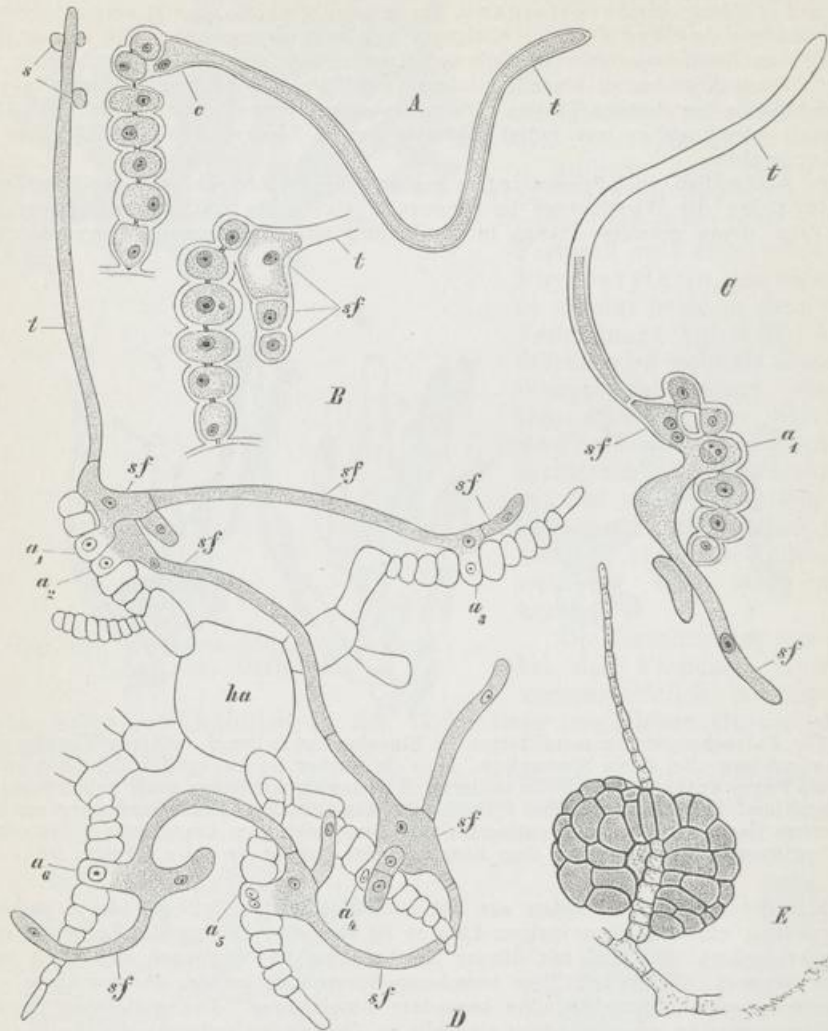


Fig. 314. *Dudresnaya coccinea*. A Carpogon-Ast, Carpogon *c* mit Trichogyn *t*. B Nach der Befruchtung, Carpogon zum sporogenen Faden *sf* ausgewachsen. C Verbindung dieses Fadens mit der ersten Auxiliarzelle *a*<sub>1</sub>. D Verzweigung des sporogenen Fadens und Verbindung mit 6 Auxiliarzellen *a*<sub>1</sub>—*a*<sub>6</sub>. Die Zellen *a*<sub>3</sub>—*a*<sub>6</sub> sind Asten eingefügt, die von der Achse *ha* entspringen. Schema. E Reifer Carposporenknäuel, aus einem Ast hervorgegangen. Vergr. A—C ca. 500, D 250, E 300. (A—D nach OLTSMANN, E nach BORNET.)

bei *Batrachospermum* zunächst ein aus Zellfäden bestehender Vorkeim, der aus seinen Endzellen ungeschlechtliche einzellige Sporen erzeugt. Dieselben dienen der Vermehrung des Vorkeims. Schließlich wachsen einzelne Zweige des Vorkeims zu den geschlechtlich differenzierten Thallusfäden heran. Die Sporenbildung am Vorkeim entspricht der Tetrasporenbildung der übrigen Florideen.



Bei anderen Florideengattungen verläuft die Bildung der Cystocarpien und Carposporen in noch komplizierterer Weise als bei den Batrachospermen, überall aber lassen sich die Carposporen nach OLTMANNs in ihrer Entstehung als Abkömmlinge der befruchteten Eizelle nachweisen. Wir haben somit bei den Florideen zwei Generationen zu unterscheiden, einmal die geschlechtliche (Gametophyt), welche Eizellen und Spermarien bildet, und dann die aus der befruchteten Eizelle hervorgehende, mit der Mutterpflanze in Verbindung bleibende ungeschlechtliche, Carposporen erzeugende Generation (Sporophyt), also eine Art von Generationswechsel, vergleichbar demjenigen der Moose und Farne. Die Tetrasporenbildung stellt eine ungeschlechtliche Form der Vermehrung der geschlechtlichen Generation vor und geht der Bildung der Sexualorgane voraus.

Als Beispiel für kompliziertere Ausbildung der aus der befruchteten Eizelle hervorgehenden sporenbildenden Generation sei die an den wärmeren europäischen Küsten verbreitete *Dudresnaya coccinea*, mit zylindrischem, reich verzweigtem Thallus, gewählt (Fig. 314). Die Carpogonäste bestehen aus ca. sieben Zellen; die endständige Carpogonzelle trägt ein sehr langes Trichogyn. Nach der Befruchtung treibt die Carpogonzelle einen Zellfaden nach unten, der sich weiterhin verlängert und verzweigt und successive mit bestimmten, dichten Inhalt führenden vegetativen Zellen, den Auxiliarzellen, durch Fusion in Verbindung tritt. Die ersten Auxiliarzellen liegen in dem Carpogonast, die folgenden in anderen Seitenästen. Alle Kerne des sporogenen Fadens sind durch Teilung des befruchteten Eikerns hervorgegangen. Die Fusionen mit den Auxiliarzellen führen nicht zu Kernverschmelzungen, sondern dienen nur der Ernährung der sporogenen Fäden. Aus der Carpogonzelle kann noch ein zweiter und dritter sporogener Faden in gleicher Weise entspringen. Aus den blasenförmig angeschwollenen Zellen der sporogenen Fäden, welche mit den Auxiliarzellen fusionierten, sprossen nun je zwei Ausstülpungen hervor, welche sich weiter teilen zu den runden Sporenhäufen, aus dem die Carposporen schließlich entlassen werden (Fig. 314 E).

Besonderes Interesse verdient eine kleine Nordseefloridee, *Harveyella mirabilis* (47), welche auf einer anderen Rotalge, der *Rhodomela subfusca*, als echter Schmarotzer in Form von kleinen weißlichen Polstern auftritt. Infolge der parasitischen Lebensweise ist die Chromatophorenbildung ganz unterdrückt, so daß diese Floridee sich wie ein Pilz verhält.

Offizinell sind *Gigartina mammillosa* (Fig. 311) mit zäpfchenförmigen, 2–5 mm langen Cystocarpien auf dem Thallus und *Chondrus crispus* (Fig. 310) mit ovalen, dem Thallus eingesenkten, ca. 2 mm langen Cystocarpien auf der Thallusfläche und ähnlichen Tetrasporenlagern an den Thallusendsegmenten. Beide leben in der Nordsee als purpurote oder purpurbraune festsitzende Algen; getrocknet sind sie von hellgelblicher Farbe und liefern das offizinelle Carrageen oder irländische Moos (Pharm. germ., austr., helv.), das zur Gallertbereitung verwandt wird. — Verschiedene Florideen liefern das ebenfalls zur Gallertbereitung benutzte Agar-Agar; so *Gracilaria lichenoides* das Agar von Ceylon (auch *Fucus amylaceus* genannt); *Eucheuma spinosum*, Agar von Java und Madagaskar.

### Klasse XIII.

#### Phycomycetes, Algenpilze (48, 49, 50).

In der Beschaffenheit des Thallus und auch der Sexualorgane zeigen die Phycomyceten oder Algenpilze vielfach nähere Beziehungen zu Siphoneen. In dieser Algengruppe dürfte der phylogenetische Ursprung der Mehrzahl der Algenpilze zu suchen sein, indessen deuten gewisse Formen auch auf andere niedere Grünalgen hin (*Basidiobolus* z. B. auf Konjugaten). Wenn zurzeit die Phycomyceten noch als geschlossene Klasse aufgeführt werden, so geschieht dies mit dem Vorbehalt ihrer späteren Auflösung in mehrere, an verschiedene Algenklassen anzugliedernde Reihen.

Der schlauch- oder fadenförmige reichverzweigte Thallus weist, wie bei *Vaucheria*, bis zur Bildung der Reproduktionsorgane keine Querwände auf und umschließt eine zusammenhängende Plasmamasse, in welcher zahlreiche sehr kleine Zellkerne enthalten sind, aber keine Chromatophoren, die bei



diesen farblosen Organismen ganz unterdrückt sind. Die Pilzfäden bezeichnet man als Hyphen, hier als ungegliederte, den ganzen Thallus als Mycelium. Nur in wenigen Fällen tritt eine Gliederung der Hyphen in Zellen ein. Die Algenpilze leben teils saprophytisch im Wasser auf faulenden Pflanzen oder Tieren, oder an der Luft auf verwesenden organischen Substanzen, teils parasitisch in den Geweben von höheren Pflanzen oder auch von Insekten.

Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch Sporen, die bei den meisten Gattungen in Sporangien erzeugt werden. Das gesamte Protoplasma derselben zerklüftet sich in zahlreiche Sporenzellen, die bei den wasserbewohnenden Gattungen als cilientragende Schwärmsporen entlassen werden (Fig. 316), bei den terrestrischen dagegen vor der Entleerung bereits mit Membran umkleidet werden (Fig. 323). Ebenfalls der Verbreitung in der Luft angepaßt sind die sog. Konidien, die bei gewissen Gattungen neben den Sporangien oder auch ausschließlich gebildet werden durch Hervorsprossung und Abschnürung von Sporenzellen aus den Enden von Hyphen, die dann meist als besondere Konidienträger sich vom Substrat erheben.

Die Sexualorgane der Phycomyceten bieten viel Eigenartiges. Nach ihrer Beschaffenheit unterscheiden wir die beiden Gruppen der Oomyceten und Zygomyceten. Bei den Oomyceten, die den Grünalgen noch am nächsten stehen, differenzieren sich Oogonien und Antheridien, und letztere entleeren durch schlauchartige Ausstülpungen ihren Inhalt in erstere, die dann nach der Befruchtung Oosporen liefern. Nur bei *Monoblepharis* werden noch freie Spermatozoiden gebildet. Bei den Zygomyceten sind die Sexualorgane von gleicher Beschaffenheit und liefern als Kopulationsprodukt eine Zygospore. Sie sind aber meist vielkernig und entsprechen somit morphologisch einem ganzen Gametangium der isogamen Grünalgen.

Vielkernige Gametangien, Oogonien und Antheridien, die ihre Gameten nicht sondern und einzeln ausschlüpfen lassen, vielmehr direkt miteinander kopulieren, werden insgesamt als Coenogameten bezeichnet.

### 1. Ordnung. Oomycetes.

1. Nur bei der kleinen Familie der *Monoblepharideen*<sup>(51)</sup> entlassen die Antheridien cilientragende Spermatozoiden, während dagegen bei den übrigen Oomyceten der vielkernige Antheridiuminhalt sich nicht mehr in freie Spermatozoiden sondert, vielmehr durch Ausstülpungen des Antheridiums direkt in die Eizellen eingeführt wird.

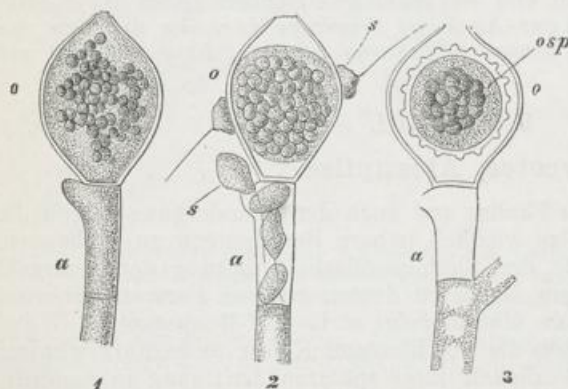


Fig. 315. *Monoblepharis sphaerica*. Ende eines Fadens mit einem Oogonium *o* und dem darunter liegenden Antheridium *a*, in 1 vor der Bildung der Eizelle und der Spermatozoiden, in 2 die letzteren *s* austretend und an dem Oogonium hinaufkriechend, in 3 reife Oospore *osp*, das Antheridium entleert. Vergr. 800. (Nach CORNU.) Aus v. TAVEL, Pilze.

Die *Monoblepharis*-Arten finden sich an faulenden Pflanzenresten im Wasser, vermehren sich ungeschlechtlich durch Schwärmsporen, die in größerer Zahl in Sporangien erzeugt werden. Die meist terminal stehenden Oogonien enthalten nur eine Eizelle (Fig. 315), die den Sporangien ähnlichen Antheridien entlassen eine Anzahl von mit einer Cilie versehenen Spermatozoiden, welche zu den



Oogonien gelangen, deren Wandung an der Spitze auflösen und so zur Eizelle vordringen, die dann zu einer stachelig behäuteten Oospore wird.

2. An die erste Familie schließen sich die *Saprolegniaceen*<sup>(52)</sup> an, die mit ihren Mycelien ebenfalls im Wasser meist saprophytisch an der Oberfläche faulender Pflanzen, Insekten und sogar auf lebenden Fischen vegetieren. Sie vermehren sich

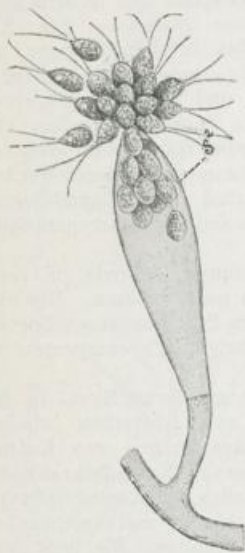


Fig. 316. *Saprolegnia mixta*. Sporangium, die 2 ciligen Zoosporen  $s^2$  entlassend. (Nach G. KLEBS.)

ungeschlechtlich durch keulenförmige Sporangien (Fig. 316), aus denen zahlreiche, mit zwei Cilien begabte Schwärmsporen nach außen entleert werden. An älteren Mycelfäden bilden sich die Geschlechtsorgane aus (Fig. 317a). Die Oogonien bilden gewöhnlich mehrere oder viele Eizellen (bis 50), selten nur eine einzige aus. Die Eizellen sind anfangs vielkernig, die Kerne degenerieren aber in der Regel bis auf einen Eikern. Die Antheridien sind schlauchförmig und vielkernig, legen sich an die Oogonien an und treiben Befruchtungsschläuche in sie hinein bis zu den Eizellen. Ein männlicher Zellkern tritt in die Eizelle ein (Fig. 318) und verschmilzt mit dem Eikern. Hierauf bilden sich die Eizellen zu derbwandigen Oosporen um. Bei einigen Formen dieser wie auch der vierten Familie kann sogar die Bildung der Antheridien gelegentlich, oder auch

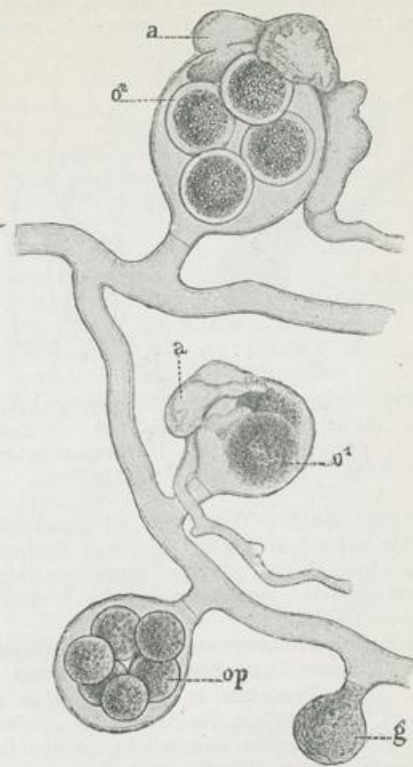


Fig. 317. *Saprolegnia mixta*. Faden mit Geschlechtsorganen. a Antheridium, das einen Befruchtungsschlauch in das Oogonium hineingetrieben hat,  $o^1$  Eizelle,  $o^2$  Oospore mit Membran umgeben, op parthenogenetische Oosporen, g junges Oogonium. (Nach G. KLEBS.)

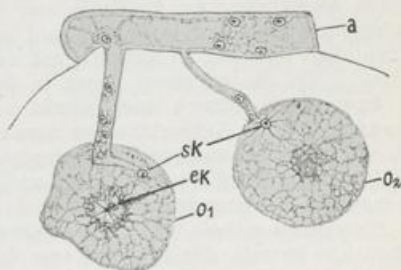


Fig. 318. *Achlya polyandra*. Befruchtung zweier Eizellen o eines Oogoniums durch zwei Schläuche des Antheridiums a. ek Eikern, in  $o_2$  der Eikern nicht im Schnitt getroffen, sk Spermakerne. (Nach Trow.)



stets ausbleiben; die Eisporen reifen dann ohne Befruchtung, so daß also hier Parthenogenese vorliegt (Fig. 317).

3. Die *Chytridiaceae*<sup>(53)</sup> stellen mikroskopisch kleine, auf Wasser- oder Landpflanzen, zum Teil auch auf Tieren schmarotzende Pilze dar, deren einzelliges Mycelium nur geringe Entwicklung erfährt und vielfach auf eine einfache, in der Wirtszelle lebende sack- oder schlauchförmige Zelle reduziert ist.

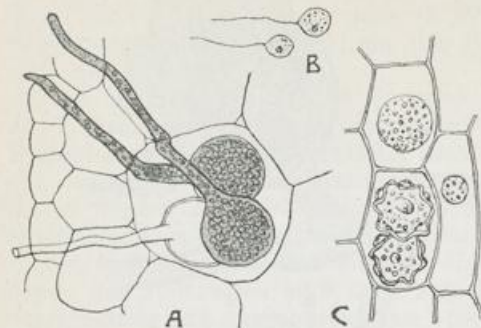


Fig. 319. *Olpidium Brassicae*. A 3 Zoosporen, eines entleert. Vergr. 160. B Zoosporen. Vergr. 520. C Dauersporangien. Vergr. 520. (Nach WORONIN.)

Ungeschlechtliche Vermehrung erfolgt durch ein- oder zweicellige Schwärmsporen. Bei den einfachsten Formen wandelt sich die ganze Zelle in das Sporangium um. Als Beispiel sei *Olpidium Brassicae* (Fig. 319) genannt, das in dem Gewebe der Stengelbasis junger Kohlpflanzen schmarotzt und sie zum Absterben bringt. Die Sporangien haben hier einen langen Hals, aus welchem die Schwärmsporen entleert werden. Vielfach sind bei Chytridiaceen auch dickwandige Dauersporangien beobachtet.

Nur bei einigen Gattungen ist geschlechtliche Fortpflanzung, Kopulation eines Oogonium mit einem Antheridium und Bildung von Oosporen nachgewiesen. Die einfachsten Chytridiaceen scheinen aus Flagellaten, teils auch aus Protococcaceen hervorgegangen zu sein; ihre systematische Stellung unter den übrigen Phycomyceten ist daher noch fraglich.

4. Die *Peronosporae*<sup>(54)</sup> sind parasitische Pilze, welche mit ihrem Mycel in den Geweben höherer Landpflanzen schmarotzen und dieselben zum Absterben bringen. Gewisse Arten bewirken in nassen Jahren epidemische Erkrankungen von Kulturgewächsen, so vor allem die *Phytophthora infestans*, der Pilz der sog. Kartoffelkrankheit. Seine Mycelfäden leben intercellular in den Blättern und Knollen der Kartoffelpflanze, senden kurze Saugschläuche oder Haustorien in die Zellen hinein und verursachen die Braunfärbung und das Absterben des Laubes und der Knollen. Bis jetzt sind Geschlechtsorgane bei dieser Art noch nicht beobachtet, sondern nur die ungeschlechtlichen Sporangien, welche als ovale Gebilde zu mehreren auf langen verzweigten, vorzugsweise auf der Blattunterseite aus den Spaltöffnungen herauswachsenden Sporangienträgern gebildet werden (Fig. 320). Die letzteren erscheinen dem bloßen Auge als weißer Schimmel. Die Sporangien werden endständig angelegt und durch eine Querwand abgegliedert, dann wächst der Träger neben dem Sporangium vorbei, so daß es dann eine seitliche Stellung erhält. Noch vor der Teilung des Inhaltes lösen sich die Sporangien (B) ab, werden durch den Wind verbreitet und tragen so zur raschen Ausdehnung der Epidemie bei. Die Entwicklung der Schwärmsporen aus den Sporangien erfolgt nur in Wasser und ist somit nur bei nassem Wetter möglich. Der Sporenhalt teilt sich in mehrere, mit zwei Cilien versehene, ausschüpfende Schwärmsporen (C, D), die zu einem neuen in das Blatt eindringenden Mycelfaden auskeimen. Die Sporangien können auch direkt ohne Teilung des Inhaltes und Bildung von Schwärmsporen zu Keimschläuchen auswachsen. Es läßt sich somit bei dem Kartoffelpilz, wie auch bei anderen Peronosporaeen der Übergang von Sporangien zu Konidien verfolgen, eine Umbildung, die mit dem Übergang von der aquatischen zur terrestrischen Lebensweise hier zusammenhängt.

*Plasmopara viticola*, mit reich verästelten Sporangienträgern, ist ein ebenfalls sehr schädlicher Parasit, der Pilz des sog. falschen Mehltaues der Blätter und Beeren des Weinstockes. Eine sehr häufige Art ist ferner *Albugo candida* (= *Cystopus candidus*) auf Cruciferen, besonders *Capsella bursa pastoris*, weiße Auftreibungen der Stengel verursachend. Die Sporangien werden bei dieser Art in langen Ketten am Mycelium unter der Epidermis der Nährpflanze erzeugt und entleeren im Wasser zahlreiche Schwärmsporen.



Die Sexualorgane der Peronosporaceen, welche an *Vaucheria* (Fig. 292) erinnern, entstehen meist im Innern der Nährpflanze, die Oogonien als kugelige Anschwellungen von Hyphenenden, die Antheridien als schlauchförmige Ausstülpungen meist dicht unter den Oogonien. Beide sind durch Querwände abgegrenzt und vielkernig (Fig. 321). Im Verhalten der Kerne zeigen sich bei den einzelnen Arten interessante Verschiedenheiten. Bei *Peronospora parasitica*, *Albugo candida* und *Lepigoni*, *Pythium*, *Plasmopara*, *Sclerospora* differenziert sich im Plasma des Oogoniums eine einzige große zentrale Eizelle oder Oosphäre, welche im reifen Zustand nur einen Eikern in der Mitte enthält,

während die übrigen Kerne sämtlich in dem peripherischen sog. Periplasma liegen. Die Antheridien treiben in das Oogonium einen Fortsatz, der sich an der Spitze in die Eizelle öffnet und nur einen männlichen Zellkern eintreten läßt (Fig. 321, 2). Die Oosphäre grenzt sich sodann durch eine Membran ab (Fig. 321, 3), die Kerne verschmelzen und das Periplasma wird zur Bildung der äußeren Sporenmembran, des Episporium, verbraucht. Bei *Peronospora parasitica* ist die reife Oospore

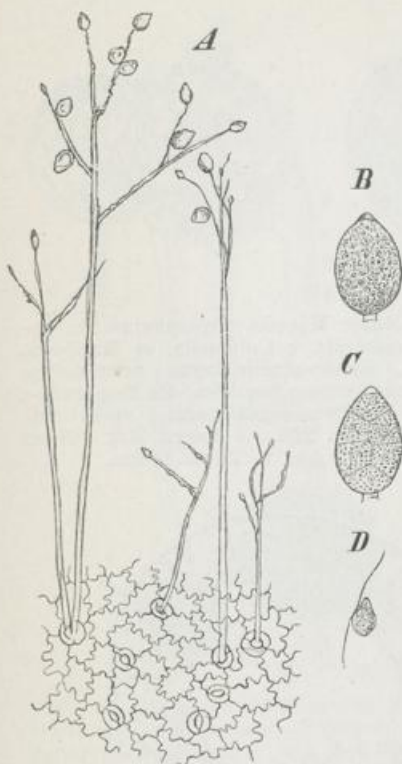


Fig. 320. A Oberflächenansicht der Blattoberfläche von *Solanum tuberosum* mit den aus den Spaltöffnungen hervortretenden Sporangienträgern der *Phytophthora infestans*. Vgr. 90. B Ein reifes Sporangium. C Ein solches mit geteiltem Inhalt. D Eine Schwärmspore. B—D Vergr. 540.

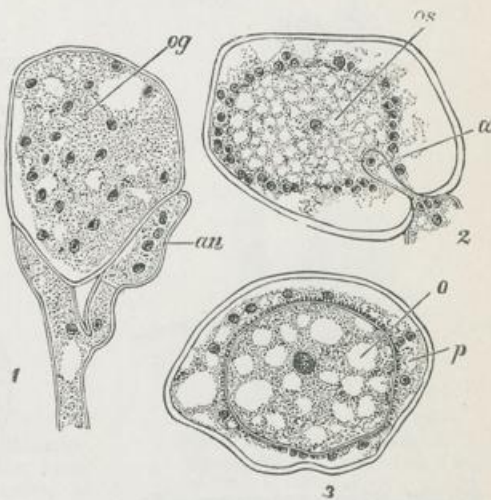


Fig. 321. Befruchtung der Peronosporaceen. 1 *Peronospora parasitica*. Junges vielkerniges Oogonium og und Antheridium an. 2 *Albugo candida*. Oogonium mit der zentralen einkernigen Oosphäre und dem Befruchtungsschlauch a des Antheridium, welcher den männlichen Kern einführt. 3 Desgl. Befruchtete Eizelle o umgeben von dem Periplasma p. Vergr. 666. (Nach WAGER.)

einkernig, bei *Albugo* durch Kernteilung vielkernig. *Albugo Bliti* und *A. Portulacae* legen zwar ebenfalls eine zentrale Oosphäre, von Periplasma umgeben, an, in dieselbe treten aber zahlreiche Kerne ein und auch der Antheridiumschiuch führt zahlreiche Kerne ein, welche paarweise mit den weiblichen Kernen kopulieren. Aus dieser zusammengesetzten Eizelle geht dann eine vielkernige Oospore hervor. Das Verhalten beider Arten kann als ein ursprünglicheres betrachtet werden, während die einkernigen Eizellen der zuerst genannten Vertreter sich von den vielkernigen ableiten lassen. Eine vermittelnde Stellung nimmt nun *Albugo Tragopogonis* ein, deren Eizelle zwar vielkernig angelegt, aber schließlich doch nur einen weiblichen Kern infolge Degenerierens der übrigen enthält. Die überzähligen Kerne in den Oogonien und Antheridien können als funktions-



los gewordene Gametenkerne betrachtet werden, ähnlich wie die überzähligen Eikerne bei gewissen Fucaceen. Die Oosporen keimen entweder direkt zu einem Mycelium aus oder erzeugen zunächst Schwärmsporen.

## 2. Ordnung. Zygomycetes.

Zu der 1. Familie der *Mucorineen*<sup>(35)</sup> gehört eine Anzahl der gewöhnlichsten Schimmelpilze, die auf pflanzlichen und tierischen Stoffen saprophytisch vegetieren und terrestrische Lebensweise führen. Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch unbewegliche, behütete Sporen aus Sporangien oder durch Konidien. Die sexuelle Fortpflanzung besteht in der Kopulation zweier gleichwertiger Coenogameten zu einer Zygosporie.

Eine der verbreitetsten Arten ist der Kopfschimmel, *Mucor mucedo*, dessen Mycel weiße Schimmelrasen auf feuchtem Brot, Mist,

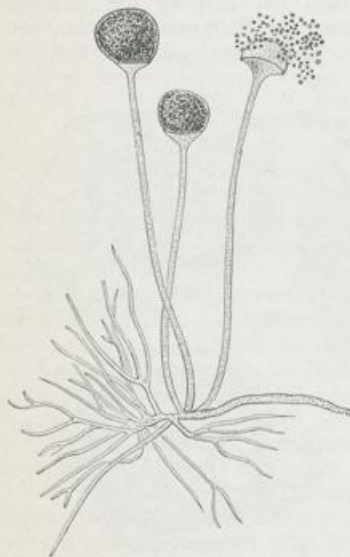


Fig. 322. *Rhizopus nigricans* (= *Mucor stolonifer*). Teil eines Myceliums mit drei Sporangien, das rechts befindliche die Sporen entleerend mit stehbleibender halbkugelförmiger Columella. Vergr. 38.

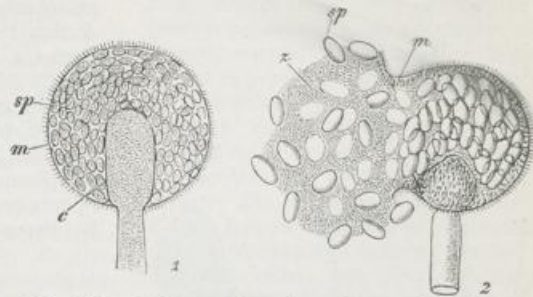


Fig. 323. 1 *Mucor Mucedo*. Sporangium im optischen Längsschnitt, c Columella, m Membran, sp Sporen. 2 *Mucor mucilagineus*. Sporangium in der Sporenentleerung begriffen, die Membran m zerfließend, die Zwischensubstanz z stark aufquellend. 1 Vergr. 225. 2 Vergr. 300. (Nach BREFELD.) Aus v. TAVEL, Pilze.



Fig. 324. *Sporodinia grandis*. Medianer Schnitt durch ein reifes Sporangium. Sporen mehrkernig. Vergr. 425. (Nach HARPER.)

Fruchtsäften bei Abschluß von frischer Luft bildet, ferner auf gleichen Substraten der Ausläufer treibende *Mucor stolonifer* (= *Rhizopus nigricans*) mit bräunlichem Mycelium. Bei den Mucorarten entstehen die kugeligen Sporangien (Fig. 322) an den Enden von senkrecht sich erhebenden dicken Mycelschläuchen durch Abgrenzung mittels Querwand, welche sich kegelförmig als sog. Columella (Fig. 323, 1 c) vorwölbt. Das Plasma des Sporangiums zerfällt durch fortgesetzte Zerklüftung in zahlreiche Sporen, die durch Zerfließen der Sporangiumwand unter Aufquellung einer zwischen ihnen liegenden Zwischensubstanz entleert werden. Bei den auf Exkrementen häufig sich entwickelnden *Pilobolus*-Arten wird das Sporangium durch den stark turgeszierenden und an der Columella schließlich aufplatzenden Träger weit abgeschleudert. Nach HARPER sind bei *Pilobolus* die Sporen zweikernig, bei *Sporodinia* vielkernig (Fig. 324).

Unter gewissen Bedingungen wird die ungeschlechtliche Fortpflanzung abgelöst durch die sexuelle, die darin sich zeigt, daß an den Mycelschläuchen seitliche keulen-



fürmige Äste hervorkommen, paarweise mit den Enden aufeinander stoßen (Fig. 325) und dort die konjugierenden vielkernigen Coenogameten durch je eine Querwand abgrenzen. Die Gameten verschmelzen nun zu einer Zygosporangie mit warzenbesetzter Membran, wobei die Zellkerne paarweise miteinander kopulieren. Die Zygosporangien keimen nach längerer Ruhe und es können dann direkt an den Keimschläuchen Sporangien gebildet werden (Fig. 325 5).

Interessant ist der von BLAKESLEE<sup>(56)</sup> erbrachte Nachweis von diöcischen Mycelien bei *Mucor stolonifer*; Zygosporangien werden nur dann gebildet, wenn männliche und weibliche Mycelien aneinander stoßen. Bei anderen Mucorineen dagegen entstehen die kopulierenden Gameten auf ein und demselben Mycelium.

Innerhalb der Gruppe der Zygomyceten ist eine Reduktion der Sexualität zu verfolgen. Bei gewissen Mucorineen werden zwar die Konjugationsschläuche paarweise angelegt, es findet aber keine Verschmelzung mehr

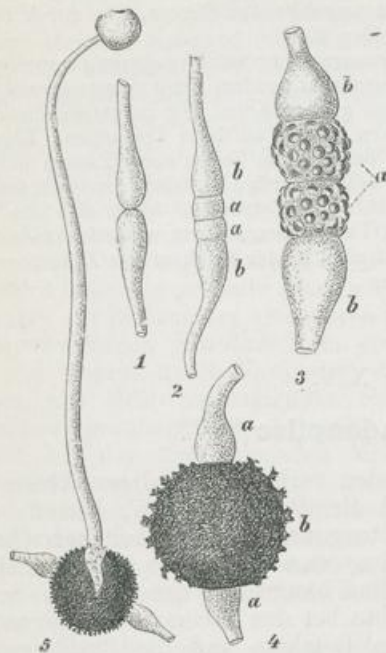


Fig. 325. Zygosporangienbildung von *Mucor Mucedo*. 1 Die Konjugationsäste. 2 Abgrenzung der konjugierenden Zellen *a* von den Suspensoren *b*. 3 Weiteres Stadium, die konjugierten Zellen *a* sind als solche noch zu erkennen, die Warzen der Membran beginnen ihre Bildung. 4 Reife Zygosporangie *b* zwischen den Suspensoren *a*. 5 Keimung der Zygosporangie mit einem Sporangium am Keimschlauch. 1–4 Vergr. 225, 5 Vergr. ca. 60. (Nach BREFELD.) Aus v. TAVEL, Pilze.

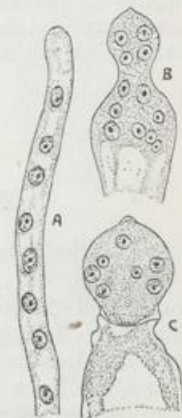


Fig. 326. *Empusa Muscae*. A Mycelschlauch aus dem Leib einer Fliege. B Junger aus solchem Schlauch entstandener und nach außen hervorgebrochener Konidienträger. C Bildung der Konidie, in welche die zahlreichen Kerne des Trägers hineingewandert sind. Vergr. 540. (Nach OLIVE.)

statt, sondern die Endzellen bilden sich direkt zu Sporen aus, die man dann als Azygosporangien bezeichnet, und endlich bei anderen Formen werden die an ihren Enden Azygosporangien bildenden Schläuche einzeln am Mycelium angelegt. Bei vielen Arten stellt sich die Zygosporangienbildung nur selten ein.

Bei *Mucor mucedo* unterliegt die Größe und die Sporenzahl der Sporangien auffallenden Schwankungen. Bei der Gattung *Thamnidium* hat sich ein Dimorphismus der Sporangien ausgebildet, ein größeres vielsporiges steht am Ende des Trägers und zahlreiche kleine, wenigsporige, sog. Sporangiolen, an wirtelig verzweigten Seitenästen des Trägers. Letztere können sogar unter bestimmten Ernährungsbedingungen nur eine einzige Spore ausbilden und auf diese Weise zu Konidien werden. Bei der tropischen Gattung *Choanephora* ist der Dimorphismus am weitesten gegangen, indem hier neben den großen Sporangien auf besonderen Trägern Konidien erzeugt werden. Endlich



gibt es Zygomyceten (z. B. *Chaetocladium*), bei denen ausschließlich Konidien als ungeschlechtliche Fruktifikation auftreten. So haben wir also in derselben Pilzgruppe alle Übergänge vom vielsporigen Sporangium bis zur einzelligen Konidie.

Die 2. Familie der *Entomophthorineen* <sup>(57)</sup> stellt eine kleine Gruppe meist parasitisch in den Leibern von Insekten und Raupen lebender Pilze vor, deren vielkernige Mycelschläuche einzellig bleiben oder später in Zellen geteilt werden. Sie vermehren sich ungeschlechtlich durch vielkernige oder einkernige Konidien, die einzeln an den Enden der Myceläste entstehen und bei der Reife abgeschleudert werden, geschlechtlich durch Zygosporien, an deren Stelle aber auch häufig Azygosporien gebildet werden.

Am bekanntesten ist *Empusa Muscae*, der Schimmelpilz, der Stubenfliege (Fig. 325). Die abgeschleuderten vielkernigen Konidien umgeben die Fliegen, die durch den Pilz infiziert und getötet wurden, mit einem weißen Hofe.

3. *Basidiobolaceen* <sup>(58)</sup>. *Basidiobolus ranarum*, ein auf Frostmist saprophytischer Pilz, muß von der vorhergehenden Gruppe abgetrennt werden. Sein verzweigtes Mycel ist vielzellig, die einzelnen Zellen führen je einen großen Kern. Die im reifen Zustand abgeschleuderten einkernigen Konidien entstehen einzeln an ihren Tragzellen. Eigenartig verläuft die Bildung der Zygosporien. Zwei benachbarte Zellen eines Fadens schwellen an und kopulieren, nachdem sie vorher zwei schnabelartige Fortsätze getrieben und diese als vergängliche Zellen abgegrenzt haben. In der Zygosporie teilen sich die beiden Gametenkerne in vier Kerne, von denen ein Paar desorganisiert wird, das andere Paar aber verschmilzt. In diesen Vorgängen und auch in der Struktur der Zellkerne zeigen sich Ähnlichkeiten mit Konjugaten (*Spirogyra*).

#### Klasse XIV.

#### Eumycetes, Fadenpilze <sup>(48, 49)</sup>.

Nach Ausscheidung der Phycomyceten verbleiben in dieser Klasse zwei große Gruppen, die *Ascomyceten* und die *Basidiomyceten*, betreffs deren Systematik und phylogenetischer Ableitung noch Unsicherheit herrscht. Es ist versucht worden, sie von den Phycomyceten herzuleiten, indessen spricht nicht nur die Beschaffenheit des Thallus hiergegen; der Bau der Sexualorgane und die Entwicklung der Früchte bei den Ascomyceten zeigen vielmehr auffallende Beziehungen zu den Rotalgen und die Basidiomyceten scheinen durch die Uredineen oder Rostpilze als eine ihrer einfacheren Ordnungen mit den Ascomyceten verknüpft zu sein.

Wie bei den Phycomyceten besteht der vegetative, saprophytisch oder parasitisch lebende Thallus der Eumyceten aus reichverzweigten feinen farblosen Zellfäden oder Hyphen, deren Gesamtheit als Mycelium bezeichnet wird. Die Hyphen sind aber hier gegliedert, sie bestehen aus Zellreihen. Die Zellen besitzen eine meist dünne chitinhaltige Membran und im farblosen Plasma winzige, meist mehrere (Fig. 62), in anderen Fällen regelmäßig zwei Zellkerne oder auch nur einen; sie führen keine Chromatophoren und nie echte Stärke, an deren Stelle vielmehr Glukogen oft in sehr beträchtlicher Menge und Fetttropfen. Die Mycelhyphen sind in der Regel unter sich frei oder nur lose verfilzt, sie durchziehen das Substrat und saugen daraus ihre gesamte Nahrung auf. Bei manchen Pilzen bilden die Hyphen Gewebekörper durch reiche Verzweigung. Wenn die Fäden dabei dicht zusammenlagern und sich in kurze Zellen teilen, so entsteht ein Scheinparenchym, Pseudoparenchym, das bei gewissen Arten erzeugt wird, wenn sie aus ihren Mycelien vegetative Ruhezustände, sog. Sklerotien bilden, knollige oder strangartige feste pseudoparenchymatische Körper, die unter bestimmten Bedingungen wieder auskeimen (Fig. 107). Ferner bestehen die Fruchtkörper aus lockerem oder dichterem Hyphengewebe (Fig. 106).



Die Unterschiede zwischen den beiden Hauptgruppen der Klasse ergeben sich aus den Reproduktionsorganen.

1. Die *Ascomyceten* oder Schlauchpilze besitzen in ihren typischen Formen Sexualorgane. Die Oogonien, die hier als Ascogone oder wie bei den Rotalgen als Carpogone bezeichnet werden, zeigen weitgehende Unterschiede bei den bis jetzt genauer untersuchten Gattungen, ebenso auch die männlichen Organe; überall aber wird das befruchtete Carpogon nicht zu einer ruhenden Oospore, sondern entwickelt sich im Zusammenhang mit der Mutterpflanze (Gametophyt) weiter zu einer ungeschlechtlichen Generation (Sporophyt), indem es Fäden aussproßt, deren Enden schließlich zur Bildung von eigenartigen Sporangien, den Sporenschläuchen oder Asci übergehen.

Der für sämtliche Schlauchpilze sehr charakteristische Ascus<sup>(60)</sup> geht aus einer meist schlauchförmigen Zelle hervor, welche anfangs zwei Kerne führt, die miteinander verschmelzen, dann durch dreimalige Teilung acht Kerne liefern, um die sich auf dem Wege freier Zellbildung nach der in Fig. 96 dargestellten Weise die acht Sporen mittels Membranen abgrenzen (Fig. 327 u. 334). Im Gegensatz zu den Sporangien der Phycomyceten wird nicht das gesamte Plasma des Sporenschlauches zur Bildung der Ascosporen verbraucht. Die Sporen liegen gewöhnlich in einer Längsreihe und werden durch Verquellen des übrigen Plasmas aus dem aufplatzenden Scheitel des Schlauches ejakuliert. Die Achtfachigkeit der Sporen herrscht bei der überwiegenden Mehrzahl der Ascomyceten vor.

Die aus den Carpogonen entstandenen Asci sind bei den meisten Vertretern in besonderen Fruchtkörpern vereinigt, an deren Zusammensetzung auch vegetative Hyphen des Myceliums sich beteiligen.

Aber nicht bei allen Ascomyceten sind bis jetzt solche Sexualorgane nachzuweisen und bei gewissen Ordnungen fehlen sie, vielleicht durch Reduktion, vollständig, so daß die Asci in diesen Fällen direkt aus den Mycelien hervorgehen.

2. Die *Basidiomyceten* scheinen im allgemeinen keine Sexualorgane mehr zu besitzen; nur bei den Uredineen oder Rostpilzen treten noch Gebilde auf, die man als überkommene männliche Organe deuten kann, und sogar auch noch Zellen, die den Carpogonen der Ascomyceten zu entsprechen scheinen (vgl. S. 340). Den Basidiomyceten fehlt die Ascusbildung vollständig. Dagegen sind sie ausgezeichnet durch eine besondere Form von Sporen, die Basidiosporen, die auf oder an Sporenträgern von charakteristischer Form, Basidien, in bestimmter Zahl, bei den meisten Vertretern zu vier, durch Sprossung erzeugt werden. Die typischen Basidien (Fig. 343 u. 344) sind entweder schlauchförmige endständige Zellen, aus deren oberen Enden die vier Sporen hervorsprossen, oder sie sind vierzellig und aus jeder Zelle sproßt eine Spore. Die Sporen sitzen auf dünnen Stielchen, Sterigmen, von denen sie im reifen Zustand abgegliedert werden. Die Basidien zeigen insofern eine Übereinstimmung mit den Asci, als in ihre Anlage zwei Zellkerne eintreten, die miteinander verschmelzen, worauf erst die Kernteilung für die vier Sporen erfolgt<sup>(71)</sup>.

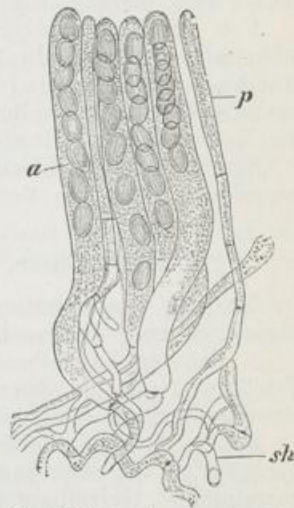


Fig. 327. Partie aus dem Hymenium von *Morchella esculenta*. a Asci, p Paraphysen, sh subhymeniales Gewebe. Vergr. 240.



Bei den meisten Basidiomyceten sind die Basidien an oder in besonderen Fruchtkörpern, deren Anlage sich nicht auf Sexualorgane zurückführen läßt, vereinigt.

Allgemein bezeichnet man Pilzsporen, welche durch Zellsprossung entstehen, als Konidien und die sie tragenden, einfachen oder verzweigten Hyphen als Konidienträger. Die Basidien würden demgemäß eine besondere Form der letzteren vorstellen, unterscheiden sich aber von ihnen durch ihre eigenartigen Kernverschmelzungen.

Außer Basidien können in dem Entwicklungsgang der Basidiomyceten auch noch andere Formen von Konidienträgern hier und dort gebildet werden, und auch bei Ascomyceten sind Konidien neben der Ascusbildung als ungeschlechtliche Sporenfruktifikation sehr verbreitet. Überhaupt muß bemerkt werden, daß gerade die ungeschlechtliche Sporenbildung bei den Pilzen eine höchst mannigfaltige sein kann.

Von der Konidienbildung durch Zellsprossung verschieden ist die Entstehung von Sporen direkt aus den Hyphenzellen durch deren Abrundung, Membranverdickung und schließliche Loslösung (Chlamydosporen nach BREFFELD). So entstehen reihenweise die Brandsporen der Brandpilze, endständig die Rostsporen der Rostpilze.

Sämtliche ungeschlechtliche Sporen der Eumyceten sind mit Membranen umgeben und an die Verbreitung in der Luft angepaßt.

### 1. Unterklasse. Ascomycetes, Schlauchpilze<sup>(48, 49, 59, 60)</sup>.

Nur für eine relativ geringe Zahl von Schlauchpilzen sind die Sexualorgane genauer untersucht worden; sie folgen verschiedenen Typen.

1. Bei den Laboulbeniaceen (Fig. 342) zeigen das Carpogon mit seinem Trichogyn und die Spermatien liefernden Antheridien weitgehende Übereinstimmung mit den gleichnamigen Gebilden der Rotalgen.

2. Die flechtenbildenden Ascomyceten (Fig. 372, 373) schließen sich am nächsten an die erstgenannte Gruppe an; ihr Carpogon ist aber ein schraubig gewundener, vielzelliger Faden mit Trichogyn; die freien Spermatien werden in besonderen krugförmigen Einsenkungen des Thallus, den Spermogonien, erzeugt. Auch bei nicht flechtenbildenden Schlauchpilzen (*Polystigma* u. a.) kommen solche Organe vor.

3. Einem ganz anderen Typus folgen *Pyronema* (Fig. 333) und verwandte Gattungen, ferner *Boudiera*<sup>(62)</sup>, bei denen die Befruchtung eines vielkernigen mit Trichogyn versehenen Carpogons durch ein vielkerniges Antheridium, die beide als Coenogameten (S. 318) zu bezeichnen wären, stattfindet.

4. Bei den Erysipheen (Fig. 328) kopuliert ein einkerniges Antheridium direkt mit einem einkernigen Oogonium.

Ob diese Typen auf einen einzigen zurückzuführen sind, oder ob sie eine polyphyletische Entstehung der Ascomyceten anzeigen, bleibt weiterer Untersuchung vorbehalten.

Bei manchen Gattungen der Ascomyceten sind übrigens die Sexualorgane mehr oder weniger zurückgebildet; bei gewissen Gruppen fehlen sie vollständig.

Aus den Carpogonen gehen durch Aussprossen ascogene Fäden hervor, die schließlich die Sporenschläuche aus ihren Endzellen oder vorletzten Zellen (vgl. Fig. 334) liefern. An der Zusammensetzung der Früchte beteiligen sich auch sterile, die Hülle und die sog. Paraphysen oder Saftfäden zwischen den Sporenschläuchen liefernde Hyphen, welche unterhalb



der Carpogone entspringen. Beide Hyphenarten sind immer scharf voneinander geschieden.

Einstweilen unterscheiden wir die Ordnungen der Ascomyceten nach der Beschaffenheit der Ascusfrüchte.

Bei den *Perisporiaceen* sind die kleinen kugeligen Früchte (Perithecieen) allseitig von einer Hülle umschlossen, die erst durch Verwesen oder Aufbrechen die Ascussporen frei läßt.

Bei den *Discomyceten* treffen wir offene becher-, keulen- oder hutförmige Fruchtkörper an, sog. Apothecien, an denen die Sporenschläuche parallel nebeneinander in einer oberflächlichen Schicht, dem Hymenium, angeordnet sind.

Bei den *Pyrenomyceeten* sind die Perithecieen krugförmig und die Asci stehen im Grunde des Hohlraums.

Bei den *Tuberaceen* sind die reifen unterirdischen knollenförmigen Fruchtkörper geschlossen.

Diesen Ordnungen reihen wir die *Exoasci* an, bei denen die Asci frei ohne Fruchtkörperbildung asexuell aus den Mycelzellen hervorgehen, ferner die sehr einfachen *Saccharomyceeten* oder Hefepilze. Beide Gruppen können als reduzierte Ascomyceten aufgefaßt werden.

Die *Laboulbeniaceen* endlich, deren Asci in kleinen Perithecieen eingeschlossen sind, nehmen eine isolierte Stellung ein.

**1. Ordnung. Perisporiaceae**<sup>(48, 61)</sup>. Zu dieser Ordnung gehören als Ascomyceten mit geschlossenen Ascusfrüchten die zwei Familien der *Erysipheen* oder Mehltäupilze und der *Perisporiaceen*.

1. Die *Erysipheen* leben als Parasiten mit ihrem Mycel auf der Oberfläche, besonders auf den Blättern, höherer Pflanzen, überziehen dieselben spinnwebartig und entsenden aus ihren Mycelfäden Haustorien oder Saugfortsätze in die Epidermiszellen der Nährpflanze. In einzelnen Fällen lebt das Mycel auch intercellular im Innern des Blattgewebes. Die reifen Ascusfrüchte (Perithecieen) sind in den weißen Überzügen als kleine, mit eigentümlichen Anhängseln versehene schwarze Körperchen zu erkennen. Im einfachsten Fall (z. B. bei der Gattung *Sphaerotheca*) umschließt das rundliche Perithecium nur einen einzigen Ascus mit acht Sporen, welcher von sterilen Hyphen oder Hüllfäden in mehreren Schichten dicht umwachsen ist. Bei der Gattung *Erysiphe* und *Uncinula* dagegen finden sich in jedem Perithecium mehrere, bei *Phyllactinia* 12 bis 25 Asci vor. Die Zahl der Sporen beträgt meist 4 oder auch nur 2, indem nicht alle 8 Kerne des Ascus zur Sporenbildung verwendet werden. Durch unregelmäßiges Aufplatzen des Peritheciums werden die Sporen schließlich frei. Wie HARPER nachgewiesen hat, besteht die erste Anlage des Peritheciums aus einem Oogonium und einem Antheridium. Beide werden an Hyphenästen als einkernige Sexualzellen abgegrenzt, stehen

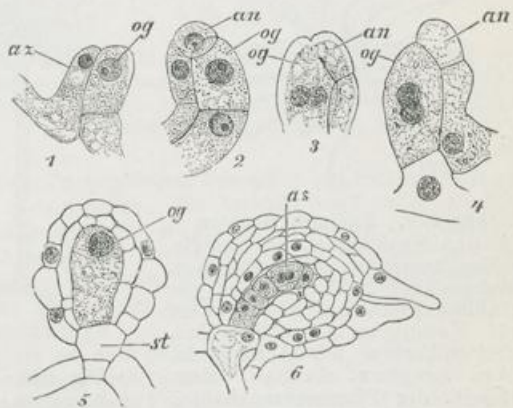


Fig. 328. *Sphaerotheca Castagnei*, Befruchtung und Peritheciementwicklung. 1 Oogonium og mit angeschmiegttem Antheridiumzweig ax. 2 Abgrenzung des Antheridium an. 3 Übertritt des Antheridiumkernes zum Oogoniumkern. 4 Verschmelzung der Kerne. 5 Befruchtetes Oogonium mit zwei Lagen Hüllfäden aus der Stielzelle st. 6 Mehrzelliges Ascogon durch Teilung des Oogoniums hervorgegangen, die vorletzte zweikernige Zelle, as, liefert den Ascus. (Nach HARPER.)



dicht nebeneinander und der männliche Kern tritt durch ein Loch in der Zellwand in das Oogon über. (Fig. 328 1—4.) Nach der Befruchtung wird das Oogonium von Hüllfäden, welche aus seiner Stielzelle oder auch aus derjenigen des Antheridiums entspringen, umgeben (5) und zu einem mehrzelligen Gebilde weiterentwickelt (6), aus dessen vorletzter mehrkerniger Zelle bei *Sphaerotheca* der achtsporige Ascus entsteht, während bei *Erysiphe* und bei *Phyllactinia* diese Zelle ausschließlich oder wenigstens vorwiegend ascogene Schläuche treibt, die ihrerseits die hier in Mehrzahl vorhandenen Asci bilden. Die Mehltäupilze vermehren sich, bevor sie zur Peritheciumbildung übergehen, zunächst durch Konidien, welche an besonderen aufrechten Mycelzweigen in Form von Ketten

von der Spitze nach abwärts abgegliedert und durch den Wind verbreitet werden. Der auf Blättern und Beeren von *Vitis* in Amerika, seit 1845 auch in Europa auftretende sehr schädliche Mehltau des Weinstocks ist die als *Oidium Tuckeri* bezeichnete Konidienfruktifikation von *Uncinula necator* (= *U. spiralis*), deren kleine Perithezien mit an der Spitze spiralig eingerollten Anhängseln versehen sind und nur selten bei uns auftreten (Fig. 329).

2. Die *Perisporiaceen* sind mit den *Erysipheen* nahe verwandt, leben aber saprophytisch auf faulenden organischen Stoffen. Es gehören hierher zwei der gemeinsten Schimmelpilze, *Aspergillus* (*Eurotium*) *herbariorum* und *Penicillium crustaceum*. Beide vermehren sich an-

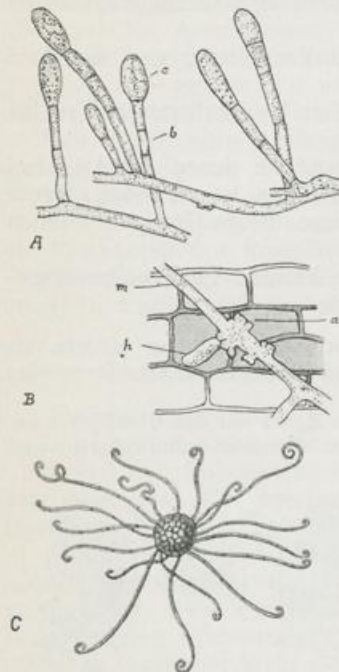


Fig. 329. *Uncinula necator*. A Konidienbildung, c Konidie, b Konidienträger. B Mycelfaden m, welcher auf Epidermiszellen die Anheftungsscheiben a und in sie ein Haustorium h gebildet hat. C Perithecium mit Anhängseln. (Aus SORAUER, LINDAU, REH, Handb. der Pflanzenkrankheiten, II., S. 194, 1906.)

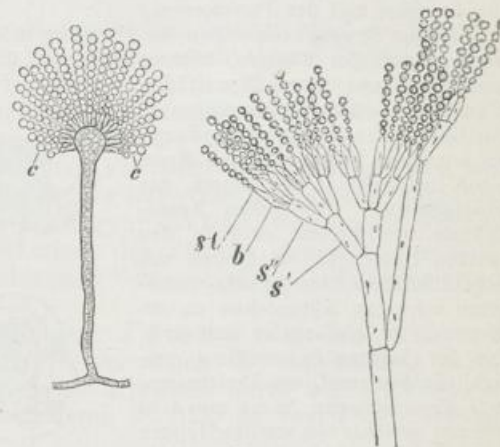


Fig. 330. Konidienträger von *Aspergillus herbariorum*, links, von *Penicillium crustaceum*, rechts.

fangs in reichlichem Maße nur durch Konidien, bevor sie zur Bildung der Perithezien übergehen.

Die Konidien von *Aspergillus herbariorum* sind unter dem Namen Gießkannenschimmel bekannt, eine Bezeichnung, die von der eigentümlichen Gestalt der Konidienträger mit ihren radial ausstrahlenden Konidienreihen herrührt (Fig. 330). Diese Konidienträger stehen reihenweise nebeneinander und bilden so einen anfangs weißen, später blaugrünen Schimmel auf feuchten Vegetabilien, Früchten, Brot usw. Einige Arten von *Aspergillus* können auch als pathogene Pilze Erkrankungen bei Säugetieren und Menschen hervorrufen, so *A. fumigatus* die Mykosen des Ohrgangs, des Rachens und der Lunge.



Die ebenfalls blaugrünen Schimmelrasen von *Penicillium crustaceum*, dem überall verbreiteten Pinsel- oder Brotschimmel, bestehen dagegen aus quirlig verzweigten aufrechten Konidienträgern (Fig. 330).

Die kugeligen Perithezien von *Aspergillus* und *Penicillium* erscheinen später am Mycel, bei letzterer Gattung treten sie nur selten auf. Sie sind komplizierter gebaut als bei den Erysipheen. Ihre erste Anlage ist ein schraubig gewundenes Carpogon, welches, wohl nach Befruchtung, von Seitensprossen dicht umhüllt wird, sich später in dem pseudoparenchymatischen Peritheciumgewebe verzweigt und zahlreiche rundliche, achtsporige Asci erzeugt. In den reifen Früchten erscheinen die Schlauchwandungen und das Pseudoparenchym bis auf die einschichtige, unregelmäßig aufplatzende Fruchtwand aufgelöst.

**2. Ordnung. Discomycetes, Scheibenpilze**<sup>(48, 62)</sup>. Die formenreichen Discomyceten unterscheiden sich von den übrigen Ordnungen dadurch, daß ihre Schlauchfrüchte zur Reifezeit das aus Sporenschläuchen und aus Saftfäden oder Paraphysen bestehende Hymenium offen an ihrer Oberseite tragen (Fig. 332). In der Ausbildung der Fruchtkörper machen sich bei den einzelnen Gruppen Verschiedenheiten geltend.

Die überwiegende Mehrzahl der Discomyceten, als deren Typus die Gattung *Peziza* im weiteren Sinne gelten



Fig. 331. *Peziza aurantiaca*. Nat. GröÙe. (Nach KROMBOLZ.)

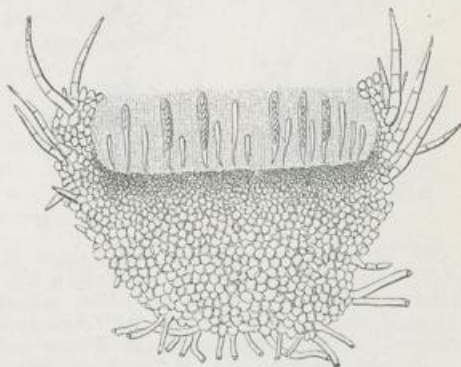


Fig. 332. *Lachnea pulcherrima*. Sporenreifes geöffnetes Apothecium. Zwischen den Paraphysen sind alte und junge Schläuche verteilt. (Nach WORONIN.) Aus v. TAVEL, Pilze.

kann, vegetieren auf lebenden oder toten Pflanzenteilen, besonders auf faulendem Holz, zum Teil aber auch als Erdpilze in Humusboden. Sie besitzen napf- oder becherförmige, fleischige oder lederartige Ascusfrüchte, meist von geringem Durchmesser. Eine der größten Formen ist die erdbewohnende *Peziza aurantiaca* (Fig. 331) mit bis 7 cm breiten, unregelmäßig becherförmigen Früchten, welche lebhaft orangerot gefärbt sind, während die Mehrzahl der Arten graue oder braune Färbung aufweist. Solche Becherfrüchte bezeichnet man als Apothecien.

Die Apotheciumentwicklung sei an dem Beispiel des durch R. HARPER eingehend untersuchten *Pyronema confluens* dargestellt, dessen etwa 1 mm breite, fleischige, gelbliche oder rötliche, gesellig beisammenstehende Fruchtkörper häufig auf Brandstellen in Wäldern gefunden werden. Diese Art erzeugt besonders große Carpogone, gewöhnlich mehrere als Anlage eines Apothecium (Fig. 333 A). Das Carpogon oder Ascogon ist ein kugeliges vielkerniges Oogonium, dessen Scheitel eine vielkernige, schnabelförmig gebogene Zelle, das Trichogyn, aufsitzt. Unter dem Oogonium entspringt das schlauchförmige, vielkernige Antheridium, dessen Spitze mit dem Trichogynscheitel mittels Durchbrechung der Wandung in offene Verbindung tritt. Die männlichen Kerne wandern zunächst in die Trichogynzelle ein, dann nach Durchbrechung der Basalwand derselben in das Oogonium, wo sie paarweise mit den zahlreichen Eikernen kopulieren, während die Trichogynkerne zugrunde gehen. Nun grenzt sich die Eizelle wieder ab, und treibt zahlreiche ascogene Schläuche, die die konjugierten Kerne aufnehmen, sich verzweigen und schließlich die Asci bilden (E), während die sterilen Hyphen und die Paraphysen zwischen den Schläuchen aus den Hyphen unterhalb der Carpogone



entspringen. Bei der verwandten Gattung *Ascobolus* wird das Carpogon erst mehrzellig, alle Zellen entleeren aber ihren Inhalt in eine große, die dann die ascogenen Hyphen treibt.

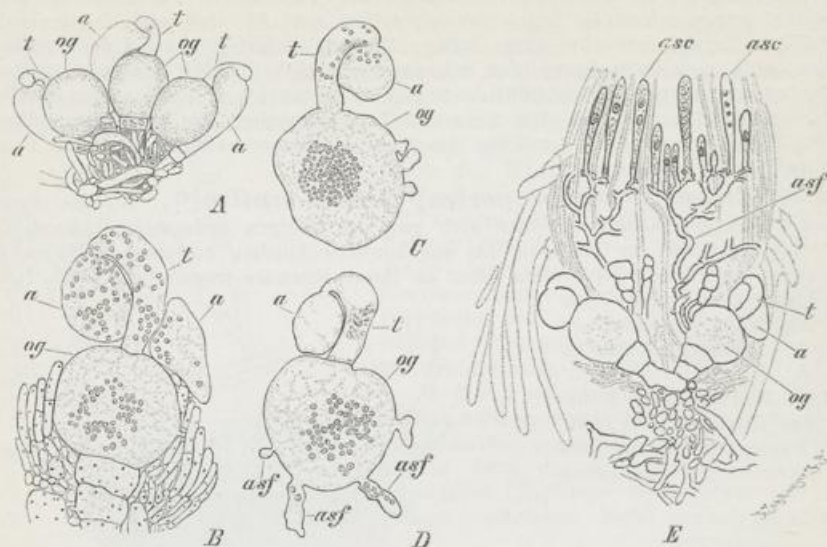


Fig. 333. *Pyronema confluens*. A Anlage eines Apotheciums, 3 Oogonien og mit Trichogyn t, 3 Antheridien a. B Fusion des Antheridiums mit der Trichogynspitze. C Basalwand des Trichogyns aufgelöst, männliche und weibliche Kerne im Zentrum des Oogoniums. D Abgrenzung des Oogoniums durch neue Scheidewand gegen das Trichogyn. Bildung der ascogenen Fäden asf. E Längsschnitt durch junges Apothecium, asc Asci. A, E Vergr. ca. 150, B-D ca. 300. (Nach R. HARPER.)

Die Asci entstehen an den Enden der ascogenen Hyphen<sup>(60)</sup>, indem sich diese an der Spitze hakenförmig umkrümmen (Fig. 334 A). An der Umbiegungsstelle liegen die

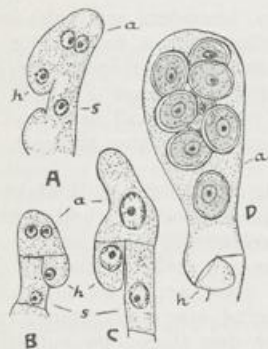


Fig. 334. Ascus-Entwicklung. A-C *Pyronema confluens*. (Nach HARPER.) D Junger Ascus mit 8 Sporen von *Bondiera*. (Nach CLAUSSEN.) Erklärung im Text.



Fig. 335. *Morchella esculenta*.  $\frac{4}{5}$  nat. Gr.

beiden Kerne der Ascusanlage a, die durch Querwände von der einkernigen Schnabelzelle h und der einkernigen Stielzelle s abgegrenzt sind. Hierauf verschmelzen die



beiden Kerne der Ascusanlage (C) und diese wächst zum Ascus heran, indem sich nach dreimaliger Teilung ihres Kerns die 8 Ascosporen abgrenzen (D).

Die eigenartigste Entwicklung erfährt der Fruchtkörper der Discomyceten in der Gruppe der *Helvellaceen* oder Morehlpilze, welche mit ihrem Mycel in humosem Boden vegetieren. Bei der Gattung *Morchella*, Morchel (Fig. 335) besteht der große Fruchtkörper aus einem aufrechten dicken Stiel, auf welchem ein kegelförmiger oder abgerundeter Hut mit grubiger Oberfläche sich erhebt. Das Hymenium (Fig. 327) mit den achtsporigen Asci breitet sich auf der Oberfläche des Hutes aus. Die Moreheln sind vorzügliche Speisepilze<sup>(63)</sup>, besonders *M. esculenta*, die Speisemorchel, mit blaßgelbbraunem, rundlich eiförmigem Hut, bis 12 cm hoch, *M. conica*, die Spitzmorchel, mit dunkelbraunem kegelförmigem Hut, bis 15 cm hoch u. a. Ebenfalls eßbare Pilze sind die ähnlich gestalteten *Lorcheln*, deren Hut aber müttzenförmig herabgeschlagen, unregelmäßig gelappt und blasig aufgetrieben ist, so *Gyromitra esculenta*, mit schwarzbraunem Hut und weißlichem Stiel u. a. In der äußeren Form ihrer Fruchtkörper gleichen diese höchst entwickelten Discomyceten vielfach den Basidiomyceten.

**3. Ordnung. Pyrenomycetes, Kernpilze**<sup>(48, 49)</sup>. Außerordentlich formenreiche Gruppe von Pilzen, welche teils parasitisch auf Pflanzenteilen, besonders auf Rinde und Blättern, teils saprophytisch auf faulem Holz, Mist usw. leben. Einige wenige Gattungen leben parasitisch in Insektenlarven. Die Pyrenomyceten charakterisieren sich durch die krugförmige Gestalt ihrer Ascusfrüchte oder Perithezien, welche an der Spitze eine offene Mündung und in ihrem Grunde ein Hymenium aus Asci und haarförmigen, oft verzweigten Saftfäden oder Paraphysen (Fig. 336) besitzen. Die Seitenwände des Perithecium sind bis zur Mündung ausgekleidet mit ähnlichen Hyphenhaaren, den Periphysen. Die Ascussporen werden durch den Porus nach außen entleert, es streckt sich ein Ascus nach dem anderen infolge Wasseraufnahme in die Länge und ejakuliert nun durch den Porus die Sporen oder die Entleerung geschieht im Innern des Perithecium und die Sporen werden, in aufquellendem Schleim eingebettet, nach außen hervorgepreßt.

Die einfachsten Pyrenomyceten besitzen freie, dem Mycel aufsitzende, meist schwarz gefärbte, kleine Perithezien (Fig. 336), so die Gattungen *Nectria*, *Sphaeria* und *Podospora*. Bei anderen Kernpilzen aber erscheinen die Perithezien zu mehreren oder vielen dicht nebeneinander eingebettet in rundliche polsterförmige oder keulenförmige, zuweilen verzweigte Mycelkörper von pseudoparenchymatischer Struktur. Man bezeichnet dieselben als Stroma.

Der Peritheciumbildung voraus gehen in dem Entwicklungsgang der meisten Kernpilze mannigfache Nebenfruktifikationen, hauptsächlich Konidien, welche in verschiedener Weise von den Mycelfäden teils direkt, teils auf besonderen Trägern abgegliedert werden und zur Ausbreitung des Pilzes beitragen. Häufig erscheinen die Konidienträger zu Fruchtkörpern vereinigt. Eine besondere Form solcher Früchte sind die bei manchen Gattungen auftretenden Pykniden, kleine kugelige oder flaschenförmige Gebilde, welche als Auskleidung verzweigte Hyphenfäden besitzen, an deren Spitzen die Konidien, hier Pyknosporen (oder Pyknokonidien) genannt, abgegliedert werden (Fig. 337 1, 2). Die Pykniden und ihre Sporen stimmen in ihrer Bildung mit den Spermogonien und Spermarien der Flechtenpilze überein und sind wohl zum Teil auch als männliche Organe zu betrachten.

Wichtig als offizinelles Gewächs und als Schädling der Roggenfelder ist *Claviceps purpurea*, der Pilz des Mutterkorns. Derselbe lebt parasitisch in den jungen

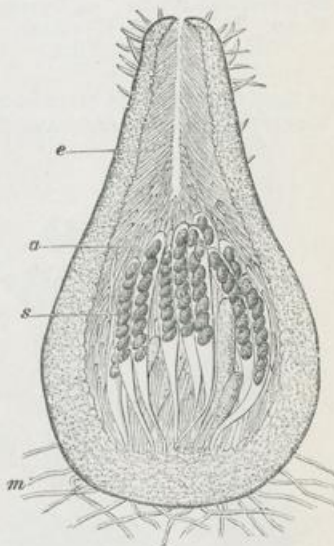


Fig. 336. Perithecium von *Podospora fimiseda* im Längsschnitt. s Die Asci, a die Paraphysen, e die Periphysen, m Mycelfäden. Vergr. 90. (Nach v. TAVEL.)



Fruchtknoten von Gramineen, hauptsächlich des Roggens. Die Fruchtknoten werden im Frühsommer durch die Ascosporen infiziert. Das Mycel geht bald zur Bildung von

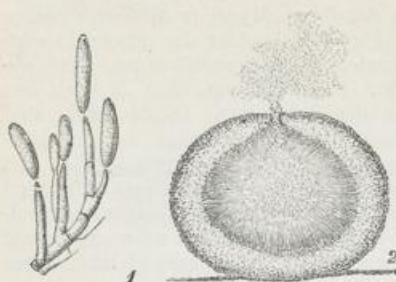


Fig. 337. 1 Konidienabschnürung an den Konidienträgern aus der Pyknide von *Cryptospora hypoderma*. Vergr. 300. (Nach BREFELD.) 2 Pyknide von *Strickeria obducens*, im Durchschnitt. Vergr. 70. (Nach TULASNE.) Aus v. TAVEL, Pilze.

Konidien über, welche auf kurzen seitlichen Trägern in kleinen Köpfchen vereinigt abgegliedert werden (Fig. 338 A). Zugleich findet Ausscheidung eines süßen Saftes statt, mit dem die massenhaft erzeugten Konidien zu Tropfen zusammenfließen. Dieser sog. Honigtau des Getreides wird von Insekten gesucht und so auf andere Blüten übertragen. Die Konidienfruktifikation des Pilzes wurde früher als besondere Pilzgattung *Sphacelia segetum* bezeichnet. Mit der Erschöpfung dieser Fruktifikation und der Resorption des Fruchtknotengewebes durch das Mycel entsteht schließlich an Stelle des Fruchtknotens ein Sklerotium, dadurch, daß die Hyphenfäden dicht zusammenwachsen und namentlich an der Peripherie unter Querteilung ein geschlossenes Pseudoparenchym bilden (Fig. 107). Diese langgestreckten, schwarzviolett gefärbten, aus der Kornnähre mit schwach hornförmiger Krümmung hervorragenden Skle-

rotien werden als Mutterkorn, *Secale cornutum* bezeichnet (Fig. 338 B). Die mit Reservestoffen (Fett) dicht angefüllten Sklerotien fallen schließlich zu Boden und keimen

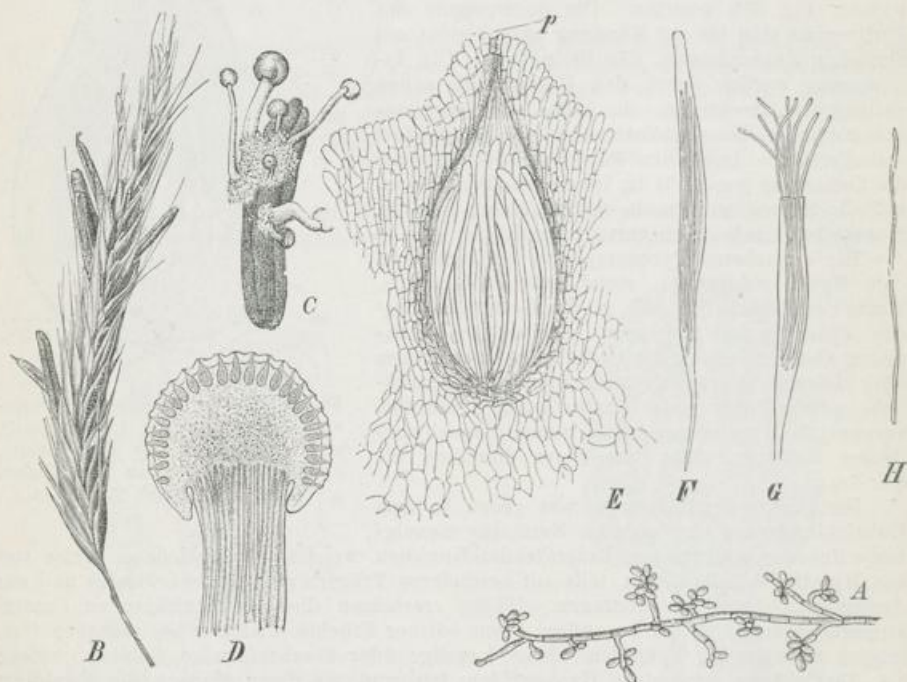


Fig. 338. *Claviceps purpurea*. A Konidienbildender Mycelfaden. B Roggenähre mit mehreren reifen Sklerotien. C Gekeimtes Sklerotium mit gestielten zusammengesetzten Fruchtkörpern. D Längsschnitt durch einen Fruchtkörper mit zahlreichen Perithezien. E Einzelnes Perithecium stärker vergrößert. F Geschlossener Ascus mit acht fadenförmigen Sporen. G Austreten der Sporen. H Einzelne Spore. A nach BREFELD, C—H nach TULASNE, B phot. nach der Natur. — Offizinell und giftig.



erst im nächsten Frühsommer zur Zeit der Roggenblüte. Es kommen Hyphenbündel aus ihnen hervor, welche zu langgestielten, blaßrot gefärbten Köpfchen heranwachsen (*O*). In letzteren werden zahlreiche eingesenkte Peritheecien, gleichmäßig über die Oberfläche verteilt, erzeugt (*D, E*). Jedes Perithecium enthält in seinem Grund eine Anzahl Asci mit acht langen fadenförmigen Ascosporen. Dieselben werden durch den Porus ejakuliert und gelangen, durch den Wind verbreitet, auf die Grasähren.

*Nectria ditissima*<sup>(64)</sup>, ein sehr schädlicher, parasitisch in der Rinde von Laubbäumen lebender, den sog. Krebs der Obstbäume verursachender Pilz, vermehrt sich im Sommer durch spindelförmige, schwach gekrümmte, mehrzellige Konidien und bildet im Winter und Frühjahr die kleinen, in der Regel herdenweise beisammen stehenden, rot gefärbten Peritheecien.

Offizinell ist *Secale cornutum* (Pharm. germ., austr., helv.), Mutterkorn, das Sklerotium von *Claviceps purpurea*.

**4. Ordnung. Tuberaceae, Trüffelpilze**<sup>(65)</sup>. Die Trüffelpilze sind saprophytische, im Humus der Wälder lebende Ascomyceten. Die Ascusfrüchte, unter der Bezeichnung Trüffeln bekannt, stellen knollenförmige, unterirdische Körper vor, welche von einer dicken Hülle umgeben sind und im Innern die keulenförmigen Asci bergen (Fig. 339). Die Sporen werden zu wenigen in den Asci erzeugt, bei den echten Trüffeln (*Tuber*) meist zu vier und meist mit stacheligem oder netzförmig verdicktem Epispor versehen. Bei völliger Reife der Früchte liegen die reifen Sporen frei im Innern der Fruchthülle.

Manche Tuberaceen haben eßbare Fruchtkörper<sup>(63)</sup> von aromatischem Geschmack. Sie werden besonders in Frankreich und Italien gesammelt. Die wichtigsten sind die schwarzen Trüffeln, *Tuber brumale*, *melanosporum*, *aestivum* und *mesentericum*, welche außen schwarz, rotbraun oder schwarzbraun gefärbt und mit Warzen versehen sind, ferner die weiße Trüffel, *Choiromyces meandriformis*, welche außen blaßbraun, innen weiß gefärbt ist.

Offizinell war früher und wird jetzt noch zu Tierarzneien gebraucht die Hirschtrüffel, *Elaphomyces granulatus* (*Boletus cervinus*), deren walnußgroße, gelbbraune, bitter schmeckende Fruchtkörper in europäischen Wäldern häufig sind.

**5. Ordnung. Exoasci**<sup>(66)</sup>. Die wichtigste Gattung ist *Taphrina* (inkl. *Exoascus*), deren Arten als parasitische Pilze auf verschiedenen Bäumen leben und teils als einjährige Pilze sich subcuticular nur in den Blättern ent-

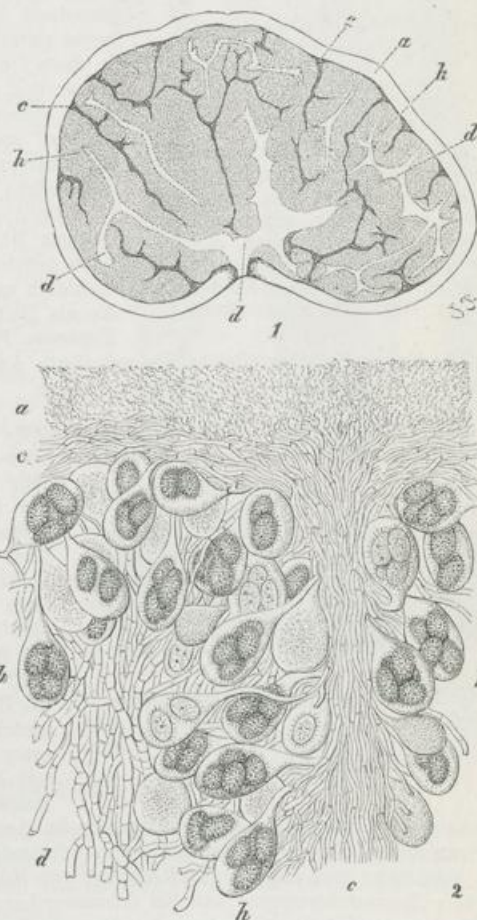


Fig. 339. *Tuber rufum*. 1 Ein Fruchtkörper in Vertikalschnitt. Vergr. 5. *a* Die Rinde, *d* lufthaltiges Gewebe, *c* dunkle Adern lückenlosen Gewebes, *h* das ascusbildende Gewebe. 2 Ein Stückchen des Hymeniums. Vergr. 460. (Nach TULASNE.)

Aus v. TAVEL, Pilze.



wickeln und fleckiges Erkranken derselben bewirken, teils mit ihrem Mycel im Gewebe der Nährpflanzen überwintern, somit jährlich wiederkehrende Krankheiten an denselben verursachen. Das Mycel veranlaßt dann häufig die befallenen Sprosse zu reichlichen anomalen Verzweigungen, die man als Hexenbesen bezeichnet. So erzeugt *Taphrina Carpini* Hexenbesen auf der Weißbuche, *Taphrina epiphylla* solche auf *Alnus incana*.

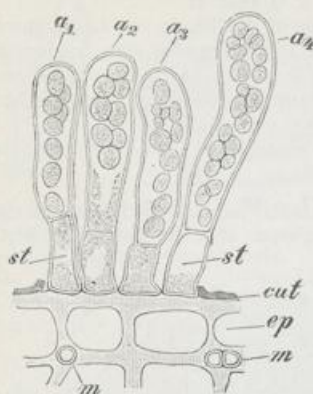


Fig. 340. *Taphrina Pruni*. Querschnitt durch die Epidermis einer infizierten Pflaume. Vier reife Asci.  $a_1, a_2$  mit acht Sporen,  $a_3, a_4$  mit Konidien-sprossung aus den Sporen, *st* Stielzelle des Ascus, *m* Mycel quer durchgeschnitten, *cut* Cuticula, *ep* Epidermis. Vergr. 600. (Nach SADEBECK.)

*Taphrina deformans* bewirkt die Krümelkrankheit der Pfirsichblätter. *Taphrina Pruni* dagegen schmarotzt in den jungen Fruchtknoten der Pflaumen, infolgedessen die Pflaumenfrüchte zu hohlen sackartigen Pilzgallen, sog. Taschen, umgebildet werden; ihr Mycel überwintert in den Zweigen.

Die Ascusbildung vollzieht sich ohne vorherige Bildung von Sexualorganen in der Weise, daß das Mycelium zwischen die Epidermis und die Cuticula der Blätter oder der Fruchtknoten eindringt und sich hier reichlich verzweigt. Die einzelnen Mycelzellen schwellen an und bilden meist unter Abgliederung einer basalen Stielzelle je einen die Cuticula nach außen durchbrechenden Ascus mit acht Sporen (Fig. 340). Die zahlreichen Asci stehen dicht nebeneinander. Die Sporen werden aus den infolge Wasseraufnahme stark turgeszierenden und am Scheitel aufplatzenden Schläuchen hinausgespritzt.

Die Sporen sprossen in Wasser oder zuckerhaltiger Nährlösung, häufig sogar schon in den noch geschlossenen Asci (Fig. 340  $a_3, a_4$ ) direkt zu Konidien aus, eine Form der Konidienvermehrung, die als Hefesprossung bezeichnet wird, so bei *Taphrina Pruni*.

Die Exoasci sind vielleicht als reduzierte Ascomyceten aufzufassen, bei denen die Sexualorgane vollständig rückgebildet wurden.

## 6. Ordnung. Saccharomycetes, Hefepilze, Sprosspilze<sup>(67)</sup>.

Die zur Gattung *Saccharomyces* vereinigten Bier-, Branntwein- und Weinhefen stellen sehr einfache einzellige Pilze vor, welche nur in Form von kugeligen, ovalen oder zylindrischen Konidien, die im Innern einen Kern enthalten und in Konidien weiter-sprossen (Fig. 341), auftreten. Mycelbildung fehlt, höchstens bleiben die Zellen in Ketten eine Zeitlang vereinigt. Nach Erschöpfung des Substrats, bei freiem Zutritt von Sauerstoff und bei günstiger Temperatur bilden die Hefen Asci, die äußerlich den Konidien gleich, im Innern aber einige wenige Sporen erzeugen. Bei einigen Hefepilzen ist eine mit Kernverschmelzung verbundene Kopulation<sup>(68)</sup> zweier Zellen beobachtet, so bei

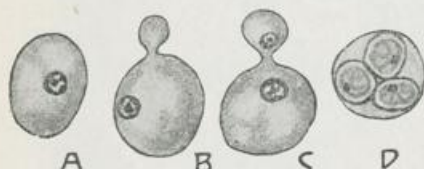


Fig. 341. *Saccharomyces cerevisiae*. A Hefezelle. B, C In Sprossung. D Ascus mit Sporen (in Vierzahl gebildet). Vergr. 1125. (Nach GUILLIERMOND.)

*Saccharomyces Ludwigii*, dessen 4 Sporen im Ascus keimen und dann paarweise durch einen schnabelartigen Kopulationskanal fusionieren, worauf dieser zum Keimschlauch sich verlängert und mit der Abgliederung von Hefezellen beginnt, ferner bei der Ingwerbierhefe *Zygosaccharomyces* und bei *Schizosaccharomyces*, deren Hefezellen mittels langer Schläuche vor der Sporenbildung kopulieren. Diese Kernfusionen entsprechen vielleicht denjenigen im jungen Ascus der übrigen Ascomyceten.

Die Hefepilze sind in physiologischer Beziehung bemerkenswert; sie bewirken als Gärungserreger vermittle der von ihnen gebildeten Enzyme (Zymase) die Spaltung der Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäure. Die Bierhefe, *Saccharomyces cerevisiae*, ist nur in der kultivierten Form bekannt, der Weinhefepilz *S. ellipsoideus* dagegen kommt



in der Natur schon im Boden der Weinberge in Sporenform vor und gelangt von dort auf die Trauben und so in den Most. Außer *Saccharomyces* gehören zu den Hefepilzen noch einige andere Gattungen, die zum Teil auch Mycelien bilden.

Die Hefen sind selbständige Pilze, wenigstens ist bis jetzt der Nachweis nicht geführt, daß sie in den Entwicklungsgang anderer Fadenpilze gehören, wenn auch bei verschiedenen Gattungen der Exoasci und Ustilagineen ebensolche Konidienhefesprossung zu beobachten ist. Vielleicht stellen die Hefepilze reduzierte Ascomyceten vor, vielleicht sind sie aber auch als eine selbständige Gruppe einfachster Pilze anzusehen.

**7. Ordnung. Laboulbeniaceae**<sup>(69)</sup>. Die durch THAXTER genauer bekannt gewordenen, eine besondere Stellung einnehmenden Laboulbeniaceen sind winzige, auf Insekten, besonders Käfern parasitisch lebende Pilze mit zwei- bis vielzelligem Thallus, welcher mittels eines spitzen Fortsatzes der untersten Zelle in der Chitinhaut befestigt ist oder auch mittels Rhizoïden durch dieselbe in den Körper des Insektes eindringt. Als Beispiel sei der auf Stubenfliegen in Europa verbreitete *Stigmatomyces Baeri* genannt. Die zweizellige mit Schleimhülle versehene Spore (Fig. 342 A) setzt sich mit der unteren Spitze fest (B); beide Zellen teilen sich sodann (C) und aus der oberen Zelle geht ein Anhängsel mit mehreren einzelligen flaschenförmigen Antheridien (D an) hervor, aus welchen die nackten cilienlosen kugeligen Spermastien entleert werden, während die untere Zelle zunächst in vier Zellen (D a, b, c, d) sich teilt, von denen a sich vorwölbt und einen vielzelligen weiblichen Apparat liefert. Die eigentliche Eizelle (E ac), Carpogon genannt, ist von einer Hülle umgeben und über ihr stehen zwei Zellen (E tp, t), von denen die oberste als Trichogyn frei hervorragt und als Empfangnisorgan für die Spermastien fungiert. Das Verhalten der Kerne ist noch nicht beobachtet. Vermutlich findet Verschmelzung von männlichem und weiblichem Kern im Carpogon statt. Dasselbe teilt sich zunächst in drei Zellen, von denen die obere verschwindet, die untere (F st) steril bleibt, die mittlere aber zu den Sporenschläuchen auswächst, welche je vier zweizellige spindelförmige Sporen erzeugen (G). Von großem Interesse ist die Ähnlichkeit der Sexualorgane mit denen der Florideen und der flechtenbildenden Ascomyceten.

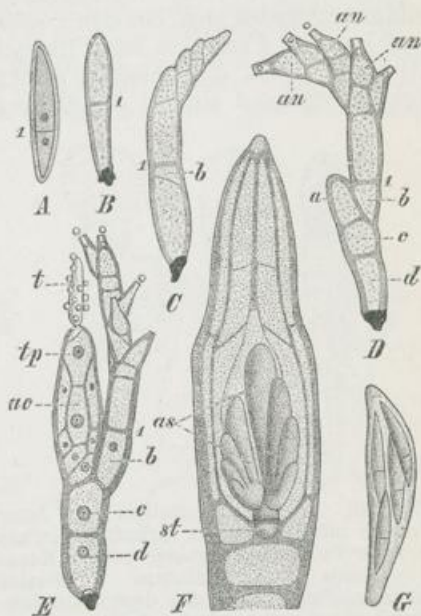


Fig. 342. *Stigmatomyces Baeri*. Erklärung im Text. A Spore. B–F Aufeinanderfolgende Stadien. D Mit Antheridien an, aus denen Spermastien austreten. E Oben mit Antheridien, seitlich mit ausgebildetem weiblichen Apparat. F Perithecium mit sich entwickelnden Sporenschläuchen. G Reifer Sporenschlauch. (Nach THAXTER.)

## 2. Unterklasse. Basidiomycetes<sup>(48, 49, 70, 71, 72)</sup>.

Die große Gruppe der Basidiomyceten im weiteren Sinne, deren Mycel wie bei den Ascomyceten gegliedert ist, zeichnet sich aus durch Verlust der sexuellen Fortpflanzung und durch die Bildung der Basidien (S. 325), die in verschiedenen Formen vorkommen.

Bei den Ordnungen der *Uredineen* und *Auricularieen* ist der obere Teil der Basidie durch Querwände in vier Zellen geteilt und jede Zelle erzeugt an ihrem oberen Ende je eine auf einem dünnen Stielchen (Sterigma) sitzende Spore (Fig. 344 A). Bei den *Tremellineen* dagegen teilt sich die Basidie



durch zwei Längswände in vier mit langen schlauchförmigen Sterigmen versehene Zellen (Fig. 344 B). Bei den *Hymenomyceten* und *Gasteromyceten* ist der Basidenträger einzellig, ungeteilt, und bildet an seinem Gipfel auf Sterigmen oder sitzend in der Regel vier Sporen (Fig. 343, 355).

Von Interesse ist das Verhalten der *Ustilagineen*, indem bei der einen Familie derselben quergeteilte Basidien, bei der anderen dagegen ungeteilte Basidien auftreten. Die Zahl der gebildeten Sporen ist hier nicht eine scharf begrenzte, sondern oft eine sehr große.

Außer den Basidien treten noch andere Konidienformen als Nebenfruktifikationen in dem Entwicklungsgang mancher Arten auf. Besondere Sporenbildungen finden sich bei den *Ustilagineen* oder Brandpilzen als Brandsporen und bei den *Uredineen* oder Rostpilzen als Rostsporen. Bei diesen beiden Gruppen gehen die Basidien direkt aus solchen Sporen (Fig. 344 A, 346) hervor, während sie bei den übrigen Basidiomyceten, abgesehen von einigen

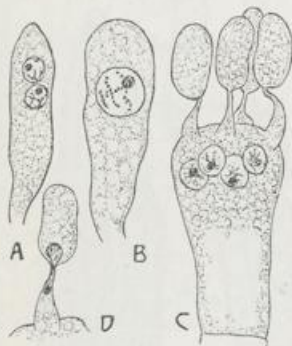


Fig. 343. *Armillaria mellea*. A Junge Basidie mit den beiden primären Kernen. B Nach Verschmelzung der beiden Kerne. C Basidie vor dem Übertritt der aus dem sekundären Basidienkern entstandenen 4 Kerne in die jungen scheitelständigen Basidiosporen. D Übertritt des Zellkernes durch das Sterigma in die Basidiospore. (Nach RUHLAND.)

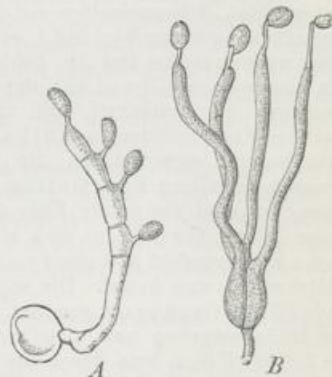


Fig. 344. Basidien. A Einer Uredineae (*Endophyllum Euphorbiae silvaticae*). (Nach TULASNE.) B Einer Tremellineae (*Tremella lutescens*). Vergr. 450. (Nach BREFELD.) Aus v. TAVEL, Pilze.

einfacheren Formen, an der Oberfläche oder in Höhlungen von Fruchtkörpern gebildet werden. Die Schichten, in denen sie dicht nebeneinander angeordnet erscheinen, heißen Hymenien.

**1. Ordnung. Ustilagineae, Brandpilze** (<sup>48, 49, 73</sup>). Die Brandpilze leben parasitisch in höheren Pflanzen, meist in bestimmten Organen, in Blättern und Stengeln oder in Früchten oder in Staubgefäßen. Besonders dienen die Gramineen als Nährpflanzen. Gewisse Arten sind dem Getreide in hohem Maße schädlich, sie erzeugen in den Fruchtständen von Hafer, Gerste, Weizen, Hirse, Mais die als Getreidebrand bekannten Krankheiten.

Das Mycelium bildet die Brandsporen, indem seine reich verzweigten Hyphen sich durch Querwände in kurze Zellen teilen (Fig. 345 A), welche anschwellen, sich abrunden, ihre Membran aufquellen lassen und sich als Sporen innerhalb der später verschwindenden Gallerthüllen mit einer neuen dicken doppelten Membran umgeben. So zerfällt das Mycelium in eine dunkelbraune oder schwarze meist staubige Masse von Brandsporen. Diese sind Dauersporen, werden von den Wirtspflanzen aus durch den Wind zerstreut und keimen nach der Winterruhe zu den Basidien aus, deren Bildung bei den beiden Familien der Brandpilze, den *Ustilagineen* und den *Tilletiaceen*, nach verschiedenen Typen erfolgt.



Als wichtigster Vertreter der *Ustilaginaceen* ist die Gattung *Ustilago* zu erwähnen. *Ust. Aenae*, *Hordei*, *Tritici segetum*, die früher als *U. Carbo* zusammengefaßt wurden, verursachen den Staubbrand an Hafer, Gerste, Weizen. Das Mycel erzeugt im Fruchtknoten massenhaft die Brandsporen als schwarzbraunes ausstäubendes Pulver. *Ust. Maydis* verursacht an den Halmen, Blättern und Infloreszenzen des Mais die Bildung von großen, mit dem schwarzen Brandsporenpulver erfüllten, geschwürartigen Beulen und Blasen. Andere Arten leben auf den Blättern von Gräsern, *Ust. violacea* (= *U. antherarum*) dagegen in den Staubbeuteln verschiedener Caryophyllaceen (*Lychnis*, *Saponaria*) und erfüllt dieselben an Stelle des Pollens mit Brandsporen.

Die Brandsporen von *Ustilago* keimen nach der Ruhezeit auf dem Boden zu einem kurzen Schlauch (Promycel), der sich durch 3 bis 4 Querwände teilt (Fig. 346 B) und die Basidie vorstellt; diese bringt seitlich am oberen Ende ihrer einzelnen Zellen sowie an ihrer Spitze die eiförmigen Basidiosporen oder Konidien (Sporidien) hervor. Wenn reichlich Nährstoffe dem Pilz zur Verfügung stehen, wie bei Kultur in Nährlösungen, so werden beständig Sporen in großer Zahl abgegliedert (Fig. 345 C) und diese vermehren sich dann, wobei sie häufig vorher Zellfusionen ohne Kernverschmelzung

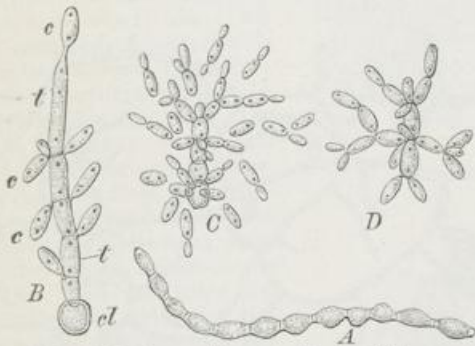


Fig. 345. A *Ustilago olivacea*. In der Bildung von Brandsporen befindlicher Mycelfaden. Vergr. 400. B—D *Ustilago segetum*. B In Nährlösung keimende Brandspore *cl* mit der quergeteilten Basidie *t*, den Basidiosporen (Konidien) *c*. Vergr. 450. C In Nährlösung liegender, von abgefallenen, sprossenden Konidien umgebener Keimling. Vergr. 200. D Sproßverband von Konidien. Vergr. 350. (Nach BREFELD.) Aus v. TAVEL, Pilze.

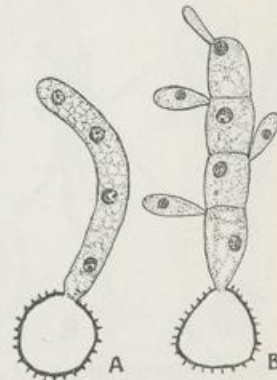


Fig. 346. *Ustilago scabiosae*. A Aus der Brandspore gekeimte junge Basidie mit 4 Kernen. B Sporenbildung an der 4-zelligen Basidie. (Nach HARPER.)

eingehen, indem sie fortgesetzt Konidien durch Sprossung abgliedern (C, D). Sind die Nährstoffe im Substrat erschöpft, so wachsen die Konidien zu Mycelfäden aus. Auf den Getreideäckern findet die Konidienbildung in dem feuchten gedüngten Boden statt, also bei saprophytischer Ernährungsweise, und die aus Konidien schließlich hervorgehenden Fäden gehen zur parasitischen Lebensweise über, dringen in ganz junge Getreidekeimlinge ein bis zur Vegetationsspitze, wo später die Infloreszenzen angelegt werden. In letzteren entwickelt sich das Mycel weiter und schließt mit der Erzeugung der Brandsporen ab. Auf der Nährpflanze selbst werden keine Konidien gebildet.

Außer der Infektion junger Pflanzen kommt bei *Ustilago* auch eine Infektion der Blüten<sup>74)</sup> vor, indem Brandsporen oder am Boden gebildete Konidien auf die Narben gelangen und dort zu Mycelien auskeimen, die in die Samenanlagen eindringen und schließlich im Keimling überwintern. Entweder findet ausschließlich Blüteninfektion statt, so bei *Ustilago Tritici*, *Hordei*, *antherarum*, oder vorwiegend Infektion der Keimpflanzen, so bei *U. Aenae*, *Sorghi*, *Panici miliacei*, *Crameri*, während der Maisbrand mit seinen Konidien alle noch jungen Pflanzenteile der Maispflanze infizieren kann und sich auf die infizierte Stelle beschränkt.

Die *Tilletiaceen* führen ganz ähnliche Lebensweise wie die *Ustilaginaceen*. Am bekanntesten sind *Tilletia Tritici* (auch *T. Caries* genannt) und *Till. laevis*, die Pilze des



Stein- oder Stinkbrandes des Weizens. Die Brandsporen erfüllen die Weizenkörner mit schwärzlichen, nach Heringslake riechenden Brandsporen, welche bei ersterer Art netzförmig verdickte, bei letzteren glatte Wandung besitzen. Im Gegensatz zu den Ustilagineen erzeugt der Keimschlauch die fadenförmigen Basidiosporen nur an seinem Scheitel, in wirteliger Anordnung zu 4 bis 12 (Fig. 347 A). Sie zeigen hier die Eigentümlichkeit, daß sie paarweise H-förmig miteinander in Verbindung treten (B). Solche Zellfusionen kommen auch paarweise zwischen den sprossenden Konidien der Ustilaginaceen vor, und sind nicht mit Kernverschmelzung verbunden. Die fadenförmigen Sporen keimen leicht aus und erzeugen nun an dem Keimschlauch wiederum eine Konidie, aber von sichelförmiger Gestalt (Fig. 347 C). Bei reichlicher Ernährung wachsen die Keimschläuche zu saprophytischen größeren Mycelien heran, an denen in reichem Maße solche sichelförmige Konidien in Form von Schimmelrasen an der Luft abgegliedert werden (D). *Tilletia* weist somit im Gegensatz zu *Ustilago* zweierlei Formen von Konidien auf. Im übrigen ist die Entwicklung bei beiden Gruppen dieselbe.

Die jungen Brandsporen wie wohl auch die Zellen des sie bildenden Mycels führen zwei Kerne, die bei der Sporenreife miteinander verschmelzen; die Zellen der Basidien und der Basidiosporen sind alle einkernig, nur die sekundären Konidien von *Tilletia* wieder zweikernig.

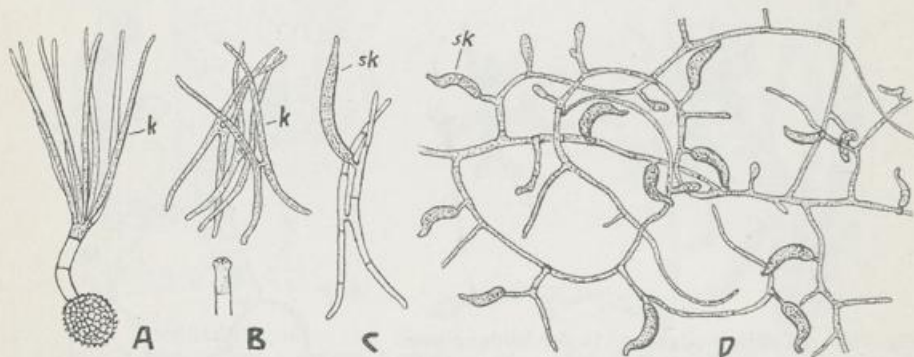


Fig. 347. *Tilletia Tritici*. A Die aus der Brandspore hervorgegangene Basidie mit 4 Paaren endständiger Sporen *k*. Vergr. 300. B Ablösung der fusionierten Sporenpaare. Vergr. 250. C Ein solches in Keimung mit sichelförmiger Sekundärkonidie *sk*. Vergr. 400. D Mycelium mit sichelförmigen Konidien. Vergr. 350. (Nach BREFELD.)

## 2. Ordnung. Uredineae, Rostpilze<sup>(75-78)</sup>.

Die Rostpilze leben als Parasiten mit ihren Mycelien in den Interzellularräumen hauptsächlich der Blätter höherer Pflanzen und sind die Erreger der sehr verbreiteten Rostkrankheiten. Von den Brandpilzen unterscheiden sie sich durch viel mannigfaltigere Sporenbildungen.

Auch hier entstehen die Basidien nicht direkt am Mycel, sondern bei der Keimung besonderer Sporen, der Teleuto- oder Wintersporen, die für sämtliche Rostpilze charakteristisch sind. Diese Sporen werden in kleinen Pusteln unter der Epidermis der infizierten Blätter aus den Endzellen dicht nebeneinander stehender Hyphen gebildet, entweder einzeln, oder häufig zu zwei oder mehr in kurzer Kette; sie sind dickwandige, den Winter überdauernde Ruhesporen (Fig. 348 1 und 5 t). Die Sporenlager durchbrechen gewöhnlich die Epidermis. Die Sporen führen anfangs, wie auch alle Zellen des sie bildenden Mycels, zwei Kerne; in reifem Zustand aber sind letztere zu einem Kern verschmolzen.

Bei der Keimung wächst aus der Teleutosporenzelle eine Basidie (Promycel) hervor, welche sich in vier Zellen quer teilt und aus jeder Zelle auf einem Sterigma eine Basidiospore (Sporidie) erzeugt, die nur einen Zellkern führt (Fig. 348 2). Die Sporidien werden durch den Wind verbreitet und keimen im Frühjahr auf den Blättern von Nährpflanzen derselben Art oder einer andern Art zu einem intercellularen Mycelium, dessen Zellen sämtlich einkernig bleiben. Aus diesem Mycelium entwickeln sich nun zweierlei Gebilde, und zwar Spermogonien an der Blattoberseite, Aecidien an der Blattunterseite.



Die Spermogonien (Fig. 349) sind krugförmige Gebilde, deren Grund von Hyphenenden ausgekleidet wird, welche die mit je einem Zellkern ausgestattete Spermatien abgliedern. Sie entsprechen morphologisch ganz den gleichnamigen, bei Ascomyceten auftretenden männlichen Sexualorganen, welche unter den Basidiomyceten nur bei Uredineen zwar noch vielfach erhalten blieben, aber keine Funktion mehr ausüben und auch ganz fehlen können. Die Spermatien vermögen in Nährlösungen kurze Keimschläuche zu treiben, sind aber nicht imstande, auf Blättern neue Infektionen hervorzurufen.

Die Aecidien (Fig. 350) sind anfangs geschlossene, später sich öffnende becherförmige Fruchtkörper, bestehend aus zahlreichen dicht nebeneinander stehenden, von basalen Trägern abgegliederten Sporenketten. Meist umgibt eine einschichtige, aus den peripherischen, steril bleibenden, dickwandigen Zellketten hervorgehende Hülle (Peridie) das Aecidium. Die von BLACKMAN<sup>(76)</sup> an dem auf Brombeerblättern vorkommenden Rost, *Phragmidium violaceum*, eingehend untersuchte Entstehung eines solchen Organs erfolgt in der Weise, daß die unter der Blattoberhaut gelegenen Hyphenzellen zunächst eine sterile, bald vergängliche Zelle an ihrer Spitze abgrenzen, und daß die unter dieser gelegene fertile Zelle anschwillt (Fig. 351 A). Sie enthält nur einen Kern, aber sie wird zweikernig dadurch, daß der Zellkern einer anstoßenden Mycelzelle in sie hinüberwandert, ohne daß Kernverschmelzung eintritt. Die zweikernige Zelle teilt sich nun successive in eine Kette von zweikernigen Sporenmutterzellen, die nochmals je in eine obere zweikernige Aecidiospore und eine untere, ebenfalls zweikernige, aber steril bleibende bald zusammenschrumpfende Zwischenzelle zerlegt werden (B, C).

Nach CHRISTMAN<sup>(76)</sup> vollziehen sich die Vorgänge bei der Bildung der Aecidiosporen bei dem auf Rosa schmarotzenden *Phragmidium speciosum* (Fig. 352) in etwas anderer Weise. Zwar teilen sich auch hier die Hyphenenden (A) in eine obere, sterile Zelle und in eine untere fertile Zelle (B), die fertilen Zellen verschmelzen aber paarweise miteinander (C), indem ihre Wandung im oberen Teile aufgelöst wird. Die beiden Kerne teilen sich darauf gleichzeitig und nebeneinanderliegend (konjugierte Teilung) in je 2 Tochterkerne, von denen 2 in den unteren Teil, zwei in den oberen und nun-

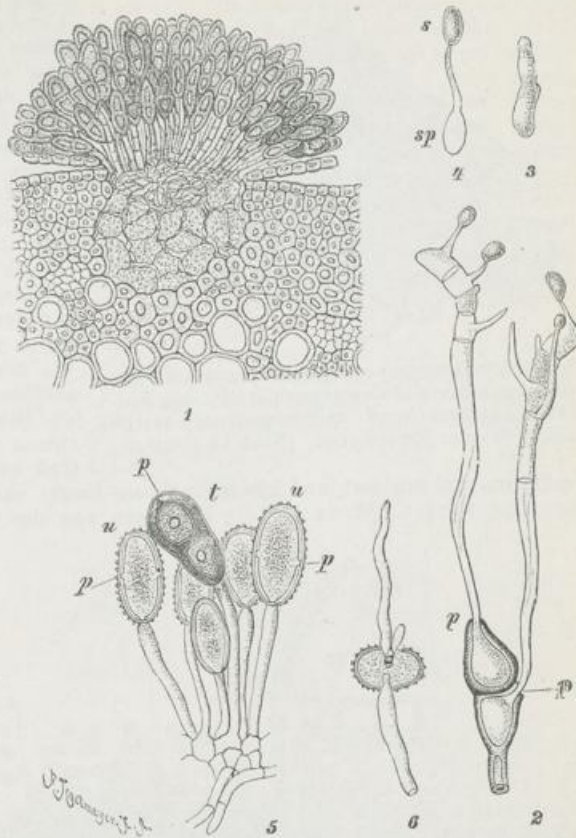


Fig. 348. *Puccinia graminis*. 1 Querschnitt durch ein Stück eines Getreidehalms mit einem Teleutosporenlager. 2 Keimende Teleutospore mit zwei Basidien. 3 Vegetativ. 4 fruktifikativ keimende Basidienspore. Letztere mit Sekundärspore, welche gebildet wird, wenn zur Infektion einer Pflanze keine Gelegenheit geboten ist. 5 Eine Gruppe von Uredosporen *u*, untermischt mit einer Teleutospore *t*, *p* die Keimporen. 6 Keimende Uredospore. (1 Vergr. 150. 2 Vergr. ca. 230. 3, 4 Vergr. 370. 5 Vergr. 300. 6 Vergr. 390. 2, 3, 4 nach TULASNE. 5, 6 nach DE BARY.) Aus v. TAVEL, Pilze.



mehr als erste Sporenmutterzelle durch eine Querwand sich abgliedernden Teil der Zelle rücken (D). Die Bildung der Aecidiosporenketten erfolgt im übrigen wie zuvor dargestellt. Eine Peridie wird bei *Phragmidium* nicht angelegt.

Die reifen zweikernigen Aecidiosporen (Fig. 351 D) stäuben aus, infizieren eine neue Wirtspflanze und aus jeder Spore geht wieder ein intercellulares Mycelium im

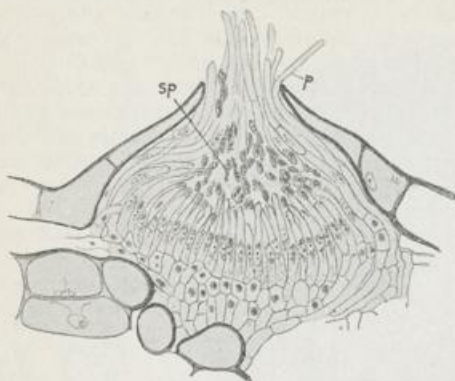


Fig. 349. *Gymnosporangium clavariaeforme*. Spermogonium auf *Crataegus*blättern die Epidermis durchbrechend. *sp* Spermatien, *p* sterile Saftfäden oder Paraphysen. (Nach BLACKMAN.)

Uredineen nachgewiesen und können nur als Ersatz ehemaliger Befruchtungsvorgänge angesehen werden. Wenn wir die Uredineen von den Ascomyceten ableiten wollen,

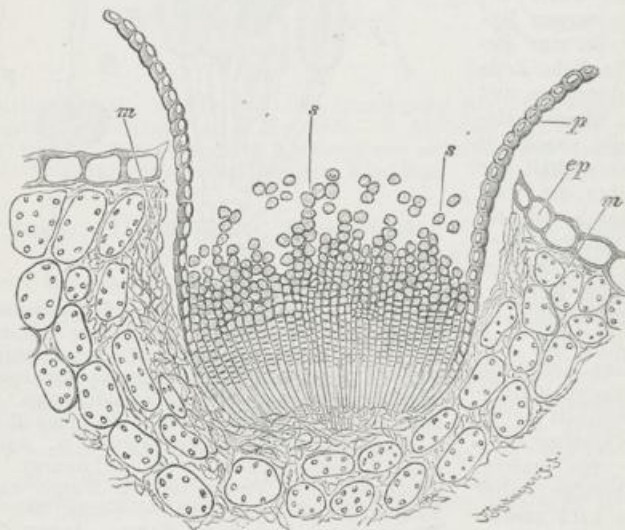


Fig. 350. *Puccinia graminis*. Aecidium auf *Berberis vulgaris*. *ep* Epidermis der Blattunterseite, *m* intercellulares Mycel, *p* Peridie, *s* Sporenketten. Vergr. 142.

müssen wir die Spermatien als funktionslos gewordene männliche Sexualzellen ansehen und die sogenannten fertilen Zellen der Aecidienanlagen mit den Carpogonen vergleichen. Zieht man den Vergleich noch weiter, so würden in dem Entwicklungsgang der Uredineen die aus den Aecidiosporen hervorgehenden Mycelien und deren Uredo- und Teleutosporen sowie die aus letzteren gebildeten Basidien der ungeschlechtlichen

Gen-  
sprech-  
lichen  
D  
die v  
auf u  
Aecid-  
auf ei  
letzte

st

a<sub>1</sub>

a<sub>2</sub>

Fig.  
ceun-  
anlag-  
Zelle  
Kern  
B B  
mutter-  
einen  
lung  
und  
sm<sub>2</sub>  
D I

um a  
keim-  
aus  
(Fig-  
zeich-  
lang  
Das  
(Fig-  
in d  
Fett-  
der  
und



Generation (Sporophyt) der Ascomyceten und die Basidiosporen den Ascosporen entsprechen, während die aus den Basidiosporen hervorgehenden Mycelien der geschlechtlichen Generation (Gametophyt) gleichwertig wären.

Der Entwicklungsgang der Rostpilze ist also höchst kompliziert. Entweder treten die verschiedenen Sporenformen im Laufe des Jahres an ein und derselben Nährpflanze auf und man bezeichnet solche Uredineen als autöcische, oder Spermogonien und Aecidien finden sich auf der einen Nährspezies, Uredo- und Teleutosporen dagegen auf einer anderen, der ersteren im System oft sehr ferne stehenden Pflanze. Bei diesen letzteren heteröcischen Arten liegt also ein Wirtswechsel des Parasiten vor<sup>(77)</sup>.

Als Beispiel für letzteres Verhalten sei *Puccinia graminis*, der Getreiderost, erwähnt, welcher seine Uredo- und Teleutosporen an Blättern und Halmen von Gräsern, besonders Roggen, Weizen, Gerste, erzeugt. Die Aecidien und Spermogonien dieser Art entwickeln sich auf den Blättern der Berberitze (*Berberis vulgaris*). Im Frühjahr treiben zunächst die überwinterten, zu zweien vereinigten Teleutosporen ihre quergeteilten Basidien, von denen successive die vier Basidiosporen sich ablösen (Fig. 348 2),

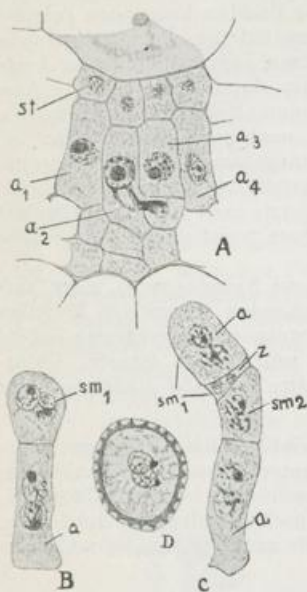


Fig. 351. *Phragmidium violaceum*. A Teil einer Aecidiumanlage, st sterile Zelle, a fertile Zellen, bei  $a_2$  Übertreten des Kernes einer benachbarten Zelle. B Bildung der ersten Sporenmutterzelle  $sm_1$  aus der Anlage a einer Sporenkette. C Weitere Teilung, aus  $sm_1$  die Aecidiospore a und die Zwischenzelle z gebildet,  $sm_2$  die zweite Sporenmutterzelle. D Reife Aecidiospore. (Nach BLACKMAN.)

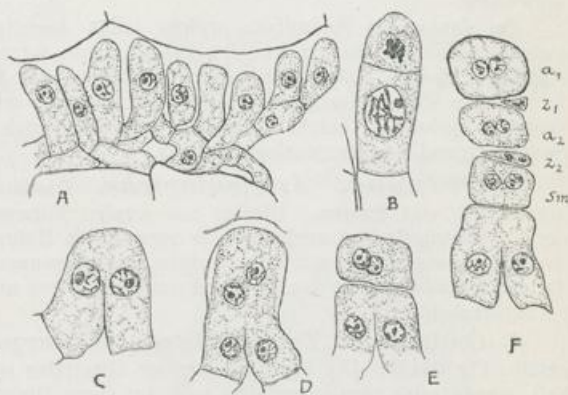


Fig. 352. *Phragmidium speciosum*. A Erste Anlage eines Aecidiums unter der Blattepidermis von Rosa. B Teilung einer Hyphenendzelle in die obere sterile vergängliche und die untere fertile Zelle. C Kopulation zweier benachbarter fertiler Zellen. D Weiteres Stadium, erste Kernteilung vollendet. E Abgliederung der ersten Aecidiosporenmutterzelle. F Kette von Aecidiosporen  $a_1$   $a_2$ , Zwischenzellen  $z_1$   $z_2$ , die zuletzt gebildete Mutterzelle sm noch nicht geteilt. (Nach CHRISTMAN.)

um auf die Berberitzenblätter durch den Wind verbreitet zu werden. Nur hier können sie keimen, der Keimschlauch dringt durch die Cuticula ein und entwickelt sich zum Mycel, aus dem bald an der Blattoberseite die Spermogonien, auf der Unterseite die Aecidien (Fig. 350) hervorgehen. Die letzteren werden als Becherrost (*Aecidium Berberidis*) bezeichnet. Die rotgelben Aecidiosporen stäuben aus der geöffneten Peridie aus und gelangen auf die Halme und Blätter von Gräsern, auf denen allein sie zu keimen vermögen. Das aus ihnen hervorgehende Mycel bringt im Sommer zunächst die Uredosporen (Fig. 348 5) hervor. Die Uredosporen sind einzellig, mit vier äquatorialen Keimporen in der außen mit kleinen Warzen bedeckten Wandung versehen und enthalten rotgelbe Fetttröpfchen in ihrem Plasma, erscheinen daher als rote strichförmige Häufchen auf der Epidermis (früher Uredo linearis genannt). Die Uredosporen keimen auf Getreide und verbreiten rasch die Rostkrankheit. Im Ausgang des Sommers werden in



denselben Lagern (Fig. 348 5, 1) die die dunkelbraunen, stets zu zwei vereinigten, dickwandigen Teleutosporen, mit je einem Keimporus, erzeugt, von denen im nächsten Jahr die Entwicklung von neuem anhebt. Auch kann in dem durch *Uredo* infizierten Wintergetreide der Pilz den Getreiderost mit Übergehung von Basidiosporen und *Berberis-Aecidium* im nächsten Sommer hervorrufen<sup>(78)</sup>.

Mit *Puccinia graminis* nahe verwandt sind noch einige andere häufige Gras- oder Getreideroste: *Puccinia dispersa*, der Braunrost des Roggens, entwickelt seine Aecidien auf *Anchusa*; von *P. triticea*, dem Braunrost des Weizens sowie von *P. glumarum*, dem Gelbrost des Weizens, Roggens und der Gerste, sind die Aecidien nicht bekannt.

Nicht alle Uredineen weisen einen derartig komplizierten Entwicklungsgang wie *Puccinia graminis* auf. Gewisse Arten erzeugen nur die zu Basidien keimenden Teleutosporen, andere außer den Teleutosporen nur Uredosporen auf derselben Nährpflanze, wiederum andere erst Spermogonien und Aecidien und dann Teleutosporen aber keine Uredosporen. Bei den heteröischen Arten gelingt es nur durch entsprechende Aussaatversuche die Zusammengehörigkeit der verschiedenen Sporenbildungen nachzuweisen. So lange dieser Zusammenhang für die einzelnen Formen noch nicht bekannt war, bezeichnete man die drei Sporenformen mit besonderen Gattungsnamen, die Uredosporenhäufchen als *Uredo*, die Aecidien je nach ihrer Beschaffenheit als *Aecidium*, *Roestelia*, *Peridermium* usw. Die Gattungsbezeichnung geschieht jetzt nach der Beschaffenheit der Teleutosporen, weil diese Sporen die am meisten charakteristischen Unterschiede aufweisen.

Bei denjenigen Rostpilzen, welche keine Aecidien und Spermogonien mehr aufweisen, finden wir in den aus den Basidiosporen hervorgehenden vegetativen Mycelien einkernige Zellen, später aber vor der Bildung der Teleutosporen zweikernige Zellen. In welcher Weise hier die Zweikernigkeit erreicht wird, bedarf noch fernerer Untersuchung; jedenfalls zeigen diese Formen eine noch weiter gehende Reduktion der Sexualität und des Generationswechsels.

**3. Ordnung. Auriculariaceae.** Basidien wie bei den Uredineen quergeteilt, mit vier Sporen. Hierher nur wenige Formen, unter denen am bekanntesten der als Volksheilmittel noch vielfach verwendete Holunderschwamm oder das Judasohr, *Auricularia sambucina*, mit gallertartigen, dunkelbraunen, muschelförmigen Fruchtkörpern, die auf ihrer Innenseite das Basidienhymenium tragen und die aus alten Holunderstämmen hervorbrechen.

**4. Ordnung. Tremellineae, Zitterpilze.** Basidien der Länge nach geteilt (Fig. 344 B). Die Fruchtkörper der Zitterpilze sind von gallertartiger Beschaffenheit, lappig oder runzlig gefaltet und auf ihrer Oberseite mit dem Basidienhymenium überkleidet. Nur wenige Gattungen, saprophytisch in faulenden Baumstämmen, aus deren Oberfläche die Fruchtkörper hervorkommen.

**5. Ordnung. Hymenomyces**<sup>(63, 72)</sup>. Die Basidien sind ungeteilt und tragen an der Spitze auf schmalen Sterigmen vier Sporen (Fig. 353 sp). Bei den einfachsten Formen entspringen die Basidien direkt dem Mycel, bei der überwiegenden Mehrzahl aber kommt es zur Bildung von Fruchtkörpern, auf denen an bestimmten Stellen die Basidien in Schichten oder Hymenien auftreten. An der Zusammensetzung der letzteren beteiligen sich die Saftfäden oder Paraphysen (Fig. 353 p) und die ebenfalls sterilen Cystiden (c) oder Schläuche, welche sich durch größeren Umfang auszeichnen und meist stark verdickte Membran aufweisen.

Die meisten Hymenomyces leben mit ihrem Mycelium im humushaltigen Boden der Wälder oder in faulendem Holz, in absterbenden Baumstämmen und erheben ihre Fruchtkörper, die gemeinlich als Schwämme bezeichnet werden, über die Oberfläche des Substrats. Das Mycel der im Boden vegetierenden Formen breitet sich an der Peripherie immer weiter aus und nimmt, indem es von der Mitte aus nach Erschöpfung der Nährstoffe abstirbt, eine von Jahr zu Jahr immer größer werdende ringförmige Zone ein. Infolgedessen erscheinen dann auch die jährlich im Herbst hervorkommenden Schwämme bei ungestörter Entwicklung in Ringen angeordnet, welche vom Volk Hexenringe genannt werden. Die Minderzahl der Hymenomyces vegetiert parasitisch in der Rinde oder dem Holze von Holzgewächsen, so z. B. unter den Hutschwämmen der Hallimasch, *Armillaria mellea* (Fig. 354), dessen Mycel zwischen Rinde und Holz von Laub- oder Nadelhölzern wächst und daselbst flache, verästelte, außen

schiel  
stiel  
Myc  
ausg  
Pilz  
morp  
bildu  
mas  
Myc  
gen  
Holz

im A  
fruch  
teilu

Gatt  
körp  
Basi  
bei  
auf  
Heid  
Pilz  
befa  
Basi  
Epic  
dies  
Gatt

Fig  
Stil  
stra  
jun  
1/8

von  
bild

von  
bild



schwarze Stränge, sog. Rhizomorphen bildet, aus denen später die Fruchtkörper als gestielte Hüte hervorkommen. Außer diesen subkortikalen Rhizomorphen werden vom Mycel auch noch unterirdische lange Rhizomorphen gebildet, welche von einer Wurzel ausgehend andere Wurzeln mit dem Pilz infizieren können. Die Rhizomorphen können als eine Sklerotiumbildung aufgefaßt werden. Der Hallimasch gehört zu den Pilzen, deren Mycelien photogene Substanzen erzeugen und das Leuchten des infizierten Holzes bedingen<sup>(79)</sup>.

Die fortschreitende Komplikation im Aufbau der mannigfachen Basidienfruchtkörper dient zur weiteren Einteilung der Hymenomyceten.

1. Bei einer kleineren Anzahl von Gattungen kommt es nicht zur Fruchtkörperbildung, vielmehr entstehen die Basidien frei aus den Mycelfäden, so bei *Exobasidium Vaccinii*, einem auf Ericaceen, besonders Preisel- und Heidelbeeren auftretenden parasitischen Pilz, dessen Mycel Auftreibungen der befallenen Pflanzenteile verursacht. Die Basidien werden in Lagern unter der Epidermis gebildet und brechen durch dieselbe an die Oberfläche hervor (Fig. 355). Als Nebenfruktifikationen treten bei dieser Gattung, wie bei manchen anderen, Konidien auf, die als schmalspindelförmige Zellen

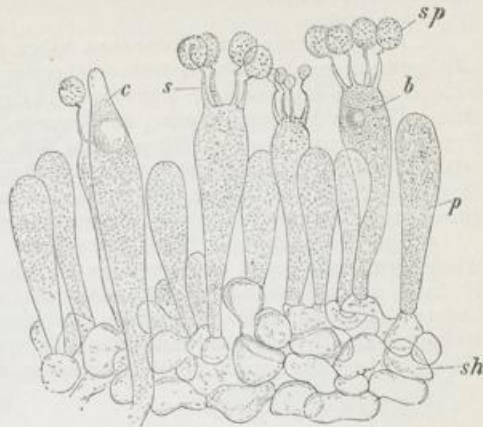


Fig. 353. *Russula rubra*. Partie aus dem Hymenium sh Subhymeniale Schicht, b Basidien, s Sterigmen, sp Sporen, p Paraphysen, c eine Cystide. Vergr. 540.

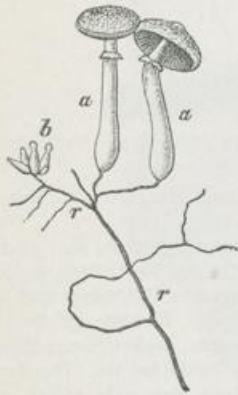


Fig. 354. *Armillaria mellea*. Stück eines Rhizomorphastranges mit reifen (a) und jungen (b) Fruchtkörpern.  $\frac{1}{8}$  nat. Gr. (Nach HARRIG.) Aus v. TAVEL, Pilze.

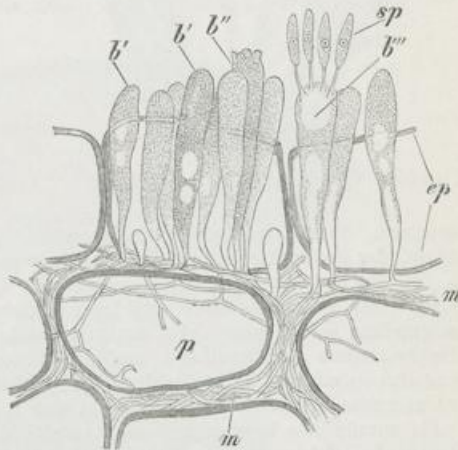


Fig. 355. *Exobasidium Vaccinii*. Querschnitt durch die Stengelperipherie von *Vaccinium*. ep Epidermis, p Rindenparenchym, m Mycelfäden in den Intercellularräumen, b die nach außen hervorbrechenden Basidien, b' noch ohne Sterigmen, b'' Anlage der Sterigmen, b''' mit vier Sporen. Vergr. 620. (Nach WORONIN.)

vom Mycel abgegliedert werden und an der Oberfläche der Nährpflanze der Basidienbildung vorausgehen.

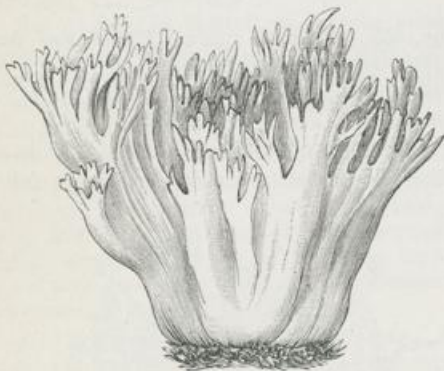
2. In der Gruppe der *Thelephoreen* treten bereits echte Fruchtkörper, aber noch von einfacher Gestalt, auf. Dieselben sind von korkig lederartiger Beschaffenheit und bilden auf Baumstämpfen teils flache Krusten von rundlichem oder gelapptem Umriß,



und das Basidienhymenium überzieht die glatte Oberseite dieser Krusten; oder die flachen Fruchtkörper heben sich in horizontaler Richtung vom Substrat ab, bilden halbkreisförmige Hüte, die oft dachziegelartig gruppenweise übereinander gelagert sind, und das Hymenium ist auf ihrer Unterseite entwickelt, so bei dem an Laubholzstämmen häufigen *Stereum hirsutum*.

3. In der Gruppe der *Clavariaceen* haben die Fruchtkörper die Form von weißlichen oder gelben, aus dem Boden sich erhebenden fleischigen Keulen oder sind mehr oder weniger reich korallenartig verzweigt. Die größeren, reich verästelten Formen dieser Gruppe liefern Speiseschwämme, so *Clavaria flava* mit bis 10 cm hohem, orangegelbem Fruchtkörper und *Clavaria Botrytis* (Fig. 356), von blaßrötlicher Farbe, beide als Bärenstätze, Hündling, Hahnenkamm oder Korallenschwamm bezeichnet, ferner der krause Ziegenbart, *Sparassis crispa*, auf Sandboden in Nadelwäldern auftretend, mit blattförmig zusammengedrückten, reich verzweigten Ästen, bis  $\frac{1}{2}$  m im Durchmesser erreichend.

4. Die *Hydneen* oder Stachelschwämme besitzen Fruchtkörper mit stachelartigen Auswüchsen, auf denen die Hymenien als Überzug entwickelt werden. Die einfachsten Hydneen haben krustenförmige Fruchtkörper, auf deren Oberseite diese Stacheln stehen, andere dagegen entwickeln gestielt hutförmige, fleischige Fruchtkörper, die auf der Hutunterseite die herabhängenden Stacheln tragen. Zu letzteren gehören verschiedene eßbare Schwämme, so *Hydnum imbricatum*, der Habichtsschwamm, in Kiefernwäldern,

Fig. 356. *Clavaria Botrytis*. Nat. Gr.Fig. 357. *Hydnum repandum*. Verkleinert.

mit braunem, oben schwärzlich beschupptem, bis 15 cm breitem Hut, ferner *Hydnum repandum*, der Stoppelschwamm (Fig. 357) mit gelblichem Hut.

5. Bei den artenreichen *Polyporeen* oder Löcherschwämmen besitzen die großen gestielten oder sitzenden Hüte auf ihrer Unterseite röhrenförmige Vertiefungen oder tief gewundene Gänge oder dicht zusammenstehende, herabhängende Röhren und das Basidienhymenium ist in diesen auf der Innenseite entwickelt. Hierher gehört die Gattung *Boletus* mit großen, fleischigen, auf Waldboden auftretenden, dickstieligen Hüten, deren Unterseite mit einer dicken Schicht von feinen Röhren bekleidet ist. Die Arten sind teils vorzügliche Speisepilze, so *B. edulis*, der Steinpilz, teils aber sehr giftig, wie der Satanspilz, *Boletus Satanas* (Fig. 360), mit gelbbraunem, bis 20 cm breitem Hut, gelb bis purpurrot gefärbtem, oder mit roter Netzzeichnung versehenem Stiel und erst blutroter, dann orangeroter Hutunterseite. Von den zahlreichen Arten der Gattung *Polyporus* ist der Feuer- oder Zunderschwamm, *P. fomentarius*, officinell. Sein Mycelium lebt parasitisch in Laubbäumen, besonders Buchen, und erzeugt große konsolförmige, bis 30 cm breite und 15 cm dicke mehrjährige Fruchtkörper mit harter, grauer Rinde und wergartiger, den Zunderschwamm liefernder Innenmasse. Auf der Unterseite stehen die engen Hymeniumröhren in übereinander lagernden Jahresschichten. Der ähnliche *Polyp. igniarius*, unechter Zunderschwamm (Fig. 358), besonders an Eichen auftretend, ist rostbraun gefärbt, viel härter und liefert nur einen schlechten Zunder. Offizinell ist ferner der südeuropäische, an Lärchen vorkommende *Polyporus officinalis*, dessen unregelmäßig knollige, weiße Fruchtkörper einen bitteren harzartigen Bestandteil enthalten.



Manche Polyporeen, sind sehr schädliche Parasiten der Waldbäume, so *Heterobasidion annosum*, das oft ganze Bestände von Kiefern und Fichten vernichtet. Eine sehr schädliche saprophytische Art ist *Merulius laeprymans*, der Hausschwamm<sup>(80)</sup>, dessen Mycelium in feuchtem Bauholz, in erster Linie in Nadelholz, vegetiert und dieses zerstört. An der Oberfläche des Holzes und an dem Manerwerk bildet das Mycel große grauweiße Watten mit derben sich verzweigenden Strängen, welche zur Leitung von Wasser und Nährstoffen dienen. Schließlich entstehen aus dem Mycel die aus Ritzen hervorkommenden unregelmäßig lap-pigen Fruchtkörper mit rostbrauner grubiger Ober-

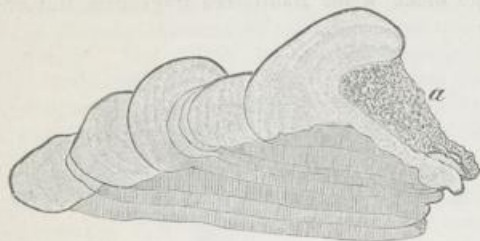


Fig. 358. *Polyporus ignarius*. Durchschnitt durch einen mehrjährigen Fruchtkörper mit Zuwachszonen. a Befestigungsstelle des halbkreisförmigen Hutes.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.



Fig. 359. *Psalliota campestris* (= *Agaricus campestris*). Champignon, rechts junger Fruchtkörper. Verkleinert.

fläche. Trockenlegung und gute Durchlüftung der infizierten Räume ist das sicherste Mittel zur Bekämpfung des Hausschwamms.

6. Als artenreichste Gruppe sind schließlich die *Agaricineen* oder Blätterschwämme zu nennen, deren Hüte auf der Unterseite radial ausstrahlende Lamellen tragen, die mit



Fig. 360. *Boletus Satanas*, Satanspilz.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach KROMBHOLZ.) — Giftig.

dem Hymenium überzogen sind. Die Fruchtkörperanlagen sind aus Hyphengeflecht bestehende rundliche Körper, in denen sich bald der Stiel und der Hut differenzieren, anfangs von einer lockeren Hülle, der Volva, umschlossen, welche bei der Streckung des Stiels als Scheide am Grunde, bei manchen Blätterpilzen, so beim Fliegenschwamm (Fig. 361), auch in weißen Fetzen auf dem Hut zurückbleibt. Außer der Volva entwickelt sich bei vielen Blätterpilzen noch ein sog. Schleier, Velum, eine dünne



Hyphenhaut, welche sich an dem jungen Fruchtkörper vom Hutrand quer zum Stiel ausspannt, später aber einreißt und nun als ringförmiger Hautlappen am Stiele sitzen bleibt (Fig. 359).

Manche Hutpilze unserer Wälder und Wiesen werden als vorzügliche Speisepilze geschätzt, so vor allem auch der in Kultur genommene Champignon, *Psalliota campestris* (Fig. 359), mit weißlichem Hut und erst weißen, dann rosenroten, zuletzt braunschwarzen Lamellen, ferner der Pfifferling oder Eierschwamm, *Cantharellus cibarius*, mit dottergelbem kreiselförmigem Hut, der Reizker, *Lactarius deliciosus*, mit rotgelbem Hut und rotgelbem Milchsaft in besonderen Hyphenschläuchen, der Parasolschwamm, *Lepiota procera*, mit weißem braunbeschnüppter Hut, der Kaiserling, *Amanita caesarea*, mit orangefarbigem, oben einige dicke weiße Hautfetzen tragendem Hut und gelben Lamellen.



Fig. 361. *Amanita muscaria*, Fliegenpilz.  
 $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



Fig. 362. *Amanita bulbosa*. Knollenblätterschwamm.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.

Zu den giftigen Blätterschwämmen gehören vor allem der Fliegenschwamm, *Amanita muscaria* (Fig. 361), mit weißen Lamellen, der mit dem Champignon oft verwechselte Knollenblätterschwamm *Amanita bulbosa* (Fig. 362), mit weißlichem oder gelblichem Hut und dickknolligem Stielfuß, der Speiteufel, *Russula emetica*, mit rötlichem Hut und weißen Lamellen, der Giftreizker, *Lactarius torminosus*, mit gelbem oder rotbraunem zottigem Hut und weißem Milchsaft.

Biologisch sehr interessant ist ein südbrasilischer Hutpilz, die Agaricinee *Rozites gongylophora*, deren Mycel nach A. MÖLLER von den Blattschneiderameisen in ihren Nestern regelrecht kultiviert wird. Das Mycel erzeugt in denselben kugelige, dicht mit Plasma erfüllte Anschwellungen seiner Hyphenenden, die sog. Kohlrabiköpfchen, welche den Ameisen zur Nahrung dienen. Die Ameisen verhindern die Entwicklung der Konidien, die als Nebenfruktifikation dem Pilz eigentümlich sind und nur bei Kultur des Mycels ohne Ameisen gebildet werden, erhalten also den Pilz in ihren Nestern stets in seinem vegetativen Zustand. Die Fruchtkörper finden sich nur selten auf den Nestern; sie haben in ihrer Form Ähnlichkeit mit denen des Fliegenschwamms, zu dessen



Verwandtschaft Rozites gehört. Im tropischen Asien wird nach HOLTERMANN das Mycel von *Agaricus Rajab* von Termiten in ihren Nestern kultiviert<sup>(81)</sup>.

Offizinell: *Polyporus fomentarius* (= *Fomes fomentarius*), liefert Fungus Chirurgorum (Pharm. germ., austr.). — *Polyporus officinalis* (= *Boletus lareis*) Lärchenschwamm liefert *Agaricus albus* (Pharm. helv.), *Agaricinum* (Pharm. germ.) und *Acidum agaricinum* (Pharm. helv.).

**6. Ordnung. Gasteromycetes, Bauchpilze**<sup>(63)</sup>. Die Gasteromyceten haben geschlossene, mannigfach gestaltete Fruchtkörper, welche sich erst nach der Sporenreife öffnen, indem die als Peridie bezeichnete äußere Hyphenrinde in charakteristischer Weise aufplatzt. Die von der Peridie umschlossene sporenbildende Innenmasse wird insgesamt als Gleba bezeichnet. Die Gleba ist von zahlreichen Kammern durchsetzt, welche entweder von dem Basidienhymenium ausgekleidet oder von locker verflochtenen Hyphen, deren Zweige in Basidien endigen, angefüllt sind.

Die Gasteromyceten vegetieren mit ihrem Mycel saprophytisch im Humusboden der Wälder und Wiesen und erheben ihre Fruchtkörper über die Oberfläche

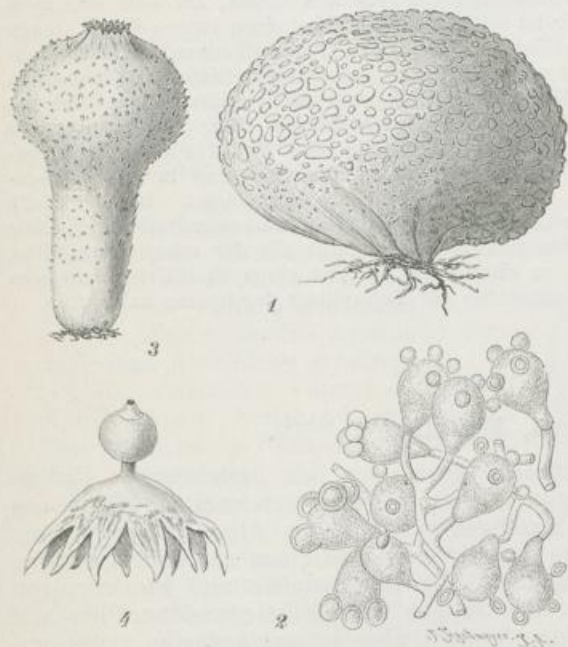


Fig. 363. 1 *Scleroderma vulgare*, Fruchtkörper. 2 Basidien aus demselben. (Nach TULASNE.) 3 *Lycoperdon gemmatum*. 4 *Geaster granulosus*. 1, 3, 4 in nat. Gr. 2 vergrößert.



Fig. 364. *Phallus impudicus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach KROMB-HOLZ.)

nach Art der Blätterschwämme. Nur die Gruppe der Hymenogastreen besitzt unterirdische knollenförmige, trüffelähnliche Fruchtkörper.

Verhältnismäßig einfach gebaut ist der Fruchtkörper von *Scleroderma vulgare*, dem Hartbovist, dessen breitkugelige, meist 5 cm dicke Basidienfrucht eine weißlich braune, lederartige, dicke einfache, später am Scheitel rissig gefelderte Peridie besitzt (Fig. 363 I). Die im reifen Zustande schwarze Gleba ist gekammert und die Kammern sind ausgefüllt



mit birnförmigen Basidien, welche vier sitzende kugelige Sporen tragen (Fig. 363 2). Der Hartbovist gilt als giftig und wird zuweilen mit Trüffeln verwechselt.

Die Gattungen *Bovista* und *Lycoperdon* (Fig. 363 3), Boviste und Stäublinge, haben ebenfalls kugelige, bei letzterer Gattung auch gestielte, anfangs weißliche, später bräunliche Fruchtkörper. Sie erreichen bei dem Riesenbovist *Lycoperdon Bovista* sogar bis  $\frac{1}{2}$  Meter Durchmesser. Ihre Peridie ist in Form von zwei Schichten entwickelt, von denen sich die äußere mit der Reife gewöhnlich ablöst und die innere am Scheitel sich öffnet. Die Kammern der Gleba werden hier von einem regelmäßigen Hymenium aus Basidien ausgekleidet. Eine Eigentümlichkeit der Boviste besteht ferner in dem Auftreten sog. Capillitiumfasern in den Kammern der Gleba, d. h. brauner dickwandiger verästelter Hyphen, welche von den Wänden ausgehen und die Auflockerung der Sporenmasse besorgen. Die jungen, noch weißen Boviste sind essbar, die reifen dagegen enthalten Harnstoff, welcher sonst noch nicht bei Pflanzen gefunden wurde.

Bei der verwandten Gattung *Geaster* (Fig. 363 4), Erdstern, ist die Peridie der runden Fruchtkörper ebenfalls als doppelte Hülle ausgebildet. Die äußere Hülle breitet sich bei der Reife in sternförmigen Lappen aus, die innere öffnet sich am Scheitel mit einem Loch.

Die höchste Entwicklung erreicht der Gastromycetenfruchtkörper in der Gruppe der *Phalloideen*<sup>(82)</sup>, als deren bekanntester Vertreter *Phallus impudicus*, die Stink- oder Gichtmorchel, in Wäldern in Deutschland einheimisch, zu nennen ist. Dieser Pilz galt vielfach als giftig. Früher wurde er zu Gichtsalben verwendet. Sein Fruchtkörper gleicht habituell den echten, zu den Discomyceten gehörenden Morcheln, hat aber eine ganz andere Entwicklungsgeschichte. Er ist etwa 15 cm hoch, hat einen langen dicken, innen hohlen, netzförmig gekammerten weißen Stiel und einen glockenförmigen, mit der braungrünen, im reifen Zustand zu Schleim verflüssigten, sporenhaltigen Glebamasse bedeckten Hut (Fig. 364). Der junge Fruchtkörper bildet einen eiförmigen weißen Körper (Hexenei oder Teufelsei genannt) und wird von einer doppelwandigen Hülle mit gallertartiger Mittelschicht ganz umschlossen. Im Innern der Hülle oder Peridie (auch Volva genannt) differenziert sich das Hyphengewebe in den axilen Stiel und in den glockenförmigen Hut. Im Umkreise des Hutes wird die Gleba ausgebildet. Bei der Reife streckt sich der Stiel enorm in die Länge, sprengt dabei die an seiner Basis als Scheide zurückbleibende Hülle und hebt den glockenförmigen Hut mit der anhaftenden Gleba empor. Letztere zerfließt alsbald zu einer Masse, welche einen ekelhaften aasartigen Geruch verbreitet, und dadurch Aasinsekten zur Verbreitung der Sporen anlockt.

## Klasse XV.

### Lichenes, Flechten<sup>(48, 83-91)</sup>.

Die Flechten sind symbiotische Organismen, sie bestehen aus Fadenpilzen, und zwar aus *Ascomyceten*, nur in ganz vereinzelt Fällen aus *Basidiomyceten*, welche mit einzelligen oder fädigen Algen, *Cyanophyceen* oder *Chlorophyceen*, gemeinsam vegetieren und so einen zusammengesetzten Thallus, ein Konsortium bilden. Die Flechtenpilze und Flechtenalgen sind im natürlichen System in die Gruppen der nächstverwandten Pilze und Algen einzureihen. Die Flechten besitzen aber untereinander so viel Übereinstimmendes in Bau und Lebensweise und haben sich als Konsortien phylogenetisch weiter entwickelt, so daß sie zweckmäßiger als besondere Klasse behandelt werden.

Der Pilz umspinnt mit seinem Mycel die Algenzellen (Fig. 365, 366), schließt sie in ein Hyphengewebe ein und ernährt sich von den durch die assimilierenden Algenzellen erzeugten organischen Stoffen; er kann aber auch Haustorien in die Algenzellen hinein entsenden und sogar deren Inhalt aufzehren, auch abgestorbene Algenzellen ausnutzen<sup>(84)</sup>. Andererseits gewährt der Pilz den Algenzellen bestimmte Vorteile, liefert ihnen die anorganischen Stoffe und Wasser, vielleicht auch organische Verbindungen



(vgl. S. 197). Die Symbiose der flechtenbildenden Pilze mit Algen führt so zur Bildung von zusammengesetzten Organismen mit eigenartiger Form des Thallus, welcher entsprechend seiner durch die Algen bedingten selbständigen

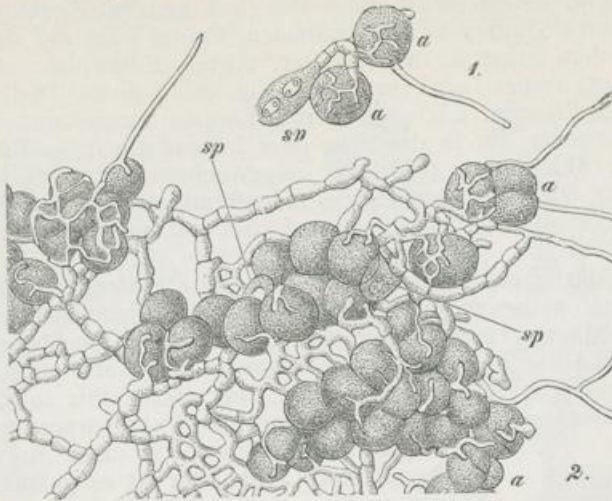


Fig. 365. *Xanthoria parietina*. 1 Keimende Ascusspore (sp), deren Keimschlauch die grünen Algenzellen *a* der Gattung *Chlorococcum* umspinn. 2 Beginnende Thallusbildung, bei sp zwei Ascussporen, *a* die *Chlorococcum*-zellen. In der Mitte des Mycels beginnt durch Fusionen an den kurzgliederigen Hyphen die Bildung einer pseudo-parenchymatischen Rindenschicht. Vergr. 500. (Nach BONNIER.) Aus v. TAVEL, Pilze.

Ernährungsweise andere Gestalten als bei den nicht flechtenbildenden Fadenpilzen, deren Thallus ein reich verzweigtes Mycelium darstellt, aufweist, vielmehr die Formen der Algen und Lebermoose vielfach wiederholt.

Der Flechtenthallus kann sehr verschiedene Ausbildung erfahren.

Die einfachsten Formen sind Fadenflechten, bestehend aus Algenfäden, welche von Pilzhypen der Länge nach umspinnen sind. Als Beispiel sei *Ephebe pubescens* genannt, deren vielästige Fäden an feuchten Felsen in Form schwärzlicher Filzlager auftreten.

Sodann unterscheidet man Gallertflechten, mit gallertigem, laubartigem Lager. Die Algen derselben sind *Chroococcaceen* und *Nostocaceen* mit aufgequollenen Membranen. In der Algengallerte verlaufen die Pilzhypen. Von einheimischen Gattungen gehört z. B. *Collema* hierher.

Sowohl bei den Faden- als Gallertflechten sind Algen und Pilzhypen gleichmäßig im Thallus verteilt und dieser wird daher als ungeschichtet oder homöomer bezeichnet.

Die übrigen Flechten weisen dagegen einen geschichteten oder heteromeren Thallus auf. Die Algenzellen, die man bei den Flechten als

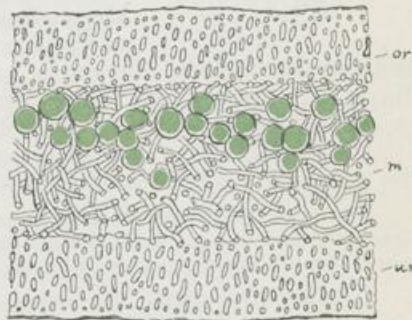


Fig. 366. *Cetraria islandica*. Querschnitt durch den Thallus. *or* Rindenschicht der Oberseite, *ur* der Unterseite, *m* Markschicht mit den grünen Algenzellen von *Chlorococcum humicola*. Vergr. 272.



Gonidien bezeichnet, treten im heteromeren Thallus in Gonidienschichten auf, welche nach außen von einer algenfreien und aus pseudoparenchymatisch dicht verflochtenen Pilzhypphen bestehenden Rindenschicht bedeckt werden (Fig. 366). Man unterscheidet unter den heteromeren Flechten Krustenflechten, deren Thallus an Baumstämmen, Felsen oder auf dem Erdboden auftritt und dem Substrat fest anhaftet, mittels Pilzhypphen etwas in dasselbe eindringt; ferner Laubflechten (Fig. 367), deren Thallus laubartig, klein- oder großlappig, mit zerschlitzten Lappen ausgestaltet und auf der Unterseite entweder nur in der Mitte oder bis auf die freien Ränder mittels rhizoïdartiger Pilzhypphen (Rhizinen) angewachsen ist; endlich Strauchflechten (Fig. 368), mit verzweigtem fadenförmigem oder bandförmigem, an der Basis angeheftetem, zuweilen auch frei auf dem Substrat liegendem Thallus.

An den natürlichen Standorten scheinen die Flechtenpilze sich nur dann aus den Sporen weiter zu entwickeln, wenn sie die ihnen zusagenden Algenzellen zur Verfügung haben. Nur für ganz wenige Flechtengattungen ist festgestellt, daß ihr Pilz auch ohne Algen in der Natur existenzfähig ist, so für die tropische *Cora pavonia* (Fig. 374), deren Pilz zu der Ordnung der Hymenomyceten gehört und auch algenfreie Fruchtkörper, welche denen der Pilzgattung *Thelephora* in der Form entsprechen, erzeugen kann. Wohl aber ist es gelungen, aus den Sporen gewisser flechtenbildender Ascomyceten unter Zufuhr geeigneter Nährlösung auch ohne Algen in der Kultur Mycelien zu ziehen.

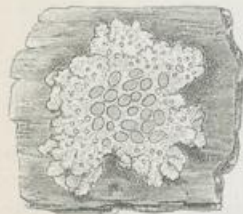


Fig. 367. *Xanthoria parietina*, auf Baumrinde.  
Nat. Gr.

Viele Flechten vermehren sich rein vegetativ dadurch, daß Teile des Thallus losreißen und sich wieder mit Rhizinen festsetzen. Die meisten heteromeren Flechten besitzen ferner in der Bildung von Soredien ein ausgezeichnetes Mittel vegetativer Vermehrung. Kleine Gruppen von sich teilenden Algenzellen in den Gonidienschichten werden dicht umspinnen von Mycelfäden, lösen sich los und bilden isolierte Körperchen, die unter Aufreißen der Thallusrinde als staubartige Masse frei werden, um durch den Wind verbreitet sich anderswo wieder zu einer Flechte weiter zu entwickeln.

Die Fruktifikation der Flechten ist nur an die Flechtenpilze, nicht an die vegetativ bleibenden Flechtenalgen gebunden.

Die meisten Flechten scheiden besonders in den Rindenschichten Sekrete ab, unter denen die zahlreichen Flechtensäuren zu nennen sind<sup>(85)</sup>, die nach STAHL als Schutzmittel gegen Tiere (Schnecken) wirksam sind<sup>(86)</sup>.

**1. Ascolichenes.** Nur wenige Flechtengattungen haben krugförmige Perithezien; ihre Pilze gehören daher zu den Pyrenomyceten, so die Laubflechte *Endocarpon*, die Krustenflechte *Verrucaria*. Die meisten Gattungen aber entwickeln als Aseusfrüchte ihrer Pilze offene, meist schüssel- oder scheibenförmige, dem Thallus aufsitzende oder in ihn etwas eingesenkte Apothecien, welche in ihrem Aufbau wie bei den Discomyceten, speziell den Pezizeen beschaffen sind, also auf ihrer Oberseite ein Hymenium aus Asci und Paraphysen tragen. Von Strauchflechten gehört hierher als eine der häufigsten Arten die an Baumstämmen festsitzende *Usnea barbata*, die sog. Bartflechte mit großen, am Rande bewimperten Apothecien (Fig. 368), ferner die an Felsen der afrikanischen Küsten und Ostindiens weit verbreitete *Rocella tinctoria* mit aufrechtem, wurmförmigem, gabelig geteiltem Thallus, aus welchem Lackmus und Orseille gewonnen werden. Eine Mittelstellung zwischen Strauch- und Blattflechten nimmt *Cetraria islandica*, das isländische Moos (Fig. 369) ein, mit vielteiligen, blattartigen Thalluslappen, welche braun, auf der Unterseite weißlich gefärbt sind und die Apothecien schief randständig tragen.



Diese Flechte ist auf den Gebirgen und im Norden der nördlichen Hemisphäre, sowie auch am Kap Horn weitverbreitet und dient als offizinelles Gewächs zur Bereitung der Licheningallerte. Eine der gewöhnlichsten einheimischen Blattflechten ist die orange-gelbe *Xanthoria parietina* (Fig. 367) mit zahlreichen Apothecien auf der Thallusmitte. — Unter den Krustenflechten ist als häufige Form die Schriftflechte, *Graphis*

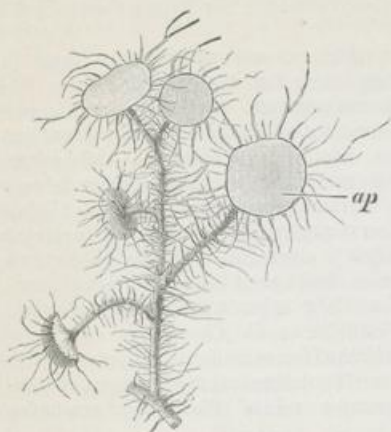


Fig. 368. *Usnea barbata*. ap Apothecium. Nat. Gr.



Fig. 369. *Cetraria islandica*. ap Apothecium. Nat. Gr. — Offizinell.

*scripta*, zu nennen, deren grauweißer Thallus auf Baumrinden, besonders Buchen, lebt und deren Apothecien die Form von schwarzen, schmalen, strichförmigen oder gabelten, an Schriftzüge erinnernden Rinnen haben. Zu den Krustenflechten gehört auch die in Steppen und Wüsten Nordafrikas und Asiens verbreitete *Sphaerothallia esculenta*, deren felsbewohnender Thallus in erbsengroße Stücke, die durch den Wind verbreitet werden, leicht zer-



Fig. 370. *Cladonia coccifera*. t Thallusschüppchen. Nat. Gr.



Fig. 371. *Cladonia rangiferina*. A Steril. B Mit Ascusfrüchtchen an den Astenden. Nat. Gr.

fällt. Diese rundlichen Gebilde sind eßbar und werden von den Tartaren zur Bereitung von „Erdbröt“ verwandt.

Eine sehr eigenartige Entwicklung erfährt der Flechtenthallus bei der vielgestaltigen erdbewohnenden Gattung *Cladonia* (<sup>87</sup>), deren Thallus zunächst aus horizontalen, dem Substrat aufsitzenden gekerbten Schüppchen besteht. Auf diesem primären Thallus erheben sich nun vertikale Thallussprosse, die bei den einzelnen Arten sehr verschiedene und auch variable Gestalt haben und als Podetien bezeichnet werden. Sie sind bei



manchen Arten, so bei *Cladonia pyxidata*, der Becherflechte, und bei *Cladonia coccifera* (Fig. 370, gestielt kreiselförmig und tragen am Becherrand oder auf Aussprossungen desselben die bei ersterer Art braunen, bei letzterer lebhaft roten Apothecien in Form von rundlichen Knöpfchen. Bei anderen Arten sind die Podetien aufrecht schmal zylindrisch, einfach oder gegabelt; bei *Cladonia rangiferina*, der Renntierflechte, welche über die ganze Erde verbreitet und in großer Menge rasenbildend in den nordischen Tundren auftritt, sind die Podetien (Fig. 371) zierlich verästelt; ihr Primärthallus geht frühzeitig zugrunde.

Die Ascusfrüchte, Apothecien und Perithezien, nehmen, wie zuerst STAHL und in neuerer Zeit besonders BAUR<sup>(88)</sup> nachgewiesen haben, auch bei den Flechten ihren Ursprung aus befruchteten Carpogonen, weiblichen Sexualorganen, die in jungen Thallus-



Fig. 372. *Collema crispum*. A Carpogon c mit Trichogyn t. Vergr. 405. B Spitze des Trichogyns mit Spermatium s. Vergr. 1125. (Nach E. BAUR.)

lappen oft in sehr großer Anzahl angelegt werden. Das Carpogon (Fig. 372) ist hier ein vielzelliger, im unteren Teil mehrfach schraubig gewundener Faden, der sich in ein langzelliges, aus dem Thallus mit der Spitze hervorragendes Trichogyn fortsetzt. Die Zellen enthalten je einen Kern, führen im unteren Teil des Carpogons dichteres Plasma und sind durch Tüpfel verbunden. Abgesehen von der Vielzelligkeit erinnern diese Gebilde an die Carpogone der Florideen. Als männliche Sexualzellen fungieren wahrscheinlich die in besonderen krugförmigen Behältern, den Spermogonien (Fig. 373), erzeugten



Fig. 373. *Anaptychia ciliaris*. Reifes Spermogonium. Vergr. 192. Die dicken runden Zellen im Thallusgewebe stellen die grünen Algenzellen vor. (Nach GLÜCK.)

Spermarien, deren Entwicklung auf verschiedene Art erfolgt<sup>(90)</sup>. Entweder ist die Innenwand der Spermatogoniumhöhle mit einfachen oder verzweigten Hyphenästen ausgekleidet, die an ihren Enden die Spermarienzellen abgliedern (*Peltigera*, *Parmelia*), oder das Spermatogonium ist anfangs von Hyphengewebe dicht erfüllt, später aber durch Auseinanderweichen desselben von Hohlräumen durchsetzt, aus deren Wandzellen die Spermarien auf sehr kleinen und dünnen Stielen hervorsprossen (*Anaptychia*, *Physcia*, *Sticta*). Die Spermarien werden, in Schleimmassen eingebettet, aus ihren Behältern entleert, kopulieren mit den klebrigen Spitzen der Trichogyne (Fig. 372 B) und erscheinen dann leer, ohne Kern; darauf kollabieren die Zellen des Trichogyns, gehen später zugrunde, während die mittleren Zellen des schraubigen Carpogons anschwellen, sich auch noch weiter teilen und nun zu den ascogenen Hyphen aussprossen, die an ihren Enden die Asci bilden. Die vegetativen Hyphen und die Paraphysen der Früchte entspringen aus den unter dem Carpogon befindlichen Hyphen. Entweder nur ein oder auch mehrere Carpogone zusammen geben eine Frucht. Das



Verhalten der Sexualkerne bedarf noch eingehender Untersuchung. Solche Carpogone sind bereits bei einer größeren Anzahl von Flechtengattungen als Anlage der Früchte nachgewiesen, indessen erscheinen sie bei einigen Gattungen (*Peltigera*, *Solorina*) reduziert und besitzen kein Trichogyn mehr; diese Flechten sind apogam geworden. Spermatogonien werden bei ihnen überhaupt nicht mehr gebildet, oder sind, wie bei *Nephromium*, deutlich in Rückbildung begriffen. Von A. MÖLLER<sup>(80)</sup> wurde festgestellt, daß die Spermatien mancher Flechten auch vegetativ auskeimen können; indessen kann solches Verhalten nicht als Beweis gegen die ursprünglich sexuelle Natur dieser Gebilde gelten.

**2. Basidiolichenes (Hymenolichenes)<sup>(91)</sup>.** Die *Hymenolichenes* werden durch die in den Tropen weitverbreitete, auf dem Erdboden oder an Bäumen lebende *Cora pavonia* vertreten, zu welcher auch die Gattungen *Dictyonema* und *Laudalea* als besondere Wuchsformen zu rechnen sind. Der Pilz der *Cora* ist eine Thelephoree (vgl. S. 343), deren halbkreisförmige, gelappte, flache, dachziegelartig gruppierte Fruchtkörper auch ganz ohne Algen gefunden werden. Tritt der Pilz in Symbiose mit einzelligen Chroococcusalgen, so resultiert als Fruchtkörper die *Cora pavonia* (Fig. 374), welche wie eine Thelephorafrucht auf der Unterseite ein durch Risse gefeldertes Basidienhymenium entwickelt. Tritt dagegen derselbe Pilz mit den Fäden der blaugrünen Alge *Scytonema* in Symbiose, so bildet sich, wenn der Pilz überwiegt, die Flechte zu strahlig fädigen, halbkreisförmigen oder kreisförmigen, an Baumstäben abstehenden Scheiben mit dem Hymenium auf der Unterseite aus (*Dictyonema*-Form), und wenn die Alge formbestimmend ist, in Form von feinfädigen filzigen Überzügen auf Baumrinde mit unregelmäßigen, an dem Lichte abgewandten Stellen des Thallus erscheinenden Hymenien (*Laudalea*-Form).

Offizinell ist unter den Flechten *Cetraria islandica*, Lichen islandicus (Pharm. germ., austr., helv.). Als Volksmittel wird auch noch die Lungenflechte, *Sticta pulmonaria*, (*Muscus pulmonarius*), gebraucht.

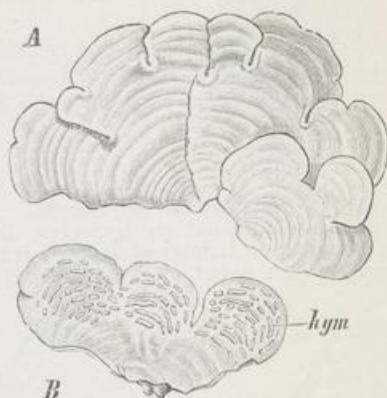


Fig. 374. *Cora pavonia*. A Von oben. B Von unten. hym Hymenium. Nat. Gr.

## II.

### Bryophyta, Moospflanzen<sup>(92, 93, 94)</sup>.

Die Bryophyten, Moospflanzen oder Muscineen umfassen die beiden Klassen der Lebermoose (*Hepaticae*) und der Laubmoose (*Musci*). Sie unterscheiden sich von den Thallophyten zunächst durch den charakteristischen Bau ihrer Geschlechtsorgane, der Antheridien und Archegonien, welche in ganz ähnlicher Ausbildung auch bei den höchststehenden Kryptogamen, den Pteridophyten wiederkehren. Bryophyten und Pteridophyten dürften daher von gemeinsamen Stammformen den Ausgang ihrer Entwicklung genommen haben und werden den Thallophyten gegenüber auch als *Archegoniaten* zusammengefaßt.

Die Antheridien oder männlichen Organe sind auf einem mehrzelligen Stiele sitzende ovale, kugelige oder keulenförmige Gebilde, deren dünne Wandung aus einer einzigen Zellschicht besteht und zahlreiche kleine kubische Zellen umschließt, von denen jede sich nochmals diagonal in zwei Spermatozoidmutterzellen teilt<sup>(95)</sup>. Bei der Reife des Antheridiums platzt die Wandung am Scheitel auf, und nun werden die Spermatozoidmutterzellen



entleert, aus welchen durch Verquellung der Wandung die Spermatozoiden als kurze, etwas gewundene, nahe am Vorderende zwei lange feine Cilien tragende Fäden frei werden (Fig. 375).

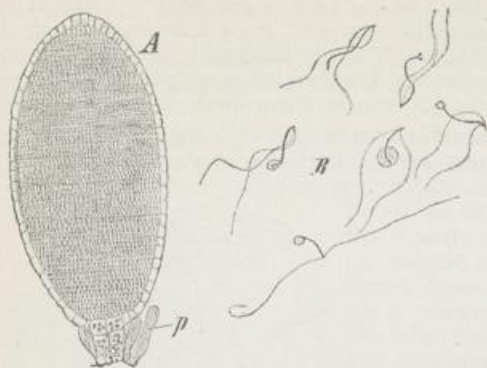


Fig. 375. *Marchantia polymorpha*. A Ein fast reifes Antheridium im optischen Durchschnitt, *p* Paraphysen. B Spermatozoiden mit 1proz. Übersäure fixiert. A Vergr. 90. B Vergr. 600.

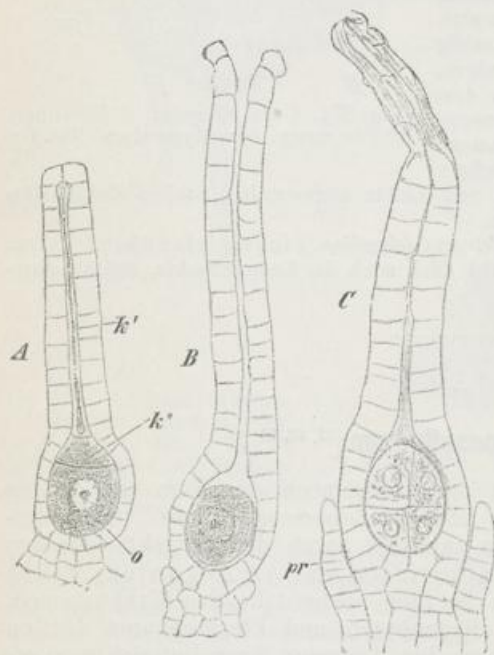


Fig. 376. *Marchantia polymorpha*. A Junges, B geöffnetes, C befruchtetes Archegonium nach erfolgtem Beginn der Keimbildung, *k'* Halskanalzellen, *k''* Bauchkanalzelle, *o* Ei, *pr* Pseudoperianth. Vergr. 540.

Außer der sexuellen Fortpflanzung findet allgemein bei den Moosen wie auch bei den Pteridophyten eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch einzellige mit Membran umkleidete, an die Verbreitung in der Luft angepaßte

Die Archegonien stellen kurzgestielte, zuweilen auch in das Gewebe eingesenkte flaschenförmige Organe vor, deren Wandung ebenfalls einschichtig ist und einen Bauchteil und einen Hals unterscheiden läßt. Der Bauchteil umschließt eine große Zentralzelle, deren Inhalt kurz vor der Reife in die Eizelle (Fig. 376 A, *o*) und in eine am Grunde des Halses gelegene sog. Bauchkanalzelle (*k''*) zerfällt. An diese schließt im Halse selbst eine zentrale Reihe von Halskanalzellen (*k'*) an. Bauch- und Kanalzellen wandeln sich bei der Reife in Schleim um. Bei Wasserzutritt weichen die Zellen am Scheitel des Halses auseinander (B) und der Schleim wird aus dem Archegonium entleert. Bestimmte in diesem vertretene Stoffe, Proteinstoffe bei *Marchantia*, Rohrzucker bei Laubmoosen<sup>(96)</sup>, diffundieren in das umgebende Wasser und bestimmen die Bewegungsrichtung der Spermatozoiden, die auf den Archegoniumhals zusteuern. Sie gelangen in den Hals und durch diesen bis zum Ei, in welches ein Spermatozoid eindringt. Da der Befruchtungsvorgang sich nur im Wasser vollziehen kann, so erfolgt er bei den Landformen nur nach Benetzung durch Regen oder Tau. Nach der Befruchtung stellen sich Teilungen in der Eizelle ein und sie entwickelt sich sofort weiter zum Embryo (C), ohne erst als Oospore einen Dauerzustand durchzumachen.



Sporen statt. Beide Fortpflanzungsweisen wechseln in regelmäßigster Weise miteinander ab und sind auf zwei scharf geschiedene Generationen, eine geschlechtliche (Gametophyt), welche die Sexualorgane erzeugt, und eine ungeschlechtliche (Sporophyt), welche die Sporen hervorbringt, verteilt. Die geschlechtliche Generation geht aus den Sporen hervor, die ungeschlechtliche aus der befruchteten Eizelle. Die Zahl der Chromosomen der Zellkerne ist beim Sporophyt doppelt so groß als beim Gametophyt. Bei der Vereinigung der Sexualkerne wird die doppelte Chromosomenzahl gewonnen, bei der Teilung der Sporenmutterzellen dagegen die Reduktion auf die Hälfte vollzogen. Dieser regelmäßige Generationswechsel ist charakteristisch für alle Archegoniaten.

Was zunächst die geschlechtliche Generation anbelangt, so keimt die einzellige Spore unter Sprengung ihrer äußeren cutinisierten, als Exine bezeichneten Haut zu einem Schlauche aus, der bei den Lebermoosen als-

bald zur Ausbildung der definitiven Pflanze schreitet, während er bei den meisten Laubmoosen zunächst ein fädiges verzweigtes Protonema erzeugt (Fig. 377 A, B). Die Protonemazellen enthalten Chlorophyllkörner. Von den grünen Fäden gehen farblose verzweigte Zellfäden, Rhizoiden, ab und dringen in den Boden ein (Fig. 377 r). An dem Protonema entstehen nunmehr die Knospen (kn) der beblätterten Moospflanzen. Protonema und Moospflanze stellen aber,

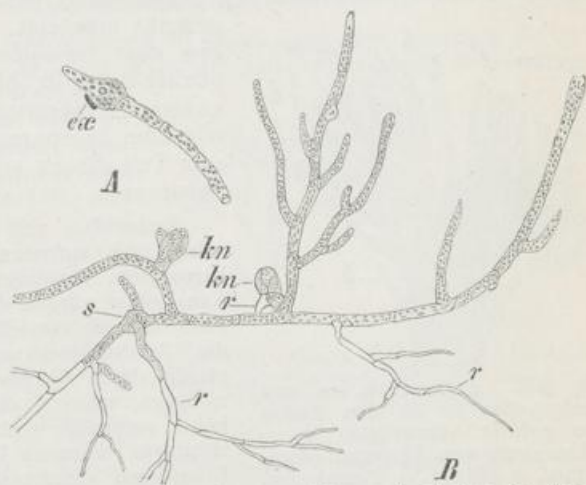


Fig. 377. *Funaria hygrometrica*. A Keimende Spore, ex Exine. B Protonema mit Knospen kn und Rhizoiden r, s Spore. Vergrößert. (Nach MÜLLER-THURGAU.)

auch wo sie in solcher Weise voneinander abgesetzt sind, nur die eine geschlechtliche Generation der Pflanze vor. Viele Lebermoose weisen noch einen aus dichotomisch verzweigten Lappen bestehenden Thallus auf, welcher an seiner Basis oder an seiner Unterseite mittels Rhizoiden festgeheftet ist, und wiederholen somit den vegetativen Aufbau mancher Algen (Fig. 379). Bei anderen Lebermoosen und bei allen Laubmoosen dagegen ist eine scharfe Gliederung in Stengel und Blätter durchgeführt (Fig. 385, Fig. 392), indessen sind noch keine echten, aus Gewebe bestehenden Wurzeln vorhanden, deren Stelle überall Rhizoiden, also verzweigte farblose Zellfäden, die hauptsächlich die Funktion der Befestigung der Pflanze verrichten, einnehmen. In diesem Punkte unterscheiden sich die Bryophyten wesentlich von den mit echten Wurzeln ausgestatteten Pteridophyten. Auch sind die Moosstämmchen und Blätter von einfacher anatomischer Struktur, sie werden, wenn überhaupt, nur von sehr einfachen, aus gestreckten Zellen gebildeten Leitbündeln durchzogen. Die fertig entwickelte geschlechtliche Generation erzeugt die Sexualorgane, die in der Regel zu mehreren, bei thalloiden Formen dem Rücken des Thallus entspringen,



bei kormophyten auf den Scheitel des Stämmchens oder dessen Äste rücken (Fig. 378).

Aus der befruchteten Eizelle (Fig. 376 C) geht durch Teilung ein vielzelliger Embryo hervor, welcher heranwächst und die zweite oder ungeschlechtliche Generation, die hier als Sporogon oder gestielte Mooskapsel sich ausbildet, liefert. Das Sporogon besteht aus einem meist rundlichen oder ovalen, kapselartigen Sporenbehälter, in welchem zahlreiche Sporen erzeugt werden. Allgemein entstehen die Sporen bei den Bryophyten wie auch bei allen Pteridophyten zu vier, in Tetraden, durch zweimalige Teilung aus den Sporenmutterzellen, welche sich vorher voneinander lösen und abrunden und den eigentlichen Ausgangspunkt der geschlechtlichen Generation vorstellen. Die Sporenkapsel sitzt meist auf einem kürzeren oder längeren Stiel, dessen unteres Ende, der sog. Fuß, in dem erweiterten Archegoniumbauch stecken bleibt und von dem darunterliegenden Gewebe scheidenartig überwuchert wird, daher in dasselbe eingesenkt erscheint. Obwohl also das Sporogon eine besondere Generation der Moospflanze darstellt, bleibt es zeitlebens mit der anderen Generation verbunden und bezieht wie eine halbparasitische Pflanze von dieser zum Teil die zu seiner Entwicklung nötigen Substanzen.

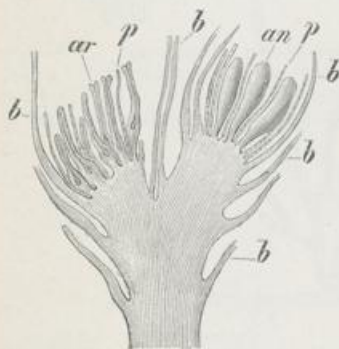


Fig. 378. Antheridien *an* und Archegonien *ar* an den Enden des gabelig verzweigten Moosstämmchens von *Phascum cuspidatum*, *b* Blätter, *p* Paraphysen. Vergr. 45. (Nach HOFMEISTER.)

stimmende Gliederung auf. Die niedersten Lebermoose zeigen in der Gestalt des Thallus ihres Gametophyten am meisten Übereinstimmung mit Braunalgen, während der Sporophyt der Bryophyten andere Entwicklungsbahnen eingeschlagen hat, indessen noch in der Tetradenteilung der Sporenmutterzellen an die ungeschlechtliche Sporenbildung in Tetrasporangien bei *Dictyota* erinnert.

Die beiden scharf geschiedenen Klassen der Bryophyten charakterisieren sich kurz folgendermaßen:

1. *Hepaticae*, *Lebermoose*. Geschlechtliche Generation mit schwach entwickeltem und meist nicht scharf abgesetztem Protonema, ist entweder als gabelteiliger Thallus oder als beblätterter, dorsiventraler Stengel, mit Ausnahme einiger wenigen radiär gebauten Formen, ausgebildet. Der Sporenbehälter erzeugt bei den meisten außer den Sporen auch Elateren d. h. sterile Zellen, welche in den typischen Fällen zu langen mit spiraligen Verdickungsleisten versehenen Zellen auswachsen (Fig. 382 F), anfangs die Stoffzufuhr zu den sporogenen Zellen vermitteln und nach dem Öffnen der Kapsel zur Auflockerung oder zum Weggelassen der Sporen dienen. Nur bei einer Ordnung, den Anthocerotaceen, wird in der Kapsel eine Columella, d. h. ein axiler Körper aus sterilen Zellen, welcher ebenfalls die Stoffzufuhr zu den sich entwickelnden Sporen besorgt, ausgebildet.



2. *Musci, Laubmoose*. Vorkeim der geschlechtlichen Generation meist kräftig entwickelt, scharf abgesetzt, Pflanze stets in Stengel und Blätter gegliedert. Die Blätter in spiralig mehrzeiliger, seltener in zweizeiliger Anordnung, Stengel also poly- oder bisymmetrisch beblättert. Sporenbehälter stets ohne Elateren, aber mit Columella, welche nur bei einer Gattung fehlt.

## Klasse I.

Hepaticae, Lebermosse<sup>(97)</sup>.

Die Lebermoose zerfallen nach dem Bau der Sporogone und der Gliederung der geschlechtlichen Generation in fünf Ordnungen, von denen die *Ricciaceen*, *Marchantiaceen* und *Anthocerotaceen* ausschließlich thallöse Formen, die *Jungermanniaceen* teils thallöse, teils dorsiventral foliose, die *Calobryaceen* die radiär gebauten foliosen Formen umfassen.

**1. Ordnung. Die Ricciaceen**<sup>(98)</sup> weisen unter allen Hepaticae die einfachste Ausbildung auf. Es gehören zu ihnen die Arten der Gattung *Riccia*, deren dichotomisch gelappter Thallus auf Schlamm- oder am Ufer der Gewässer oder auf feuchten Äckern kleine Rosetten bildet. *Riccia natans* schwimmt mit ihren breiten Thalluslappen frei auf der Oberfläche des Wassers nach Art der Lemnaceen. *Riccia fluitans* (Fig. 379) lebt dagegen ganz untergetaucht und hat schmale, reich verästelte Thalluslappen, sie kann aber auch auf Schlamm- oder niedrigeren Rosetten bilden. Die Riccien tragen auf der Unterseite des Thallus feine Rhizoiden und besitzen außerdem daselbst eine Reihe von quergestellten einschichtigen Zelllamellen, die Ventralschuppen, welche wie erstere sich an der Nährstoffaufnahme beteiligen. Beide Organe fehlen vollständig der submersen Form von *Riccia fluitans*.

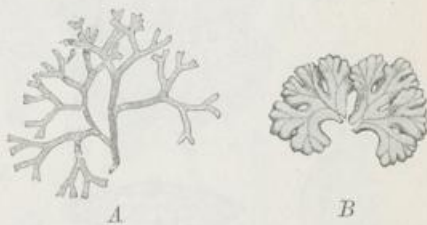


Fig. 379. *Riccia fluitans*. A Untergetauchte schwimmende Form. B Landform. Nat. Gr. B nach GÖBEL.

Antheridien und Archegonien treten auf der Oberseite auf und sind eingesenkt. Aus der Eizelle entwickelt sich nach der Befruchtung ein ungestieltes kugeliges Sporogon mit einschichtiger Wandung. Die Wandung wird vor der Sporenreife aufgelöst und die Sporen werden durch Verwitterung und Zerreißen des sie umgebenden Archegoniumbauches und der umgebenden Zellen des Thallus frei.

**2. Ordnung. Die Marchantiaceen**<sup>(99)</sup> sind weit höher organisiert und in manchen Gattungen von recht kompliziertem Aufbau. Als Beispiel sei die an Quellen bei uns häufige *Marchantia polymorpha* geschildert. Sie bildet bis 2 cm breite, sich gabelig verzweigende Thalluslappen (Fig. 381 A, Fig. 382 A) mit undeutlich ausgeprägten Mittellinien. An der Unterseite entspringen einzellige Rhizoiden, welche zum Teil glattwandig sind und vorzugsweise der Befestigung des Thallus dienen, zum Teil aber zapfenförmige, in das Lumen hineinragende Wandverdickungen aufweisen und die Wasserzuführung vermitteln (Zäpfchenrhizoiden), außerdem einschichtige Schuppen. Die Dorsiventralität des Thallus macht sich auch in dem komplizierten anatomischen Aufbau geltend. Auf der Oberfläche des Thallus bemerkt man schon mit bloßem Auge eine zierliche rhombische Felderung. Jedes Feld entspricht einer unter der obersten Zellschicht oder Epidermis befindlichen, von geschlossenen seitlichen Wänden abgegrenzten Luftkammer, welche durch eine Atemöffnung in der Mitte des Feldes nach außen führt (Fig. 160 A, B). Die Öffnung besteht aus einem kurzen Kanal mit einer aus mehreren ringförmigen Etagen von je vier Zellen gebildeten Wandung. Vom Boden der Kammer erheben sich zahlreiche kurze, aus runden Zellen bestehende Fäden, welche die Chlorophyllkörner enthalten und das eigentliche Assimilationsgewebe



vorstellen. Auch in den Kammerwänden und in der Epidermis befindet sich Chlorophyll, aber in geringerer Menge. Im übrigen besteht der Thallus unter den als grübenartige Einsenkungen angelegten und dann durch Wachstum bestimmter Epidermiszellen überdachten Luftkammern aus großen chlorophyllarmen, als Speicherzellen fungierenden Parenchymzellen, die nach unten von einer einschichtigen Epidermis abgeschlossen werden. Auf die Ausbildung der Luftkammern ist die Belichtung von großem Einfluß. Bei sehr schwacher Belichtung kann ihre Bildung ganz unterbleiben.

Auf den Mittelrippen der Oberseite des Thallus treten in der Regel zierliche becherförmige Auswüchse mit gezähntem Rand, die Brutbecher oder Brutkörbchen (Fig. 381 *b*), auf, in deren Mitte eine Anzahl von flachen Brutkörperchen von biskuitförmigem Umriss sich befinden. Sie entstehen, wie Fig. 380 zeigt, durch Hervorwölbung und weitere Teilung einzelner Epidermiszellen und sitzen mit einer Stielzelle (*st*) fest, von der sie sich (*D* bei *x*) ablösen. Sie haben an den beiden Einschnürungsstellen zwei Vegetationspunkte und bestehen aus mehreren Schichten von Zellen, unter denen eine Anzahl mit Ölkörpern erfüllt sind (*D*, *o*), andere, farblose, als Anlagen der späteren Rhizoïden dienen. Ölhaltige Zellen treten auch im fertigen Thallus zerstreut auf und

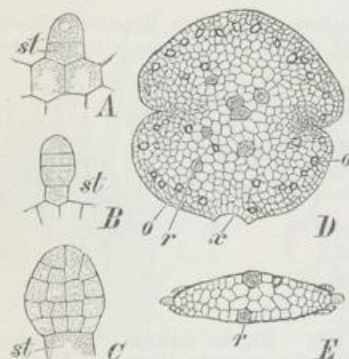


Fig. 380. *Marchantia polymorpha*. A bis C Brutkörperentwicklung, *st* Stielzelle. D Brutkörper von der Fläche, E im Querschnitt, *x* Ablösungsstelle, *o* Ölzellen, *r* Rhizoïdenanlagen. A—C Vergr. 275. D—E Vergr. 65. (Nach KNY.)

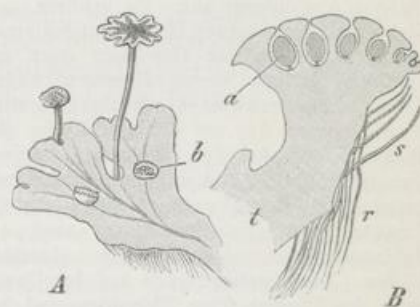


Fig. 381. A Männliche Pflanze von *Marchantia polymorpha*, *b* Brutkörbchen. Nat. Gr. B Antheridiumstand mit den eingesenkten Antheridien *a* vergrößert, *t* Thallus, *s* Ventralschuppen, *r* Rhizoïden. Etwas vergr.

sind überhaupt bei Lebermoosen sehr verbreitet. Mit Hilfe der Brutkörperchen kann sich *Marchantia* in reichlichem Maße vegetativ vermehren.

Die Sexualorgane, Antheridien und Archegonien, werden von besonderen aufstrebenden Zweigen des Thallus getragen. Im unteren Teile sind diese Zweige stielartig zusammengeworfen, im oberen Teile verzweigen sie sich reichlich und breiten sich wieder aus. Antheridien und Archegonien sind diöcisch verteilt. Die männlichen Zweige schließen mit einer lappig gerandeten Scheibe ab, an deren Oberseite die Antheridien eingesenkt sind, und zwar ein jedes in einen flaschenförmigen Behälter, der mit einer engen Öffnung nach außen mündet (Fig. 381 *B*). Diese Behälter werden von Luftkammern führendem Gewebe getrennt. Gestalt der Antheridien und Spermatozoiden ist aus Fig. 375 ersichtlich.

Die weiblichen Zweige (Fig. 382 *A*) schließen mit einem neunstrahligen Schirm ab. Die Oberseite des Schirmes ist zwischen den Strahlen umgeschlagen und trägt hier die Archegonien, welche somit der Unterseite des Schirmes zu entspringen scheinen. Sie bilden radiale Reihen zwischen den Strahlen. Jede dieser Reihen wird von einer zierlich gezähnten Lamelle oder Hülle (*B*, *C*, *h*) umgeben. Die Gestalt der Archegonien ist aus Fig. 376 ersichtlich.

Nach der Befruchtung entwickelt sich die Eizelle zu einem vielzelligen Embryo (Fig. 376 *C*), dieser zu einem gestielten ovalen Sporogon. Die Kapsel desselben hat eine einschichtige Wandung, deren Zellen Ringfaserverdickungen aufweisen. Nur am

Scheit  
indem  
krümmt  
Ausnah  
sind die  
Schleud  
mit zw  
dickung  
Faserze  
Sporen  
Kapsel  
bestimm  
Die El  
Sporen  
aus de  
dienen  
Sporen  
Capilli  
(Fig. 38  
Kapsel  
Streck  
eingese  
Zeitlan  
chegon  
der so  
der S  
durch  
der Ba  
bleibt  
die K  
bis fi  
tigen  
perian  
schon  
aus d  
Arche  
sackan  
(Fig. 3  
M  
als M  
heiten  
die B  
3  
Ant  
fassen  
deren  
stalt  
Bode  
gewa  
Seine  
Unter  
deren  
zigen  
körpe  
stehe  
Teilu  
unter  
der



Scheitel ist die Wandung zweischichtig, hier beginnt auch das Einreißen der Kapsel, indem das Deckelstück zerfällt und die Wandung in Form mehrerer Zähne sich zurückkrümmt. Charakteristisch für die Marchantien sowie für die meisten Lebermoose, mit Ausnahme der Ricciaceen, sind die sog. Elateren oder Schleudern, langgestreckte mit zwei spiraligen Verdickungsleisten versehene Faserzellen, die zwischen den Sporenmutterzellen in der Kapsel durch Auswachsen bestimmter Zellen entstehen. Die Elateren treten mit den Sporen als flockige Masse aus der Kapsel hervor und dienen zur Auflockerung der Sporenmasse, ähnlich wie das Capillitium der Myxomyceten (Fig. 382 E, F, G). Die reife Kapselfrucht ist vor der Streckung des Stieles noch eingeschlossen von der eine Zeitlang mitwachsenden Archegoniumwandung (D, aw, h), der sog. Haube, die nun bei der Streckung des Stiels durchbrochen wird und an der Basis als Scheide zurückbleibt (E, c). Außerdem wird die Kapsel von einer vier- bis fünfspaltigen dünnhäutigen Hülle, dem Pseudoperianth, umgeben, welches schon vor der Befruchtung aus dem kurzen Stiel des Archegoniums ringsum als sackartige Hülle hervorsproßt (Fig. 376 C, pr, 382 D, E, p).

Marchantia war früher als Mittel gegen Leberkrankheiten officinell, daher auch die Bezeichnung Lebermoose.

**3. Ordnung. Die Anthocerotaceen** umfassen nur wenige Formen, deren Thallus meist die Gestalt einer krausen, auf dem Boden mittels Rhizoïden festgewachsenen Scheibe zeigt. Seine Zellen enthalten im Unterschied von allen anderen Moosen nur einen einzigen großen Chlorophyllkörper. Die Antheridien entstehen zu zwei bis vier durch Teilung einer unter der Epidermis liegenden Zelle im Innern geschlossener Höhlungen unter der Oberseite des Thallus. Die Decke der Höhlung wird erst bei der Reife der Antheridien gesprengt. Die Archegonien sind in die Oberseite des Thallus ein-

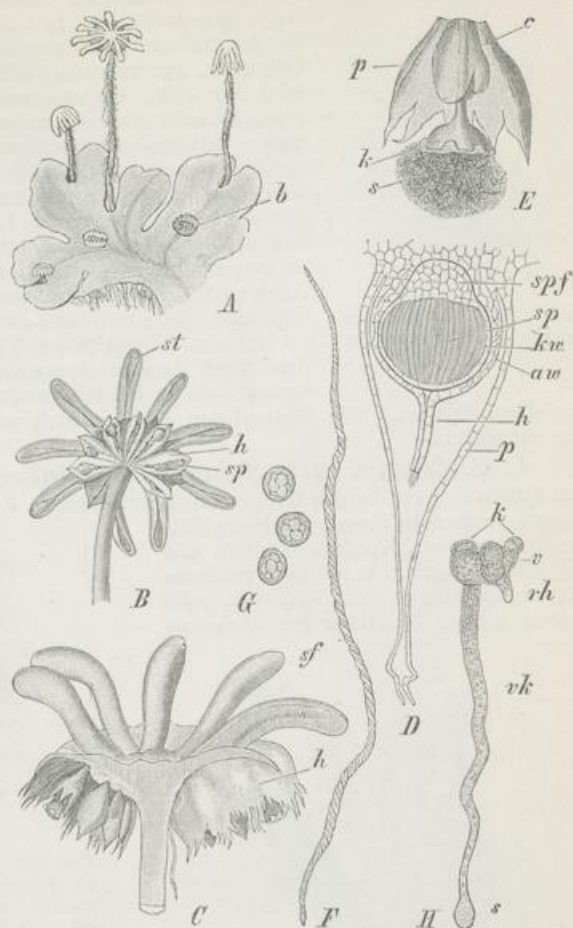


Fig. 382. *Marchantia polymorpha*. A Weibliche Pflanze mit vier verschiedenalterigen Archegoniumstadien. B Brutkörbchen. Nat. Gr. C Receptaculum von unten, st Strahlen, h Hülle, sp vortretende Sporogone. Vergr. 3. D Receptaculum halb durchschnitten. Vergr. 5. E Junges Sporogon im Längsschnitt, mit dem Fuß spf, dem sporenbildenden Gewebe sp, der Kapselwandung kw, der Archegoniumwandung aw, dem Archegoniumhals h, dem Pseudoperianth p. Vergr. 70. F Aufgesprungenes Sporogon mit Kapsel k, Sporen mit Elaterenmasse s, Pseudoperianth p, Archegoniumwand c. Vergr. 10. G Elateren. Vergr. 315. H Gekeimte Spore s mit Vorkeim vk und Keimscheibe k, letztere mit der Scheitelzelle v und dem Rhizoïd rh. Vergr. 100. C, E nach BISCHOFF. B, D, F—H nach KNY.



gesenkt und werden nach der Befruchtung durch Wucherung des Thallusgewebes von einer mehrschichtigen Hülle überwölbt, die später von der Kapselfrucht durchbrochen wird und als Scheide an der Basis zurückbleibt. Das Sporogon besitzt einen angeschwollenen, mit rhizoïden-ähnlichen Schläuchen im Thallus befestigten Fuß und eine ungestielte,



Fig. 383. *Anthoceros laevis*. sp Sporogon, c Columella. Nat. Gr.

In diese dringen häufig Nostocfäden ein, um sich dort zu endophytischen Kolonien zu entwickeln.

**4. Ordnung. Die Jungermanniaceen,** meist kleine, auf Erde oder an Baumstämmen, in den Tropen auch auf Blättern von Waldpflanzen lebende Lebermoose, weisen in ihren einfacheren Formen einen breittlappigen Thallus wie *Marchantia* auf, z. B. die auf feuchtem Erdboden häufige *Pellia epiphylla*, oder einen schmal bandförmigen dichotom



Fig. 384. *Blasia pusilla*. s Sporogon, r Rhizoiden. Vergr. 2.

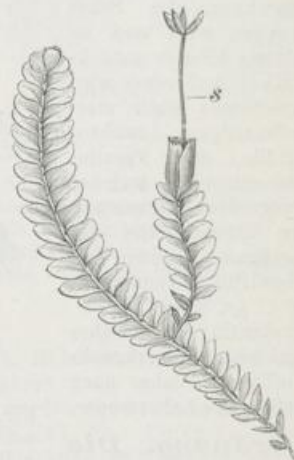


Fig. 385. *Plagiochila asplenoides*. s Sporogon. Nat. Gr.

verzweigten, ähnlich wie *Riccia fluitans*, so die an Baumstämmen oder Felsen lebende *Metzgeria furcata* (vgl. Fig. 163). Sodann gibt es Formen, deren breittlappiger, mit Mittelrippe versehener Thallus bereits eine schwache Ausbildung von blattähnlichen Gliedern am Rande aufweist, so die erdbewohnende *Blasia pusilla* (Fig. 384). Die Mehrzahl aber besitzt eine deutliche Gliederung in einen Stengel und einschichtige Blättchen ohne Mittelnerv, welche in zwei Zeilen an den Flanken des Stengels mit schiefer Stellung ihrer Spreite angeordnet sind. Bei gewissen Gattungen tritt zu diesen zwei Zeilen Rückenblättern auch noch eine bauchständige Reihe von kleineren und anders beschaffenen Blättchen, Amphigastrien oder Bauchblättern, hinzu, so bei *Frullania Tamarisci* (Fig. 386), einem zierlich verzweigten, an Felsen und Baumstämmen häufigen Lebermoos von bräunlicher Farbe. Die Rückenblätter gliedern sich häufig in einen Oberlappen und einen Unterlappen. Der letztere erscheint bei gewissen,



trockene Standorte bewohnenden Arten sackartig ausgebildet und dient als kapillarer Wasserbehälter, so bei *Frullania Tamarisci*. Die Rückenblätter sind entweder ober-schlächtig, wenn der Hinterrand eines Blattes von dem Vorderrand des nächstunteren überdeckt wird (Fig. 386 *Frullania*) oder unterschlächtig, wenn der Hinterrand eines Blattes über dem Vorderrand des nächstunteren liegt (Fig. 385).

Der sich verzweigende Stengel der beblätterten Jungermanniaceen ist niederliegend oder aufstrebend und infolge seiner Beblätterung ausgesprochen dorsiventral beschaffen.

Charakteristisch für die Jungermanniaceen ist die langgestielte Sporenkapsel. Das Sporogon ist schon fertig ausgebildet, ehe es bei der Streckung des Stiels die Archegoniumwand durchbricht und als häutige Scheide an seinem Grunde zurückläßt; es weist eine kugelige, meist in vier Klappen aufspringende Kapsel (Fig. 384, 385) auf, bildet keine Columella aus und erzeugt stets neben den Sporen auch Elateren, die hier in den meisten Fällen durch ihre Bewegungen beim Austrocknen die Sporen wegschleudern. Der Kapselstiel ist stets zart und weich. Die selten ein-, meist zwei- bis vielschichtigen Kapselwandzellen sind mit ringförmigen oder leistenartigen Verdickungen versehen oder gleichmäßig verdickt bis auf die dünnen Außenwände. Das Aufspringen erfolgt durch die Kohäsion des schwindenden Füllwassers unter Einbiegung der dünnen Außenwände.

Nach der Stellung der Sexualorgane oder der Sporogone gliedern sich die



Fig. 386. *Frullania Tamarisci*, von unten. *r* Rückenblatt, *ws* als Wassersack ausgebildeter Unterlappen des Rückenblattes, *a* Amphigastrien. Vergr. 36.



Fig. 387. *Haplomitrium Hookeri*. *a* Anlagen neuer Sprosse, *r* Rhizome, *o* untere Grenze des oberirdischen Sprosses. (Nach GOTTSCHKE.)

Jungermanniaceen in zwei Gruppen. Bei den *Anakrogynae* wird der Scheitel zur Archegoniumbildung nicht mit verwendet, die Sporogone stehen rückenständig und sind an ihrer Basis von einem scheidenartigen Auswuchs des Thallus, einem Involucrum umgeben. Hierher gehören die thallösen Formen (*Pellia*, *Metzgeria*) und die Übergangsformen zu den frondösen Formen (*Blasia*). Bei den *Akrogynae* dagegen stehen die Archegonien und somit auch die Sporogone am Ende des Stengels oder seiner Äste und sind von einem aus besonders gestalteten Blättchen gebildeten Perianth umhüllt. Hierher die dorsiventral beblätterten Formen (z. B. *Plagiochila* [Fig. 385], *Frullania* und die artenreiche Gattung *Jungermannia*).

**5. Ordnung. Die Calobryaceen**<sup>(100)</sup> werden nur durch zwei Gattungen vertreten, wovon *Calobryum* in den Tropen, *Haplomitrium Hookeri* (Fig. 387) als einzige Art in Europa, vielleicht als Überbleibsel praeglacialer Lebermoose, vorkommt. Sie weichen von allen übrigen Lebermoosen ab durch radiären Bau ihrer dreizeilig beblätterten Sprosse. Die Sexualorgane sind bei ersterer Gattung in terminalen Ständen vereinigt, bei letzterer zwischen den oberen Blättern verteilt.



## Klasse II.

**Musci, Laubmoose**<sup>(101)</sup>.

Das reich verzweigte Protonema der Laubmoose erscheint dem bloßen Auge als ein feiner grüner Filz (Fig. 377). An ihm entstehen die Knospen der Moospflänzchen als seitliche Ausstülpungen einzelner Zellen des Hauptfadens, meistens aber der Anfangszellen der Protonemazweige. Diese Ausstülpungen werden durch eine Querwand abgetrennt, teilen sich weiter in eine oder auch zwei Stielzellen und eine anschwellende Endzelle, die bei ihrer weiteren Teilung die dreiseitig pyramidale Scheitelzelle des Moospflänzchens liefert<sup>(102)</sup>. Letzteres ist stets in Stengel und Blätter gegliedert. Die Laubmoose unterscheiden sich habituell leicht von den beblätterten Jungermanniaceen durch die spiralige Anordnung ihrer Blättchen. Nur selten zeigen diese zweizeilige Anordnung. Bei solchen Laubmoosen, welche niederliegende Stengel haben, sind die Blättchen bei spiraliger Anordnung häufig einseitswendig oder gescheitelt, so daß auch ein Gegensatz von Oberseite und Unterseite, aber in anderer Weise als bei den Lebermoosen zu stande kommt.

Der Moosstengel wird von Zellen aufgebaut, die nach der Oberfläche zu enger und dickwandiger werden. Bei verschiedenen Gattungen, z. B. bei *Mnium* (Fig. 161), findet sich in der Achse des Stengels ein zentrales Leitbündel aus englumigen langgestreckten Zellen vor. Diese Leitbündel stehen noch nicht auf derselben Stufe der Differenzierung wie die Gefäßbündel der Farnpflanzen (vgl. S. 97). Sie fehlen ganz den *Sphagnaceen* oder Torfmoosen, welche an sumpfigen Standorten leben. Der Stengel derselben zeigt eine eigentümliche Ausbildung der peripherischen Zellschichten, welche plasmaleer sind, mit großen offenen Poren untereinander und mit der Atmosphäre in Verbindung stehen und spiralige Verdickungsleisten als Aussteifungen auf ihrer Wandung besitzen, somit Strukturen aufweisen, welche sie befähigen, Wasser mit Leichtigkeit aufzusaugen und als kapillare Wasserbehälter und Leitungsbahnen zu dienen (Fig. 388).

Die Blätter der Laubmoose sind in der Regel sehr einfach gebaut, bestehen meist nur aus einer Schicht von polygonalen chlorophyllführenden Zellen (Fig. 63 und Fig. 100 *Funaria*) und werden in der Regel in der Mediane von einem Leitbündel aus langgestreckten Zellen durchzogen. Den Torfmoosblättern geht letzteres ab, dagegen sind sie eigenartig differenziert, indem ihre einschichtige Blattfläche ähnliche plasmaleere wasserspeichernde Zellen führt wie die Stengelperipherie. Diese Zellen sind hier groß, langgestreckt und ebenfalls mit queren Verdickungsleisten und offenen Poren versehen (Fig. 388 A und B). Zwischen ihnen bilden die chlorophyllhaltigen, entsprechend gestreckten Zellen ein zusammenhängendes Netz. Außer den Torfmoosen zeigen auch noch einige Laubmoose eine ähnliche Differenzierung der Blattzellen (z. B. *Leucobryum vulgare*).

Komplizierteren Blattbau, welcher sich als Anpassung an die Wasseraufnahme darstellt, besitzt unter den Laubmoosen *Polytrichum commune*, der gemeine Widerton, u. a., dessen mehrschichtige Blätter auf der Innenseite zahlreiche einschichtige dichtstehende Längslamellen aus chlorophyllhaltigen Zellen entwickeln, welche das assimilierende Gewebe vorstellen und in den Zwischenräumen Wasser leiten und festhalten. Bei Trockenheit faltet sich das Blatt rinnig zusammen und bringt die zarten Lamellen dadurch in eine vor übermäßiger Transpiration geschützte Lage.

Am Grunde des Stengels entspringen die fadenförmigen, verzweigten Rhizoïden (Fig. 395), welche ganz ähnlichen Aufbau aufweisen wie das Protonema und auch gelegentlich zu solchem auswachsen und neue Moospflänzchen in derselben Weise wie dieses erzeugen können.

Die Sexualorgane stehen bei den Laubmoosen in Gruppen an der Spitze der Hauptachsen oder am Ende kleiner Seitenzweiglein, umgeben von den obersten Blättern. Man bezeichnet diese Antheridium- und Archegoniumstände in nicht zutreffender Weise als Moosblüten, und nennt die oft



besonders ausgestalteten Hüllblättchen Perichaetium (Fig. 395). Zwischen den Sexualorganen steht gewöhnlich eine Anzahl von mehrzelligen Safthaaren oder Paraphysen. Die Stände sind entweder zwittrig oder einhäusig oder zweihäusig.

Das Sporogon der Laubmoose<sup>(103)</sup> weist in seiner Kapsel ein zentrales Säulchen oder Columella aus sterilem Gewebe auf, in deren Umkreis der Sporensack mit den Sporen liegt (Fig. 396). Die Columella fungiert als Nährstoff- und Wasserspeicher für die sich bildenden Sporen. Elateren werden nie gebildet. Im jungen Sporogon liegt außerhalb des Sporensackes ein wohlentwickeltes Assimilationsgewebe, das von Epidermis und Wassergewebe bedeckt wird. Bei den meisten Laubmoosen finden sich im unteren Teile der Kapselwandung Spaltöffnungen ausgebildet. Im einzelnen weist die Gestaltung des Laubmoosporogons bei den vier Ordnungen der Laubmoose, nämlich den *Sphagnaceen*, den *Andreaeaceen*, den *Phascaceen*

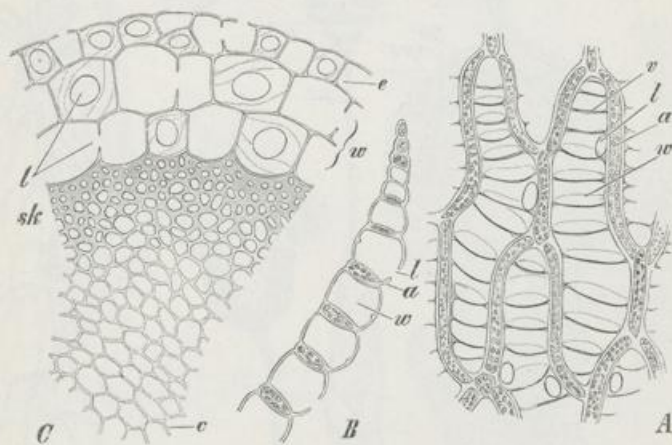


Fig. 388. A Aus dem Blatt von *Sphagnum cymbifolium*, *a* chlorophyllhaltige Zellen, *v* Wasserzellen mit Verdickungsleisten *v* und Löchern *l*, von der Fläche. Vergr. 300. B Querschnitt durch das Blatt von *Sph. fimbriatum*. C Teil eines Querschnittes durch den Stengel von *Sph. cymbifolium*, *e* Mitte, *sk* sklerenchymatische Rindenzellen, *w* Wasserzellen mit Löchern und Verdickungsleisten, *e* Epidermis. Vergr. 120.

und den *Bryinen* mancherlei Verschiedenheiten auf. Am nächsten stehen den Lebermoosen die *Sphagnaceen* und *Andreaeaceen*.

**1. Ordnung. Sphagnaceae**<sup>(104)</sup>. Die Sphagnaceen oder Torfmoose enthalten nur eine, allerdings sehr formenreiche Gattung, *Sphagnum*. Die Torfmoose leben an sumpfigen Orten und bilden große Polster, die an ihrer Oberfläche von Jahr zu Jahr weiterwachsen, während die tieferen Schichten absterben und schließlich in Torf übergehen. Die Stämmchen verzweigen sich reichlich, ein Teil ihrer Zweige wächst aufwärts und bildet das gipfelständige Köpfchen, ein anderer abwärts und umhüllt den unteren Teil des Stämmchens (Fig. 389 A). Diese abwärts wachsenden Zweige sind peitschenförmig gestreckt. Ein Zweig unter dem Gipfel entwickelt sich alljährlich ebenso stark wie der Muttersproß, der damit eine falsche Gabelung erhält. Indem nun die Stämmchen von unten her allmählich absterben, werden die successive erzeugten Tochter sprosse zu selbständigen Pflanzen. Einzelne Zweige des Köpfchens fallen durch ihre besondere Gestalt und Färbung auf; sie erzeugen die Geschlechtsorgane. Die männlichen Zweige tragen neben den Blättern die runden gestielten Antheridien, welche sich bei der Reife an der Spitze mit zurückgerollten Klappen öffnen und die Samenfäden entlassen (Fig. 389 E, F), die weiblichen Zweige weisen an ihrer Spitze die Archegonien



auf. Die Sporogone entwickeln nur einen kurzen Stiel mit angeschwollenem Fuß (B, C), sind längere Zeit von der Archegoniumwand oder Kalyptra eingeschlossen und sprengen dieselbe an deren Spitze, lassen sie also an ihrer Basis als Scheide zurück, wie es auch bei den Lebermoosen der Fall ist. In der kugeligen Kapsel wird eine zentrale halbkugelige Columella ausgebildet, die von dem sporenbildenden Gewebe (*spo*) überlagert wird. Die Kapsel öffnet sich mittels eines abspringenden Deckels. Das reife Sporogon erscheint wie bei *Andreaea* auf dem Pseudopodium, der Verlängerung des Zweiges, emporgehoben und ist mit dem Fuß in das angeschwollene obere Ende desselben eingesenkt. Auf den eigentümlichen Bau der Blätter und der Stengelrinde ist bereits oben hingewiesen. Eigenartig sind die Vorkeime der Torfmoose gestaltet. Die Sporen keimen zunächst zu kurzen Fäden aus, welche sich zu fächerförmigen Vorkeimen, auf denen die Stammknospen entstehen, verbreitern.

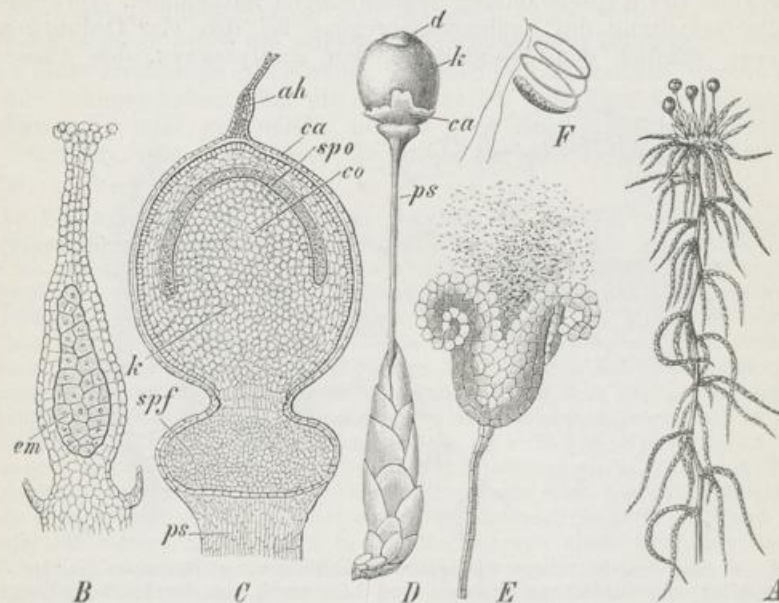


Fig. 389. *Sphagnum fimbriatum*. A Mit vier reifen Sporogonen. Nat. Gr. — *Sphagnum acutifolium*. B Archegonium mit dem mehrzelligen Embryo des Sporogons *em*. C Junges Sporogon im Längsschnitt, *ps* Pseudopodium, *ca* Archegoniumwand oder Kalyptra, *ah* Archegoniumhals, *spf* Sporogonfuß, *h* Kapsel, *co* Columella, *spo* Sporensack mit Sporen. E Geöffnetes Antheridium mit den entleerten Spermatozoiden. F Einzelnes Spermatozoid stark vergrößert. — *Sphagnum squarrosum*. D Reifes Sporogon am Ende eines kleinen Zweiges, *ca* durchrissene Kalyptra, *d* Deckel. Vergr. (Nach W. P. SCHIMPER.)

**2. Ordnung. Andreaeaceae.** Die Andreaeaceen oder spaltfrüchtigen Laubmoose (Schizocarpae) umfassen nur die Gattung *Andreaea*, deren Arten kleine bräunliche Moospolster an Felsen vorstellen. Die Sporogone stehen an der Spitze des Stengels; ihre anfangs von einer müttzenförmigen, aus der Wandung und dem Hals des Archegoniums hervorgegangenen Kalyptra bedeckte Kapsel öffnet sich in eigentümlicher Weise mittels vier an der Spitze und Basis verbundenen Klappen (Fig. 390) und besitzt nur einen kurzen Stiel mit einem basalen erweiterten Fuß *Spf*, welcher in das obere Ende einer nach der Befruchtung der Archegonien sich emporstreckenden stielförmigen Verlängerung der Stengelspitze, des Pseudopodium (*ps*), eingesenkt ist.

**3. Ordnung. Phascaceae.** Die Phascaceen oder schließfrüchtigen Laubmoose (auch Cleistocarpae genannt) umfassen winzige, wenigbeblätterte, erdbewohnende Formen, an denen der fädige Vorkeim bis zur Kapselreife erhalten bleibt (Fig. 391). Die mit der Haube bedeckte endständige Kapsel ist nur kurzgestielt und öffnet sich nicht



mittels eines Deckels, sondern die Sporen werden durch Verwesung der Kapselwand frei. Die Phascaceen stellen sehr einfach gebaute Laubmoose dar.

**4. Ordnung. Bryinae**<sup>(103)</sup>. Bei den Bryinen oder deckelfrüchtigen Laubmoosen (auch Stegocarpae genannt), zu denen die überwiegende Mehrzahl der zahlreichen Gattungen und Arten gehört, erreicht die Moosfrucht ihre komplizierteste Ausbildung. Das reife, nach der Befruchtung aus der Eizelle hervorgegangene Sporogon besteht aus einem langen Stiel, der Seta (Fig. 392 *s*), die am Grunde mit ihrem Fuß in das

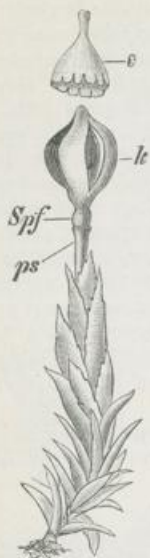


Fig. 390. *Andreaea petrophila*. *ps* Pseudopodium, *Spf* Sporogonium, *k* Kapsel, *c* Kalyptra. Vergr. 12.

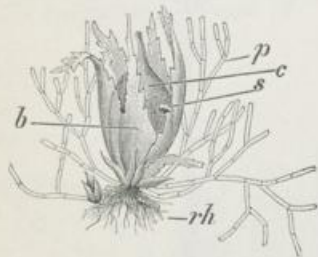


Fig. 391. *Ephemerum serratum*. *p* Protoneura, *b* Laubblatt, *s* Sporogon, *c* Kalyptra, *rh* Rhizoiden. Vergr. 200.  
(Nach W. P. SCHIMPER.)



Fig. 392. *Polytrichum commune*. *rh* Rhizoiden, *s* Seta, *c* Kalyptra, *ap* Apophyse, *d* Deckel. Nat. Gr.

Gewebe der Mutterpflanze eingesenkt ist, und aus der Kapsel, die im jugendlichen Zustand von der Haube oder Kalyptra bedeckt wird. Die Kalyptra wird vor der Sporenreife abgeworfen, sie besteht aus einer bis zwei Schichten gestreckter Zellen und geht hervor aus der den Embryo umschließenden und anfangs mitwachsenden Archegoniumwandung, welche bald an der Basis abgesprengt und bei der Streckung der Seta von der Kapsel mit emporgehoben wird, während bei den Lebermoosen die Haube stets an der Spitze von dem sich streckenden Sporogon durchgerissen wird, also an der Basis als Scheide zurückbleibt. Der oberste Teil der Seta unter der Kapsel wird als



Apophyse bezeichnet. Sie ist bei *Mnium* klein und nur durch eine ganz schwache Einschnürung von der Kapsel abgesetzt (Fig. 398 A, ap), dagegen bei *Polytrichum commune* in Form eines Ringwulstes (Fig. 392 ap) und am auffälligsten, als rot oder gelb gefärbter Kragen, bei den nordischen *Splachnum*-Arten entwickelt. Der obere Teil der Kapselwandung ist in Form eines Deckels mit oder ohne schnabelartige Spitze ausgebildet. Unterhalb des Deckelrandes ist eine schmale Zone der Kapselwandungszellen als sog. Ring differenziert. Der Ring, dessen Zellen aufquellenden Schleim führen, vermittelt das Absprengen des Deckels bei der Reife. Am Rande der Kapselöffnung zunächst von dem Deckel bedeckt, befindet sich bei den meisten stegocarpen Laubmoosen ein in der Regel von Zähnen gebildeter Mundbesatz, das Peristom, das bei den übrigen Moosen fehlt.



Fig. 393. *Schistostega osmundacea*. A Sterile, B fertile Pflanze. Vgr. 5.

Bei *Mnium hornum* (Fig. 398) ist das Peristom doppelt, das äußere besteht aus 16, am Innenrande der Kapselwandung inserierten, keilförmig zugespitzten und quergestreiften Zähnen. Das innere Peristom liegt dem äußeren dicht an und besteht aus flachen wimperartigen Lamellen und Wimperfäden, die mit Leisten an der Innenfläche besetzt und daher quergestreift erscheinen, in ihrem unteren Teile aber zu einer kontinuierlichen Membran verschmolzen sind. Zwischen zwei äußeren Peristomzähnen stehen jedesmal zwei Wimpern des inneren Peristoms. Die Wimpern vermitteln hier durch ihre hygroskopischen Bewegungen das Wegschleudern der Sporen.

Verfolgt man die Entwicklungsgeschichte dieses Peristoms, so ergibt sich, daß die Zähne und Wimpern aus einer der an die Innenseite des Deckels anschließenden Zell-



Fig. 394. *Hypnum purum*. Nat. Gr.



Fig. 395. *Mnium undulatum*. Orthotroper Sproß mit endständigem, von Hüllblättchen umgebenem Antheridiumstand. Seitensprosse plagiotrop. (Nach GÖBEL.)

schichten durch stellenweise Verdickung der gegenüberstehenden Wände angelegt werden (Fig. 397) und zwar die Zähne aus den Außenwänden, die Wimpern aus den inneren Wänden dieser Zellschicht. Die Querleisten entsprechen den Ansatzstellen der Querwände. Bei dem Öffnen der Kapsel trennen sich die Zähne und Wimpern in den dünnbleibenden Wandungsstellen.



In der Ausgestaltung des Peristoms herrscht bei den Bryinen eine große Mannigfaltigkeit. Durch seine Form und seine hygroskopischen Bewegungen bewirkt es ein allmähliches Ausstreuen der Sporen aus der Kapsel.

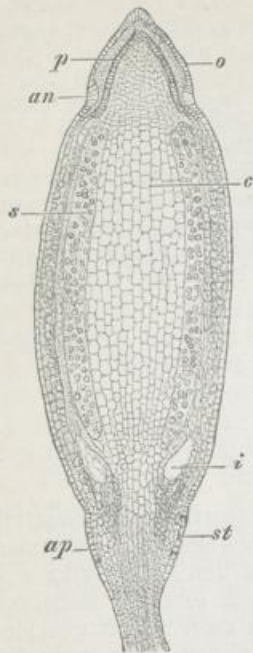


Fig. 396. *Mnium hornum*. Medianer Längsschnitt durch ein halbreifes Sporangium. *o* Deckel, *p* Peristom, *c* Columella, *s* Sporensack mit Sporen, *i* ringförmiger Hohlraum, *ap* Apophyse, *st* Spaltöffnung. Vergr. 18.

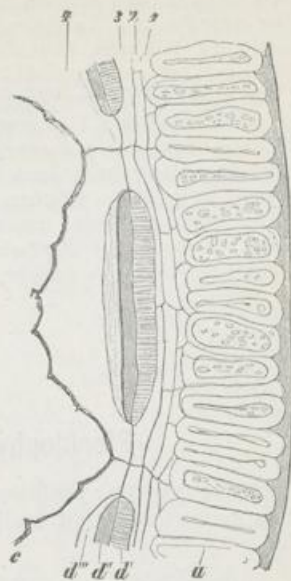


Fig. 397. *Mnium hornum*. Querschnitt durch den Kapselrand. *a* Zellen des Ringes, 1 bis 4 aufeinanderfolgende Zellschichten, *d''* die in der dritten, *d'''* die in der vierten Zellschicht entstandene Verdickungsmasse der Zähne, *d'''* vorspringende Querleisten, *e* verschmolzene Wimpern. Vergr. 240.

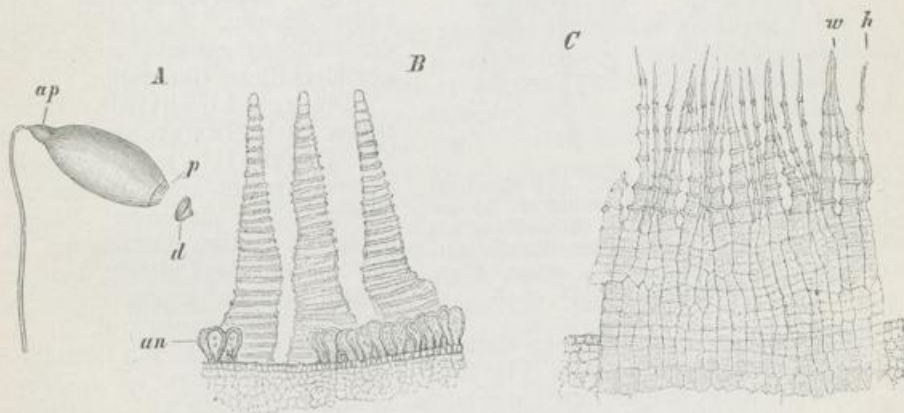


Fig. 398. *Mnium hornum*. A Kapsel mit einem Stücke der Seta, *ap* Apophyse, *p* Peristom, *d* abgesprengter Deckel. B Drei Zähne des äußeren Peristoms von außen gesehen, *an* Ring. C Inneres Peristom, *w* die breiteren, *h* die schmäleren Wimpern, von innen gesehen. A Vergr. ca. 4. B, C Vergr. 60.



Gestalt der Kapsel, des Peristoms, des Deckels und der Haube geben die wichtigsten Gattungsunterschiede ab. Die Bryinen zerfallen zunächst in zwei große Unterordnungen nach der Stellung der Archegonien bzw. der Kapseln:

a) Bei den *Bryinae acrocarpae* stehen die Archegonien und somit auch die Sporogone am Ende des Hauptstengels. Von häufigeren Arten gehören hierher *Mnium undulatum* (Fig. 395) und *hornum*, *Polytrichum commune* (Fig. 392), *Funaria hygrometrica*. Eine sehr eigentümliche Ausbildung des Protonema treffen wir bei dem in Erdlöchern oder in Höhlen lebenden Leuchtmoos *Schistostega osmundacea*. Die fertilen Sprosse dieses Moores sind spiralig beblättert und tragen auf langer Seta eine peristomlose Kapsel, die sterilen Sprosse dagegen sind zweizeilig beblättert (Fig. 393 A, B). Der Vorkeim allein leuchtet mit smaragdgrünem Licht (vgl. Fig. 172, Fig. 214).

b) Bei den *Bryinae pleurocarpae* wachsen die Hauptachsen unbegrenzt weiter und die Archegonien, somit auch die Sporogone, stehen auf besonderen, ganz kurzen Seitenzweigen (Fig. 394). Hierher gehören zahlreiche, meist reich verzweigte, Rasen oder Polster bildende Arten, darunter unsere größten Waldmoose, die den Gattungen *Hylocomium*, *Neckera* und *Hypnum* entstammen, ferner auch die in den Bächen und Flüssen flutende *Fontinalis antipyretica*.

### III.

#### Pteridophyta, Farnpflanzen<sup>(93, 106)</sup>.

Die Pteridophyten umfassen die Farne, Wasserfarne, Schachtelhalme und Bärlappgewächse und stellen die höchstentwickelten Kryptogamen vor.

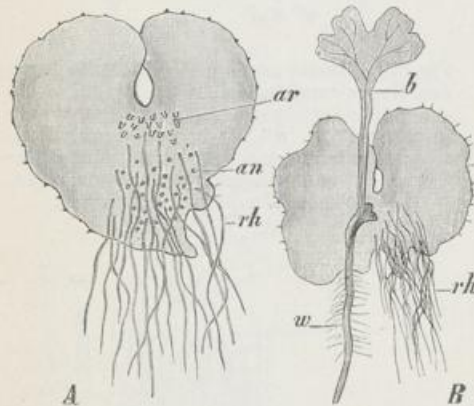


Fig. 399. *Aspidium filix mas*. A Prothallium von der Unterseite mit Archegonien *ar*, Antheridien *an*, Rhizoïden *rh*. B Prothallium mit jungem, aus einer befruchteten Eizelle entstandenem Farnpflänzchen, *b* erstes Blatt, *w* Wurzel desselben. Vergr. ca. 8.

Wie bei den Bryophyten vollzieht sich auch hier der Entwicklungsgang in zwei scharf geschiedenen Generationen. Die erste Generation ist die geschlechtliche, sie trägt Antheridien und Archegonien, die zweite ist die ungeschlechtliche, sie geht aus der befruchteten Eizelle hervor und erzeugt ungeschlechtliche einzellige Sporen. Aus der Keimung der letzteren entsteht wieder die geschlechtliche Generation.

Die geschlechtliche Generation, der Gametophyt, wird als Prothallium bezeichnet. Dieses erreicht keine bedeutende Größe, bei einzelnen Farnen höchstens einige Centimeter im Durchmesser, und gleicht dann in seinem Aufbau einem einfachen thallösen Lebermoos, d. h. es

besteht aus einem kleinen grünen blattartigen, auf der Unterseite mit Rhizoïden am Boden befestigten Thallus (Fig. 399 A). In einigen Fällen ist das Prothallium verzweigt fadenförmig ausgebildet, in anderen Fällen halb oder ganz unterirdisch in Form von knollenförmigen, ungefärbten Gewebekörpern mit saprophytischer Lebensweise; in gewissen Abteilungen der Pteridophyten endlich erleidet es eine Reduktion und bleibt in der Spore mehr oder weniger eingeschlossen. An dem Prothallium entstehen die Geschlechts-



organe, Antheridien (Fig. 404, 411), in denen zahlreiche, meist schraubig gewundene vielcillige oder nur zweicillige Spermatozoiden erzeugt werden, und Archegonien (Fig. 405, 412), die nur je eine Eizelle ausbilden. Die Befruchtung ist wie bei den Moosen nur in Wasser, also bei Benetzung der Prothallien möglich. Eine aus dem Archegonium in das umgebende Wasser ausgeschiedene Substanz (Äpfelsäure oder deren Salze bei Farnen, *Salvinia*, *Equisetum*, *Selaginella* und *Isoetes*) induziert den Spermatozoiden die Bewegungsrichtung nach der Eizelle<sup>(107)</sup>.

Nach der Befruchtung der Eizelle durch ein Spermatozoid entwickelt sich aus ihr, wie bei den Bryophyten, zunächst ein mehrzelliger Embryo, welcher zur ungeschlechtlichen Generation heranwächst. Bryophyten und Pteridophyten werden daher von ENGLER als Embryophyta bezeichnet, und zwar als Embryophyta zoidiogama, weil die männlichen Zellen als Spermatozoiden ausgebildet sind.

Die ungeschlechtliche Generation, die auch als Sporophyt bezeichnet wird, ist bei den Pteridophyten eine in der äußeren Gliederung und inneren Struktur hochdifferenzierte Pflanze mit Stengel, Blättern und Wurzeln. Bei der Mehrzahl der Pteridophyten, so bei den Farnen und Schachtelhalmen, teilt sich die befruchtete Eizelle, nachdem sie sich mit einer Cellulosemembran umgeben hat, im Archegonium zunächst durch eine Quer- oder Basalwand in zwei Zellen und dann durch zwei zu dieser senkrecht stehende Wände in Oktanten. Unter weiterer Teilung dieser acht Zellen entsteht

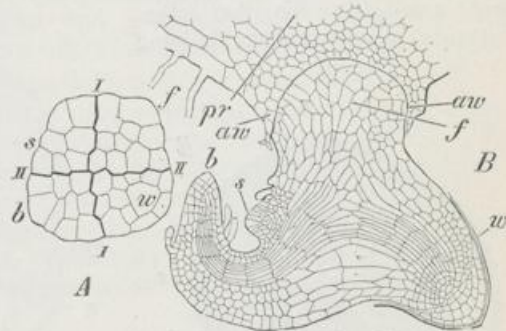


Fig. 400. A *Pteris serrulata*. Aus dem Archegonium befreiter Embryo im Längsschnitt. I Basalwand, II senkrecht zu dieser stehende Quadrantenwand, f Anlage des Fußes, s des Stammscheitels, b des ersten Blattes, w der Wurzel. (Nach KIENTZGERLOFF.) B *Pteris aquilina*. Weiterentwickelter Embryo, mit dem Fuß f noch im erweiterten Archegoniumbauch, aw, steckend, pr Prothallium. Vergr. (Nach HOFMEISTER.)

ein Gewebekörper, an welchem der Stammscheitel, das erste Blatt, die erste Wurzel und neben dieser ein der Keimpflanze der Pteridophyten eigentümliches Organ, der sog. Fuß angelegt werden (Fig. 400f). Der Fuß ist ein höckerartig vorspringender Gewebekörper, durch welchen die junge Keimpflanze mit dem anfangs mitwachsenden, sich erweiternden Archegoniumbauch in Verbindung bleibt; er sorgt als Sanguorgan für ihre Ernährung, bis die Wurzel in den Boden gedrungen ist, die ersten Blätter sich entfaltet haben und die Keimpflanze somit selbständig sich ernähren kann. Das Prothallium geht dann in der Regel bald zugrunde. Aus dem Stammscheitel des Embryo entwickelt sich ein einfacher oder sich gabelig, ohne Beziehung zu den Blättern verzweigender, aufrechter oder niederliegender Stamm, welcher in spiraliger, quirliger oder dorsiventraler Anordnung die Blätter trägt. Statt Rhizoïden, wie bei Moosen, werden echte, aus Geweben aufgebaute Wurzeln, wie wir sie auch bei den Phanerogamen vorfinden, gebildet (vgl. Fig. 167). Auch die Blätter stimmen im wesentlichen in ihrer Struktur mit denen der Phanerogamen überein. Stämme, Wurzeln und Blätter werden von wohldifferenzierten Gefäßbündeln durchzogen und daher bezeichnet man die Pteridophyten auch als Gefäßkryptogamen. Die



Gefäßbündel der Pteridophyten sind überwiegend nach dem konzentrischen Typus gebaut (vgl. Fig. 401 und S. 98, Fig. 125). Sekundäres Dickenwachstum durch Cambiumtätigkeit kommt bei den jetzt lebenden Familien nur ganz vereinzelt vor, zeichnete aber die Stämme von gewissen fossilen Pteridophytengruppen aus.

An den Blättern, in einzelnen Fällen an den Stengeln in den Blattachseln, werden auf ungeschlechtlichem Wege die Sporen in besonderen Behältern oder Sporangien erzeugt. Die sporangientragenden Blätter heißen Sporophylle. Die Sporangien umschließen das sporogene Gewebe, dessen Zellen sich abrunden, voneinander lösen und die Sporenmutterzellen darstellen, die sich in je vier tetraëdrisch angeordnete Sporen (Sporentetraden) teilen. Die innerste Schicht der Sporangiumwandung besteht aus plasmareichen Zellen, sog. Tapetenzellen, die bei den Lycopodineen erhalten bleiben,

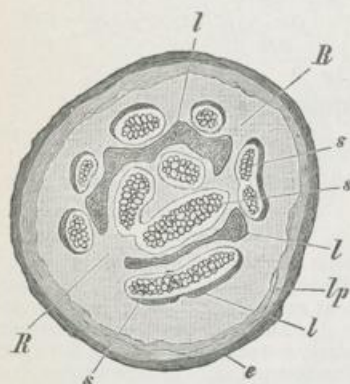


Fig. 401. Querschnitt durch das Rhizom von *Pteris aquilina*. *s* Konzentrische Gefäßbündel, *l* Sklerenchymplatten, *lp* peripherischer Sklerenchymfaserring, *R* Rinde, *e* Epidermis. Vergr. 7.

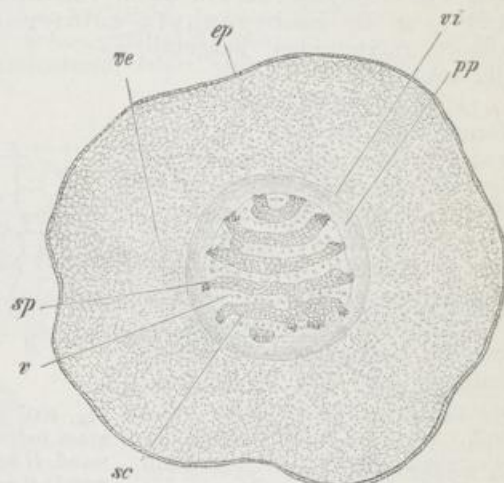


Fig. 402. Querschnitt durch den Stengel von *Lycopodium complanatum*. *ep* Epidermis, *ve*, *vi* und *pp* äußere, innere und innerste Partie der primären Rinde. Diese umgibt den von verschmolzenen konzentrischen Gefäßbündeln gebildeten zentralen Gefäßbündelzylinder, in welchem *sc* Treppengefäßstracheiden, *sp* Ring- und Schraubengefäßstracheiden, *v* Siebteile sind. Vergr. 26.

bei Farnen und Schachtelhalmen aber ihre Selbständigkeit alsbald aufgeben, ihre Membranen auflösen und zwischen die Sporenmutterzellen einwandern, so daß die Sporen dann in eine sie ernährende Plasmamasse, das Periplasma, eingebettet erscheinen. Die Wand der reifen Sporangien ist entweder einschichtig oder mehrschichtig. Die einzelligen Sporen besitzen eine aus mehreren Häuten bestehende Wandung.

Bei der Mehrzahl der Pteridophyten sind die Sporen von gleicher Beschaffenheit und bei der Keimung geht aus ihnen ein Prothallium hervor, an welchem sowohl Antheridien als auch Archegonien entstehen. In gewissen Fällen können aber auch die Prothallien diöcisch sein. Diese Trennung der Geschlechter erstreckt sich bei einigen Pteridophytengruppen auch schon auf die Sporen und führt zur Ausbildung von zweierlei Formen von Sporen, Makrosporen, welche in Makrosporangien entstehen und bei der Keimung nur weibliche Prothallien liefern, und Mikrosporen, welche in Mikrosporangien erzeugt werden und männlichen Prothallien



den Ursprung geben. Danach hat man also zwischen gleichsporigen oder homosporen und verschiedensporigen oder heterosporen Gefäßkryptogamen zu unterscheiden, ein Unterschied, der aber nicht zur Gesamteinteilung verwertet werden kann, da er sich in gleicher Weise in systematisch getrennten Gruppen, also mehrmals, herausgebildet hat.

Vergleichen wir den Entwicklungsgang der Pteridophyten mit dem der Bryophyten, so entspricht die ungeschlechtliche kormophyte Generation der Farnpflanzen dem Sporogon, das Prothallium dagegen der Moospflanze samt dem vorausgehenden Protonema. Obwohl beide Gruppen gemeinsamen phylogenetischen Ausgangspunkt besitzen mögen, haben sie sich nach ganz verschiedenen Richtungen weiterentwickelt. Auf ihre Verwandtschaft weist vor allem die Übereinstimmung im Bau der Geschlechtsorgane hin, während dagegen die ungeschlechtliche Generation auffallende Unterschiede darbietet, so daß es nicht statthaft erscheint, die Farnpflanze von dem Moosporogon direkt abzuleiten. Ungeschlechtliche und geschlechtliche Generation der Archegoniaten können aber als ursprünglich homolog betrachtet werden.

Die jetzt lebenden Pteridophyten gliedern sich in folgende Klassen:

1. *Filicinae*, Farne. Stengel einfach oder verzweigt mit wohlentwickelten, abwechselnden, meist reichgefiederten Blättern. Sporangien zu mehreren in sog. Sori vereinigt, oder zu vielen frei auf der Unterseite der Sporophylle, oder in besonderen Blattabschnitten eingeschlossen.

1. Unterklasse *Filicinae eusporangiatæ*. Reife Sporangien mit derber mehrschichtiger Wandung. Homospor.

2. Unterklasse *Filicinae leptosporangiatæ*. Reife Sporangien mit einschichtiger Wandung.

1. Ordnung. *Filices*, Farne im engeren Sinne. Homospor.

2. Ordnung. *Hydropterides*, Wasserfarne. Heterospor.

2. *Equisetinae*, Schachtelhalme. Stengel einfach oder quirlig verzweigt, mit quirlig gestellten, schuppenartigen, zu geschlossenen Scheiden verwachsenen Blättern. Sporophylle am Ende der Zweige zu einem ährenförmigen Sporangienstand vereinigt, schildförmig, auf der Unterseite mit vielen Sporangien.

1. Ordnung. *Equisetaceae*, Schachtelhalme. Homospor.

3. *Lycopodinae*, Bärlappartige Gewächse. Stengel entweder gestreckt, dichotomisch verzweigt und zwar gabelig oder sympodial ausgebildet, mit kleinen, in manchen Fällen sehr reduzierten Blättchen, selten gestaucht knollig mit pfriemlichen Blättern. Sporangien derbwandige Kapseln, einzeln in den Blattachsen am Stengel oder auf dem Blattgrund entpringend. Tapetenzellen bleiben erhalten.

1. Ordnung. *Lycopodiaceae*, Bärlappe. Homospor.

2. Ordnung. *Selaginellaceae*, Selaginellen. Heterospor.

3. Ordnung. *Isoëtaceae*, Brachsenkräuter. Heterospor.

Im fossilen Zustande bekannt sind außerdem verschiedene Gruppen, welche teils zu den drei genannten Klassen gezählt werden, teils besondere Klassen bilden.

#### Klasse I.

#### *Filicinae*, Farne<sup>(108)</sup>.

Zu den Farnen im weiteren Sinne gehört die Hauptmasse der heute existierenden Pteridophyten. Nach dem Bau ihrer Sporangien werden sie



in zwei Unterklassen unterschieden. Die Eusporangiaten zeichnen sich aus durch Sporangien, deren derbe Wandung aus mehreren Zellschichten besteht, die mit Querriß sich öffnen, und die ihren Ursprung aus Gruppen von Epidermiszellen nebst darunter gelegenen Zellen nehmen, die Leptosporangiaten dagegen durch Sporangien, die im reifen Zustand nur eine dünne einschichtige Wandung aufweisen und die aus je einer einzigen Epidermiszelle hervorgehen. Erstere haben am Grunde der Wedel Nebenblätter, die den letzteren fehlen. Auch in der Beschaffenheit der Prothallien und im Bau der Sexualorgane zeigen sich Unterschiede.

In früheren Erdperioden waren die Eusporangiaten reich vertreten, heute umfassen sie nur 2 Familien mit wenigen Gattungen. Allem Anschein nach stellen sie die älteren Farntypen dar, die den Ausgangsformen der Filicineen und auch den Lycopodinen noch am nächsten zu stehen scheinen. Aus ihnen dürften die Leptosporangiaten hervorgegangen sein, unter denen die Hydropteriden als kleine Gruppe sumpf- und wasserbewohnender Farne sich abzweigten. Bei letzteren haben sich die bei allen übrigen Farnen noch gleichartigen Sporen in Mikro- und Makrosporen differenziert.

### 1. Unterklasse. Eusporangiatæ.

**1. Ordnung.** An den Beginn stellen wir die Familie der *Ophioglossaceen*<sup>(109)</sup> als anscheinend den primitiven Farnen noch am nächsten stehende Formen. Bei uns

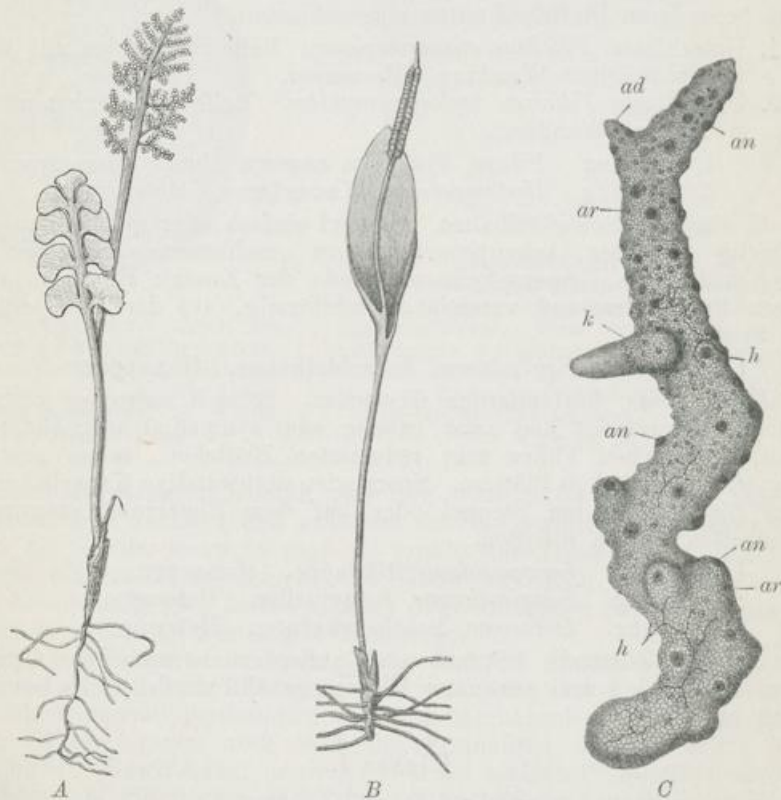


Fig. 403. A *Botrychium Lunaria*, Sporophyt.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. B *Ophioglossum vulgatum*, Sporophyt mit Knospe für das nächste Jahr.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. C *Ophioglossum vulgatum* (nach BRUCHMANN), Prothallium. an Antheridien, ar Archegonien, k junge Keimpflanze mit erster Wurzel, ad Adventivsproß, h Pilzhyphen. Vergr. 15.



einheimisch sind die Natterzunge, *Ophioglossum vulgatum* (Fig. 403 B) und verschiedene Arten der Mondraute, *Botrychium* (Fig. 403 A). Beide haben einen kurzen Stamm, an dem jedes Jahr meist nur ein einziges, mit Blattscheide versehenes Blatt sich entfaltet, das bei ersterer Gattung zungenförmig, bei letzterer gefiedert ist. Diese Blätter tragen auf ihrer Oberseite einen am oberen Teile des Stieles entspringenden fertilen Blattabschnitt, der bei *Ophioglossum* einfach zylindrisch ist und die Sporangien in zwei Reihen in das Gewebe eingesenkt trägt, bei *Botrychium* dagegen im oberen Teile fiederartig verzweigt und daselbst mit großen rundlichen Sporangien auf der Innenseite dicht besetzt ist.

Sehr eigenartige Beschaffenheit zeigen die besonders durch BRUCHMANN bekannt gewordenen monoecischen Prothallien, unterirdische, chlorophyllfreie, saprophytische, nach Art der Mykorrhizen von Pilzfäden durchzogene, langlebige Knöllchen, bei *Ophioglossum* (Fig. 403 C) zylindrisch einfach oder verzweigt und radiär gebaut, bei *Botrychium* oval oder herzförmig und dorsiventral. Antheridien (Fig. 404) und Archegonien (Fig. 405) sind in das Gewebe eingesenkt; erstere umschließen einen großen runden Komplex von Spermatozoidmutterzellen, die bei der Reife unter Quellung des Inhaltes und nach Durchbrechung einer mittleren Deckzelle nach außen entlassen werden. Die Spermato-

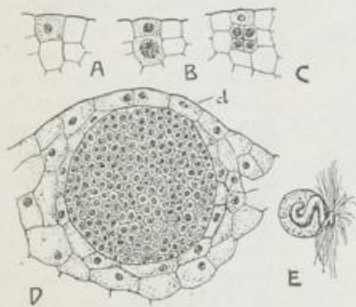


Fig. 404. *Ophioglossum vulgatum*. A bis C Entwicklung des Antheridiums aus einer oberflächlichen Zelle, die obere Zelle in C liefert die Deckzellen, die untere die Spermatozoidmutterzellen. D Antheridium noch geschlossen, d Deckzellen. E Spermatozoid. (Nach BRUCHMANN.)

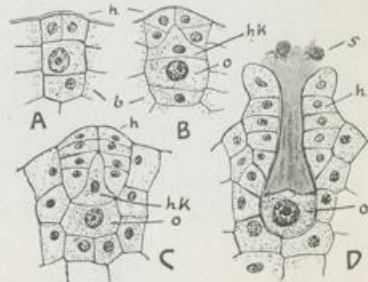


Fig. 405. *Ophioglossum vulgatum*. A bis C Entwicklung des Archegoniums. D Reifes Archegonium geöffnet mit 2 Spermatozoiden s vor der Mündung. h Halszellen, hk Halskanalzelle, o Eizelle, b Basalzelle. (Nach BRUCHMANN.)

zoiden besitzen einen spiralig gewundenen Körper mit anhaftendem Bläschen und zahlreiche Cilien (Fig. 404 E). Die Antheridien gehen aus oberflächlich gelegenen Zellen (Fig. 404 A—C) hervor, ebenso auch die Archegonien (Fig. 405 A—C), deren Halsteil sich etwas hervorstreckt und nach Verquellung der Halskanalzelle (hk) sich öffnet, während der Bauchteil eingesenkt bleibt und die Eizelle (o) umschließt. Der Embryo führt bei manchen Arten eine Reihe von Jahren hindurch ein unterirdisches Dasein, seine erste Wurzel wird zunächst angelegt und tritt bald aus dem Archegonium hervor (Fig. 403 C, K), wohingegen erst viel später das erste Blatt und die Scheitelzelle des Stammes zur Differenzierung kommen. Bei einigen *Botrychium*-Arten bildet die sich teilende Eizelle einen langen mehrzelligen Embryoträger oder Suspensor, an dessen Spitze der eigentliche Embryokörper gebildet wird<sup>(10)</sup>. In dieser Eigentümlichkeit zeigt sich eine Übereinstimmung mit den Lycopodinen (vgl. Fig. 428).

Die 2. Ordnung der *Marattiaceen* umfaßt stattliche tropische Farne mit dicken Stammknollen und meist sehr großen, an der Basis mit 2 Nebenblättern versehenen Wedeln. Die Sporangien stehen an der Unterseite der letzteren in Gruppen, Sori, entweder frei (*Angiopteris*) oder zu einem in ebensovielen Fächern aufspringenden, kapselartigen, ovalen Gebilde verwachsen. Das Prothallium hat im Gegensatz zu den *Ophioglossaceen* die Form eines oberirdischen, grünen, lebermoosartigen, herzförmigen, zuweilen gegabelten mehrschichtigen Thallus, dessen auf der Unterseite entspringende Sexualorgane indessen wie bei ersterer Ordnung beschaffen sind.



## 2. Unterklasse. Leptosporangiatæ.

## 1. Ordnung. Filices.

Die Filices oder Farne im engeren Sinne sind in außerordentlicher Fülle von Gattungen und Arten in allen Erdteilen verbreitet; ihre Hauptentwicklung erreichen sie in den Tropen. Hier treffen wir auch die stattlichsten Vertreter der Ordnung an, die Baumfarne (*Cyathea*, *Alsophila* u. a.), welche die besondere Familie der *Cyatheaceen* bilden. Der einfache holzige, meist etwa armdicke Stamm der Baumfarne (Fig. 406) ist unverzweigt und trägt an seinem Ende eine Rosette von riesigen, mehrfach gefiederten Blättern oder Wedeln, die successive von der Stammknospe erzeugt werden

und nach dem Absterben große Blattstielnarben hinterlassen. Der Stamm ist mittels zahlreicher Adventivwurzeln im Boden befestigt. Er gleicht im Habitus einer Palme. Die Mehrzahl der Farne, so auch alle unsere einheimischen, leben dagegen als krautartige bodenständige Pflanzen, besitzen ein kriechendes, wenig verzweigtes Rhizom und meist am Ende desselben eine Rosette reichgefeederter Blätter. So verhält sich u. a. der in unseren Wäldern sehr häufige Wurmfarne, *Aspidium filix mas*, dessen Rhizom als wurmtreibendes Mittel officinell ist. Bei dem gewöhnlichsten einheimischen Farnkraut, dem Engelsüß, *Polypodium vulgare*, sind die Blätter einfach gefiedert und entspringen einzeln auf der Oberseite des zwischen Moos oder an Felsen kriechenden verzweigten Rhizoms. Auch gibt es manche Farne, welche ungeteilte Blätter aufweisen, so die Hirschzunge, *Scolopendrium vulgare* (Fig. 408). In den Tropen wachsen zahlreiche krautartige Farne als Epiphyten auf den Waldbäumen.

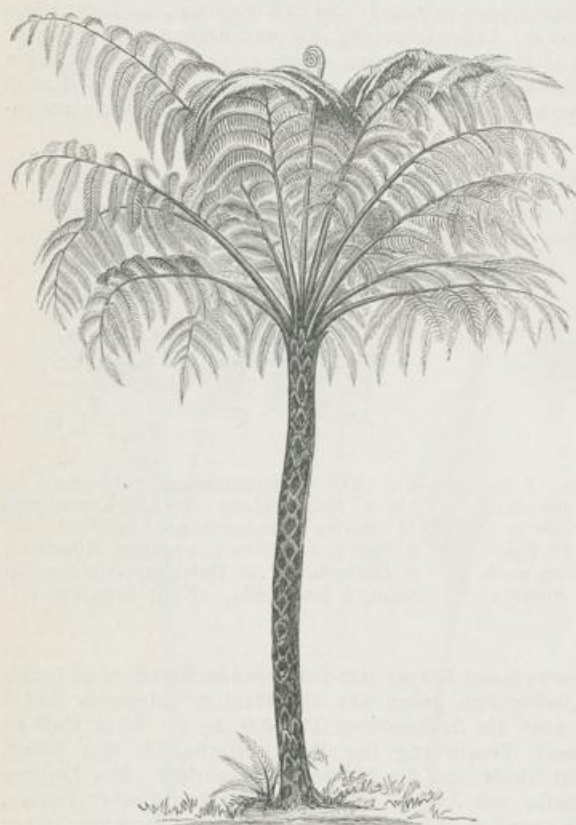


Fig. 406. *Alsophila crinita*, Baumfarne von Ceylon. Verkl.

Wie Fig. 407 zeigt, sind die Blätter in der Jugend mit der Spitze eingerollt, eine Eigentümlichkeit, welche sämtlichen Blättern der Farne und auch der Wasserfarne zukommt. Im Gegensatz zu typischen Phanerogamenblättern vollzieht sich bei Farnblättern das Wachstum an der Spitze bis zur vollen Größe.

Die meisten Farne sind an ihren Stämmen, Blattstielen und zum Teil auch den Blättern mit bräunlichen, einschichtigen, oft gefransten Spreuschuppen (Paleae) bekleidet, welche zu den Trichomen zu rechnen sind.

Im allgemeinen werden die Sporangien in großer Zahl auf der Unterseite der Blätter erzeugt. Die Sporophylle sind in der Regel nicht von den sterilen Laubblättern in der äußeren Form verschieden. Nur bei einigen Gattungen findet eine ausgeprägte Heterophyllie statt. Als einheimischer Vertreter ist hier der Straußfarne, *Struthiopteris*

germ  
phyl  
Unte

Fig  
(Na  
gle

zu



*germanica* (*Onoclea Struthiopteris*), zu nennen, dessen gedrungene, dunkelbraune Sporophylle zu mehreren im Innern der großen Blattrosette stehen.

Bezüglich der Ausbildung der Sporangien machen sich bei den einzelnen Familien Unterschiede geltend.

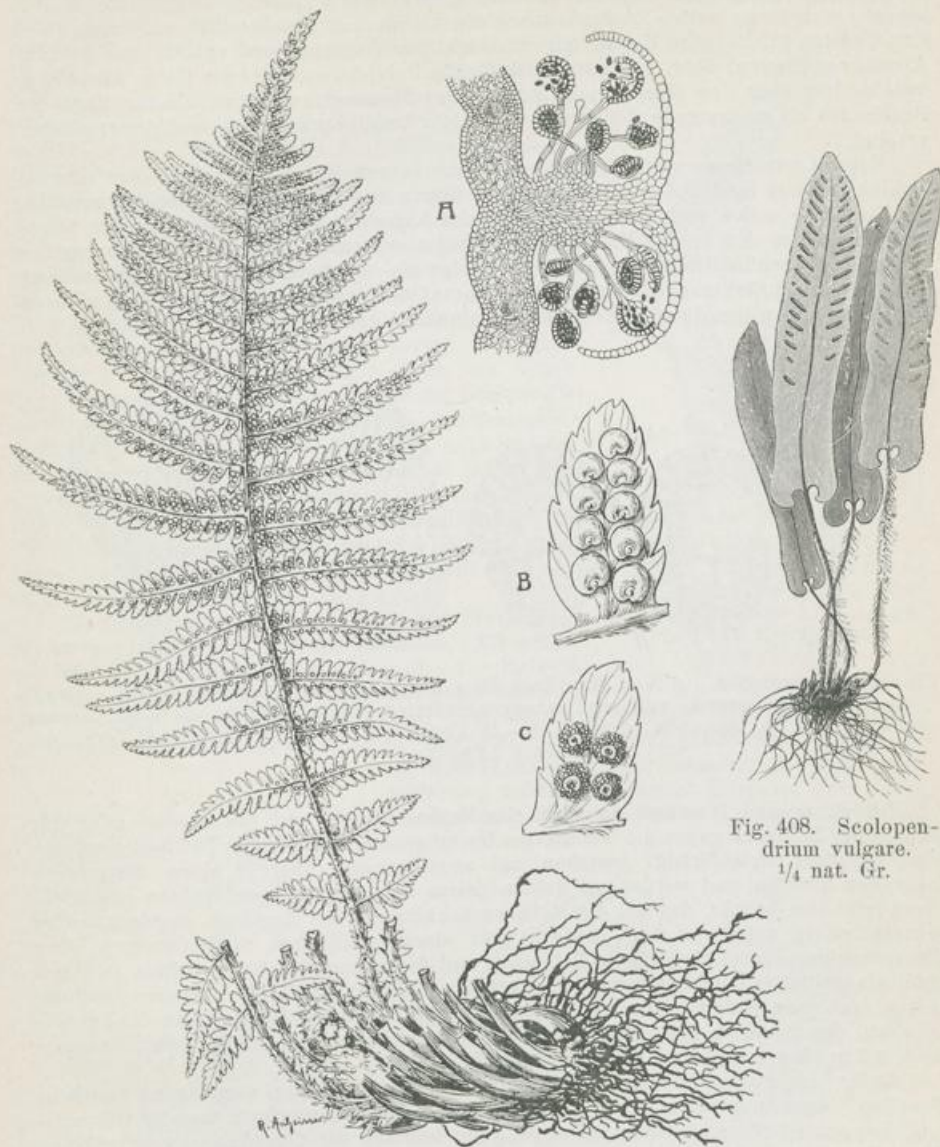


Fig. 408. *Scolopendrium vulgare*.  
1/4 nat. Gr.

Fig. 407. *Aspidium filix mas*. 2/5 nat. Gr. A Sorus, quer durchschnitten. Vergr. 20. (Nach KNY.) B Fiederchen mit jungen, noch vom Schleier bedeckten Sori. C Derselben in älterem Stadium mit geschrumpftem Schleier. Schwach vergrößert. — Offizinell.

Es sei zunächst das Verhalten der Mehrzahl unserer einheimischen Farne, welche zu der umfangreichen Familie der *Polypodiaceen* gehören, dargestellt. Die Spo-



rangien erscheinen hier in verschiedenen gestalteten Häufchen, sog. Sori, vereinigt. Sie entspringen auf einem hervortretenden Blattgewebepolster, dem Receptaculum (Fig. 407 A), und werden bei vielen Arten von einem häutigen Auswuchs der Blattfläche, dem sog. Schleier, Indusium, vor der Reife bedeckt und geschützt (Fig. 407 B, C). Das einzelne Sporangium (Fig. 409) geht aus einer einzigen Epidermiszelle durch Teilung hervor, besteht im reifen Zustand aus einer kleinen, mit mehrzelligem dünnem Stiel dem Polster aufsitzenden Kapsel mit einschichtiger Wandung und enthält eine größere Anzahl von Sporen. Sehr charakteristisch für die Polypodiaceen ist der Ring, Annulus, welcher hier über den Rücken und Scheitel der Sporangienwandung bis zur Mitte der Bauchseite als vortretende Zellenreihe mit stark verdickten Radial- und Innenwänden verläuft.

Beim Austrocknen der Kapselwand werden durch den Kohäsionszug des schwindenden Wassers in den Annuluszellen deren dünne Außenwände nach innen eingestülpt, der Ring also außen verkürzt und dadurch das Aufreißen der Sporangien in einer Querspalte zwischen den breiten Endzellen des Ringes verursacht. Ist der Kohäsionszug des Wasserrestes schließlich überwunden, so erfolgt ein elastisches, die Sporenausstreuerung beförderndes Zurückschnellen des Ringes, worauf das Sporangium infolge Austrocknens und Kontraktion der dünnen Membranteile dauernd geöffnet bleibt.

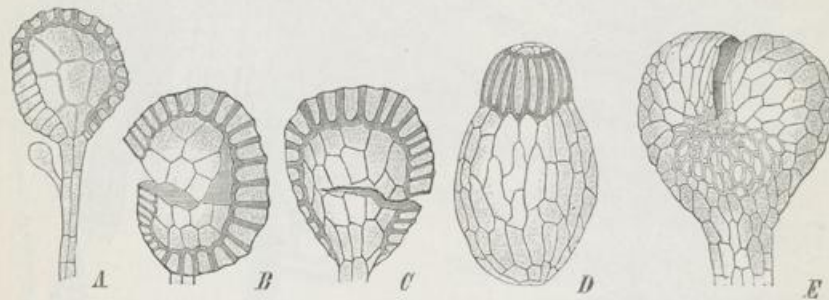


Fig. 409. Sporangien. A Von *Aspidium Filix mas.* Am Stiel ein Drüsenhaar. B und C von *Alsophila armata*, von zwei entgegengesetzten Seiten gesehen. D Von *Aneimia caudata*. E Von *Osmunda regalis*. A—D Vergr. 70, nach der Natur. E Vergr. 40. (Nach LÜRSSEN.)

Die Form und Insertion der Sori, das Vorhandensein und die Gestalt oder das Fehlen der Indusien geben die wichtigsten Gattungsunterschiede ab. Bei *Scolopendrium* sind die Sori strichförmig, bestehen aus zwei parallel über je einen Blattnerven laufenden Streifen und werden an beiden Seiten von einem lippenförmigen einschichtigen Indusium bedeckt, das bei der Reife zurückklappt. Bei *Aspidium* dagegen treffen wir zahlreiche rundliche Sori, bedeckt mit einem weißlichen nierenförmigen, dem Receptaculumscheitel eingefügten Indusium, und die Sporangien tragen öfters an ihrem Stiel ein gestieltes köpfchenförmiges Drüsenhaar. Bei *Polypodium vulgare* sind die rundlichen Sori ganz ohne Schleier. Bei dem Adlerfarn, *Pteris aquilina*, stehen die Sporangien an den Rändern der Blattoberflächen in kontinuierlicher Linie und werden von dem nach unten eingeschlagenen Blattrand bedeckt.

Außer den Polypodiaceen umfassen die Farne noch andere, vorwiegend tropische Familien, deren Sporangien in der Ringbildung und dementsprechend auch im Öffnungsmechanismus<sup>(11)</sup> Verschiedenheiten zeigen. So besitzen die *Cyatheaceen* oder Baumfarne Sporangien mit vollständigem, in schiefer Verlauf über den Scheitel ziehenden Ring (Fig. 409 B, C), ebenso haben die *Hymenophyllaceen*, deren zierliche kleine mit dünnhäutigen Wedeln versehene Formen vielfach als Epiphyten an Baumfarne angetroffen werden, einen vollständigen schiefer über das Sporangium laufenden Ring, die tropischen *Schizaceen* dagegen einen scheitelständigen Ring (Fig. 409 D), während die *Osmundaceen*, die bei uns durch den Königsfarn, *Osmunda regalis*, vertreten werden, auf dem Rücken unter dem Scheitel des Sporangiums nur eine kleine Gruppe dickwandiger Zellen aufweisen (Fig. 409 E).



Alle Filices sind homospor. Ihr Prothallium hat meist die Gestalt eines flachen, herzförmigen, kleinen Thallus von der für *Aspidium* in Fig. 399 dargestellten Form. Antheridien und Archegonien entstehen an der Unterseite.

Bei gewissen *Hymenophyllaceen* (*Trichomanes*) aber ist das Prothallium fädig verzweigt und trägt an seinen Ästen die Antheridien und auf besonderen mehrzelligen Seitenästen die Archegonien (Fig. 410). Im Aufbau erinnern diese Prothallien ganz an das Protonema der Laubmoose.

Die Antheridien und Archegonien<sup>(112)</sup> zeigen denjenigen der Eusporangiaten gegenüber einige Unterschiede (Fig. 411, 412). Die Antheridien werden an jungen Prothallien angelegt und sind kugelig vorgewölbte Gebilde, die mitten auf einer Prothalliumzelle sitzen und aus derselben durch papillenartige Vorwölbung, Abgrenzung durch eine Querwand und weitere Teilung hervorgegangen sind. Ihre Wandzellen bestehen aus zwei ringförmigen Zellen und einer Deckelzelle. Die Spermatozoidmutterzellen gehen aus der zentralen Zelle durch Teilung hervor. Die Entleerung der Antheridien geschieht durch den Druck der anschwellenden Ringzellen, welche die Deckelzelle sprengen. So gelangen die rundlichen Spermatozoidmutterzellen ins Wasser und entlassen nach einiger Zeit die pfropfzieherartig gewundenen, mit zahlreichen Cilien an den vorderen Windungen besetzten Samenfäden, an deren Hinterende ein Bläschen befestigt ist, das einige kleine Körnchen führt und einen unverbrauchten Rest des Inhaltes der Mutterzelle darstellt (Fig. 411, D, C, Fig. 98 B).

Die Archegonien entstehen an älteren Prothallien, in der mehrschichtigen Mediane derselben. Sie gehen aus einzelnen Prothalliumzellen hervor. Ihr Halsteil ragt hervor, besteht aus einer einschichtigen Wandung, die von vier Zellreihen gebildet wird (Fig. 412) und schließt eine zentrale langgestreckte Halskanalzelle ein. Im Bauteile befindet sich die große Eizelle, über ihr die Bauchkanalzelle. Die Kanalzellen werden aufgelöst und erfüllen den Kanal mit einer stark lichtbrechenden quellbaren Substanz. Diese quillt bei



Fig. 410. *Trichomanes rigidum*. Teil eines Prothalliums mit Archegonienträgern A, wovon einer mit Keimpflanze. (Nach GÖBEL.)

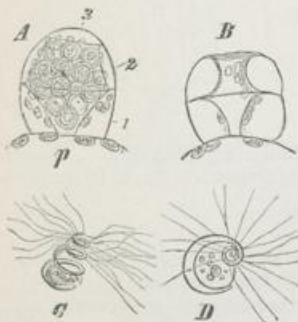


Fig. 411. *Polypodium vulgare*. A Reifes, B entleertes Antheridium, p Prothalliumzelle, 1 und 2 Ringzellen, 3 Deckelzelle. A und B Vergr. 240. C und D Spermatozoiden. Vergr. 540.

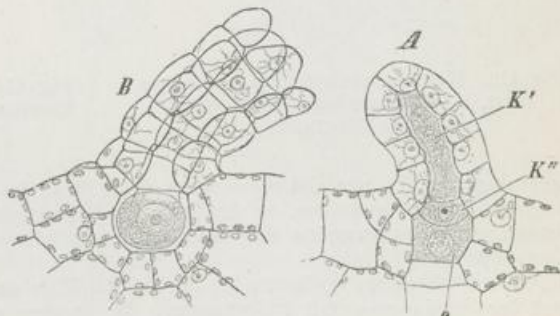


Fig. 412. *Polypodium vulgare*. B Unreifes Archegonium, K' Halskanalzelle, K'' Bauchkanalzelle, o Ei. B Reifes geöffnetes Archegonium. Vergr. 240.

Wasserzutritt, öffnet an der Spitze das empfängnisfähige Archegonium und tritt hervor. Die Embryoentwicklung ist aus Fig. 400 zu ersehen.



Ausnahmsweise kann bei gewissen Farnkräutern der Sporophyt auf dem Prothallium durch vegetative Knospung sich entwickeln, ohne daß Sexualorgane mitwirken oder ausgebildet werden (Apogamie), und umgekehrt kommt es auch vor, daß an den Farnwedeln keine Sporen, sondern direkt Prothallien erzeugt werden (Aposporie)<sup>(113)</sup>.

Offizinell ist unter den Farnkräutern *Aspidium filix mas*, *Rhizoma Filicis* (Pharm. germ., austr., helv.), ferner das südeuropäische *Adiantum Capillus Veneris*, Frauenhaar, dessen Blätter benutzt werden: *Folium Adianti seu Herba Capilli Veneris* (Pharm. austr., helv.). Auch das nordamerikanische *Adiantum pedatum* liefert *Folium Adianti* (Pharm. helv.). Die seideähnlichen glänzendbraunen langen Gliederhaare am Grunde der Blattstiele verschiedener Baumfarne, besonders von *Cibotium Barometz* und anderen Arten dieser Gattung in Ostindien und auf den pacifischen Inseln liefern die als Wundwatte benutzten *Paleae haemostaticae* (Penawar Djambi, Pulu) (Pharm. austr.).

## 2. Ordnung. Hydropterides, Wasserfarne.

Zu den Wasserfarne gehören nur wenige Gattungen wasser- oder sumpfbewohnender krautiger Gewächse. Sie sind sämtlich heterospor. Die Makro- und Mikrosporangien

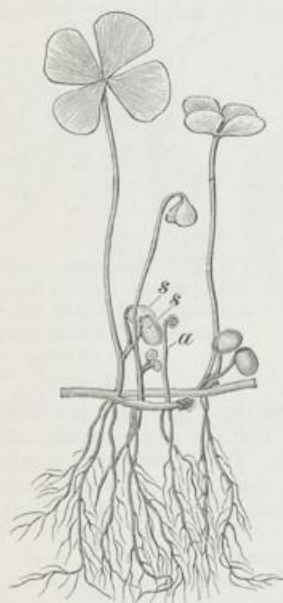


Fig. 413. *Marsilia quadrifoliata*. a Junges Blatt, s Sporokarpium. Verkleinert. (Nach Bischoff.)

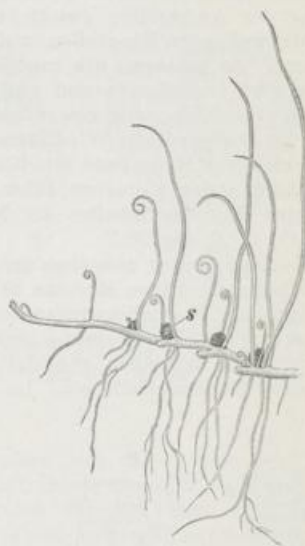


Fig. 414. *Pilularia globulifera*. s Sporokarpium. Verkleinert. (Nach Bischoff.)

entspringen nicht wie die Sporangien der Filices frei an der Unterseite der Blätter, sondern sind in besondere, an der Basis der Blätter sitzende Behälter, sog. Sporangienfrüchte oder Sporokarpium eingeschlossen. Auch besitzt ihre einschichtige Wandung keinen Ring.

Die Wasserfarne umfassen die beiden Familien der *Marsiliaceen* (mit 3 Gattungen) und der *Salviniaceen* (mit 2 Gattungen). Zu ersterer gehört die Gattung *Marsilia*, die bei uns durch *M. quadrifoliata* vertreten ist (Fig. 413). Sie wächst auf sumpfigen Wiesen, hat eine kriechende dünne verzweigte Achse mit einzeln stehenden langgestielten Blättern, deren Spreite aus zwei dicht aneinander gerückten Fiederblattpaaren sich zusammensetzt. Über der Basis des Blattstiels entspringen paarweise, bei anderen Arten in noch größerer Anzahl, die gestielten ovalen Sporokarpium, von denen ein jedes seiner Anlage nach dem assimilierenden vierfiedrigen sterilen, hier aber ungetrennt bleibenden Blattteil entspricht. Die Sporangien finden sich im Innern der Kapseln in zwei



Reihen von Hohlräumen, die eine Zeitlang durch je einen nach der Bauchseite ausmündenden Kanal nach außen führen, zuletzt aber ganz geschlossen sind; es entstehen nämlich die Sporangien wie bei allen übrigen Farnen auch hier ursprünglich aus Oberflächenzellen, die dann durch Umwallung des umgebenden Gewebes in die Hohlräume zu liegen kommen. Wie die Abbildung zeigt, sind die jungen Blätter (*a*) an der Spitze schneckenförmig eingerollt, sie entwickeln sich somit bei den Marsiliaceen in derselben Weise wie bei den Farnen.

Die Gattung *Pitularia*, zu der als einheimische Art *P. globulifera*, ebenfalls auf sumpfigen Wiesen wachsend, gehört, unterscheidet sich von Marsilia durch einfache lineale Blätter, an deren Grunde die kugeligen, in der Anlage dem sterilen Blattteil entsprechenden Sporokarprien einzeln entspringen (Fig. 414).

Die zweite Familie, *Salvinia*-*ceen*, enthält freischwimmende Wasserpflanzen. Die erste Gattung *Salvinia* ist in unserer Flora durch *S. natans* vertreten, deren wenig verzweigter Stengel an jedem Knoten drei Blätter trägt; die beiden oberen sind als ovale Schwimmblätter ausgebildet, das untere dagegen ist in zahlreiche, in das Wasser herabhängende fadenförmige behaarte Zipfel geteilt und übernimmt die Funktion der fehlenden Wurzeln. An diesen Wasserblättern sitzen am Grunde der basalen Zipfel zu mehreren die kugeligen Sporokarprien (Fig. 415 A), welche bei den Salviniaceen eine andere Entwicklungsgeschichte zeigen als bei den Marsiliaceen. Die Sporangien entspringen am Grunde des Sporokarps auf einem säulenförmigen Receptaculum, das seiner Anlage nach einem modifizierten Wasser-

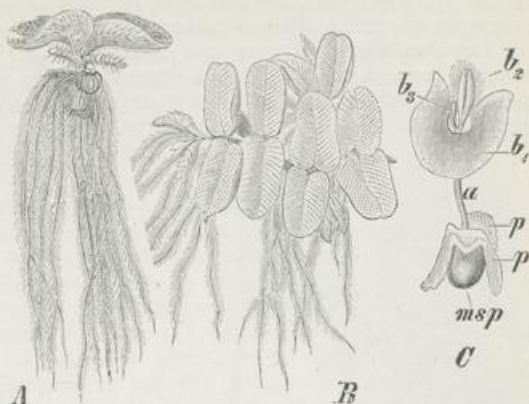


Fig. 415. *Salvinia natans*. A Von der Seite. B Von oben. Verkleinert. (Nach BISCHOFF.) C Keimpflanze, *msp* Makrospore, *p* Prothallium, *a* Stengel, *b*<sub>1</sub> *b*<sub>2</sub> *b*<sub>3</sub> die drei ersten Blätter, *b*<sub>1</sub> das sog. Schildchen. Vergr. 15. (Nach PRINGSHEIM.)

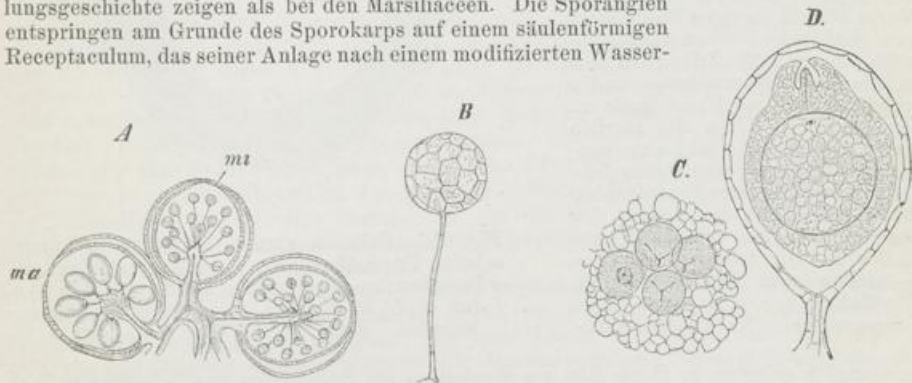


Fig. 416. *Salvinia natans*. A, *ma* Makrosporocarpium, *mi* Mikrosporocarpium in medianem Längsschnitt. Vergr. 8. B Ein Mikrosporangium von außen gesehen. Vergr. 55. C In schaumige Zwischensubstanz eingebettete Mikrosporen. Vergr. 250. D Makrosporangium und Makrospore, in medianem Längsschnitt. Vergr. 55.

blattzipfel entspricht. Die Hülle dagegen ist als Indusium aufzufassen; sie entsteht als Neubildung in Form eines Ringwalles, der krugförmig und schließlich hohlkugelförmig über dem Receptaculum und seinem Sporangiensorus zusammenwächst. Die zweite Gattung *Axolla* ist vorwiegend tropisch und stellt kleine zierliche, reichverzweigte Schwimmpflänzchen vor, mit dicht aufeinander folgenden Blättchen in zweizeiliger Anordnung. Jedes Blatt besteht aus zwei Lappen, von denen der obere schwimmt und



assimiliert, der untere ins Wasser taucht und an der Wasseraufnahme sich beteiligt. Der obere Lappen enthält eine Höhlung, die mit enger Öffnung nach außen mündet und stets Nostocfäden beherbergt. Zwischen diese wachsen aus der Wand der Höhlung Haare hinein, eine Erscheinung, die auf das Bestehen eines symbiotischen Verhältnisses zwischen *Azolla* und *Nostoc* hindeutet. *Azolla* besitzt zarte lange echte Wurzeln an der Unterseite des Stengels und rundliche Sporenfrüchte, welche meist zu zweien unterseits am ersten Blatt einzelner Seitenzweige entspringen.

Der Bau der Sporangien und Sporen und die Entwicklung der Prothallien zeigen manche Unterschiede den Filices gegenüber. Sie mögen an dem Beispiel von *Salvinia natans*<sup>(114)</sup> erläutert werden. Die Sporokarpnien enthalten entweder Mikrosporangien in größerer Zahl oder Makrosporangien in geringerer Zahl (Fig. 416 A, *ma*, *mi*). Beiderlei

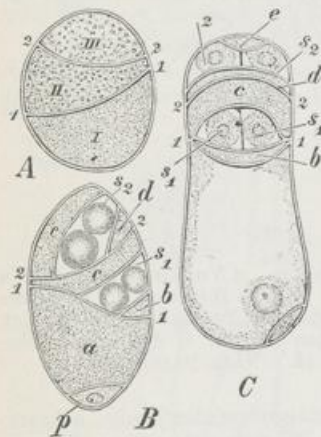


Fig. 417. *Salvinia natans*. Männliche Prothallien. A Teilung der Mikrosporen in drei Zellen, I—III. Vergr. 860. B Fertiges Prothallium von der Flanke. C Von der Bauchseite. Vergr. 640. Zelle I hat sich in die Prothalliumzellen *a* und *p* geteilt, *p* ist als Rhizoidzelle zu deuten. Zelle II in die sterilen Zellen *b*, *c* und die beiden spermatogenen Zellen *s*<sub>1</sub>, von denen jede zwei Spermatozoidmutterzellen bildet. Zelle III in die sterilen *d*, *e* und die beiden spermatogenen Zellen *s*<sub>2</sub>. Die Zellen *s*<sub>1</sub> *s*<sub>1</sub> und *s*<sub>2</sub> *s*<sub>2</sub> stellen zwei Antheridien vor, die Zellen *b*, *c*, *d*, *e* deren Wandungszellen. (Nach BELAJEFF.)

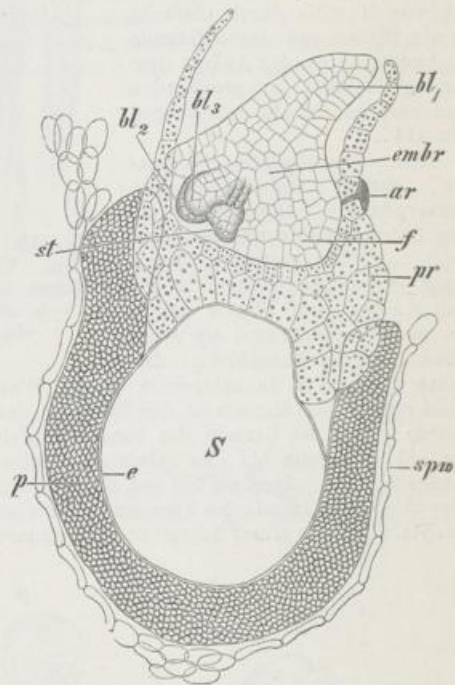


Fig. 418. *Salvinia natans*. Embryo im Längsschnitt, Prothallium *pr*, *s* Sporenzelle, *e* Exin, *p* Perinium, *spw* Sporangiumwand, *embr* Embryo, *f* Fuß, *bl*<sub>1</sub> *bl*<sub>2</sub> *bl*<sub>3</sub> die drei ersten Blätter, *st* Stammscheitel. Vergr. 100. (Nach PRINGSHEIM.)

Sporangien erinnern in ihrem Bau am ehesten an die Sporangien der leptosporangiaten Farnkräuter, sie sind gestielt, besitzen im reifen Zustand eine einschichtige dünne Wandung, aber keinen Ring (B D). Die Mikrosporangien umschließen eine größere Anzahl von Mikrosporen, welche in eine schaumige erhärtete Zwischensubstanz eingebettet liegen und zwar, ihrer Entstehung in Tetraden aus den Sporenmutterzellen entsprechend, zu je vier genähert (C). Die schaumige Zwischensubstanz geht hervor aus dem Plasma der Tapetenzellen, welche auch hier ihre Selbständigkeit aufgeben und zwischen die Sporenmutterzellen einwandern.

Die Mikrosporangien platzen nicht auf, die Mikrosporen keimen vielmehr innerhalb derselben und entwickeln nur ein kurzes schlauchförmiges männliches Prothallium, das nach außen durch die Sporangiumwand hervortritt. Durch aufeinander folgende Teilungen werden im Prothallium die Antheridien gebildet (Fig. 417). Jedes Antheridium erzeugt



im ganzen vier Spermatozoidmutterzellen, welche durch Aufbrechen der Zellwände nach außen gelangen. Obwohl somit das ganze männliche Prothallium sehr reduziert erscheint, läßt es sich in seinem Aufbau unschwer auf die Prothallien der Filices zurückführen.

Die Makrosporangien sind größer als die Mikrosporangien und besitzen ebenfalls eine einschichtige Wandung (Fig. 416 D), enthalten aber nur eine einzige große Makrospore, indem nur eine der zahlreich angelegten Sporen auf Kosten der übrigen sich weiter entwickelt. Die Makrospore ist mit großen eckigen Proteinkörnern, mit Öltröpfchen und Stärkekörnern dicht erfüllt; an ihrem Scheitel liegt dichteres Plasma und der Kern. Die Membran der Spore wird von einem derben braunen Exinium bedeckt und dieses ist von einer dicken schaumigen Hülle, dem Perinium, überlagert, welche der Zwischensubstanz des Mikrosporangiums entspricht und wie diese aus den Tapetenzellen hervorgeht, also der Spore aufgelagert wird. Die Makrospore bleibt von der Sporangiumwand umschlossen, wird mit dieser von der Mutterpflanze frei und schwimmt an der Wasseroberfläche. Bei ihrer Keimung wird in dem Plasma am Scheitel durch Teilung ein kleinzelliges weibliches Prothallium gebildet, während die darunter gelegene große Zelle mit ihrem Reichtum an Reservestoffen zu dessen Ernährung dient und sich nicht weiter teilt. Die Sporenhaut platzt in drei Klappen auf, ebenso springt die Sporangiumwand auf, und das grüne Prothallium ragt nun als kleines sattelförmiges Gebilde etwas hervor. Es entwickelt drei Archegonien; aber nur die befruchtete Eizelle des einen derselben kommt zur Weiterentwicklung und zur Anlage eines Embryo, welcher mit seinem Fuß im erweiterten und schließlich gesprengten Archegoniumbauch steckt (Fig. 418). Das erste Blatt der Keimpflanze (Fig. 415 C) hat schildförmige Gestalt, es schwimmt auf der Oberfläche des Wassers.

Bei *Azolla*<sup>(115)</sup> verläuft der Entwicklungsgang in ähnlicher Weise, aber die Sporangien und Sporen zeigen eine Reihe von Besonderheiten. In den Mikrosporangien werden die Sporen durch die von dem Plasma der Tapetenzellen stammende Zwischensubstanz zu mehreren rundlichen Ballen, den sog. Massulae, vereinigt. Jede Massula umschließt eine Anzahl von Sporen und ist an der Oberfläche mit gestielten Widerhäkchen, sog. Glochiden, Auswüchsen der Zwischensubstanz, besetzt. Die Sporangiumwand platzt auf und entläßt die Massulae, welche im Wasser zu den Makrosporen gelangen. In den Makrosporangien, welche einzeln in jeder Frucht stehen, wächst nur eine Spore weiter, verdrängt alle anderen Sporencellen, und preßt schließlich auch die Wandung des Makrosporangiums selbst flach zusammen, so daß diese dicht an die eiförmige Sporenfruchtwandung zu liegen kommt; auch kann die Sporangiumwandung dabei teilweise aufgelöst werden. Das Perinium umgibt die Makrospore als schaumige, mit Vertiefungen und fadenförmigen Verlängerungen versehene Haut und bildet an deren Scheitel einen Aufsatz von drei birnförmig gestalteten Körpern. Die Massulae haken sich in das Perinium fest. Die Sporenfrucht reißt am unteren Teile auf, ihr Scheitel verbleibt an der frei gewordenen Makrospore in Form eines Schirmes. Die Prothalliumbildung stimmt im wesentlichen mit *Salvinia* überein; an den kleinen wenigzelligen männlichen Prothallien, die aus den Massulae hervorgestreckt werden, entsteht aber nur je ein einziges Antheridium mit acht Spermatozoiden.

Die Sporokarpnien der *Marsiliaceen* sind komplizierter gebaut, enthalten bei *Pilularia globulifera* vier Fächer, jedes mit einem Sorus, bei *Marsilia* zahlreiche Sori (14–18) in zwei Reihen übereinander gelagert. Die Sori beider Gattungen enthalten zugleich Makro- und Mikrosporangien, während bei den *Salvinia* die Sori immer nur eine Art von Sporangien umschließen.

Auch bei den *Marsiliaceen* ist im großen und ganzen der Entwicklungsgang ein ähnlicher, jedoch erscheinen hier die Prothallien noch mehr reduziert. Die weiblichen kleinen Prothallien, die sich am Scheitel der Makrosporen ausbilden, bringen nur ein einziges Archegonium hervor.

## Klasse II.

### *Equisetinae*, Schachtelhalme<sup>(116)</sup>.

Die Schachtelhalme stellen eine scharf abgegrenzte Klasse vor und umfassen nur die Gattung *Equisetum*, die mit ihren 20 Arten eine weite Verbreitung auf der Erde



aufweist. Die Arten sind teils Land-, teils Sumpfpflanzen. Sie zeigen einen sehr charakteristischen Habitus und Aufbau ihrer ungeschlechtlichen Generation. Aus einem im Boden kriechenden Rhizom entspringen aufrechte oberirdische Halme von meist nur einjähriger Lebensdauer. Bei *Equisetum arvense* (Fig. 420), dem Ackerschachtelhalm, sowie auch bei anderen Arten werden seitliche kurze Rhizomäste in Form von runden Knollen als Reservestoffbehälter und Überwinterungsorgane ausgebildet. Die oberirdischen Halme bleiben entweder einfach, oder sie verzweigen sich in quirlig gestellte Äste zweiter, dritter usw. Ordnung. Alle Achsen sind aus gestreckten Internodien zusammengesetzt, innen von einem zentralen Luftgang und von peripherischen Luftgängen sowie von einem Kreis von kollateralen Gefäßbündeln durchzogen (Fig. 419).

Eigenartig ist die Beblätterung der Schachtelhalme. An jedem Knoten steht ein Quirl von kleinen zugespitzten, unterwärts in eine manschettenartig den Stengel umschließende Scheide verwachsenen Schuppenblättern. Die Internodien sind mit ihrer Basis somit in diese Scheiden eingeschachtelt. Die aufeinander folgenden Quirle wechseln miteinander ab. Die Seitenzweige werden in den Achseln der Quirlscheiden-

blätter angelegt und brechen, da sie aus der engen Scheide nicht nach oben herauswachsen können, durch dieselbe nach außen hervor. Entsprechend der Reduktion der Blattspreiten übernehmen die Halme die Funktion der Assimilation und bilden unter ihrer Epidermis das chlorophyllführende Gewebe aus.

Die Sporangien der Schachtelhalme werden von besonders gestalteten Blättern, Sporophyllen, erzeugt. Dieselben stehen in Quirlen am Gipfel der aufrechten Sprosse in Form eines ovalen oder kugeligen Sporangiumstandes oder Sporophyllstandes (Fig. 420), welcher in seinem Aufbau der männlichen Blüte der Koniferen entspricht und demgemäß auch als Blüte zu bezeichnen ist. Der unterste Quirl ist steril, bildet einen kurzen Kragen. Die Sporophylle selbst haben die Form eines gestielten Schildes, an dessen Unterseite 5–10 sackförmige, mit Längsriß aufspringende Sporangien sitzen (Fig. 420 B, C). Das sporenbildende Gewebe ist im jüngeren Sporangium von einer mehrschichtigen Wandung umgeben. Während die inneren Lagen als sog. Tapetenzellen aufgelöst werden und mit ihrem Plasma zwischen die sich abrundenden Sporen eindringen, bleibt bei der Reife nur die äußere Zellschicht als definitive

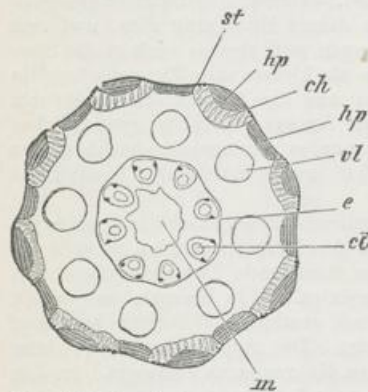


Fig. 419. *Equisetum arvense*. Querschnitt durch den Stengel. *m* lysigene Markhöhle, *e* Endodermis, *cl* Karinalhöhlen in den kollateralen Gefäßbündeln, *vl* Vallekularhöhlen, *hp* Sklerenchymstränge in den Riefen und Rippen, *ch* chlorophyllführendes Gewebe der primären Rinde, *st* Spaltöffnungsreihen. Vergr. 11.

Wandung erhalten; ihre Zellen erhalten Spiral- und Ringfaserverdickungen und die Sporangien gleichen darin den ihnen homologen Pollensäcken der Phanerogamen. Das Aufspringen geschieht durch Kohäsionszug des schwindenden Füllwassers und durch die Kontraktion der dünnen Membranteile beim Austrocknen<sup>[17]</sup>. Das geöffnete Sporangium entleert zahlreiche grüne Sporen mit höchst eigentümlicher Membran. Außer der eigentlichen, aus Intine und Exine bestehenden Sporenmembran ist ein dieser von dem Plasma der Tapetenzellen aufgelagertes Perinium (Epispor) vorhanden. Dasselbe besteht (Fig. 420 D) aus zwei spiralig gewundenen, parallel laufenden Bändern, die sich beim Austrocknen der Sporen ablösen und ausbreiten, bei Zutritt von Feuchtigkeit aber wieder zusammenlegen und durch ihre hygroskopischen Bewegungen dazu dienen, die Sporen, welche eingeschlechtliche Prothallien bilden, gruppenweise zu verketten (Fig. 420 E).

Bei gewissen Schachtelhalmen hat sich ein Unterschied in der Ausgestaltung der oberirdischen Halme herausgebildet. Teils bleiben sie steril, verzweigen sich reichlich, teils tragen sie an ihrem Ende die Blüten und verzweigen sich dann später sparsamer oder überhaupt nicht in unfruchtbare Seitenzweige. Am ausgeprägtesten ist dieser Unterschied bei *Equisetum arvense* und *E. telmateja*, bei denen die fertilen Halme ganz einfach sind, an ihrem Ende mit einer einzigen Blüte abschließen (Fig. 420) und



sich auch durch den Mangel des Chlorophylls und ihre blaßgelbliche Färbung von den vegetativen Halmen unterscheiden. Sie verhalten sich also gleichsam wie auf dem Rhizom lebende parasitische Sprosse.

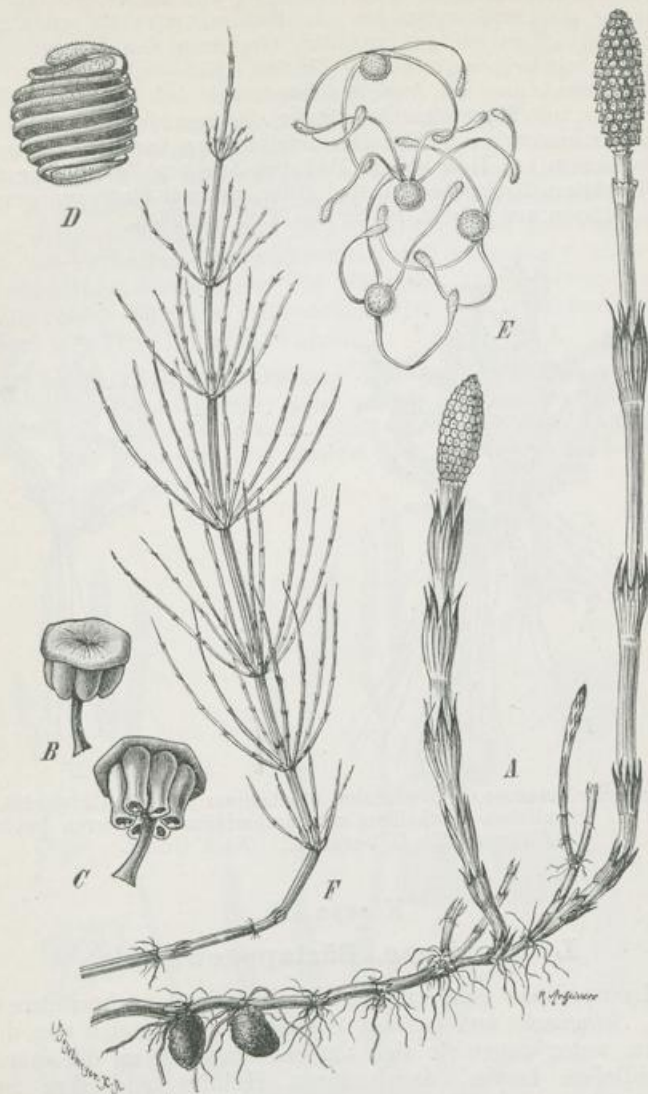


Fig. 420. *Equisetum arvense*. A Fertile Halme, dem knollentragenden Rhizom entspringend, mit vegetativem Halm noch in der Knospe. F Unfruchtbarer vegetativer Halm. B und C Sporophylle mit Sporangien, in C aufgesprungen. D Spore mit den beiden Spiralbändern des Periniums. E Sporen mit den in trockenem Zustand ausgebreiteten Spiralbändern. A F  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. B C D E Vergr.

Das im tropischen Amerika einheimische *Equisetum giganteum* ist die größte Art der Gattung, sie erhebt sich halbkletternd im Gesträuch mit ihren bis 2 cm dicken quirlig verzweigten Halmen bis über 12 m Höhe.

Die Sporen sind sämtlich von gleicher Beschaffenheit und keimen zu thallösen Prothallien aus. Die Prothallien sind meist diöcisch (Fig. 421). Die weiblichen



Prothallien erreichen bedeutendere Größe als die männlichen und verzweigen sich reichlicher in dorsiventrale krause Lappen, an deren Grunde die Archegonien sitzen. Letztere sind ganz ähnlich wie bei den Farnen beschaffen, nur sind die obersten Zellen des aus vier Zellreihen bestehenden Halses stark verlängert und biegen sich bei der Öffnung des Archegoniums stark nach außen um. Am Embryo treten die ersten Blätter gleich in einem Quirl angeordnet auf und umwallen ringförmig den Stammscheitel, welcher mit dreiseitiger Scheitelzelle weiterwächst (Fig. 164, 165).

Die äußeren Membranen der Stengelepidermis sind bei den Schachtelhalmen mehr oder weniger stark mit Kieselsäure imprägniert, in besonderem Maße bei *Equisetum hiemale*, welches ebenso wie auch *E. arvense* infolgedessen zum Scheuern von metallenen Gefäßen, zum Polieren von Holz und zu ähnlichen Zwecken Verwendung findet.

Giftig: In einigen Equisetumarten sind giftig wirkende Stoffe nachgewiesen. Heu, mit viel Schachtelhalm untermischt, ist für das Vieh schädlich.



Fig. 421. *Equisetum pratense*. I Weibliches Prothallium von der Unterseite, mit Archegonien A. II Männliches Prothallium mit Antheridien A, d deren Deckelzellen.  
I Vergr. 17. II Vergr. 12. (Nach GÖBEL.)

### Klasse III.

#### Lycopodinae, Bärlappgewächse.

Zu den Lycopodinae gehören als wichtigste und verbreitetste Gattungen *Lycopodium*, *Selaginella* und *Isoetes*. Sie unterscheiden sich von den übrigen Pteridophyten, unter denen sie sich am ehesten noch an die eusporangiaten Filices anschließen lassen, durch ihren Habitus und ihre Sporangienentwicklung.

Während bei Filicineen und Equisetinen die Sporophylle stets zahlreiche Sporangien erzeugen, tragen sie hier diese Organe in der Einzahl am Grunde der Blattoberseite oder in ihrer Achsel. Bei manchen Lycopodinen sind die Sporophylle von den sterilen Blättern kaum verschieden, bei den meisten aber anders gestaltet und an den sproßenden zu ährenförmigen Sporophyllständen oder Blüten, ähnlich wie bei *Equisetum*, vereinigt. Die Sporangien der Lycopodiaceen sind im Verhältnis zu den Blättern relativ groß, sie entstehen aus einem sich vorwölbenden Gewebshöcker, welcher aus der Epidermis und den darunter gelegenen Zellen hervorgeht, also in derselben



Weise wie bei den eusporangiaten Filicineen und den Equisetinen, während bei allen übrigen Pteridophyten das Sporangium stets aus einer Epidermiszelle allein seinen Ursprung nimmt. Die innerste Schicht der Wandung, Tapetenschicht, wird nicht aufgelöst. Ringbildung fehlt. Die Sporangien öffnen sich mit zwei Klappen, die in einer über den Scheitel laufenden Spalte sich von einander trennen<sup>(117)</sup>. Die Spalten sind durch zwei Reihen dünn bleibender Zellen vorgebildet. Nur bei Isoëtes werden die Sporen durch Verwesung der Sporangiumwand frei. Während *Lycopodium* homospore Sporangien aufweist, treffen wir bei den übrigen Lycopodinen Heterospore an und zugleich eine weitgehende Reduktion und sehr eigenartige Ausbildung des Prothalliums; bei *Lycopodium* dagegen sind die Prothallien wohl entwickelt und zeigen Ähnlichkeit mit denen der Ophioglossaceen. Im Verhalten der geschlechtlichen Generation erinnern die heterosporen Lycopodinen vielfach an die ebenfalls heterosporen Hydropteriden.

Charakteristisch für die Lycopodinen ist die dichotome Verzweigung ihrer Stengel (Fig. 18, 19) und Wurzeln.

**1. Ordnung. Lycopodiaceae**<sup>(118)</sup>. Die zahlreichen Arten der Gattung *Lycopodium*, Bärlapp, sind krautige, meist erdbewohnende Gewächse; in den Tropen gibt es aber auch epiphytische Formen. Eine der häufigsten Arten unserer Flora ist *Lycopodium clavatum* (Fig. 422). Der Stengel dieser wie auch anderer Arten kriecht

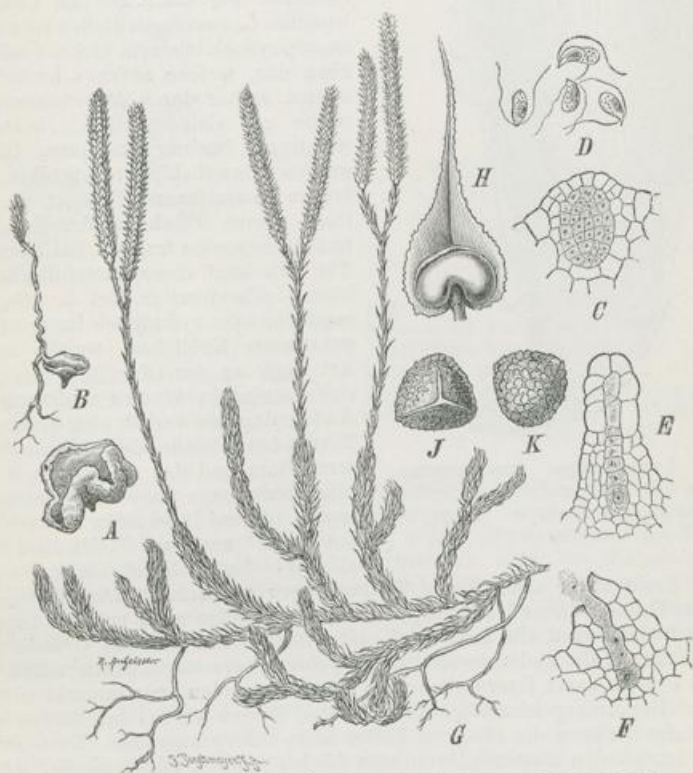


Fig. 422. *Lycopodium clavatum*. A Älteres Prothallium. B Prothallium mit junger Pflanze. C Antheridium, noch geschlossen, quer. D Spermatozoiden. E und F Jüngerer, noch geschlossenes und befruchtungsreifes geöffnetes Archegonium. G Sporangientragende Pflanze,  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. H Ein Sporophyll mit aufgesprungenem Sporangium. I und K Sporen in zwei Ansichten. A—F nach BRUCHMANN.



weit über den Boden hin, verzweigt sich gabelig in aufsteigende Seitenäste und ist dicht mit linealpfriemlichen kleinen Blättchen besetzt. Auf der Unterseite der Stengel entspringen dichotom verzweigte Wurzeln. Die ährenförmigen Blüten stehen zu zwei oder mehreren an den Enden von aufrechten, dichotom verzweigten Stengeln und setzen sich aus dicht aufeinander folgenden Sporophyllen zusammen. Die letzteren sind breit schuppenförmig, laufen in eine lange Spitze aus und tragen am Grunde ihrer Oberseite je ein großes nierenförmiges, durch eine Querspalte zweiklappig aufspringendes Sporangium mit zahlreichen winzigen Sporen (Fig. 422 H). Das einheimische *Lycopodium* *Selago* weicht in seinem Habitus von den übrigen Arten ab, seine gabelig verzweigten Stengel sind alle aufrecht und die Sporophyllstände sind von der vegetativen Region der Zweige nicht abgesetzt.

Alle *Lycopodium*sporen sind gleichgestaltet. Da sie bis zu ihrer Reife in Tetraden verbunden bleiben, behalten sie ihre kugeltetraëdrischer Gestalt bei. Ihre Exine ist mit netzförmigen Verdickungsleisten versehen (Fig. 422 I, K).

Die aus den Sporen hervorgehenden Prothallien sind erst für eine kleinere Anzahl von Arten bekannt geworden und zeigen bemerkenswerte Verschiedenheiten. Bei *L. clavatum* (Fig. 422 A, B) und dem nahe verwandten *L. annotinum* stellen sie unterirdische, saprophytisch lebende, kleine weißliche Knöllchen dar, welche anfangs kreiselförmig gestaltet, später durch Auswachsen der Randpartie zu vielgestaltigen, becherförmigen, wulstigen, buchtig gelappten, bis ca. 2 cm großen Gewebekörpern werden, die mit langen Wurzelhaaren besetzt sind und auf ihrer oberen Fläche zahlreiche Antheridien und Archegonien tragen. Bei *L. complanatum* (Fig. 423) sind diese unterirdischen Gewebekörper rübenförmige, bei *L. Selago* dagegen rundliche oder zylindrisch langgestreckte und gekrümmte Knöllchen, welche bei letzterer Art auch an der Oberfläche des Erdbodens sich entwickeln können und dann ergrünen. Anders dagegen verhält sich das auf feuchtem Torfboden lebende kleine *L. inundatum* unserer Flora und das tropische mit aufrechten reichverzweigten Sprossen versehene *L. cernuum*, deren Prothallien kleine im Boden steckende und mit Rhizoiden befestigte chlorophyllarme Gewebekörper vorstellen, die

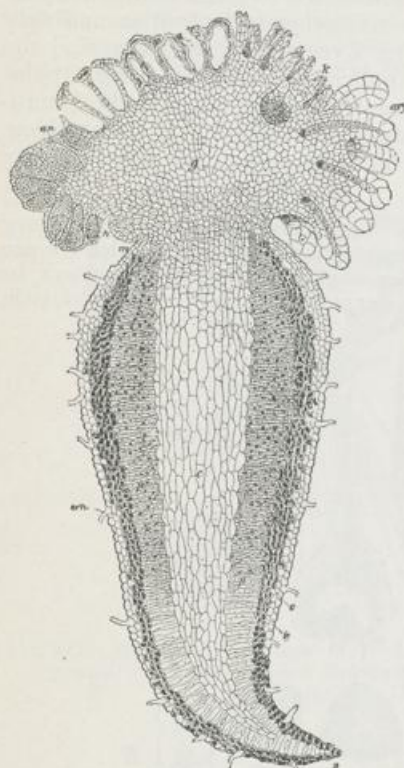


Fig. 423. *Lycopodium complanatum*. Prothallium mit Antheridien aa, Archegonien ar, k junger Embryo. Vergr. 26. (Nach BRUCHMANN.)

am oberen Ende grüne oberirdische Thalluslappen entsenden. Die Archegonien entspringen am Grunde dieser Thalluslappen, die Antheridien auch auf den Lappen selbst.

Die Prothallien sind alle monöisch. Die Antheridien (Fig. 422 C) sind in das Gewebe etwas eingesenkt und umschließen zahlreiche Spermatozoidmutterzellen, aus denen die kleinen ovalen, unter ihrer Spitze zwei Cilien tragenden Spermatozoiden (Fig. 422 D) frei werden. Die Archegonien (Fig. 422 E, F) sind ähnlich wie bei den Farnen beschaffen; an ihrem Halsteil gehen die obersten Zellen beim Öffnen zugrunde. Die Zahl der Halskanalzellen ist bei den einzelnen Arten verschieden (1, 3–5, oder 6 bis 10). Die Embryoentwicklung verläuft in ähnlicher Weise wie bei *Selaginella* (Fig. 428). Es wird ein Embryoträger oder Suspensor gebildet, der aber auf dem Fußende des Embryos oder zwischen Fuß und Stammknospe steht.

Offizinell sind die Sporen von *Lycopodium clavatum* und anderen



Arten (*Lycopodium*, *Pharm.* germ., austr., helv.). Sie werden als Hexenmehl bezeichnet.

**2. Ordnung. Selaginellaceae**<sup>(119)</sup>. Die Gattung *Selaginella* ist bei uns nur durch wenige, in den Tropen dagegen durch zahlreiche Formen vertreten. Sie besitzen teils niederliegende, am Boden kriechende, reich gabelig, mit sympodialer Ausbildung verzweigte, teils aufrechte verzweigte Stengel; einige sind rasenbildend, andere klettern sogar mit mehrere Meter langem Stengel im Gesträuch empor. Im allgemeinen haben die Selaginellen ähnlichen Habitus wie die *Lycopodien*, ihr Stengel ist mit kleinen schuppenartigen Blättchen und zwar meist in dorsiventraler Anordnung besetzt, so bei der in den Alpen einheimischen *Selaginella helvetica* (Fig. 424), deren Stengel zwei Reihen kleiner, sog. Oberblätter, und zwei Reihen diesen gegenüberstehender größerer Unterblätter trägt. Eigentümlich sind den Selaginellen die Wurzelträger<sup>(120)</sup>, blattlose, zylindrische, an den Gabelungsstellen der Stengel meist paarweise exogen entspringende

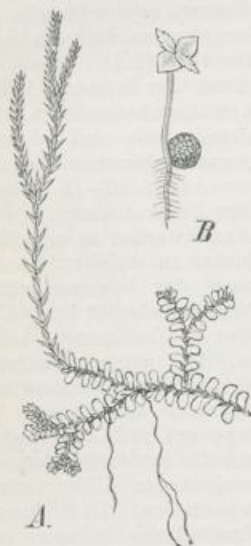


Fig. 424. A *Selaginella helvetica*. Nat. Gr. (Nach der Natur.) B *S. denticulata*, Keimpflänzchen mit der Makrospore. Vergr. (Nach BISCHOFF.)

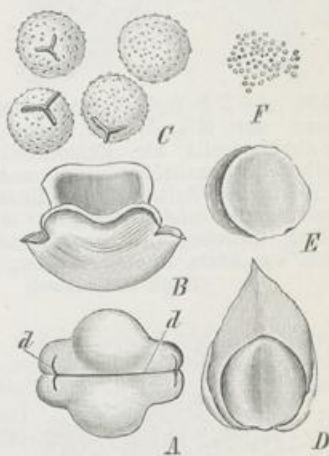


Fig. 425. *Selaginella helvetica*. A Makrosporangien von oben mit Dehizenslinie *d*. B Geöffnet von der Seite, die vier Makrosporen *C* ausgeschleudert. D Mikrosporangien in der Achsel des Schuppenblattes von innen. E Geöffnet. F Mikrosporen. Vergr. ca. 15.

und nach unten wachsende sproßartige Sondergebilde (vgl. S. 42), die nahe an ihrer Spitze je eine oder mehrere Wurzeln endogen erzeugen, übrigens aber auch befähigt sind, zu beblätterten Sprossen weiterzuwachsen, wenn die normalen Sprosse zurückgeschnitten werden. Schon an dem Keimling entstehen unter den Keimblättern ganz kurze Wurzelträger, aus deren Spitzen die ersten Wurzeln endogen sich bilden. Die Blätter der Selaginellen sind ausgezeichnet durch eine der Blattoberseite am Grunde entspringende kleine häutige Ligula. Ihre epidermalen Assimilationszellen führen bei manchen Arten, ähnlich wie bei *Anthoceros*, nur je einen großen muldenförmigen Chloroplasten<sup>(121)</sup>.

Die Sporophyllstände oder Blüten verhalten sich ähnlich wie bei *Lycopodium*, sind endständig, einfach oder verzweigt, radiär, seltener dorsiventral. Jedes Sporophyll trägt nur ein über der Blattachsel aus dem Stengel entspringendes Sporangium. In ein und derselben Blüte treten sowohl Makro- als auch Mikrosporangien auf. In den ersteren (Fig. 425 A—C) gehen die angelegten Sporenmutterzellen alle zugrunde bis auf eine, welche die vier großen paarweise gekreuzten und die Sporangienwand buckelig vorwölbenden Sporen liefert. Das Aufspringen vollzieht sich auf vorgezeichneten Dehizenslinien mit zwei auf einem basalen kahnförmigen Teile stehenden, sich zurückkrümmenden Klappen; durch



den Druck des sich verengenden Kahnteils und der Klappen werden die Sporen herausgeschleudert. In den flachen Mikrosporangien sind zahlreiche kleine Sporen vorhanden.

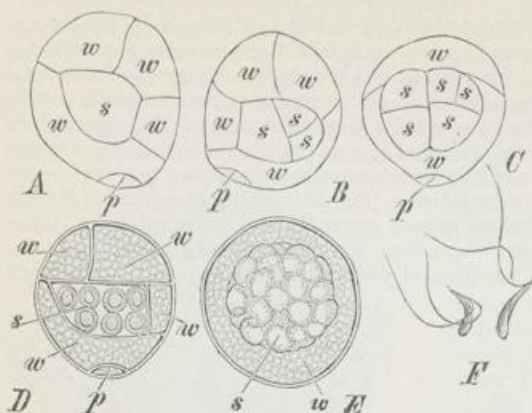


Fig. 426. A—E *Selaginella stolonifera*. Vergr. 640. Keimung der Mikrosporen, successive Stadien, *p* Prothalliumzelle als Rhizoidzelle aufzufassen, *w* Antheridiumwandzellen, *s* spermatozytische Zellen, A, B, D Von der Seite, C vom Rücken. In E die Prothalliumzelle nicht sichtbar, die Wandzellen aufgelöst, umgeben die Spermatozytmutterzellen. F *Sel. cuspidata*. Spermatozoiden. Vergr. 780. (Nach BELAJEFF.)

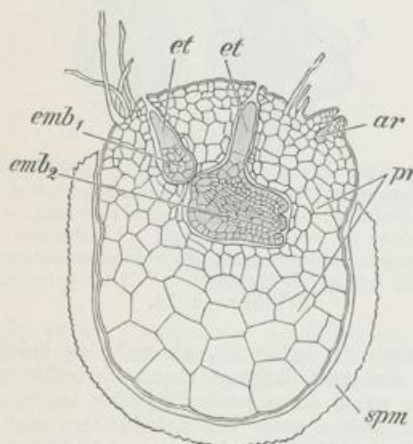


Fig. 427. *Selaginella Martensii*. Weibliches Prothallium, aus der am Scheitel geöffneten Makrosporenmembran *spm* hervortretend, *ar* unbefruchtete gebliebenes Archegonium, *emb1*, *emb2* zwei in das Prothalliumgewebe eingesenkte Embryonen mit den Embryoträgern *et*. Vergr. 124. (Kombiniert nach PFEFFER.)

bildenden Sporenraum abgrenzen. In dem kleinzelligen Gewebe am Scheitel werden einige wenige Archegonien angelegt und zwar manchmal bereits, wenn die Spore noch nicht vom Prothalliumgewebe ganz ausgefüllt ist. Meist werden die Archegonien erst gebildet, wenn die Sporen aus dem Sporangium entleert sind.

Die Öffnung geschieht hier in ähnlicher Weise, nur ist der kahnförmige Teil viel kürzer, die Klappen reichen fast bis zur Basis.

Die Mikrosporen beginnen ihre Weiterentwicklung schon innerhalb des Sporangiums. Die Sporenzelle teilt sich zunächst in eine kleine linsenförmige, der Rhizoidzelle von *Salvinia* entsprechende Zelle und in eine große Zelle, welche successive in acht sterile Prothallien- oder Wandzellen und zwei oder vier zentrale spermatozytische Zellen sich weiter teilt (Fig. 426 A). Durch weitere Teilung der letzteren Zellen, die ein einziges Antheridium vorstellen, entstehen die sich abrundenden Spermatozytmutterzellen in größerer Anzahl (B—D). Die Wandzellen lösen alsdann ihre Wände auf und werden zu einer Schleimschicht, in welcher die zentrale Masse der Spermatozytmutterzellen eingebettet liegt (E). Die kleine Prothalliumzelle bleibt hingegen erhalten. Das ganze männliche Prothallium ist bis zu diesem Stadium von der Mikrosporenhaut noch umschlossen; schließlich bricht diese auf und die Mutterzellen werden frei, um die keulenförmigen, an der Spitze mit zwei langen Cilien versehenen Samenfüden zu entlassen. Die Bildung dieses reduzierten Prothalliums erinnert an die gleichartigen Vorgänge bei den Hydropteriden.

Auch die Makrosporen beginnen, allerdings nicht bei allen Arten, ihre Weiterentwicklung schon, wenn sie noch im Sporangium eingeschlossen liegen. Der Zellkern teilt sich in Tochterkerne, die in dem Wandplasma am Scheitel sich verteilen, und nun erfolgt hier die Ausbildung von Zellwänden. So wird vom Scheitel bis zur Basis fortschreitend die Spore durch Vielzellbildung ganz mit großen Prothalliumzellen angefüllt; zugleich beginnt aber auch in derselben Richtung die weitere Teilung dieser Zellen in kleinzelliges Gewebe. Bei einigen Arten wird zunächst nur am Scheitel eine kleinzellige Scheibe von Zellen angelegt, welche durch verdickte Innenwände (Diaphragma) sich von dem erst später die Zellwände aus-

bildenden Sporenraum abgrenzen. In dem kleinzelligen Gewebe am Scheitel werden einige wenige Archegonien angelegt und zwar manchmal bereits, wenn die Spore noch nicht vom Prothalliumgewebe ganz ausgefüllt ist. Meist werden die Archegonien erst gebildet, wenn die Sporen aus dem Sporangium entleert sind.



Die Sporenwand platzt schließlich am Scheitel auf und das kleinzellige farblose Prothallium tritt etwas hervor und bildet auch einige Rhizoïden. Es erfolgt dann die Befruchtung von einem oder zwei Archegonien und die direkte Weiterentwicklung der befruchteten Eizellen zum Embryo (Fig. 427).

In der Entwicklung des Embryo erinnert *Selaginella* mit einigen Unterschieden am meisten an *Lycopodium*. Das Ei teilt sich durch eine Querwand in zwei Zellen und die obere derselben vergrößert sich stark, geht in ihrer unteren Partie noch einige Teilungen ein und wird auch hier zu dem Embryoträger oder Suspensor (Fig. 428 *et*), während aus der unteren Zelle durch weitere Teilungen der sich in das erste Blattpaar, den Stammscheitel, den ersten Wurzelträger und den Fuß gliedernde Embryo hervorgeht (*w, f, bl, st*). Der Fuß hat hier eine andere Lage als bei *Lycopodium*. Schon an dem ersten Blattpaar treten die Ligulargebilde als Ausprossungen der Blattbasis auf (*lig*).

Der Embryoträger steht senkrecht zur Achse des Keimlings und dient dazu, den sich entwickelnden Embryo in das Prothalliumgewebe, aus dem er seine Nährstoffe mittels des Fußes bezieht, vorzuschieben. Schließlich wächst der Sproßscheitel mit dem ersten Blattpaar nach oben, die Wurzel nach unten aus der Makrospore hervor; die junge Keimpflanze bleibt mit dem Fuß in dem Prothalliumgewebe stecken, so daß das Ganze den Eindruck eines keimenden Phanerogamensamens hervorruft (Fig. 424 B).

**3. Ordnung. Isoëtaceae**<sup>(122)</sup>. Hierher gehört nur die isoliert stehende Gattung *Isoëtes*, Brachsenkraut, die als selbständiger Zweig der in früheren Erdperioden viel formenreicheren Klasse anzusehen ist, übrigens auch einige Beziehungen zu den eusporangiaten Filices aufweist. Die *Isoëtes*-Arten sind teils untergetauchte, teils auf feuchtem Boden lebende perennierende Kräuter mit knolliger gestauchter, selten dichotom gegabelter Achse, die nach unten ein Büschel von dichotom sich gabelnden Wurzeln, nach oben eine dichte Rosette von langen pfriemförmigen, steifen, von vier Luftkanälen durchzogenen Blättern trägt (Fig. 429). Die Blätter verbreitern sich am Grunde zu einer breiten Scheide und sind an der Innenseite über der Insertion mit einer länglichen grubenartigen Vertiefung, der Fovea, versehen, auf deren Grunde ein einziges sitzendes großes Sporangium erzeugt wird. Über der Fovea ist die Ligula als dreieckiges Häutchen mit eingesenkter Basis inseriert. Im Habitus weicht also

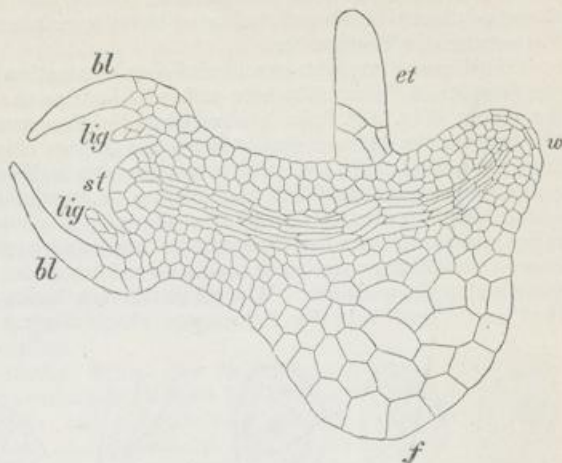


Fig. 428. *Selaginella Martensii*. Längsschnitt durch einen noch nicht aus der Spore hervorgebrochenen Embryo. *et* Embryoträger, *w* Wurzelanlage, *f* Fuß, *bl* Blätter, *lig* Ligula, *st* Stammscheitel. Vergr. 165. (Nach PFEFFER.)

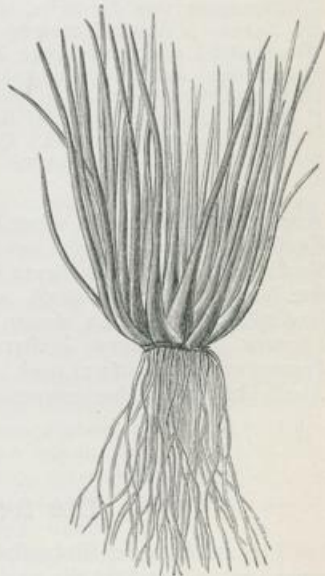


Fig. 429. *Isoëtes lacustris*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.



Isoëtes von den übrigen Gattungen bedeutend ab, mit Selaginella ist ihr die Ligula gemeinsam.

Die Makrosporangien sitzen an den äußeren Blättern der Rosette, die ihnen ähnlichen Mikrosporangien an den inneren. Beide sind hier von querverlaufenden sterilen Gewebesträngen durchsetzt und unvollständig gefächert. Die Sporen werden erst durch Verwesung der Behälter frei.

Die Entwicklung der geschlechtlichen Generation geschieht in ähnlicher Weise wie bei Selaginella. Das reduzierte männliche Prothallium entwickelt sich bereits in der Spore (Fig. 430). Auch hier wird die Sporenzelle in eine kleine linsenförmige Prothalliumzelle (*p*) und eine größere, als Anlage eines einzigen Antheridiums, zerlegt. Die große Zelle teilt sich weiter in vier sterile Wandzellen (*w*), welche allseitig zwei zentrale spermatogene Zellen umschließen. Aus jeder der letzteren entstehen zwei Spermatozoidmutterzellen (*E*), im ganzen also vier, die nun nach dem Auflösen der Wandzellen und Aufplatzen der Sporenhülle nach außen gelangen und die spiralig gewundenen, mit Anhang versehenen und am vorderen Ende mit einem Cilienbüschel besetzten Samenfäden (*G*) entlassen. Wie bei Selaginella bleibt auch hier das weibliche Prothallium (Fig. 431) in der Makrospore eingeschlossen und ist nicht zu selbständigem

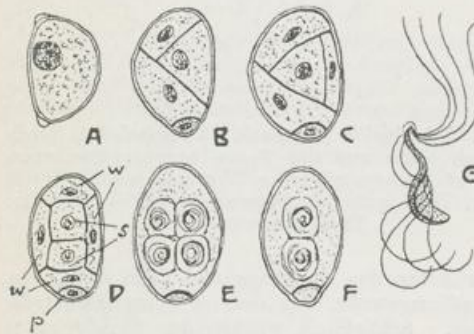


Fig. 430. A—F *Isoetes setacea*. Vergr. 640. A Mikrospore von der Seite. B—D Teilung der Spore, *p* Prothalliumzelle, *w* die vier Wandzellen, *s* spermatogene Zelle. E Die Wandzellen aufgelöst, umgeben die vier Spermatozoidmutterzellen, Flächenansicht. F Desgl., Seitenansicht. G *Isoetes Malinverniana*, Spermatozoid. Vergr. 780. (Nach BELAJEFF.)

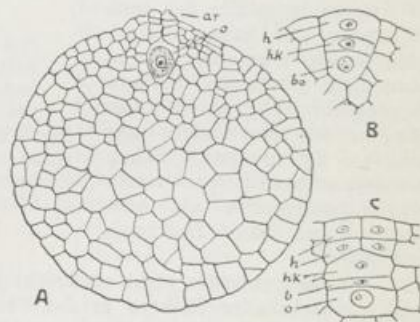


Fig. 431. *Isoetes echinospora*. A Weibliches Prothallium mit Archegonium *ar*, Eizelle *o*. B C Entwicklung des Archegoniums aus einer oberflächlichen Zelle, *h* Halszellen, *hk* Halskanalzelle, *b* Bauchkanalzelle, *o* Eizelle. Vergr. 250. (Nach CAMPBELL.)

Wachstum befähigt. In seiner Bildung zeigt es wie bei Selaginella Annäherung an die Koniferen, indem zunächst der Kern der Makrospore in zahlreiche freie wandständige Tochterkerne sich teilt, bevor die Zellwände, vom Scheitel der Spore zur Basis längs der Wandung fortschreitend, angelegt werden. Die ganze Spore wird so mit einem Prothallium erfüllt, an dessen Scheitel einige wenige Archegonien zur Entwicklung kommen. Der Embryo besitzt keinen Embryoträger. Im Bau des Embryos und der Spermatozoiden entfernt sich *Isoetes* von den übrigen Lycopodinen, zeigt vielmehr Ähnlichkeiten mit den eusporangiaten Farnen.

### Die fossilen Kryptogamen<sup>(123)</sup>.

Die aus früheren Erdperioden in fossiltem Zustand erhaltenen Reste von Kryptogamen geben uns über die phylogenetischen Beziehungen der Klassen der Thallophyten und Bryophyten keinerlei Aufschluß. Verbindende Formen zwischen Algen und Moosen wie auch zwischen Moosen und Pteridophyten sind bis jetzt nicht nachgewiesen worden;



dahingegen hat die Phytopaläontologie uns mit interessanten, schon frühzeitig ausgestorbenen Typen der Pteridophyten bekannt gemacht, welche das System der jetzt lebenden Farne, Schachtelhalme und Bärlappe wesentlich ergänzen und zum Teil auch den Übergang von den Farnen zu den Gymnospermen vermitteln.

I. Weitaus die meisten *Thallophyten* sind infolge ihrer zarten Struktur zu fossiler Erhaltung überhaupt nicht geeignet. Aus dem Mangel von Resten mancher Thallophytenklassen in älteren Schichten ist also der Schluß auf die damalige Nichtexistenz derselben nicht zulässig. Reste von Algen unbestimmbarer Verwandtschaft sind schon im Silur gefunden. Unter den Algenresten lassen sich am sichersten, dank ihrer guten Erhaltung, die zu den *Siphonales* gehörigen Kalkalgen bestimmen, von denen man zahlreiche Formen aus dem Tertiär, bis hinab zum Silur, nachgewiesen hat, während die mit Kalk inkrustierten *Corallineen*, zu den Rotalgen gehörend, vom oberen Jura aufwärts erscheinen. Unter den einzelligen Algen sind die mit verkieselter Membran versehenen *Diatomeen* ebenfalls gut erhalten, vom Jura an aufwärts, besonders in Kreide und Tertiär oft in mächtigen Lagern von Kieselgur vertreten, und sämtlich noch jetzt lebenden Gattungen angehörend. Die *Characeen* erscheinen ziemlich häufig vom Tertiär ab, und gehen hinab in einzelnen Resten bis zum Muschelkalk. Die meisten jetzt lebenden Algensippen sind erst vom Tertiär an sicher nachweisbar.

*Bakterien* dürften seit den ältesten Zeiten ihre Zersetzungsarbeit an organischen Substanzen verrichtet haben und konnten zum Beispiel in Pflanzenresten aus dem Karbon erkannt werden. Auch die *Eumyceten* und wahrscheinlich auch die *Mycomyceten* waren im Karbon schon vertreten; so sind *Aecomyceten* an Blättern und Stämmen in allen Schichten vom Karbon an gefunden. Reste von *Lichenen*, Flechten jetzt noch lebender Gattungen, erscheinen im Tertiär.

II. Von *Bryophyten* entstammen die meisten der im allgemeinen sparsam fossil erhaltenen Formen dem Tertiär und zeigen die größte Ähnlichkeit mit rezenten Gattungen. Nur vereinzelte Reste von Leber- und Laubmoosen fanden sich in älteren Schichten, im Jura, in der oberen Trias.

III. Die *Pteridophyten* reichen in der Reihe der Formationen bis in das Silur zurück, herrschten im Karbon vor, indem sie die Hauptmasse der Landvegetation der Steinkohlenflora lieferten, und traten dann weiterhin zurück gegenüber den höheren Stufen der Gymnospermen und schließlich der Angiospermen.

1. Die Klasse der *Filicinae* ist in ihren beiden Unterklassen schon vor dem Ende des Silurs und besonders reich im Karbon vertreten. Die Farne zeigten in den paläozoischen Schichten bereits im wesentlichen dieselbe Organisation; manche der heute lebenden Familien waren vertreten, und einzelne derselben (z. B. die *Marattiaceen*) sogar in größerem Artenreichtum. Aus den Filicinen, welche gegen die übrigen Klassen scharf abgesetzt sind, dürften durch Vermittlung der *Cycadofilices*, die zwar noch farnartigen Habitus aufwiesen, aber bereits Samen trugen, die Phanerogamen, zunächst die Cycadaceen, hervorgegangen sein, während die übrigen Klassen der Pteridophyten keine Weiterbildung zu höheren Stufen erfuhren.

Die *Wasserfarne* sind mit Sicherheit meist erst im Tertiär nachweisbar, *Salvinia* und *Marsilia* lassen sich aber auch bis in die Kreide zurückverfolgen.

2. Die Klasse der *Equisetinae*, heute nur noch in der einzigen, bis in die Trias zurückreichenden Gattung *Equisetum* vertreten, war im Paläozoicum sehr reich entwickelt in der großen, besonders im Karbon sehr häufigen Ordnung der *Calamarien*, habituell den Schachtelhalmen ähnliche, in einzelnen Arten wohl bis 30 m hohe baumartige Gewächse, deren mit Periderm bedeckte, hohle, monopodial quirlig verzweigte Stämme (*Calamites*) sekundäres Dickenwachstum aufwiesen. Ihre Blätter (*Annularia*) standen in abwechselnden Quirlen, waren schmallanzettlich, anfangs zu einer Scheide verbunden, später sich trennend, und in dem ältesten Typus *Archaeocalamites* noch dichotom geteilt. Die Sporangienstände oder Blüten (*Calamostachys*) hatten teils denselben Bau wie *Equisetum*, bei den meisten aber komplizierteren, indem sie sich aus abwechselnden Quirlen von Schuppenblättern und Sporophyllen zusammensetzten. Interessant ist die Tatsache, daß die *Calamarien*, z. T. wenigstens, heterospor waren.

3. Auch die Klasse der *Lycopodinae* war in den paläozoischen Epochen ungemein reich vertreten und zwar in erster Linie in den zwei großen ausgestorbenen Ordnungen der *Sigillarien* und der *Lepidodendreen*. Die *Sigillarien* sind vom Kulm ab gefunden, im Karbon am artenreichsten und reichen mit einer Art noch in den Buntsandstein



hinein. Es waren stattliche baumartige Gewächse mit mächtigen, in die Dicke wachsenden, säulenförmigen, meist einfachen oder nur wenig gegabelten Stämmen, oben mit langen pfriemlichen Blättern versehen, am Schafte bedeckt mit den Längszeilen sechseckiger Blattnarben, mit stammbürtigen, langgestielten zapfenförmigen Blüten, deren Sporangien nur einerlei Sporen enthielten.

Die *Lepidodendreen*, vom Unterdevon bis in das Rotliegende, besonders aber im Karbon verbreitet, waren ebenfalls baumartige Pflanzen, aber mit dichotom verzweigten rhombisch gefelderten, in die Dicke wachsenden Stämmen, an denen oben die meist spiralig angeordneten, schmalen, bis 15 cm langen Blätter auf rhombischen Blattkissen saßen. Die zapfenförmigen Blüten (*Lepidostrobus*) entsprangen endständig oder am Stamme selbst und enthielten Makro- und Mikrosporangien, je eins auf jedem Sporophyll.

Schon im Karbon waren aber auch krautige Lycopodiaceen vorhanden, die Vorläufer der heutigen *Lycopodium*-Arten, während *Isoetes* erst aus der unteren Kreide sicher bekannt wurde.

4. Die kleine Klasse der *Sphenophyllinae*, welche vom Devon bis Perm vertreten war, dann aber ausstarb, hat insofern ein besonderes phylogenetisches Interesse, als sie eine vermittelnde Stellung zwischen Lycopodinen und Equisetinen einnahm und vielleicht den gemeinsamen Ausgangsformen dieser drei Gruppen am meisten sich näherte, besonders in dem ältesten Typus *Cheirostrobis* aus den untersten Karbonschichten, deren Blüten sehr komplizierten Bau besaßen und am ehesten an Kalamarienblüten erinnern, während im anatomischen Verhalten dieser Gattung eine Annäherung an *Lepidodendron* zu konstatieren ist.

Die *Sphenophyllum*-Arten waren langstengelige Pflanzen mit superponierten Quirlen keilförmiger oder gabelig geteilter Blätter, mit ziemlich großen ährenförmigen endständigen, Equisetum-ähnlichen Blüten, deren Sporophylle zwei oder drei homospore Sporangien trugen. Man hat diese Gewächse als schwimmende Wasserpflanzen betrachtet, indessen weist die Struktur des dünnen langen Stengels mit seinem axilen dreistrahligen, sekundär verdickten Xylem eher auf kletternde Landpflanzen hin.



## Zweite Abteilung.

### Phanerogamen.

#### *Übergang von den Kryptogamen zu den Phanerogamen.*

Aus historischen Gründen und in Ermangelung einer besseren Bezeichnung von gleicher Kürze, sind die alten Namen für die beiden Stufen des Pflanzenreiches, Kryptogamen und Phanerogamen, hier beibehalten. Die scharfe Grenze freilich, welche beide Gruppen zu trennen schien, ist längst der Erkenntnis gewichen, daß die Phanerogamen eine Fortsetzung heterosporer Gefäßkryptogamen sind; eine Erkenntnis, die wir in erster Linie W. HOFMEISTER<sup>(1)</sup> verdanken.

Eine wesentliche, allen Moosen und Farnpflanzen gemeinsame Eigentümlichkeit trat uns in dem Generationswechsel (S. 355) entgegen, der in dem Entwicklungsgang der Archegoniaten mit Notwendigkeit stete Abwechslung einer geschlechtlichen Generation mit einer ungeschlechtlichen herbeiführt. Während jedoch bei den Moosen die Geschlechtsgeneration, das Moospflänzchen, allein zu selbständiger Ausbildung gelangt, erscheint sie als Prothallium schon bei den Farnpflanzen in unscheinbarer Gestalt. Die ungeschlechtliche dagegen, bei den Moosen ein zeitlebens von der geschlechtlichen Pflanze abhängiges Sporogonium, ist bei den Farnpflanzen selbständig geworden. Sie tritt als stattliche Pflanze, als Farn, Schachtelhalm usw. auf, bringt Blätter hervor und auf diesen oder einigen von ihnen — den Sporophyllen — die Sporangien. Eine Vereinigung mehrerer Sporophylle an einem Sproß, der außerdem andere als Hülle dienende Blätter auszubilden pflegt, bezeichnet man als Blüte. So bietet Equisetum (Fig. 420, S. 383) ein gutes Beispiel einer einfach gebauten Blüte mit nur einer Art von Sporophyllen dar.

Mit dem Auftreten der Heterosporie (S. 370) ist ein außerordentlich folgereicher Schritt getan; die Geschlechtsdifferenzierung, die bis dahin dem Prothallium, der Geschlechtsgeneration, vorbehalten war, wird bereits in der ungeschlechtlichen Generation vollzogen. Diese bringt jetzt männliche Sporangien oder Mikrosporangien und weibliche Makrosporangien hervor. Die Tätigkeit der Geschlechtsgeneration wird auf die Ausbildung der jeweiligen Sexualorgane beschränkt; sie erleidet damit eine weitere erhebliche Rückbildung. Die männlichen Prothallien gehen fast vollständig in der Antheridienbildung auf, nur einzelne vegetative Prothalliumzellen bleiben bei der Keimung der Mikrosporen erhalten; die weiblichen, bei Salvinia noch ergrünend und aus der Makrospore austretend, haben bei Selaginella und Isoetes die Fähigkeit, sich selbsttätig zu ernähren, verloren. Sie beginnen ihre Entwicklung bereits innerhalb des mütterlichen Makrosporangiums und die frei gewordenen Makrosporen öffnen sich schließlich nur, um den Spermatozoiden Zugang zu den scheitelständigen Archegonien zu gewähren.

In der Reihe der Farnpflanzen ist also eine Zurückdrängung der Geschlechtsgeneration leicht zu verfolgen, sie wird bei den sich unmittelbar anschließenden Phanerogamen weiter fortgesetzt<sup>(2)</sup>.

Die Makrospore, hier von alters her als Embryosack bezeichnet, bleibt stets im Makrosporangium, der Samenanlage, eingeschlossen. Diese besteht aus dem Nucellus und einer oder zwei von seinem Grunde, der Chalaza, aus rings emporgewachsenen Hüllen, den Integumenten, welche nur über dem Nucellusseitel einen schmalen Zugang, die Mikropyle, freilassen. Mit einem oft sehr kurzen Stiele, dem Funiculus, ist



ein solches Makrosporangium dem Sporophyll, hier Makrosporophyll oder Fruchtblatt, angefügt. Die Ansatzstelle einer oder mehrerer Samenanlagen trägt den Namen Placenta. Ist der Nucellus die geradlinige Fortsetzung des Funiculus, so nennt man die Samenanlage gerade, atrop. Sehr viel häufiger erleidet der Funiculus unterhalb der Chalaza eine scharfe Krümmung, so daß die Samenanlage mit dem äußeren Integumente an ihm entlang zurückläuft; die Samenanlage ist dann umgewendet, anatrop. Die in solchem Falle noch am reifen Samen kenntliche Verwachsungslinie von Funiculus und äußerem Integument heißt die Samennaht oder Raphe. Endlich kann die Samenanlage selbst gekrümmt sein, man spricht dann von einer campylotropen Samenanlage. Figur 432 A—C stellt diese drei Fälle schematisch dar.

Innerhalb einer solchen Samenanlage findet sich in der Regel nur ein einziger Embryosack vor. Wie im Makrosporangium von Selaginella durch Tetradenteilung vier Makrosporen entstehen, so werden auch im Makrosporangium (Samenanlage) der Phanerogamen zunächst von der meist in Einzahl vorhandenen Embryosackmutterzelle vier Tochterzellen gebildet, von denen aber drei zugrunde gehen, während die vierte sich zur Makrospore, dem

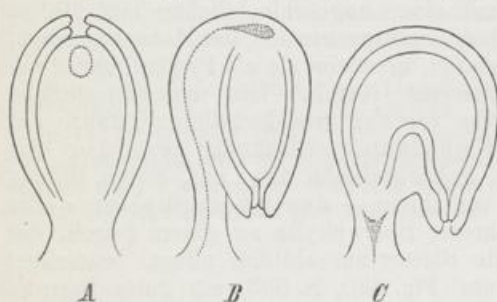


Fig. 432. A Atrope, B anatrope, C campylotrope Samenanlage. Schematisch und vergrößert.

Embryosacke, entwickelt. In einer bei den verschiedenen Klassen der Phanerogamen verschiedenen Weise wird die Prothallium-(Endosperm)anlage und Archegonien-(Eizellen)-bildung vorgenommen. Die befruchtete Eizelle wächst zum Keim oder Embryo noch innerhalb der Makrospore und auf Kosten der Mutterpflanze heran. Erst nachdem der Embryo eine bei den verschiedenen Pflanzen verschieden hohe, aber für die betreffende Art charakteristische Stufe der Entwicklung erreicht hat, stellt er das Wachstum ein und geht nach Trennung von der Mutterpflanze einer Ruheperiode entgegen. Er ist von den entsprechend entwickelten und in ihrer Ausbildung ihm angepaßten übrigen Teilen des Makrosporangiums umgeben, nämlich dem Prothallium oder Endosperm, dem Nucellus (falls noch vorhanden) und der aus den Integumenten hervorgegangenen Schale. Das ganze aus der Samenanlage entstandene Gebilde wird Samen genannt. Diese Weiterentwicklung des geschlossenen Makrosporangiums zum Samen ist für alle Phanerogamen charakteristisch; sie können daher auch sehr bezeichnend als Samenpflanzen, Spermaphyten, den samenlosen Kryptogamen gegenübergestellt werden.

Die einzelnen Teile des reifen Samens sind also der Embryo, das ihn umgebende Prothallium oder Endosperm, ein etwa vorhandener Rest des Nucellus, als Perisperm von jenem unterschieden, und die Samenschale. Endosperm und Perisperm stellen das Nährgewebe dar. Seine Zellen sind mit Stärke, Eiweißstoffen, fettem Öl oder anderen Reservestoffen (Fig. 433, 434) vollgepfropft — auch in Form stark verdickter Wände gespeicherte Cellulose kann als Reservestoff dienen —, die, wenn der Samen nach Ablauf einer Ruheperiode in die Keimung eintritt, den Unterhalt der jungen Pflanze bestreiten, bis sie imstande ist sich selbst zu ernähren. Dabei muß erwähnt werden, daß meist der Nucellus vom Endosperm bereits völlig verdrängt wurde, daß daher Perisperm nur in selteneren Fällen im Samen

nach  
sper  
Res  
ang  
geb

Fig.  
mit  
al A

und  
ver  
cul  
die  
die  
ge  
Fu  
Bis  
älte

Fig  
Der  
bet  
mu  
dün  
lieg  
spe  
spe  
I

ma  
zu  
be  
ma

de  
Mi  
er



nachgewiesen werden kann (Fig. 435). Häufig findet sich aber auch ein Endosperm nicht mehr vor, wenn nämlich der Embryo selbst die Speicherung der Reservestoffe in seinem ganzen Körper (Fig. 436) oder in seinen fleischig angeschwollenen Keimblättern, den Kotyledonen, übernommen hat.

Die Samenschale endlich ist außerordentlich verschieden, stets aber so gebaut, daß sie den umschlossenen zarteren Teilen Schutz gegen Austrocknen

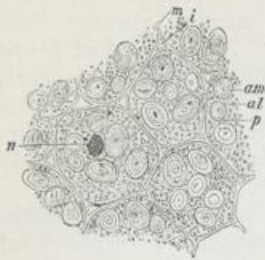


Fig. 433. Zellen der Keimblätter der Erbse mit Reservestoffen. *am* Stärkekörner, *al* Aleuronkörner, *p* Protoplasma, *n* Zellkern. Vergr. 160.



Fig. 434. Endospermzelle von *Phytelphas macrocarpa* mit Reservecellulose. Vergr. 225.

und Verletzungen zu bieten vermag; sie führt daher stark verdickte und verholzte oder verkorkte Zellagen. Außerlich läßt sie die Narbe des Funiculus erkennen, welche als Nabel oder Hilum bezeichnet wird; ebenso ist die Mikropyle und bei anatropen Samen, Hilum und Chalaza verbindend, die Raphe kenntlich, jene bereits genannte Verwachsungslinie des Funiculus mit dem Integument. Bisweilen entsteht am Funiculus älterer Samenanlagen ein Samen-

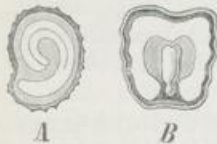


Fig. 435. *A* Samen von *Hyoscyamus niger*. Der dikotyle Keim in Endosperm eingebettet. *B* Samen von *Elettaria Cardamomum*. Innerhalb der dunklen, von einem dünnen Arillus umhüllten Samenschale liegt zunächst weißes mehliges Perisperm, dann (schraffiert) ein öliges Endosperm und in der Mitte der monokotyle Keim. (Nach BERG und SCHMIDT.)

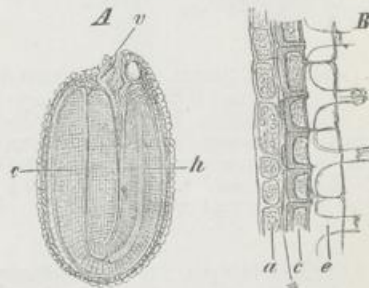


Fig. 436. *Capsella bursa pastoris*. *A* Längsschnitt durch den reifen Samen, *h* hypokotyles Glied, *c* Kotyledonen, *v* Gefäßbündel des Funiculus. Vergr. 26. *B* Partie aus dem Längsschnitt durch die Samenschale, *e* die gequollene Epidermis, *c* braune, stark verdickte Schicht, \* zerdrückte Zelllagen, *a* Aleuronschicht, einzig erhaltene Zellage des Endosperms. Vergr. 250.

mantel oder Arillus, ein fleischiges, meist lebhaft gefärbtes Gebilde, das zur Samenverbreitung durch Tiere in Beziehung steht. Einen der Mikropyle benachbarten Auswuchs einiger Samen, vor allem der Euphorbiaceen, nennt man Caruncula (Fig. 437, 438).

Doch nicht auf die Makrosporangien allein erstrecken sich die Folgen der Befruchtung, auch die Makrosporophylle, die Fruchtblätter, werden in Mitleidenschaft gezogen. Das aus ihnen, oft unter Mitwirkung des noch erhaltenen Kelches und der Blütenachse hervorgehende, außerordentlich



verschieden gestaltete Gebilde, welches vor allem die Bedeutung hat, den in Entwicklung begriffenen Samen Schutz zu gewähren, heißt die Frucht. Ihre verschiedenen Formen werden bei der speziellen Besprechung der Klassen und Ordnungen vielfache Erwähnung erfahren müssen.

Endlich ist hier noch kurz der Keimung zu gedenken, d. h. der Wiederaufnahme der Entwicklung im Samen nach Abschluß der Ruheperiode. Hauptbedingung dafür ist Wasseraufnahme. Der Embryo beginnt alsdann das solange völlig eingestellte Wachstum von neuem, sprengt die Samenschale und treibt das Würzelchen in den Boden. Nachdem dort hinreichende Befestigung erzielt ist, werden die Kotyledonen aus der Samenschale befreit und im Lichte ausgebreitet, oder falls sie, wie z. B. bei Erbsen, Roßkastanien usw., in der Samenschale verbleiben, wird auf Kosten ihrer Reservestoffe die Plumula, d. h. der junge Hauptsproß, zu schneller Entwicklung gebracht (vgl. Fig. 169, S. 138 und S. 271).

Mit dieser kurzen Entwicklungsskizze der weiblichen Sexualgeneration der Phanerogamen ist nun diejenige der männlichen zu vergleichen!

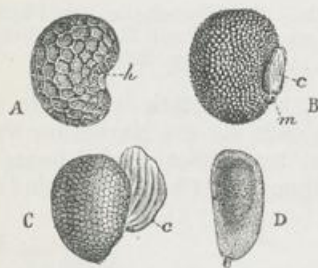


Fig. 437. A Samen von *Papaver Rhoeas*, *h* Hilum. B Samen von *Corydalis ochroleuca*, *m* Mikropyle, *c* Caruncula. C Samen von *Chelidonium majus*. D Samen von *Nymphaea alba* mit Samenmantel (Arillus). (Nach DUCHARTRE.)

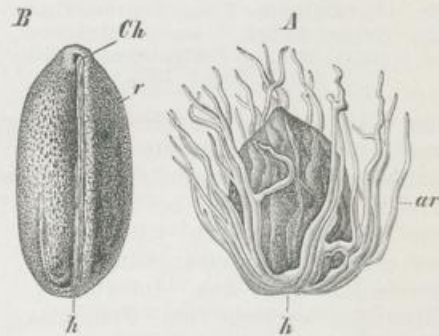


Fig. 438. A *Myristica fragrans*. Samen mit etwas gelöstem Arillus *ar*. B *Myristica argentea*. Samen nach Entfernung des Arillus. *Ch* Chalaza, *r* Raphe, *h* Hilum (Nabel).  $\frac{3}{4}$  nat. Gr. (Nach WARBURG.)

Die Mikrosporen der Samenpflanzen hat man Pollenkörner genannt. Sie entstehen in großer Anzahl in ihren Mikrosporangien oder Pollensäcken, die einzeln oder in Mehrzahl von den Mikrosporophyllen, Staubblättern (Stamina), hervorgebracht werden. Den Pollensäcke führenden, meist schon äußerlich kenntlichen Teil der Staubblätter nennt man Anthere.

Die Bildung der Pollensäcke (Fig. 439) wird durch der Oberfläche parallel gehende Teilung der hypodermalen Zellschicht der Anthere eingeleitet und hierdurch das primäre Archespor von den Schichtzellen getrennt. Diese zerfallen in drei verschiedene Zellagen, deren äußere die Faserschicht, die mittlere eine später zerdrückte Wandschicht, die innerste die Tapetenschicht liefern werden, während das Archespor in weiteren Teilungen die Pollenmutterzellen bildet, deren jede wie bei den Pteridophyten in vier Tochterzellen, die Pollenkörner, zerfällt. Diese sind kugelige bis ellipsoidische Körper und werden von einer Membran umhüllt, die eine äußere cutinisierte Exine und eine aus pektinreicher Cellulose bestehende Intine erkennen läßt.

Für die Beförderung der Pollenkörner zu den Eizellen ist bei den Samenpflanzen der Wind oder Beihilfe von Tieren in Anspruch genommen, während alle Archegoniaten sich des Wassers als Transportmittel ihrer männlichen



Sexualzellen bedienen. Soweit nun auch die Rückbildung des männlichen Prothalliums gedeihen sein mag — schon bei den heterosporen Pteridophyten waren ja nur einzelne sterile Zellen übrig geblieben —, stets sind bei der Keimung des an den Ort seiner Bestimmung gelangten Pollenkornes zwei Bestandteile zu beobachten: eine zu einem langen Schlauch auswachsende vegetative Zelle, der Pollenschlauch, der von der Intine umhüllt und, nach Durchbrechung der Exine in das Gewebe des Makrosporangiums eindringend, durch chemotropische Reizbarkeit (vgl. S. 241) zu den Eizellen geleitet wird, und eine Antheridium-Mutterzelle, die in den Pollenschlauch einwandert und dort früher oder später zwei generative Zellen bildet, welche im Schlauche entlang gleitend zum Embryosack und der Eizelle gelangen. Nach diesem allen Phanerogamen zukommenden Merkmal der Pollenschlauchbildung hat man die Samenpflanzen auch Siphonogamen genannt.

Das Ergebnis dieser Übersicht läßt sich also dahin zusammenfassen, daß die Phanerogamen die Reihe der Archegoniaten fortsetzen und ihnen im Besitze eines Generationswechsels gleichen. Die immer reicher und mannigfaltiger werdende Gestaltung und Ausgliederung der ungeschlechtlichen Generation geht mit einer fortschreitenden Rückbildung der Geschlechtsgeneration Hand in Hand. Jene hält die weibliche Geschlechtsgeneration während ihrer ganzen Entwicklung eingeschlossen und entläßt sie erst nach deren Abschluß als Samen, der im Embryo den Beginn der nächsten ungeschlechtlichen Generation in sich birgt. In voller Übereinstimmung mit dieser Darlegung über den innerhalb der Phanerogamen weiter zu verfolgenden Generationswechsel stehen die Ergebnisse der erst in den letzten Jahren vollständiger durchgeführten Untersuchungen über die Reduktionsteilungen (vgl. S. 72 u. 140) der Sporenmutterzellen bei den Archegoniaten und Phanerogamen<sup>(2a)</sup>. Die einer Pflanze eigene Zahl von Chromosomen verringert sich bei den zur Bildung der Sexualgeneration führenden Teilungen auf die Hälfte, und erst der Befruchtungsakt stellt für den Embryo die volle Chromosomenzahl wieder her. So verfügt die ungeschlechtliche Generation stets über die doppelte, die Sexualgeneration nur über die einfache Zahl der Kernsegmente. Es liegt nahe, das stete Fortschreiten der ersteren auf Kosten der letzteren mit dieser Ungleichheit in Verbindung zu bringen, obwohl ein strikter Beweis in dieser Frage naturgemäß ausgeschlossen bleibt.

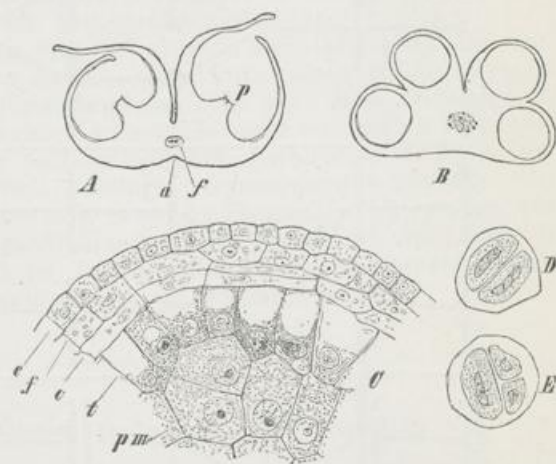
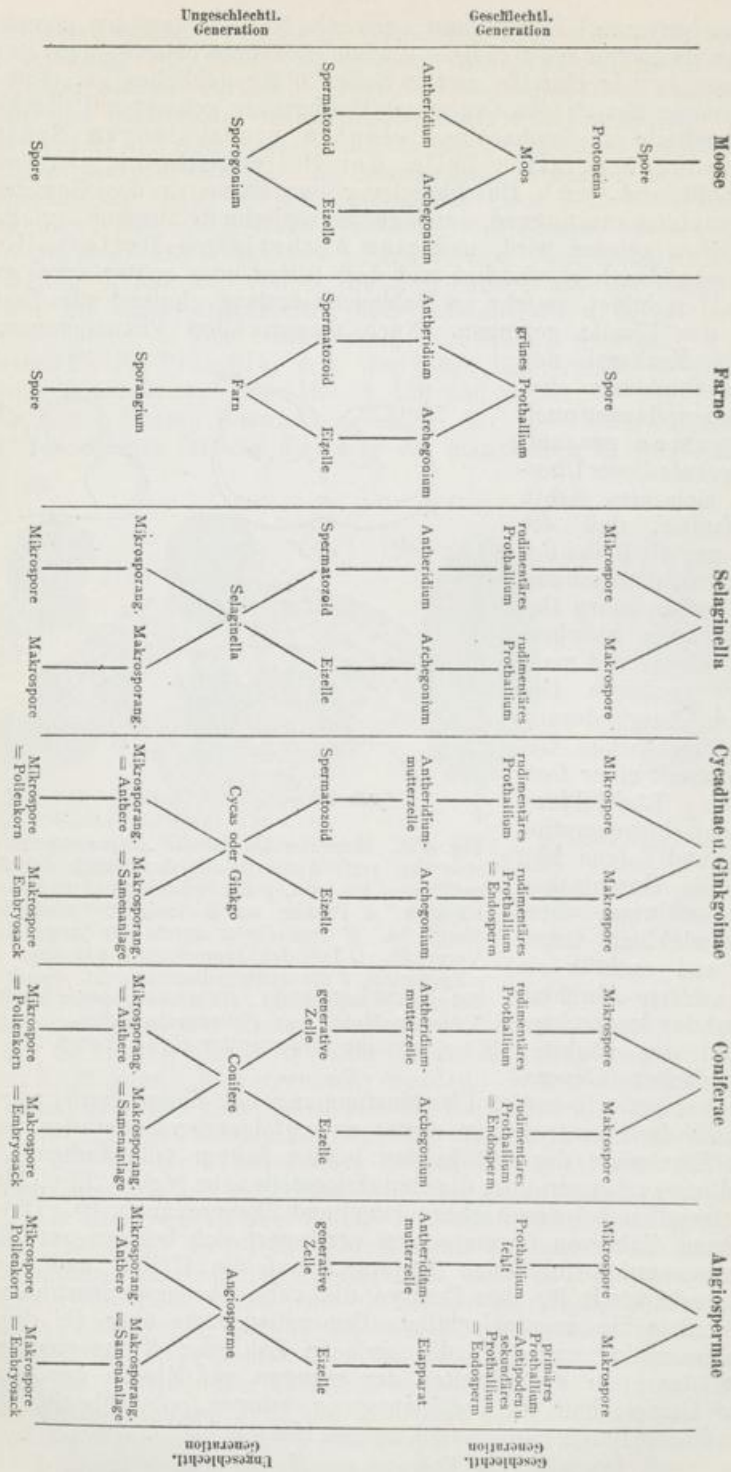


Fig. 439. *Hemerocallis fulva*. A Querschnitt durch eine fast reife Anthere, mit den durch den Schnitt geöffneten Fächern, *p* die Scheidewand zwischen den Fächern, *a* Furche am Konnektiv, *f* Gefäßbündel. Vergr. 14. B Querschnitt durch eine junge Anthere. Vergr. 28. C Teil des Querschnittes aus einem Fache, *e* Epidermis, *f* die spätere Faserschicht, *c* später verdrängte Wandschicht, *t* die sich später auflösende Tapetenschicht, *pm* Pollenmutterzellen. D und E geteilte Pollenmutterzellen. Vergr. 240.



Übersicht des Generationswechsels.





Die Samenpflanzen zerfallen nun in zwei Klassen<sup>(3)</sup>, die ihrem ganzen Aufbau nach erheblich verschieden sind: 1. die Gymnospermen oder nacktsamige Pflanzen; 2. die Angiospermen oder bedecktsamige Pflanzen.

Diese Bezeichnung drückt einen der am meisten ins Auge fallenden Unterschiede aus. Die Fruchtblätter der Angiospermen treten zur Bildung geschlossener Hohlräume, der Fruchtknoten, zusammen, in denen die Samenanlagen sich entwickeln; die Gymnospermen entbehren solcher Fruchtknoten, sie tragen die Samenanlagen frei auf ihren Fruchtblättern.

Die Gymnospermen sind die phylogenetisch älteren Pflanzenformen; sie sind einfacher gebaut und schließen im Verhalten ihrer Geschlechts- generation unmittelbar an heterospore Archegoniaten an, ja müßten vielleicht am besten selber noch als Archegoniaten bezeichnet werden.

Die Angiospermen zeigen eine viel größere Mannigfaltigkeit im morphologischen wie anatomischen Aufbau. Ihre Entwicklung ist den Gymnospermen gegenüber erheblich abweichend und ließe ohne diese Zwischenstufe die Beziehung zu den Archegoniaten keinesfalls mehr so deutlich erkennen.

Bei Berücksichtigung der paläontologischen Befunde wird dieses aus ihrem Aufbau abgeleitete Urteil bestätigt. Gymnospermen-ähnliche oder ihnen gleichende Formen finden sich neben anscheinenden Übergängen von den Farnpflanzen in den pflanzenführenden Gesteinsschichten des Devon, in der Steinkohlenformation und im Perm, während die Angiospermen erst viel später in der Kreideformation sicher nachweisbar werden.

## Übersicht der Klassen, Ordnungen und Familien.

### I. Klasse. Gymnospermae.

1. *Cycadinae*: Fam. Cycadaceae.
2. *Ginkgoinae*: Fam. Ginkgoaceae.
3. *Coniferae*: Fam. Taxaceae, Pinaceae.
4. *Gnetinae*: Fam. Gnetaceae.

### II. Klasse. Angiospermae.

#### Unterklasse A. Monocotylae.

1. *Helobiae*: Fam. Alismaceae. Juncaginaceae. Potamogetonaceae. Najadaceae. Hydrocharitaceae.
2. *Glumiflorae*: Fam. Cyperaceae. Gramineae.
3. *Spadiciflorae*: Fam. Typhaceae. Sparganiaceae. Pandanaceae. Palmae. Araceae. Lemnaceae.
4. *Enantioblastae*: Fam. Commelinaceae.
5. *Liliiflorae*: Fam. Juncaceae. Liliaceae. Amaryllidaceae. Iridaceae. Dioscoreaceae. Bromeliaceae.
6. *Scitamineae*: Fam. Musaceae. Zingiberaceae. Cannaceae. Marantaceae.
7. *Gynandrae*: Fam. Orchidaceae.

#### Unterklasse B. Dicotylae.

##### a) Choripetalae.

1. *Piperinae*: Fam. Piperaceae.
2. *Juglandiflorae*: Fam. Juglandaceae. Myricaceae.
3. *Saliciflorae*: Fam. Salicaceae.



4. *Querciflorae*: Fam. Betulaceae. Cupuliferae.
5. *Urticinae*: Fam. Ulmaceae. Moraceae. Cannabinaceae. Urticaceae.
6. *Centrospermae*: Fam. Polygonaceae. Chenopodiaceae. Caryophyllaceae.
7. *Polycarpicae*: Fam. Nymphaeaceae. Ceratophyllaceae. Ranunculaceae. Magnoliaceae. Anonaceae. Myristicaceae. Menispermaceae. Berberidaceae. Lauraceae.
8. *Rhoeadiniae*: Fam. Papaveraceae. Cruciferae. Capparidaceae. Resedaceae.
9. *Insectivorae*: Fam. Sarraceniaceae. Nepenthaceae. Droseraceae.
10. *Saxifraginae*: Fam. Crassulaceae. Saxifragaceae. Hamamelidaceae.
11. *Rosiflorae*: Fam. Rosaceae.
12. *Leguminosae*: Fam. Mimosaceae. Caesalpiniaceae. Papilionaceae.
13. *Gruinales*: Fam. Geraniaceae. Oxalidaceae. Linaceae. Balsaminaceae. Erythroxylaceae. Zygophyllaceae. Rutaceae. Simarubaceae. Burseraceae. Polygalaceae.
14. *Tricoccae*: Fam. Euphorbiaceae. Callitrichaceae.
15. *Sapindinae*: Fam. Buxaceae. Anacardiaceae. Aquifoliaceae. Celastraceae. Aceraceae. Sapindaceae.
16. *Frangulinae*: Fam. Rhamnaceae. Vitaceae.
17. *Columniferae*: Fam. Tiliaceae. Sterculiaceae. Malvaceae.
18. *Cistiflorae*: Fam. Ternstroemiaceae. Guttiferae. Dipterocarpaceae. Cistaceae. Violaceae.
19. *Passiflorinae*: Fam. Passifloraceae. Caricaceae. Begoniaceae.
20. *Opuntinae*: Fam. Cactaceae.
21. *Thymelacinae*: Fam. Thymelaeaceae. Elaeagnaceae.
22. *Myrtiflorae*: Fam. Lythraceae. Melastomaceae. Onagraceae. Halorrhagidaceae. Rhizophoraceae. Combretaceae. Myrtaceae. Punicaceae.
23. *Umbelliflorae*: Fam. Cornaceae. Araliaceae. Umbelliferae.
24. *Hysterophyta*: Fam. Aristolochiaceae. Santalaceae. Lorantheae. Balanophoraceae. Rafflesiaceae.

b) *Sympetalae*.a) *Pentacycliae*.

1. *Ericinae*: Fam. Ericaceae. Pirolaceae.
2. *Diospyrinae*: Fam. Sapotaceae. Ebenaceae. Styracaceae.
3. *Primulinae*: Fam. Primulaceae. Plumbaginaceae.

b) *Tetracycliae*.

4. *Contortae*: Fam. Oleaceae. Loganiaceae. Gentianaceae. Apocynaceae. Asclepiadaceae.
5. *Tubiflorae*: Fam. Convolvulaceae. Polemoniaceae. Hydrophyllaceae. Boraginaceae. Verbenaceae. Labiatae.
6. *Personatae*: Fam. Solanaceae. Scrophulariaceae. Orobanchaceae. Bignoniaceae. Gesneriaceae. Lentibulariaceae. Acanthaceae. Plantaginaceae.
7. *Rubiinae*: Fam. Rubiaceae. Caprifoliaceae. Valerianaceae.
8. *Campanulinae*: Fam. Campanulaceae. Lobeliaceae. Cucurbitaceae.
9. *Aggregatae*: Fam. Dipsacaceae. Compositae.

## Erste Klasse.

**Gymnospermae** <sup>(4)</sup>.**Übersicht über die Entwicklung der Geschlechtsgeneration.**

Die Blüten der Gymnospermen sind stets eingeschlechtig, Makro- und Mikrosporophylle bleiben gesondert; letztere bilden die männlichen, erstere die weiblichen Blüten. Beide Geschlechter finden entweder auf einem Individuum Platz, die Pflanze ist einhäusig, monöcisch, oder die Sonderung geht so weit, daß jede Pflanze lediglich männliche oder weibliche Blüten trägt, die Art ist zweihäusig, diöcisch. Außer den Sporophyllen finden sich nur in wenigen Fällen andere, als Hülle dienende Blattformen in den Gymnospermenblüten vor.



Die männlichen Blüten der Gymnospermen stellen Sprosse begrenzten Längenwachstums dar, deren Achse mit Sporophyllen in meist spiraliger Anordnung dicht besetzt ist; ihre Knospenschuppen, die sie bis zur Entfaltung einhüllen, sind an der Basis oft noch vorhanden. Die Mikrosporangien stehen in Zwei- oder Mehrzahl auf der Unter-

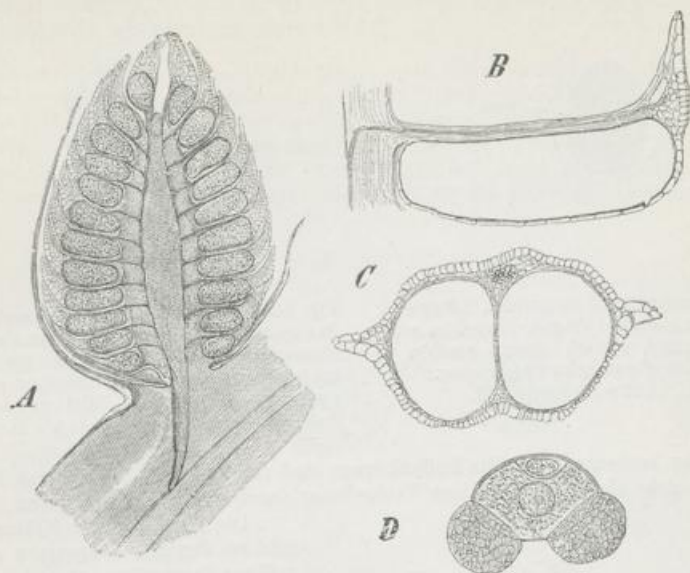


Fig. 440. *Pinus montana*. A Längsschnitt durch eine fast reife männliche Blüte. Vergr. 10. B Längsschnitt durch ein einzelnes Staubblatt. Vergr. 20. C Querschnitt durch ein Staubblatt. Vergr. 27. D Ein reifes Pollenkorn von *Pinus silvestris*. Vergr. 400.

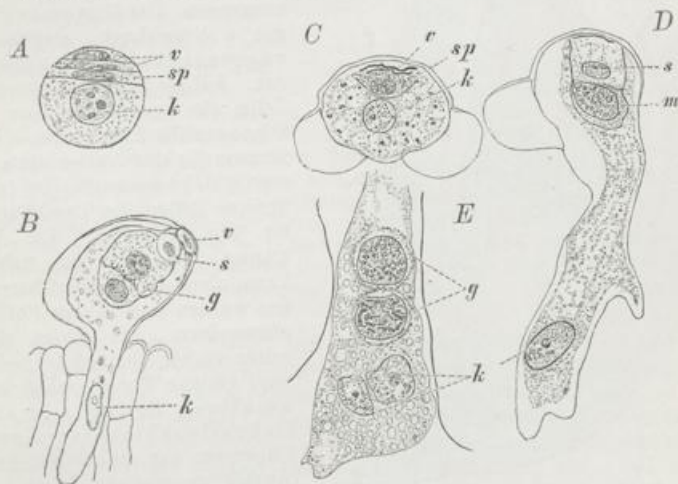


Fig. 441. A—E Gymnospermen-Pollenkörner und Entwicklung des Pollenschlauches. A *Ginkgo biloba*, noch innerhalb des Mikrosporangiums, Vergr. 360, B *Larix europaea*, auf dem Nucellusscheitel gekeimt, Vergr. 160, C—E *Pinus Laricio*, C, D Vergr. 300, E 250 (C—E nach COULTER und CHAMBERLAIN), E Ende eines am Archegonium angelangten Pollenschlauches, v vegetative Prothalliumzellen, sp spermatogene Zelle, welche die Antheridium-Mutterzelle m und ihre sterile Schwesterzelle s liefert, g die beiden aus Teilung der Antheridium-Mutterzelle hervorgegangenen generativen Zellen, k Pollenschlauchkern, in Fig. E von dem Kern der aufgelösten sterilen Schwesterzelle nicht sicher zu unterscheiden.



seite der Sporophylle. Ihre Öffnung wird, wie bei den Sporangien der Pteridophyten, durch eigenartige Ausbildung meist der äußersten, als „Exothecium“ bezeichneten, Zelle

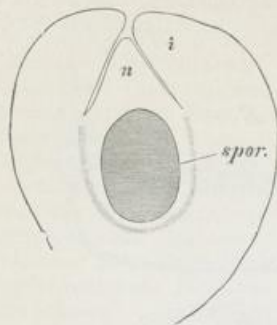


Fig. 442. *Ceratozamia longifolia*. Längsschnitt durch einen jungen Nucellus *n* mit Integument *i* und einem großen sporogenen Gewebekomplex *spor.* (Nach TREUB.) Vergr. 33.



Fig. 443. *Taxus baccata*. Längsschnitt durch das sporogene Gewebe mit einer Embryosack-Mutterzelle, welche nach stattgehabter Tetradenteilung drei ihrer fakultativen Makrosporen verkümmern läßt zugunsten der vierten sich entwickelnden. Vergr. 250.

der Wandung herbeigeführt. Die Pollenkörner sind rundlich, häufig mit zwei Luftsäcken versehen, welche als Flugorgane ihre Verbreitung durch den Wind erleichtern (Fig. 440 D).

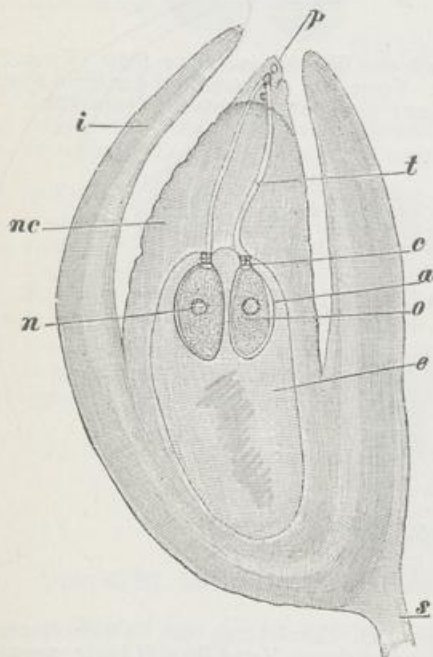


Fig. 444. Medianer Längsschnitt durch die empfängnisreife Samenanlage von *Picea excelsa*. Vergr. 9. *e* Embryosack mit dem Prothallium gefüllt, *a* Bauchteil, *c* Halsteil eines Archegoniums, *o* Eizelle, *n* Eikern, *nc* Nucellus, *t* Pollenkörner auf und in der Knospenwarze, *i* Integument, *s* Samenflügel.

Die Keimung der Mikrosporen ergibt bei den Gymnospermen ein wenigzelliges Prothallium, das sich innerhalb der großen, später zum Pollenschlauch auswachsenden Zelle der Wand anlegt. Eine bis drei kleine Zellen setzen es zusammen. Die ältesten in Fig. 441 a—c mit *v* bezeichnet, stellen den Rest vegetativer Prothalliumzellen dar. Auf sie folgt als letzt abgegebene Zelle die spermatogene Zelle *sp.* Diese zerfällt früher oder später in die Mutterzelle des Antheridiums und eine sterile Schwesterzelle, die jene an die übrigen Zellen des Prothalliums anheftet (Fig. 441 b d [s]). Nur durch Auflösung ihrer sterilen Schwesterzelle kann also die Antheridiummutterzelle frei werden und in den Pollenschlauch einwandern. Sie bildet dabei oder schon vorher, solange sie noch fest sitzt, zwei gleiche Tochterzellen (*g*), die generativen Zellen oder die männlichen Geschlechtszellen (Fig. 441 e). Cupressus hat nach JUEL eine größere Anzahl generativer Zellen, Taxus besitzt nur eine solche. In den Ordnungen der Cycadinae und der Ginkgoinae zeigen sie die Form von Spermatozoiden, bei den übrigen Gymnospermen sind es glatte, der Cellulosehaut entbehrende Zellen.

Die weiblichen Blüten sind bei zahlreichen Gymnospermen



den männlichen ähnlich, insofern auch sie aus einer Achse und zahlreichen in spiraliger Anordnung daran sitzenden Sporophyllen bestehen, also Zapfen darstellen. In anderen Fällen weichen sie aber auch wieder erheblich ab und zeigen überhaupt eine weit größere Mannigfaltigkeit, wie im speziellen Teile des näheren zu erörtern sein wird.

Die Makrosporophylle tragen in der Regel zwei Makrosporangien, welche aus dem Nucellus und meist einem Integumente bestehen. Durch zahlreiche perikline Teilungen der oberflächlichen Zellschichten gewinnt der Nucellus oft große Mächtigkeit. So wird das ursprünglich unter der Epidermis liegende sporogene Gewebe durch Abgabe vieler Schichtzellen tief ins Innere versenkt. Trotz seines oft recht bedeutenden Umfanges wird meist nur eine in der Mittellinie gelegene Zelle als Makrosporenmutterzelle aus-

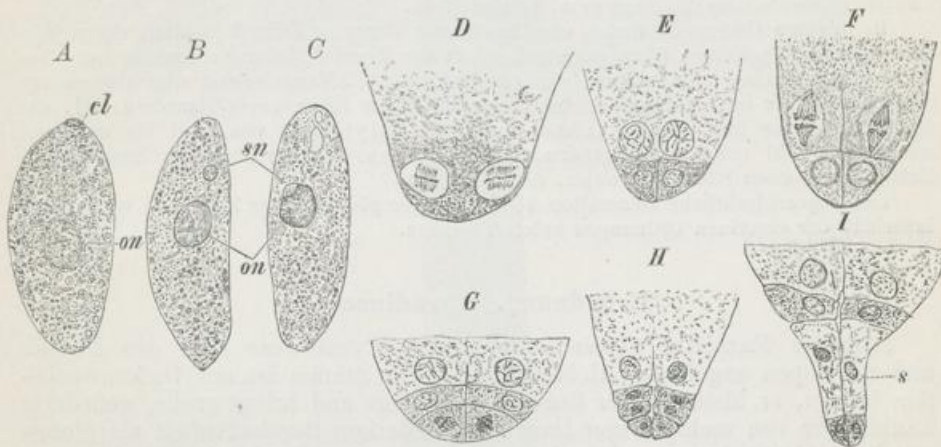


Fig. 445. *Picea excelsa*. A—C Vergr. 55 und F Vergr. 110. (Nach MIYAKE.) D, E und G—I *Pinus laricio*. Vergr. 104. (Nach COULTER und CHAMBERLAIN.) A Reifes Ei mit Eikern *on*, Bauchkanalzelle *cl*. B Der befruchtende männliche Kern *sn*, ins Ei eingetreten. C Vereinigung von Eikern und Spermakern zum Keimkern. D Vier in zweifacher Teilung des Keimkernes gebildete Kerne sind in das untere Ende der Keimzelle gewandert und gehen hier eine neue Teilung ein (auf dem Schnitte sind nur zwei sichtbar). E Vier der jetzt vorhandenen acht Kerne bleiben mit der Keimzelle in Verbindung, die anderen vier bilden selbständige Zellen. In F teilen sich zunächst die oberen, in G darauf die unteren vier Kerne weiter. In H sind endlich vier Stockwerke vorhanden, deren oberstes von dem gefächerten unteren Teil der Keimzelle nicht abgesondert wird. In I hat die Streckung der mittleren Etage von vier Zellen zum langen Suspensor *s* begonnen.

gebildet; alle übrigen bleiben steril. Die Makrosporenmutterzelle geht eine Tetradenteilung ein (Fig. 443); doch entwickelt sich von ihren vier Tochterzellen nur eine zum Embryosacke (Makrospore). Sie verdrängt die Schwesterzellen und nach und nach den gesamten sporogenen Zellkomplex. Diese Makrospore füllt sich unterdessen mit Prothalliumgewebe, das aus wiederholten Teilungen ihres Zellkernes und zugehörigen Zellplasmas hervorgeht und den ganzen Innenraum einnimmt (Fig. 444). Am Scheitel des Prothalliums werden Archegonien angelegt, die aus einer mächtigen Eizelle und einem kurzen Halsteil bestehen und denen der Pteridophyten auch darin gleichen, daß kurz vor der Befruchtung eine kleine Bauchkanalzelle von der Eizelle abgegeben wird. So sind die Archegonien beschaffen, deren Eizelle von den in ihrer Entwicklung zuvor verfolgten generativen Zellen des Pollenschlauches, der zwischen den Halszellen hindurch eindringt, befruchtet werden. Aus der Vereinigung der Kerne (Fig. 445 A—I) entsteht der Keimkern; die Eizelle, welche jetzt männliches mit weiblichem Plasma gemischt enthält, wäre demnach als Keimzelle zu bezeichnen. Die Entwicklung des Embryo aus dieser Keimzelle ist bei den einzelnen Ordnungen, ja schon Gattungen, sehr



verschieden. Es wird im folgenden die bei Pinusarten angetroffene Entwicklungsweise wiedergegeben.

Nach einer zweifachen Teilung des Keimbarnes wandern die vier Kerne in die Basis der Keimzelle, ordnen sich in einer Fläche nebeneinander an und teilen sich wieder. Zwischen diesen acht Kernen, die in zwei Stockwerken übereinander liegen, findet Zellwandbildung statt; es entsteht ein achtzelliger „Proömbryo“. Die vier oberen Zellen bleiben jedoch gegen die Keimzelle hin offen, so daß ihr Plasma mit dem Keimzellularplasma in Verbindung steht. Diese vier oberen Zellen treten zunächst in Teilung ein. Darauf folgt Teilung der unteren vier Zellen. Der Proömbryo besteht demnach jetzt aus vier Etagen von je vier Zellen. Das oberste Stockwerk bildet den Abschluß der Keimzelle. Die drei übrigen beteiligen sich an der weiteren Entwicklung in der Art, daß die mittlere zum Embryoträger oder Suspensor auswächst und die letzte, zur Embryobildung bestimmte Etage vor sich her in das mit Nährstoffen gefüllte Prothalliumgewebe, das Endosperm, hineinschiebt.

In anderen Gattungen findet eine Sonderung der vier Zellreihen statt, deren jede dann eine Embryoanlage führt, doch gelangt in der Regel in jeder Makrospore aus allen befruchteten Archegonien nur ein einziger Embryo nach Verdrängung aller übrigen zur Vollendung. Er besitzt dann eine nach der Mikropyle hinweisende Hauptwurzel, die Radicula, eine junge Hauptachse, das Hypokotyl, eine von zwei bis mehreren wechselnde Zahl von Keimblättern, Kotyledonen und die zwischen ihnen befindliche Anlage einer Stammknospe, die Plumula.

Die ungeschlechtliche Generation bietet weniger gleichmäßige Züge und wird daher innerhalb der einzelnen Ordnungen erörtert werden.

### 1. Ordnung. Cycadinae<sup>(5)</sup>.

Einzigste Familie: *Cycadaceae*. Die Cycadaceae sind den Tropen und Subtropen angehörige Holzgewächse. Ihr Stamm ist mit Dickenwachstum begabt, er bleibt in der Regel unverzweigt und bringt große, gefiederte Laubblätter von mehrjähriger Dauer und lederiger Beschaffenheit als gipfelständige Rosette hervor, abwechselnd mit schuppenförmigen Niederblättern. Diese bekleiden gemeinsam mit den Basen der abgeworfenen Laubblätter die Oberfläche des säulenartigen oder knollenförmigen Stammes. In allen Teilen der Pflanzen finden sich Schleimgänge. Die Gefäßbündel sind kolateral, führen jedoch im Gefäßteil nur Tracheiden.

Die Blüten der Cycadaceae sind diöcisch verteilt. Fig. 446 stellt eine blühende weibliche Pflanze von *Cycas revoluta* dar. Der Vegetationskegel des Stammes bildet hier abwechselnd Laubblätter und Makrosporophylle. Die Laubblätter sind in der Jugend gleich denen der Farne eingerollt. Ein Sporophyll ist in Fig. 447 genauer wiedergegeben. Es zeigt noch die gefiederte Form der Laubblätter, entbehrt aber des Chlorophylls und ist dicht behaart. Der Basis genähert trägt es zwei bis acht randständige Makrosporangien. Jede blühbare weibliche Cycaspflanze durchläuft also in regelmäßigem Wechsel eine vegetative und eine Blüteperiode; die Blüte, von der Gesamtheit der Sporophylle dargestellt, wird stets durchwachsen, da dem Stamme die Fähigkeit sich zu verzweigen fehlt. Eine in morphologischer Hinsicht höhere Stufe hat die männliche Cycaspflanze und die Reihe der übrigen Cycadaceae insofern erreicht, als sie regelmäßig Seitenknospen hervorbringen. Die Sporophylle finden sich hier in terminalen Zapfenblüten von oft riesigen Dimensionen vereinigt, eine Seitenknospe des Stammes schiebt aber diese terminalen Blüten beiseite und setzt in sympodialelem Aufbau das Wachstum in ursprünglicher Richtung fort.

Derartige Zapfen bestehen aus zahlreichen Sporophyllen, die in spiraliger Stellung an der Achse einander folgen. Mikrosporophylle sind auf ihrer Unterseite mit zahllosen Mikrosporangien übersät, wie Fig. 448 an *Cycas*





Fig. 446. *Cycas revoluta*, weiblich, blühend. Nach einer Photographie.



Fig. 447. Fruchtblatt von *Cycas revoluta*, verkl. (Nach SACHS.)

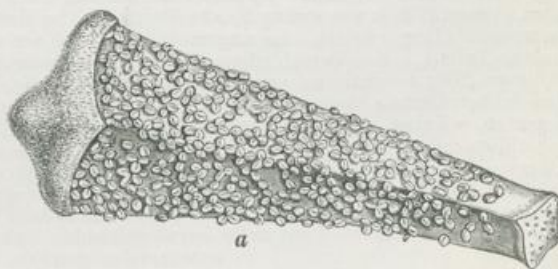


Fig. 448. Staubblatt von *Cycas circinalis*, von unten. (Nach RICHARD.)



darstellt. Makrosporophylle der übrigen zapfenblütigen Cycadaceae beschränken die Zahl der Makrosporangien auf je zwei, welche dem, *Cycas* gegenüber erheblich abgeänderten Sporophyll am Rande eingefügt werden, wie Fig. 449 für *Ceratozamia robusta* zeigt; nur *Stangeria* trägt auch die Makrosporangien unterseits.



Fig. 449. *Ceratozamia robusta*. Ein Makrosporophyll mit zwei Makrosporangien. (Nach GÖBEL.)

Die Entwicklung der Geschlechtsgeneration bietet bei den Cycadaceae in mancher Beziehung Abweichungen gegenüber dem allgemeinen, vorher dargelegten Schema der Gymnospermen. Diese Abweichungen deuten darauf hin, daß hier eine den Pteridophyten näherstehende ursprünglichere Entwicklungsstufe vorliegt. Sie mögen an der von WEBBER eingehend untersuchten *Zamia floridana* beschrieben werden.

Weibliche Zapfen von *Zamia* tragen eine Anzahl von Sporophyllen, deren sechseckige Oberflächenschilder genau aneinander passen. Jedes Sporophyll trägt zwei Makrosporangien, ähnlich wie in Fig. 449 für *Ceratozamia* dargestellt ist. Sie bestehen aus einem Nucellus und einem Integument. Zwischen den Integumenträndern bleibt über dem Nucellusscheitel die Mikropyle als offener Kanal erhalten. Zur Zeit des Stäubens der männlichen Zapfen weichen die einzelnen sechseckigen Makro-

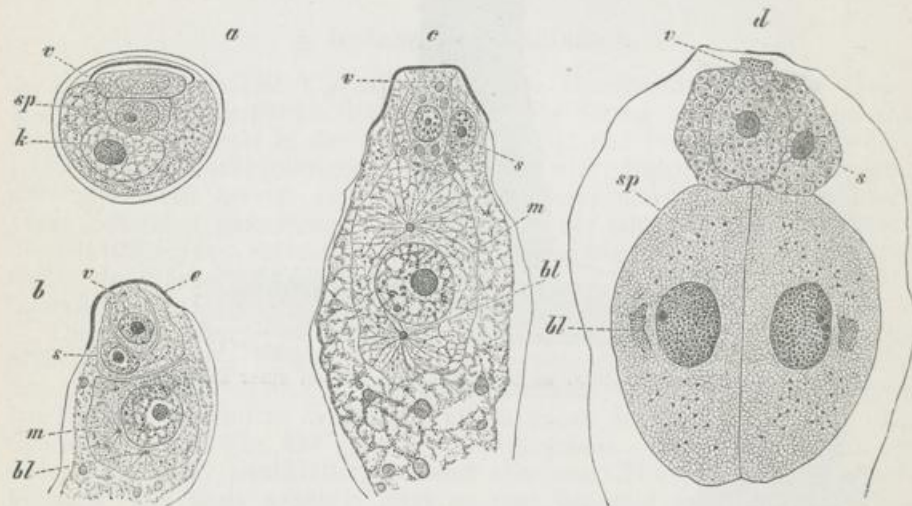


Fig. 450. *Zamia floridana*. Spermatozoidbildung nach H. J. WEBBER. a Reifes Pollenkorn, Vergr. 800, v vegetative Prothalliumzelle, der dunkle Streifen an ihrer Ansatzstelle entspricht einer zweiten, die zugrunde ging, k Kern des Pollenschlauches, sp spermatozytogene Zelle. b c d Verschiedene Stadien der Antheridiumentwicklung, b c Vergr. 400, d Vergr. 200, v erhaltene vegetative Prothalliumzelle, die in die sterile Schwesterzelle des Antheridiums s hineinwächst, m Antheridium-Mutterzelle d. h. Mutterzelle der Spermatozoiden, e Exine. In der Mutterzelle sind die großen Blepharoplasten bl sichtbar, welche die Cilien bilden werden, in b und c stellen sie je eine sternförmige Figur dar, in d kleine Körnchen, die zum Cilienband zusammenreten, Stärkekörner sind im Pollenschlauch vorhanden, in e treten sie auch in der vegetativen Zelle und in der sterilen Schwesterzelle auf, in d erscheinen beide mit Stärke vollgepfropft, d zeigt die beiden aus der Spermatozoid-Mutterzelle hervorgehenden Spermatozoiden sp durch eine Wand voneinander getrennt.

sporophylle auseinander, so daß der vom Winde herbeigeführte Pollen freien Zutritt findet. Auf dem Scheitel des Nucellus bildet sich zu dieser Zeit eine mehr oder minder



weit eindringende Höhlung — die sogenannte Pollenkammer —, während die sich lösenden Zellen, vielleicht in Gemeinschaft mit flüssiger Ausscheidung der angrenzenden Nucelluszellen, eine schleimige Masse darstellen, welche den Mikropylkanal füllt und

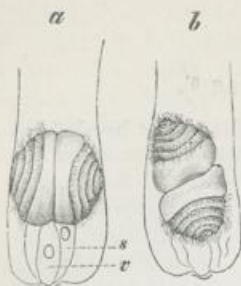


Fig. 451. Oberes Ende des Pollenschlauches von *Zamia floridana* mit vegetativer Prothalliumzelle *v*, steriler Schwesterzelle *s*, und den beiden Spermatozoiden. *a* Vor Beginn der Bewegung, *b* nach Eintritt der Cilienbewegung. Die Prothalliumzellen sind zerrissen, die Trennung der beiden Spermatozoiden ist fortgeschritten. (Nach H. J. WEBBER.) Vergr. ca. 75.



Fig. 452. *Zamia floridana*. Frei schwimmendes reifes Spermatozoid. (Nach H. J. WEBBER.) Vergr. 150.

als Tropfen aus ihm hervorquillt. In diesen Tropfen gelangen die zwischen die Sporophylle eingedrungenen Pollenkörner und werden beim Sinken später mit der versiegenden Flüssigkeit durch den Mikropylkanal auf den Nucellus und in die Pollenkammer eingesogen. Während der Entwicklung der Mikrosporen zu Pollenschläuchen und Bildung jener für alle bisher untersuchten Cycadaceen charakteristischen, frei beweglichen generativen Zellen, der Spermatozoiden, wächst der im Grunde des Nucellus liegende, mit Prothalliumgewebe bereits gefüllte Embryosack mächtig heran. Er verdrängt den Nucellus fast bis zum Gipfel und gelangt so in die Nähe der Pollenkammer. Am Scheitel des Embryosackes sind die großen Archegonien meist in Vierzahl vorhanden, durch einige Gewebelagen voneinander getrennt. Jedes Archegonium besitzt einen Halsteil und gibt schließlich auch eine Kanalzelle ab. Gerade über den Archegonien findet sich eine Einsenkung im Prothallium (die Archegonienkammer) von 2 mm Durchmesser und 1 mm Tiefe. In diese Höhlung wachsen die Pollenschläuche und entlassen hierher ihre Spermatozoiden zugleich mit einem Tropfen wässriger Flüssigkeit, der ihnen die Bewegung gestattet. Da die Pollenschläuche durch den Widerstand, welchen die etwas vorragenden Halszellen ihrem Wachstum bieten, zum Platzen gebracht werden sollen, können die Spermatozoiden nicht leicht den Weg zur Eizelle verfehlen. Sie müssen aber ihre breite Form erheblich zusammenpressen, um die schmale Pforte zwischen den aufgebrochenen Halszellen hindurch passieren zu können. Die befruchtete Eizelle läßt den Keimkern in Teilung eintreten. In seinen Tochterkernen wird in rascher Folge eine stets gleichzeitig verlaufende Weiterteilung durchgeführt, bis nach der achten Teilung etwa 256 freie Kerne den Zellraum füllen. Sie drängen ins untere Ende des Proëmbryo, es tritt Zellwandbildung zwischen ihnen



Fig. 453. *Zamia floridana*. Eizelle unmittelbar nach der Verschmelzung des eingedrungenen Spermatozoidkernes mit dem Eikern. Das abgeworfene Cilienband in der Spitze des Eies. Ein zweites Spermatozoid versucht ins Ei einzutreten. (Nach WEBBER.) Vergr. 18.



ein. Der den Scheitel einnehmende Embryo wird von dem rasch in die Länge wachsenden Suspensor ins Endosperm hineingetrieben. Er besitzt schließlich zwei mächtige Kotyledonen, eine wohlentwickelte Plumula dazwischen, und ein verhältnismäßig kurzes Hypokotyl (Fig. 450—453).

## 2. Ordnung. Ginkgoinae<sup>(6)</sup>.

Der einzige Vertreter dieser auf die Familie der *Ginkgoaceae* beschränkten Ordnung ist der aus Japan stammende, bei uns jetzt vielfach angepflanzte Baum *Ginkgo biloba*.



Fig. 454. *Ginkgo biloba*. Männlicher Kurztrieb mit Blüte und jungen Blättern. *a*, *b* Staubblätter, *c* weibliche Blüte, *d* Frucht, *e* Steinkern daraus, *f* derselbe im Querschnitt, *g* im Längsschnitt nach Ausbildung des Embryo, *h* weibliche Blüte mit ausnahmsweise zahlreichen gestielten Samenanlagen. — Männliche Blüte und *c* in nat. Gr., *d* ein wenig verkleinert, die übrige Figur vergrößert. (Nach RICHARD, *a*—*d* nach EICHLER.)

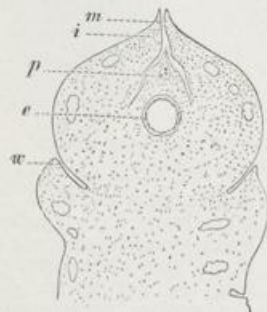


Fig. 455. Längsschnitt durch ein junges Makrosporangium von *Ginkgo biloba* nach COULTER und CHAMBERLAIN. Vgr. 35. *m* Mikropyle, *i* Integument, *p* Pollenkammer, *e* Embryosack, *w* Wucherung des Sporophylls. Der Besitz einer wohlentwickelten Pollenkammer entspricht der Verwandtschaft mit den Cycadaceen.

*Ginkgo biloba* verliert jährlich seine langgestielten, ein- bis mehrfach zweilappigen, Adiantum ähnlichen Blätter. Blüten düeisch verteilt. Staubblätter zahlreich an einer gestreckten Achse vereinigt ohne Hüllblätter. Mikrosporangien mit „Endothecium“ (vgl. S. 421). Makrosporangien zu zweien auf dem Gipfel kurzer Sprosse, Sporophylle bleiben auf eine kragenartig die Sporangien umgebende Wucherung beschränkt (Fig. 454—455).

Ausbildung der sexuellen Generation und Befruchtung den für *Zamia* geschilderten Verhältnissen sehr ähnlich. Die befruchtete Eizelle füllt sich mit festem Gewebe und bildet den Embryo aus, indem besonders die von der Mikropyle abgewandten Teile stark heranwachsen und ins Endosperm eindringen. Proembryo und Suspensor kommen nicht zu gesonderter Ausgliederung.



### 3. Ordnung. Coniferae<sup>(7)</sup>.

In der Ordnung der Koniferen sind die unter dem Namen der „Nadelhölzer“ bekannten Pflanzen vereinigt. Stattliche Gewächse von baumförmigem oder strauchartigem Habitus, mit holzigen Stämmen versehen, zeichnen sie sich durch den gemeinsamen Charakter kleiner, ungeteilter, fester, flacher oder kantiger Nadelblätter von meist mehrjähriger Dauer aus, so daß Nadelhölzer, bis auf wenige Vertreter, zu der „immergrünen“ Vegetation zählen. Eine reiche Verzweigung kommt allen Koniferen zu; sie läßt sich meist in Kurz- und Langtriebe gliedern. In vielen Fällen sind Hauptstamm und Seitenzweige durch Wachstumsrichtung und -stärke scharf unterschieden, wenigstens an jüngeren Individuen. Im Alter nehmen die Bäume oft Schirmform an.

Der Mangel an Gefäßen (vgl. S. 115) im sekundären Holz, wie in den Vasaleten der jungen Pflänzchen, ist in anatomischer Hinsicht charakteristisch. Große Tracheiden mit eigenartigen Hoftüpfeln auf den radialen Längswänden vertreten ihre Stelle und bilden Holzkörper von außerordentlicher Gleichmäßigkeit. Der Mehrzahl der Koniferen ist reicher Harzgehalt in allen Teilen eigen.

Die Nadelhölzer sind im Gegensatz zu den Cycadinae meist Bewohner gemäßiger Zonen, auch gehören sie mit zu den am weitesten gegen den Pol vordringenden Baumformen. Wo sie innerhalb der Wendekreise auftreten, handelt es sich meist um Arten, die hoch ins Gebirge hinaufsteigen.

Nach den Verschiedenheiten ihrer Blütenbildung werden die Koniferen auf zwei Familien verteilt.

Die *Taxaceae* sind charakterisiert durch weibliche Blüten mit einem oder wenigen Makrosporangien, die in der Regel mit einem Arillus versehen sind. Diese Blüten pflegen nicht zapfenförmig zu sein. Die Mehrzahl der Vertreter hat diöcische Geschlechtsverteilung.

Die *Pinaceae* dagegen führen mehrere Samenanlagen in jeder weiblichen Blüte, welche aus zahlreichen, an einer Spindel zu Zapfen vereinigten Sporophyllen gebildet wird. Arillus ist nicht vorhanden, die Geschlechtsverteilung meist monöcisch.

Familie *Taxaceae*. Die Angehörigen der Taxaceen sind in verschiedenen kleinen Gattungen auf der südlichen Hemisphäre verbreitet. Als wichtigste von ihnen ist die Gattung *Podocarpus* zu nennen, deren zahlreiche Arten sich als stattliche Bäume in den Bergwäldern meist der asiatischen Tropen finden und in den gemäßigten Zonen Ostasiens und der australisch-neuseeländischen Inselwelt eine weite Verbreitung besitzen. Ihre weiblichen Blüten sind kleine Sprosse, deren Sporophylle fleischig anschwellen; 1 oder 2 davon tragen je eine anatrophe, von fleischigem Arillus umhüllte Samenanlage auf dem Gipfel. Die auf demselben oder auf anderen Individuen vorhandenen männlichen Blüten stellen kleine Zäpfchen dar, welche aus zahlreichen an einer aufgerichteten kurzen Achse sitzenden Mikrosporangien bestehen. Jedes Sporophyll trägt unterseits zwei Sporangien; die Mikrosporen sind mit Flugblasen versehen.

*Taxus baccata* ist die einzige in Europa vorhandene Art der Familie. Die Eibe, jetzt vielfach in Anlagen gepflanzt (Fig. 456, 457), hat früher eine große Verbreitung als immergrünes Unterholz unserer Wälder besessen. Einzelne mächtige Exemplare finden sich in Nord- und Mitteldeutschland noch vor, größere Bestände sind wohl nur in der Schweiz, z. B. an den steilen Hängen des Uetli, erhalten geblieben. Der Baum erreicht eine Höhe von ca. 10 m. Seine Zweige sind sämtlich als Langtriebe ausgebildet und tragen an den aufstrebenden Hauptästen allseitig, an den wagerecht ausgebreiteten Seitenzweigen nach rechts und links gescheidelt, flache Nadelblätter von mehrjähriger Dauer. Der Baum ist diöcisch. Die Blüten sitzen auf der Unterseite der Zweige und entstehen als Achsel sprosse vorjähriger Nadeln. Männliche Blüten werden von einer Anzahl Schuppenblätter am Grunde umhüllt und enthalten etwa 10 schildförmige Staub-



blätter, mit je 5—9 Pollensäcken. Ihre Öffnung ist eigenartig. Nach Lösung an der Basis und den Seiten wird die Außenwand zurückgeschlagen; das ganze Staubblatt ähnelt dann einem nach unten aufgespannten Schirm, in dessen Höhlung die Pollenmassen liegen bleiben, bis der Wind sie entführt. Weibliche Blüten entstehen meist einzeln als sekundärer Achselsproß der obersten Schuppe eines primären Triebes, dessen zur Seite gedrängter Vegetationskegel sich nicht weiter entwickelt. Sie bestehen aus einer einzigen atropen Samenanlage, die von einem Integument umhüllt wird. Die den Gymnospermen eigene Tropfenausscheidung der Mikropyle ist hier besonders gut zu beobachten. Während der Samenentwicklung bildet sich ein fleischiger Arillus aus, der als hochroter Becher den reifen Samen umgibt. Das Laub und der Samen, nicht aber der ihrer Verbreitung durch Vögel dienende Arillus sind giftig.

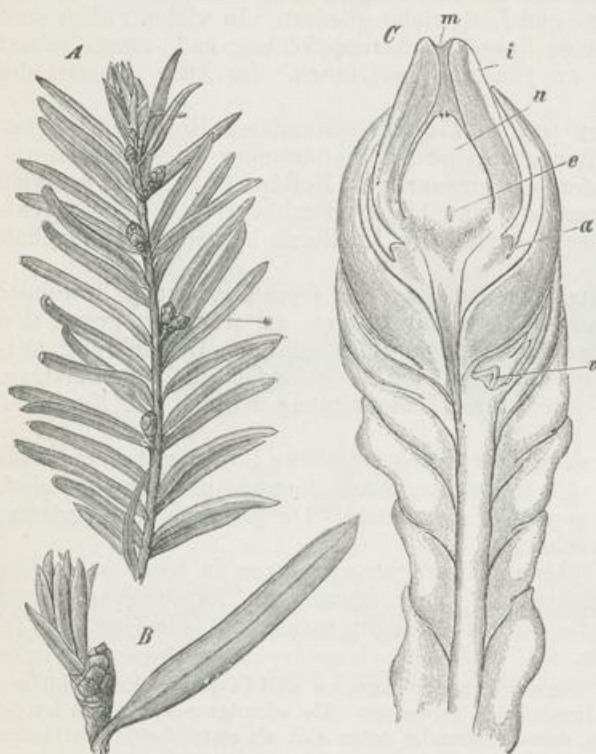


Fig. 456. *Taxus baccata*. A Habitusbild eines Zweiges mit weiblichen Blüten, bei \* zwei Samenanlagen an demselben Primansproßchen. Nat. Gr. B Ein Blatt mit achselständiger Samenanlage. Vergr. 2. C Längsschnitt durch die gemeinsame Mediane des Priman- und Sekundansproßchens, v Vegetationskegel des Primansproßchens, a Arillusanlage, e Embryosackanlage, n Nucellus, i Integument, m Mikropyle. Vergr. 48. — Giftig.

#### Familie *Pinaceae*.

In der Familie der Pinaceen sind die wichtigsten Nadelholzbäume enthalten, die sich nach Verschiedenheiten der Blattstellung und Lage der Samenanlagen auf zwei Unterfamilien verteilen lassen. Alle Formen mit gegenständigen oder quirlständigen Blättern fassen wir als *Cupressineae* zusammen. Diesen kommt zugleich eine aufrechte Stellung ihrer Samenanlagen zu. *Cupressus*, *Thuja*, *Juniperus* und das im Habitus abweichende *Taxodium* sind hier zu nennende Gattungen.

Alle Formen mit wechselständigen Blättern bilden die Unterfamilie der *Abietineae*, welche fast ausnahmslos umgewendete Samenanlagen besitzen. Man kann diese nach

den Gattungen *Araucaria* und *Agathis* — *Sequoia* und *Sciadopitys* — *Abies*, *Picea*, *Larix* und *Pinus* drei verschiedenen Gruppen zurechnen, die als *Araucarieae*, *Sequoieae* und *Abietineae* im engeren Sinne zu bezeichnen wären.

Unterfamilie *Cupressineae*. Die *Cupressineae* haben teils quirlständige Nadeln wie unser Wacholder (Fig. 458), teils schuppenförmige und dann dekussiert stehende Blätter wie *Thuja*-arten und *Juniperus Sabina* (Fig. 459). Doch zeigen die Keimpflanzen von *Thuja* noch nadelförmige Blätter, und einzelne Zweige der schuppig beblätterten *Juniperus*-arten fallen ebenfalls häufig auf Nadelblätter und dreizählige Blattquirle zurück,





Fig. 457. *Taxus baccata*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



Fig. 458. *Juniperus communis*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Zweig mit Früchten und Zweig mit männlichen Blüten. — Offizinell.



so daß man diese als ältere Blattform aller Cupressineae zu betrachten berechtigt ist. *Taxodium* trägt zweizeilig beblätterte hinfallige Kurztriebe.

Die Blüten der Cupressineae sind monöisch, nur bei *Juniperus* meist diöisch verteilt. Die männlichen sind bei *Juniperus communis* blattachselständig. Der kleine

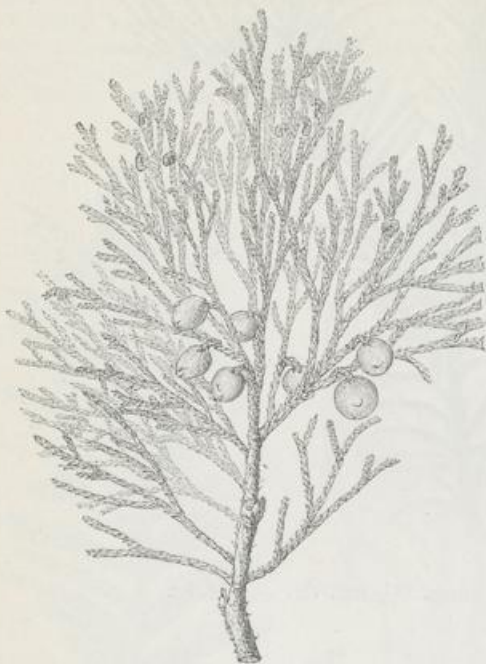


Fig. 459. Zweig von *Juniperus Sabina* mit Früchten. — Offizinell und giftig.

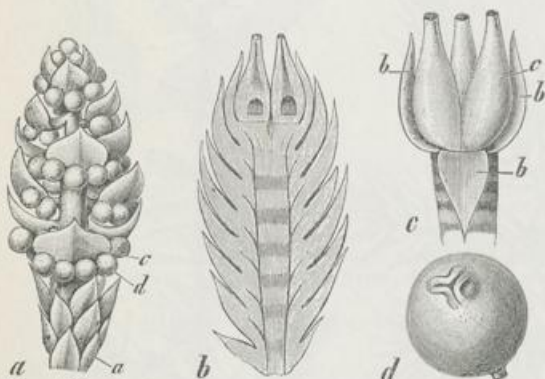


Fig. 460. *Juniperus communis*. *a* Männliche Blüte, *b* fertiler Zweig mit weiblicher Blüte, *c* weibliche Blüte, ein Fruchtblatt zurückgebogen, *d* Beere. — Offizinell. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

zu Hause. *Thuja*arten, Lebensbaum, als Ziersträucher und Bäume bei uns angepflanzt. Das sommergrüne *Taxodium distichum* bildet ausgedehnte Sumpfwälder an den Nordküsten des mexikanischen Golfes von Florida bis Galveston und *Taxodium mexicanum* (immergrün) ist auf dem Mexikanischen Hochplateau weit verbreitet in z. T. mächtigen

Sproß beginnt mit einer Anzahl anliegender Schuppenblätter (Fig. 460 *a*) und endet mit einigen Wirteln von schildförmigen Sporophyllen (*c*), die auf der Unterseite je 2—4 Mikrosporangien (*d*) tragen, welche letztere sich mit einem vertikalen, in Längsrichtung des Sporophylls verlaufenden Riß öffnen. Die Stellung der weiblichen Blüten ist die gleiche. Auf die Hülle der Schuppenblätter (Fig. 460 *b*) folgt ein Quirl Fruchtblätter (*c*); jedes trägt schräg vor der Mittellinie eine aufrechte Samenanlage (*e*). Nach der Befruchtung geht hauptsächlich aus dem Grunde der Sporophylle fleischiges Parenchym hervor, welches die drei Makrosporangien emporhebt und sich zwischen sie eindringt, ohne jedoch den freien Raum ganz auszufüllen. Die drei Fruchtblätter wachsen dann über den Samenanlagen völlig zusammen. Eine Verwachsungsnarbe kennzeichnet noch an der reifen Frucht die Grenzen der Fruchtblätter auf dem Scheitel; ihre Spitzen liegen je im Winkel der Nahte ein wenig zurück. Fruchtreife zweijährig. Fleischige Beschaffenheit der Fruchtblätter läßt die Frucht als Beere erscheinen. Übrigens ist *Juniperus* die einzige Gattung der Cupressineae mit Beerenfrüchten; die übrigen wie *Cupressus*, *Thuja*, *Taxodium* tragen Zapfen.

*Juniperus communis*, Wacholder, ein auf der ganzen nördlichen Hemisphäre verbreiteter, stellenweise sehr häufiger, bisweilen baumförmiger Strauch. *Juniperus Sabina*, Sadebaum, in den Alpen und sonstigen mittel- und südeuropäischen Gebirgen als niederliegender Strauch zu finden. Die Cypresse, *Cupressus sempervirens*, im Mittelmeergebiet



Exemplaren, wie „dem großen Baum von Tule“, der von HUMBOLDT auf 4000 Jahre geschätzt worden ist und bei 40 m Höhe 30 m Stammumfang besitzt.

Unterfamilie *Abietineae*. Die Blütenbildung der Abietineen mag zuerst besprochen werden. Männliche Blüten (vgl. Fig. 440, S. 401) bestehen lediglich aus einer am Grunde mit Schuppenblättern besetzten Achse, an der zahlreiche Staubblätter sich finden, die auf ihrer Unterseite Pollensäcke (Mikrosporangien) tragen. Ihre Zahl ist bei den *Abietineen* im engeren Sinne auf 2 beschränkt, steigt bei *Agathis* und *Araucaria* auf 5–15. Eine über die Mikrosporangien hinausragende Spitze des Sporophylls ist meist dreieckig, ändert aber sehr ab in Größe und Beschaffenheit. Mikrosporen meist mit Flugblasen. Weibliche Blüten stellen durchweg Zapfen dar, bestehen also aus einer Achse und Zapfenschuppen, welche stets verholzen und durch engen Zusammenschluß die sich entwickelnden Samenanlagen schützen. Bei *Agathis* und *Araucaria* trägt jede Schuppe eine anatrophe Samenanlage an der Basis. — (Die zapfentragenden *Cupressineae* bilden eine von der Zapfenschuppe nicht deutlich abgegliederte Wucherung, der die Samenanlagen aufsitzen.) — Ähnlich liegen die Verhältnisse bei *Sequoia* und *Sciadopitys*, deren Schuppen aber stets mehrere (4–9) anatrophe Samenan-

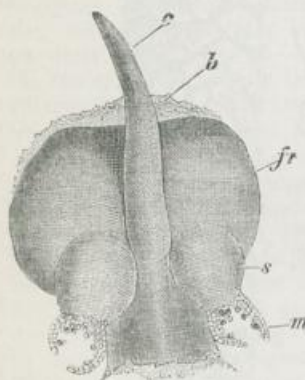


Fig. 461. *Pinus silvestris*. Fruchtschuppe *fr* mit den beiden Samenanlagen *s* und dem Kiel *c*. Dahinter die Deckschuppe *b*. An den Samenanlagen der Integumentrand in zwei Fortsätze (*m*) ausgewachsen. Vergr. 7.

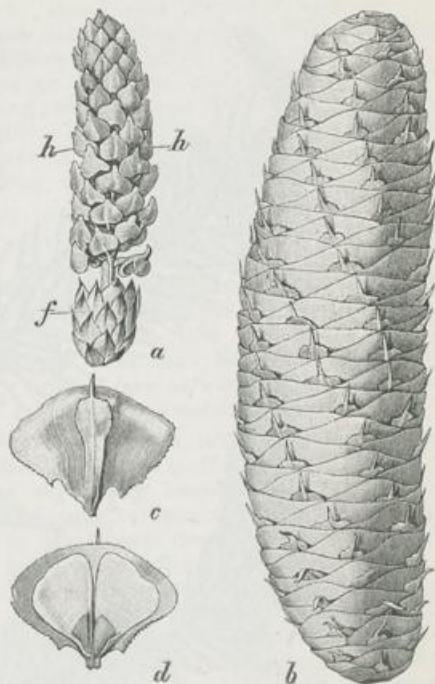


Fig. 462. *Abies pectinata*. *a* Männliche Blüte (hängend zu denken), *f* Schuppen, *h* Sporophylle, *b* Zapfen, *c* Deck- und Fruchtschuppe von oben, *d* dieselben von vorn. *a*, *c*, *d* in nat. Gr., *b* verkl. (Nach BERG und SCHMIDT.) Offizinell.

lagen zeigen; die Abgrenzung des Auswuchses beginnt sich schärfer zu markieren. Bei den *Abietineen* im engeren Sinne ist die Trennung weiter durchgeführt; man findet eine zweite, der Zapfenschuppe am Grunde verbundene innere Schuppe, welche die beiden stets anatropen Samenanlagen trägt. Die äußere Schuppe heißt Deckschuppe, die innere Fruchtschuppe (Fig. 461, 462). Die Fruchtschuppe wird erheblich stärker ausgebildet. Sie ist der verholzende, die Samenanlage schützende Teil. Schon zur Zeit der Blüte wird meist die Deckschuppe von den Fruchtschuppen verdeckt und erst bei genauer Untersuchung kenntlich. Doch gibt es einige Arten, z. B. *Abies bracteata*, *A. pectinata* (Fig. 462 *b*), *Pseudotsuga Douglasi* usw., welche die Deckschuppe stets und in jedem Alter des Zapfens zwischen den Fruchtschuppen deutlich hervortreten lassen.

Die hier wiedergegebene Anschauung, daß die Fruchtschuppe einem, in der Reihe von *Araucaria* zu den eigentlichen Abietineen zu immer größerer Entfaltung gelangenden



placentaren Auswuchs der Deckschuppe entspricht, welcher die Makrosporangien trägt, ist besonders von SACHS, EICHLER, GÖBEL vertreten worden. Ihr gegenüber betonten u. a. STRASBURGER und CELAKOWSKY, daß die Fruchtschuppe vielmehr ein in der Achsel der Deckschuppe entstehender Sproß bzw. das Verwachsungsprodukt seiner Vorblätter sei, daß also in dem Zapfen keine aus zahlreichen Sporophyllen zusammengesetzte Einzelblüte, sondern ein Sproßsystem vorliege, d. h. ein Blütenstand, eine Infloreszenz. Hier genügt es, auf diese Differenzen der Auffassung hingewiesen zu haben.

Wichtige Gattungen und Arten: *Agathis* (*Dammara*) ist im Malayischen Archipel und bis nach Neuseeland hinüber verbreitet. *Agathis australis* und *A. Dammara* liefern Kauri-Kopal, jedoch kein Dammarharz. *Araucaria brasiliana* und *A. imbricata* sind stattliche Waldbäume Südamerikas. *A. excelsa*, *A. Cookii* und andere Arten mit sehr

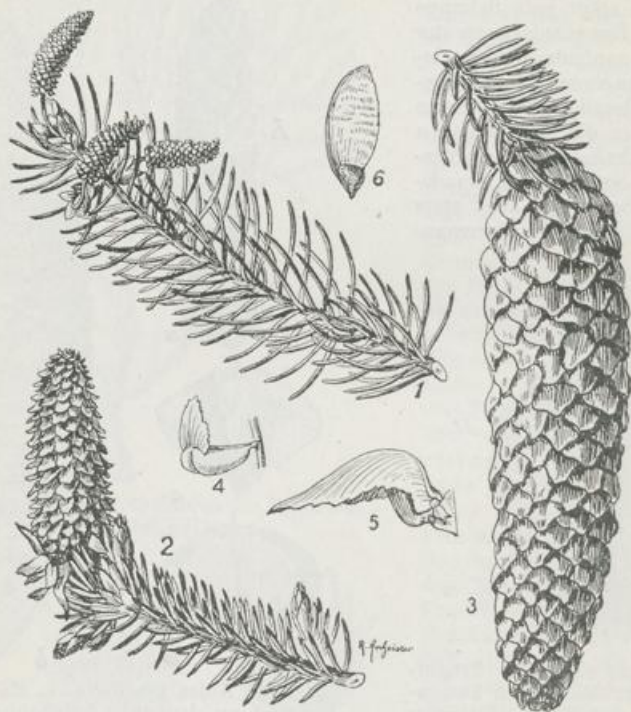


Fig. 463. *Picea excelsa*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Zweig mit männlichen Blüten. 2 Endständige weibliche Blüte. 3 Hängender Fruchtzapfen. 4 Mikrosporophyll. 5 Makrosporophyll. Deckschuppe von der nach außen umgeschlagenen größeren Fruchtschuppe überdeckt, eine Samenanlage am Grunde der letzteren. 6 Reifer Samen mit Flughaut aus einer gelösten Lamelle der Fruchtschuppe gebildet. 4–6 vergr. — Offizinell.

beschränktem Verbreitungsgebiet werden ihrer schönen, regelmäßigen Formen wegen viel kultiviert. Zur Gattung *Sequoia* gehören mit die gewaltigsten Baumgestalten, die man kennt, wie die 100 m Höhe und 12 m Stammdurchmesser erreichenden Exemplare von *Sequoia gigantea* der californischen Sierra Nevada.

Heimische Waldbäume: *Picea excelsa*, die Fichte oder Rottanne (Fig. 463), eine stattliche pyramidale Baumgestalt unserer Wälder. Kurztriebe fehlen. Langtriebe allseitig mit vierkantigen spitzen Nadeln besetzt, welche sich an den wagerecht abstehenden oder schließlich hängenden Seitenästen mehr oder minder aufrichten. Männliche Blüten meist an den Flanken vorjähriger Triebe. Sie krümmen sich zur Blütezeit aufwärts. Beide Pollensäcke öffnen sich durch einen Längsriß. Weibliche Zapfen stehen endständig an vorjährigen Trieben desselben Individuums, meist dem Gipfel genähert;



sie sind zur Blütezeit gerade aufgerichtet. Die reifen Zapfen hängen und entlassen die Samen zwischen den geöffneten Schuppen hindurch, fallen dann als Ganzes ab. Samenentwicklung ist einjährig. *Picea orientalis* aus Kleinasien und *Picea alba* aus Nordamerika häufig angepflanzt.

Die Edeltanne (Fig. 462), *Abies pectinata*, ihrer hellen Rinde wegen auch Weißtanne genannt, ist in den mittel- und südeuropäischen Gebirgen zu Hause. Der Baum führt nur Langtriebe. Flache, unterseits mit zwei weißen Streifen versehene Nadeln, deren Spitze ausgerandet ist, stehen mehr oder weniger allseitig an dem Zweige, werden aber an den wagerechten, von oben belichteten Seitenästen durch Drehung ihres Grundes gescheitelt. Männliche Blüten entstehen achselständig auf der Unterseite oder den Flanken des Sprosses. Sie wachsen abwärts, so daß ihre der Sporophyll-Unterseite eingesenkten Pollensäcke aufwärts schauen. Durch eine schräge Längsspalte geöffnet, klappt die Wandung weit auseinander, und die mit Flugblasen versehenen Mikrosporen können leicht herausfallen. Weibliche Blüten entspringen oberseits und sind steil aufgerichtet. Deckschuppe hier etwas länger als die breite Fruchtschuppe. Befruchtete Zapfen behalten aufrechte Stellung; die Schuppen fallen bei der Reife von der Spindel ab, wobei die Samen frei werden. Ihre Ausbildung erfordert auch hier ein Jahr. *Abies Nordmanniana* aus dem Kaukasus, *A. Pinsapo*, Spanien, *A. concolor*, *A. balsamea*, *A. nobilis*, alle drei aus Nordamerika, sind in Parkanlagen anzutreffen.

*Larix europaea*, die Lärche, gehört zu den wenigen laubabwerfenden Koniferen. Sie erneuert ihre Nadeln jährlich. Ihre Triebe sind in Langtriebe und Kurztriebe gegliedert. Erstere, allseitig mit schmalen, linealen Laubblättern bestanden, setzen die Verzweigung des pyramidenförmigen Baumes, dessen Seitenzweige oft tief herabhängen, fort. Kurztriebe entstehen in den Blattachseln an vorjährigen Langtrieben; sie bestehen aus einer Rosette von 30–40 Blättern, denen der Langtriebe ähnlich, nur etwas kürzer. Die Blüten entsprechen in ihrer Stellung einem Kurztriebe. Männliche Blüten sind nach völliger Entwicklung abwärts gekrümmt. Öffnung ihrer aufwärts schauenden Pollensäcke wie bei *Abies*. Weibliche Zapfen stets aufgerichtet. Fruchtreife 1 Jahr.

Die höchste Differenzierung der vegetativen Organe ist in der Gattung *Pinus* zu finden. *Pinus silvestris*, unsere gewöhnliche Kiefer (Fig. 464), mag als Beispiel dienen. Junge, 1–2jährige Keimpflanzen haben regelmäßig benadelte Langtriebe. An den älteren Exemplaren geht diese Benadelung völlig verloren; farblose häutige Schuppenblätter treten an Stelle der Nadeln und in den Achseln der Schuppen bilden sich gleich beim Austreiben Kurztriebe mit je 2 — bei anderen Spezies 3 oder 5 — Nadeln. Diese sind ca. 5 cm lang, flach gegeneinander gelegt, außen gerundet. Der Vegetationspunkt der Kurztriebe geht alsbald ein, wenn er nicht etwa durch Absterben der Gipfelknospe zu weiterer Tätigkeit angeregt wird. Männliche Blüten treten in großer Menge an der Basis neu hervorbrechender Langtriebe auf, je einen Kurztrieb vertretend. Weibliche Blüten stehen einzeln oder zu mehreren am Gipfel solcher Langtriebe, je einem Langtrieb entsprechend. Sie sind zur Blütezeit aufgerichtet, kehren sich nach der Bestäubung abwärts. Die Samen reifen im zweiten Jahre. Sie werden durch Öffnung ihrer bis dahin fest aufeinander gepreßten Fruchtschuppen frei. Der Zapfen fällt dann als Ganzes ab (Fig. 464). *Pinus montana*, Zwergkiefer unserer Gebirge. *P. Pinca*, Pinie, und *P. Cembra*, Arve, mit eßbaren Samen. *P. Laricio*, die Schwarzkiefer, aus Niederösterreich. *P. Pinaster*, Seestrandskiefer, aus dem Mittelmeergebiet, *P. Taeda*, Weihrauchkiefer, *P. Strobilus*, Weymouthskiefer, *P. Lambertiana*, Zuckerkiefer, alle drei aus Nordamerika. *Cedrus*arten, Waldbäume des Atlas und Libanon, bei uns in Anlagen.

Giftig: *Juniperus Sabina*, der Sadebaum, *Taxus baccata*, die Eibe.

Offizinell: *Juniperus communis*: Fructus Juniperi (Pharm. germ., austr., helv.), Oleum Juniperi (Pharm. germ., austr., helv.) und Lignum Juniperi (Pharm. austr., helv.), *Juniperus oxycedrus*: Oleum cadinum (Pharm. austr., helv.). — *Juniperus Sabina*: Herba Sabinae (Pharm. austr., helv.). — *Larix europaea*: Terebinthina veneta (Pharm. austr., helv.). — *Larix sibirica* (Nordrußland (Sibirien)): Pix liquida (Pharm. germ.). Verschiedene *Pinus*-Arten, wie *P. silvestris*, *Laricio*, *Pinaster*, *Taeda*, *australis*, *cubensis* usw., auch *Abies pectinata* und *Picea excelsa* liefern Terebinthina, Koloophonum, Ol. Terebinthinae, Pix liquida (Pharm. germ., austr., helv.); *Pinus montana* liefert Ol. Pini Pumilionis (Pharm. austr., helv.). — *Pinus silvestris*: Turio Pini (Pharm. helv.).





Fig. 464. *Pinus silvestris*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. 1 Neuer Jahrestrieb am Gipfel eines mit zahlreichen Kurztrieben besetzten Langtriebes. Am Grunde des jungen Langtriebes viele männliche Blüten je an Stelle eines Kurztriebes; weiter oben bräunliche Schuppenblätter mit je einer Kurztriebanlage in der Achsel. 2 Ebenso, jedoch eine weibliche aufgerichtete Blüte am Gipfel, an Stelle eines Langtriebes. Zwei vorjährige unreife grüne Zapfen, umgebogen am Gipfel des vorjährigen Langtriebes. 3 Zapfen des vorjährigen Jahres aufgesprungen, um die reifen Samen zu entlassen. 4 Ein Mikrosporophyll. 5 Makrosporophyll von der Innenseite, zeigt Fruchtschuppe mit zwei Samenanlagen am Grunde. 6 Dasselbe von der Außenseite, die kleine Deckschuppe unter der Fruchtschuppe freigelegt. 7 Reifer Samen mit seinem von den Oberflächenschichten der Fruchtschuppe gebildeten Flügel. 4—7 vergr. Offizinell.



4. Ordnung. Gnetinae<sup>(8)</sup>.

Die einzige Familie dieser Ordnung ist die der *Gnetaceae*. Nur drei Gattungen gehören ihr an: *Ephedra* (Fig. 465), blattlose Sträucher wärmerer, trockener Gegenden der ganzen nördlichen Hemisphäre, *Welwitschia mirabilis*, eine monotypische Pflanze aus den Wüsten Südwestafrikas, welche außer den hinfälligen Kotyledonen zeitlebens nur ein einziges Paar meterlanger, am Grunde fortwährend nachwachsender Blätter an dem nur gerade über die Erdoberfläche ragenden, keulig angeschwollenen Stammscheitel hervorbringt, und *Gnetum* (Fig. 466) mit breiten, netzadrigen Laubblattpaaren versehene Bäume oder Lianen der Tropen. Diese so verschieden aussehenden Gattungen stimmen überein in dem Besitze gegenständiger Blätter (bei *Ephedra* auf



Fig. 465. *Ephedra altissima*.  
1 Habitus eines männlichen  
Blütenstandes und 2 eines  
unreifen Fruchtstandes.  
 $\frac{2}{3}$  nat. Gr.

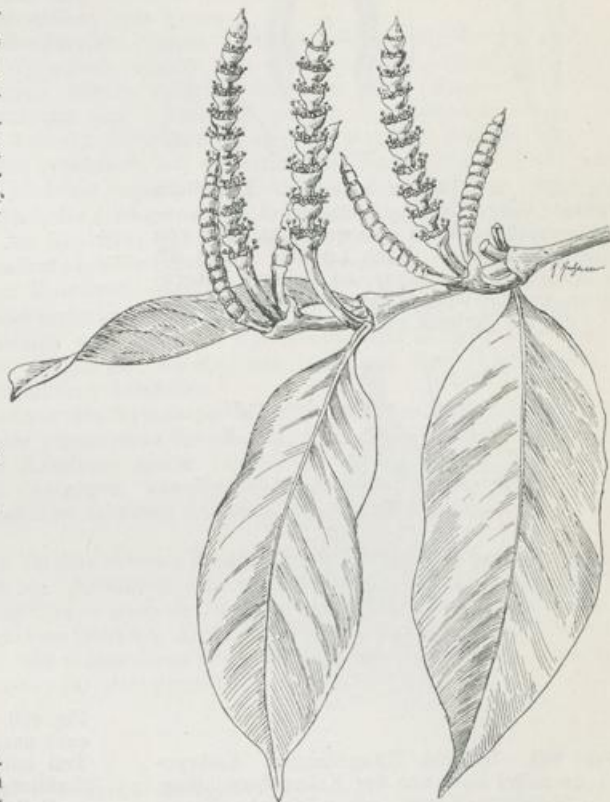


Fig. 466. *Gnetum Gnemon*. Zweig mit männlichen  
Blütenständen.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

Schuppen beschränkt), in der Entwicklung echter Gefäße im sekundären Holz und Fehlen der Harzgänge, endlich in dem Auftreten einer Hülle in den meist diöcisch verteilten Blüten (Fig. 467).

Wegen mancher Übereinstimmung mit den Gymnospermen wie den Angiospermen ist die Familie geeignet, den Übergang zu vermitteln. Die Entwicklung der Geschlechtsgeneration ist bei den einzelnen Gattungen ebenso verschieden wie ihr äußerer Habitus.

Die Mikrosporen-Entwicklung und -Keimung zeigen keine Abweichungen von den übrigen Gymnospermen. Makrosporen von *Ephedra* und *Welwitschia* besitzen ein wohl ausgebildetes Prothallium, dessen Archegonien bei der letzten Pflanze freilich auf je eine lang schlauchförmig in das Nucellus-Gewebe vordringende Zelle beschränkt sind.



Gnetum dagegen bildet teils gar kein Prothallium, sondern zeigt den Embryosack lediglich mit zahlreichen im Plasma verteilten Eikernen gefüllt, oder entwickelt ein Prothalliumgewebe im unteren Embryosackabschnitte, während der obere dem ganzen Embryosacke der übrigen Gnetumarten sich gleich verhält.

Die beiden generativen Zellen des Pollenschlauches verschmelzen mit je einem Eikern. Von allen beim Eindringen mehrerer Pollenschläuche in größerer Zahl entstandenen Keimzellen kommt nur ein Embryo zu voller Entwicklung (Fig. 468, 469).

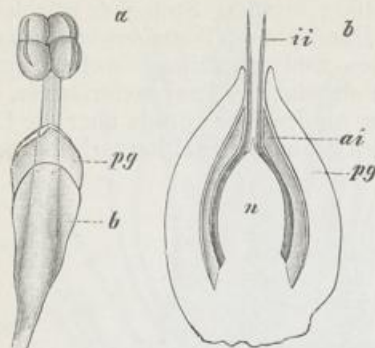


Fig. 467. a *Ephedra altissima*. Männliche Blüte. Vergr. 16. pg Perigon, b Blatt. — b Längsschnitt durch eine weibliche Blüte von *Gnetum Gnemon*. (Nach LOTSY.) Vergr. 32. n Nucellus, ii inneres, ai äußeres Integument, pg eine weitere integumentartige Hülle, die als Perigon gedeutet worden ist.

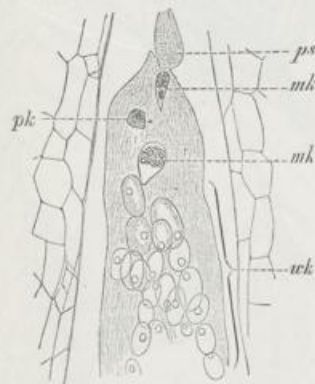


Fig. 468. *Gnetum Rumphianum*. Embryosackscheitel kurz vor der Keimzellenbildung. wk Weibliche Kerne, mk männliche Kerne, ps Pollenschlauch, pk desorganisierter Pollenschlauchkern. Vergr. 250.

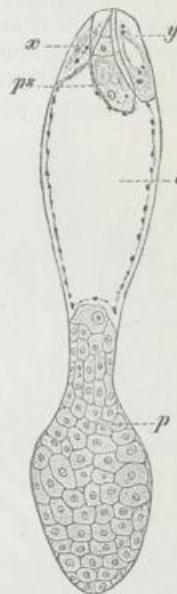


Fig. 469. *Gnetum Gnemon*. Embryosack nach LOTSY. Vergr. 66. e Oberer Teil mit freien Kernen, p mit Prothalliumgewebe gefüllter unterer Teil, ps Pollenschlauch, xy zwei nicht zu voller Entwicklung gelangte weitere Embryosäcke.

### Die fossilen Gymnospermen<sup>(9)</sup>.

Reste von Gymnospermen sind, im Gegensatz zu den Pteridophyten, in silurischen Schichten bisher nicht gefunden; sie treten zuerst im Devon auf, jedoch nur spurenweise, und erreichen erst in der Steinkohlenflora größere Bedeutung. Von den *Cycadofilices*, Stämmen mit sekundärem Dickenwachstum und farnähnlicher Belaubung, welche bisher immer den Pteridophyten zugerechnet wurden, trennen OLIVER und SCOTT<sup>(9a)</sup> neuerdings die *Pteridospermeae* ab, die sie kurz als farnähnliche Samenpflanzen charakterisieren. Nachdem ihnen der Nachweis gelungen ist, daß die Samen von *Lagenostoma Lomaxi* Will. zu *Lyginodendron* gehören, einem zu den *Cycadofilices* rechnenden Stamme mit großen farnartigen Blättern, zählt also diese Form zu den Pteridospermen. Und mit großer Wahrscheinlichkeit dürften die ganzen *Lyginopterideae* und vielleicht auch die



*Medulloseae* richtiger hier einzureihen sein. *Lagenostoma* ist durch große Annäherung ihres Samenbaues an *Cycas* ausgezeichnet und nur dadurch unterschieden, daß an Stelle des einfachen, dicken *Cycas*-Integumentes eine vom Integument getrennte cupulaartige Umhüllung den Samen umschließt. Nur in Nordamerika nachgewiesen sind einige Fragmente von Blättern, die auf *Cordaites* zurückgeführt werden, einen auf die paläozoischen Epochen beschränkten, höchst eigenartigen Typus. Dank ihrer vorzüglichen Erhaltung ist *Cordaites* morphologisch ebenso genau bekannt wie die jetzt lebenden Gymnospermen. Es waren hohe Bäume mit bandförmigen oder breiten und gelappten Blättern und mit von den jetzigen Gymnospermen sehr abweichenden Blüten. Phylogenetisch wichtig ist der Umstand, daß das männliche Prothallium einen mehrzelligen Gewebekörper darstellt. Die Struktur der Samenanlage und der Samen zeigt ebenfalls große Ähnlichkeit mit den *Cycadaceae*.

Abgesehen von wenig zahlreichen Resten (*Cycadites*, *Dicranophyllum*), welche die einen mit Zweifel zu den *Cycadinae*, andere mit größerer Wahrscheinlichkeit in die Verwandtschaft der *Ginkgo*en rechnen, stellt *Cordaites* im ganzen Karbon den reichsten entwickelten Gymnospermentypus dar. Erst im unteren Rotliegenden zeigen sich zweifellose *Cycadaceae*. In höheren Schichten kommt die Gattung *Walchia* zum Vorschein, deren Verwandtschaft zweifelhaft ist; sie erinnert in ihren bekannt gewordenen vegetativen Organen an die niedrigst organisierten Koniferen, die *Araucarien*. Im oberen Rotliegenden treten unzweifelhafte *Ginkgo*en (*Baiera* und zu *Walchia* ein neuer erloschener, anscheinend zu den Koniferen gehöriger Typus hinzu, *Ullmannia*).

Mit dem Rotliegenden schwinden die *Cordaiten*. Die Gymnospermenflora geht durch *Cycadinae*, *Ginkgo*en und Koniferen erloschener Typen (*Voltzia*, im Buntsandstein) durch die *Trias* hindurch und findet im *Jura* eine mächtige Entwicklung, indem die *Ginkgo*en mit zahlreichen Formen und auch die *Cycadinae* ihren Höhepunkt erreichen. Im *Jura* zeigen sich echte *Araucarien*, welche, wie auch aus ihrer Organisation zu schließen ist, die ältesten Koniferen darstellen.

Im *Wealden* herrschen unter den Gymnospermen noch die *Cycadinae* und *Ginkgo*en mit einigen Koniferen; in der eigentlichen Kreide treten die altertümlichen Typen immer mehr zurück, während die Koniferen immer zahlreicher werden. Unter ihnen zeigen sich bereits gegenwärtige Gattungen, wie *Dammara*, *Sequoia*, *Pinus*, *Cedrus*, *Abies*, *Callitris* usw. Auch die *Taxaceen* scheinen vertreten zu sein, doch ist die Zugehörigkeit der Reste zweifelhaft.

Die Gymnospermen des Tertiärs gehören durchaus noch lebenden Typen, zum großen Teile noch lebenden Arten an. Koniferen sind vorherrschend, von *Ginkgo*en ist nur *Ginkgo biloba* vorhanden und zwar auch in Europa, zusammen mit anderen jetzt auf Ostasien oder Nordamerika beschränkten Arten, wie *Cryptomeria japonica*, *Taxodium distichum*, *Sequoia gigantea* und *sempervirens*, *Pinus Strobus* usw. Auch eine Angehörige der *Cycadaceae* (*Encephalartos*) hat sich gefunden.

## Zweite Klasse.

### Angiospermae<sup>(10)</sup>.

Die Unterschiede, welche gymnosperme und angiosperme Pflanzen aufweisen, finden in der Nacktsamigkeit der ersteren, der Bedecktsamigkeit der letzteren einen kurzen und darum guten Ausdruck, doch erst eine genauere Darlegung der Angiospermenblüte, ihres Aufbaues und ihrer Ausrüstung gegenüber derjenigen der Gymnospermen wird uns ermöglichen, das gegenseitige Verhältnis dieser beiden großen Klassen der Phanerogamen richtig zu erkennen.

Die **Angiospermenblüte**. Während die Gymnospermen ihre männlichen und weiblichen Sporophylle auf verschiedene Blüten, oder gar verschiedene Individuen verteilen und sie meist ohne irgendwelche besondere Hülle aus den vegetativen Organen hervorsprossen lassen, ist bei den Angiospermen eine Vereinigung beider Geschlechter in einer Blüte, die danach zwittrig



oder hermaphroditisch heißt, und ihre Umhüllung durch farbige, d. h. vom grünen Laubblatt unterschiedene Hüllblätter, insgesamt Perianth genannt, die Regel. Der spiraligen Anordnung gymnospermer Sporophylle an den langgestreckten Achsen ihrer eingeschlechtigen oder diklinen Blüten gegenüber fällt die wirtelige Stellung der Hüllblätter wie der Sporophylle um sehr verkürzte Achsen in den angiospermen Blüten auf. Wirtelige

Stellung der verschiedenen Blütenblätter, farbiges Perianth und Zwitterigkeit sind also charakteristisch für Angiospermenblüten, aber,



Fig. 470. Blüte von *Paeonia peregrina*. *k* Kelch, *c* Krone, zusammen das Perianth, *a* Andröceum, *g* Gynöceum, vorderer Teil der Blüte entfernt.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

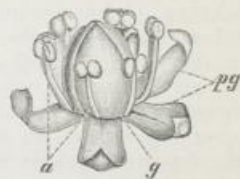


Fig. 471. Blüte von *Acorus Calamus* nach ENGLER. *pg* Perigon, *a* Andröceum, *g* Gynöceum. Vgr.

wie gleich hervorgehoben werden mag, durchaus nicht ohne jede Ausnahme allen Angiospermenblüten eigen. Der wichtige Faktor der Pollenübertragung ist für diese Verschiedenheiten verantwortlich zu machen. Wo

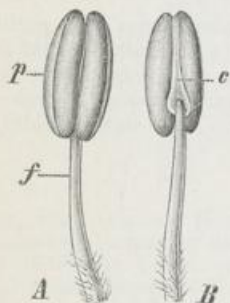


Fig. 472. Staubblätter von *Hyoscyamus niger*. *A* Von vorne, *B* von hinten. *f* Filament, *c* Konnektiv, *p* eine Theca. Vergr.

der Wind, wie bei den Gymnospermen oder den Kätzchenblütern unter den Angiospermen, dieser Funktion dienstbar ist, bietet die Streckung der Achse, die hüllenlose Stellung der weiblichen Empfangnisorgane nur Vorteile. Sind aber Tiere, Insekten oder Vögel, für die Bestäubung in Anspruch genommen, so ist Ausbildung des Perianths als eines weithin sichtbaren Schauapparates, oder anderer auf Geruchs- oder Geschmackssinn wirkender Lockmittel notwendig und die Form der Blüte, Anordnung ihrer Sporophylle, wie der Orte für Nektarabsonderung müssen sich der Körperform oder den Gewohnheiten der betreffenden Tiere anbequemen (vgl. S. 260). Diesem Umstande ist der unendliche Farben- und Formenreichtum angiospermer Blüten zuzuschreiben. Man unterscheidet danach anemophile, entomophile, ornithophile usw. Blüten.

Das Perianth (Fig. 470, 471) besteht aus zwei Wirteln, welche gleich geformt und gefärbt sein können, dann auch wohl Perigon genannt werden, oder sich in einen äußeren grünen Kelchblattkreis und einen inneren gefärbten Kreis, die Krone oder Corolle, gliedern. In jeder vollzähligen Blüte folgen zwei Kreise von Mikrosporophyllen oder Staubblättern auf das Perianth und ein Wirtel der Fruchtblätter, Makrosporophylle, beschließt die Blüte. Die Wirtel alternieren der Regel nach. Die gesamten Staubblätter



pfllegt man als Andröceum, die Fruchtblätter als Gynöceum zusammenzufassen.

Jedes Staubblatt besteht aus einem fadenförmigen Träger, dem Filament, und der Anthere, welche aus zwei Paaren von Pollensäcken, den Thecae, zusammengesetzt ist; zwischen ihnen wird das Konnektiv als Verbindungsstück eingeschaltet (Fig. 472). Die Anthere kann ihre Thecae der Innenseite der Blüte, also dem Fruchtblattkreise, zuwenden oder sie nach außen kehren; sie heißt danach introrse oder extrorse Anthere. Der Öffnung einer reifen Theca dient meist (Ausnahme *Ericaceae*) die eigenartige Ausbildung der hypodermalen Wandschicht, „fibröse Schicht“, oder Endothecium genannt, während die Gymnospermen, bis auf Ginkgo (vgl. S. 408), gleich den Farnen ein „Exothecium“ besitzen (S. 402), d. h. ihre „aktiven Zellen“ in der äußersten Zelllage führen. In der Regel wird die Scheidewand zwischen den beiden Pollensäcken dabei zerstört, so daß beide gleichzeitig geöffnet werden. Die Mikrosporen selbst sind in ihrer Ausrüstung verschieden; bei anemophilen Pflanzen auf die Verbreitung durch den Wind

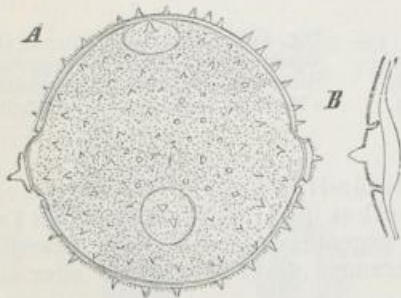


Fig. 473. A *Cucurbita Pepo*. Ganzes Pollenkorn in Flächenansicht und zum Teil auch im optischen Durchschnitt. Vergr. 240. B *Cucurbita verrucosa*. Teil eines Querschnittes durch das Pollenkorn mit einer deckelartig umschriebenen Austrittsstelle. Vergr. 540.

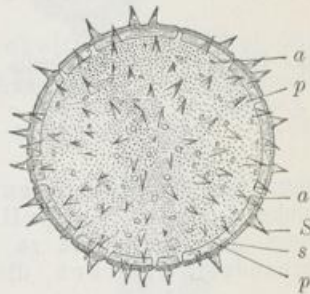


Fig. 474. Pollenkorn von *Malva silvestris*. S Stacheln der Exine, s Stäbchenschicht der Exine, a Austrittsstelle der Pollenschläuche, p Stäbchen von oben. (Nach A. MEYER.)

angewiesen, sind sie glatt, trocken und leicht. Bei den von Tieren besuchten Blüten dagegen pflegen sie klebrig oder mit Stacheln und Vorragungen der Exine versehen zu sein, die ein besseres Haften am Haarkleid der bestäubenden Tiere ermöglichen. Sie unterscheiden sich von denen der Gymnospermen auch dadurch, daß bei ihrer Keimung die Exine nicht völlig abgeworfen zu werden braucht, sondern von vornherein mit mehr oder weniger zahlreichen Durchtrittsstellen für die Pollenschläuche ausgerüstet wird (Fig. 473, 474). Durch Verwachsung und Verzweigung kommen mannigfache Veränderungen des Andröceums vor, die im speziellen Teil Erwähnung finden werden. Sterile Staubblätter, welche keinen fruchtbaren Pollen hervorbringen, werden Staminodien genannt.

Den Abschluß der Blüte bildet stets das Gynöceum. Seine Fruchtblätter, oder Carpelle, können frei bleiben und jedes für sich eine Frucht bilden; man spricht dann von einem apokarpen Gynöceum, oder sie verwachsen miteinander zum Fruchtknoten und stellen ein synkarpes Gynöceum dar. Die Fruchtblätter tragen ihre Samenanlagen ebenso wie bei den Cycadaceae meist am Rande auf mehr oder weniger deutlichen Wucherungen, den Placenten. Apokarpe Fruchtknoten werden demnach an ihren



beiden zusammenschließenden Rändern, an der sog. Bauchnaht (Fig. 476), je eine Reihe von Samenanlagen führen; die ihr gegenüberstehende Rücken-  
naht wird von der Mittelrippe des Blattes gebildet. In synkarpen Fruchtknoten treten die Samenanlagen ebenfalls an den Rändern der miteinander verwachsenden Fruchtblätter auf. Sie werden parietal genannt, wenn die Placenten der Wandinnenseite als flache Wülste entspringen (Fig. 477 D). Tritt durch weiteres Eindringen der Carpellränder eine Fächerung des Fruchtknotens ein, so rücken die Placenten und ihre Samenanlagen ebenfalls nach



Fig. 475. *Althaea officinalis*. Längsdurchschnittene Blüte. *a* Außenkelch, *b* Kelch, *c* Corolle, *d* Androeum, *e* Fruchtknoten, *f* Griffel. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

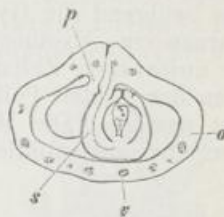


Fig. 476. *Delphinium Ajacis*. Querschnitt durch den Fruchtknoten mit Samenanlagen *s* an den Placenten *p*, *o* Fruchtknotenwand, *v* Gefäßbündel. Vergr. 18.

innen vor; sie werden zentralwinkelständig, wie Fig. 477 B zeigt. Nur solche aus den Carpellrändern selbst gebildete Scheidewände pflegt man als echte zu bezeichnen gegenüber den z. B. bei Cruciferen vorhandenen falschen, die aus Wucherungen der Fruchtblätter oder ihrer

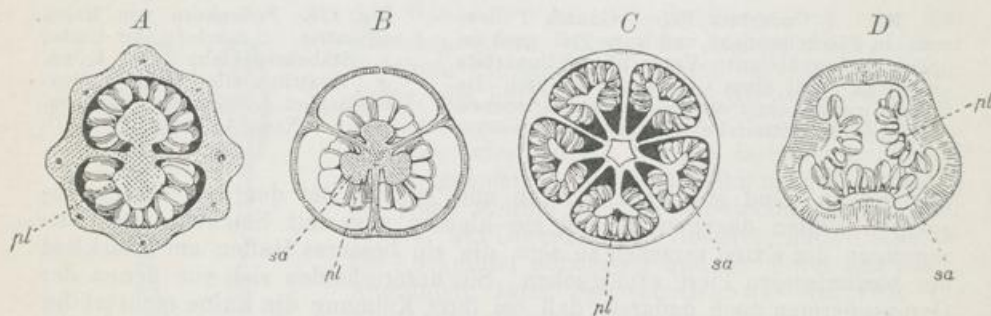


Fig. 477. Querschnitte von Fruchtknoten. *A* Lobelia. *B* Diapensia. *C* Rhododendron. *D* Passiflora. *pl* Placenta, *sa* Samenanlagen. (Nach LE MAOUT et DECAISNE.)

Nähte hervorgehen. Durch Beteiligung der Blütenachse, welche im Zentrum zwischen den Fruchtblättern emporwächst und sich von dem Carpellgewebe nicht scharf trennen läßt, kommt eine sog. Zentralplacenta zustande. Die ursprünglich vorhandenen Scheidewände bleiben schon in frühem Alter im Wachstum zurück, oder werden aufgelöst, so daß die mitemporgehobenen Samenanlagen an einer zentralen, vom Gewebe der Fruchtblätter überkleideten Achse sitzen und von den Außenteilen der Fruchtblätter als einheitlicher Wand umgeben werden.

Jedes einzelne Fruchtblatt setzt sich meist nach oben in einen stielartigen Griffel (Stylus) fort und endet in einer sehr verschieden gestalteten



Narbe (Stigma), die als Empfängnisapparat dient und dementsprechend papillös, feucht und klebrig beschaffen zu sein pflegt (Fig. 478 D). In einem

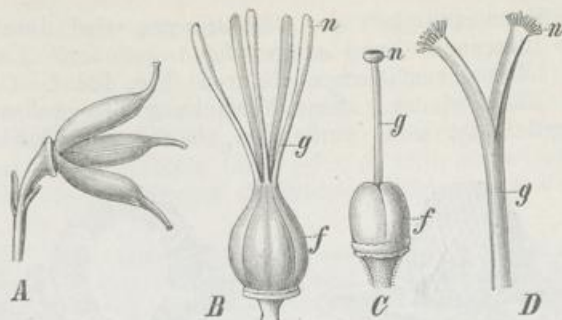


Fig. 478. Verschiedene Formen des Gynöceums. A Von *Aconitum Napellus*. B Von *Linum usitatissimum*. C Von *Nicotiana rustica*. D Griffel und Narbe von *Achillea Millefolium*. f Fruchtknoten, g Griffel, n Narbe. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

völlig synkarpen Fruchtknoten ist nur ein einheitlicher Griffel und eine Narbe vorhanden. Fig. 478 stellt einen apokarpen (A), einen syn-

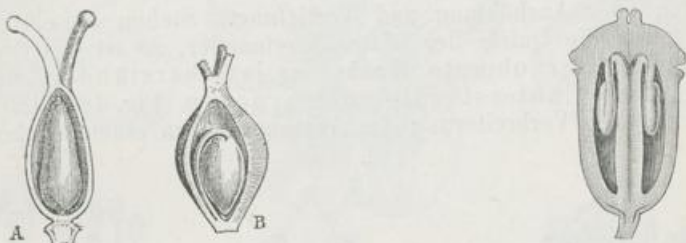


Fig. 479. Fruchtknoten mit aufrechter Samenanlage, im Längsschnitte. A Von *Fagopyrum esculentum* (atrop). B Von *Armeria maritima* (anatrop). Vergr. 20. (Nach DUCHARTRE.)

Fig. 480. Fruchtknoten von *Foeniculum officinale* mit hängenden Samenanlagen im Längsschnitte. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

karpen (C) und einen nur im unteren Teil verwachsenen Fruchtknoten mit freien Griffeln (B) dar.

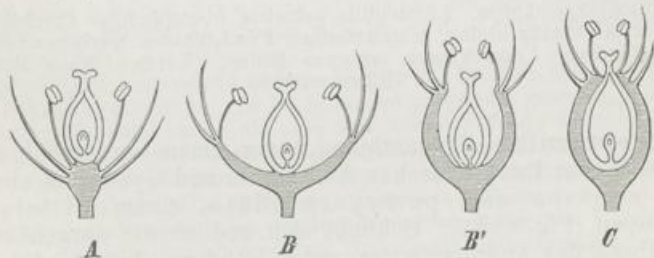


Fig. 481. A Oberständiger Fruchtknoten (hypogyne Blüte). B, B' Mittelständige Fruchtknoten (perigyne Blüten). C Unterständiger Fruchtknoten (epigyne Blüte).

Die Lage der Samenanlage im Fruchtknoten kann aufrecht, hängend, wagerecht oder schräg zur Achse orientiert sein (Fig. 479, 480).



Bei anatropen Samenanlagen ist die Raphe ventral gelegen, wenn sie der Bauchseite des Fruchtblattes zugekehrt ist, dorsal wenn sie gegen die Rückenseite sieht.

Eine große Mannigfaltigkeit der Blütenformen wird durch verschiedene Gestaltung der Blütenachse und entsprechend geänderte Lage des Gynöceums bedingt. Die schematischen Figuren (Fig. 481 A—C) geben einige der häufigeren Fälle wieder. Eine Verdickung des Achsenendes gegenüber dem Tragstiele ist meist vorhanden, häufig eine Verbreiterung und

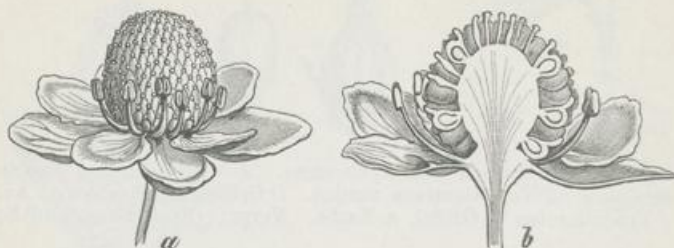


Fig. 482. Hypogyne Blüte von *Ranunculus sceleratus* mit zahlreichen oberständigen Fruchtknoten auf kegelförmiger Blütenachse. Vergr. (Nach BAILLON.)

Vorwölbung oder Aushöhlung und Vertiefung. Stehen an einfach kegelförmiger Achse die Quirle der Blüte übereinander, so ist das Gynöceum als Abschluß der oberste Kreis, es ist oberständig, die Blüte selbst wird also unterständig oder hypogyn (Fig. 482, 483 1). Wird aber durch starke Verbreiterung des Achsenendes zu einem flachen Blüten-

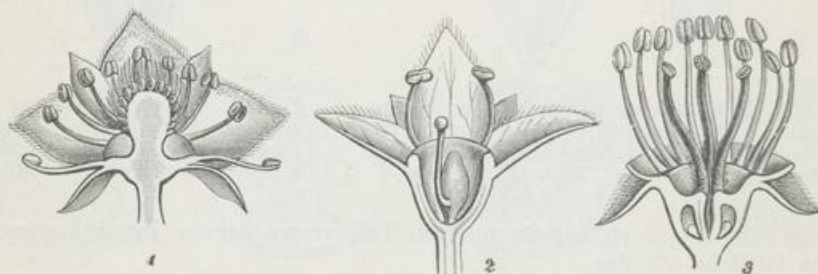


Fig. 483. Blütenlängsschnitte. 1 *Potentilla palustris*, oberständiger Fruchtknoten (hypogyne Blüte). 2 *Alchimilla alpina*, mittelständiger Fruchtknoten (perigyne Blüte). 3 *Pirus Malus*, unterständiger Fruchtknoten (epigyne Blüte). Vergr. (Nach FOCKE in Nat. Pflanzenfam.)

boden, Receptaculum (Hypanthium), oder einem ausgehöhlten Blütenbecher ein breiter Rand zwischen Andröceum und Gynöceum eingeschoben, so spricht man von einer perigynen Blüte, einem mittelständigen Fruchtknoten (Fig. 483 2). Schließt sich endlich die ausgehöhlte Blütenachse mit ihren das Andröceum tragenden Rändern oben wieder zusammen, so daß die Fruchtblätter mit ihr verwachsen, so ist das Gynöceum unterständig, die Blüte oberständig (Fig. 483 3). Der Deutlichkeit halber soll im folgenden stets die Bezeichnung von der Stellung des Gynöceums hergeleitet werden, also nur vom oberständigen, mittelständigen oder unterständigen Fruchtknoten die Rede sein.







Ebene, zusammen, so ist die Blüte median dorsiventral (Fig. 485 A), bilden beide einen spitzen Winkel, so heißt sie schräg dorsiventral, und endlich quer oder transversal dorsiventral, falls beide um einen rechten Winkel voneinander abweichen (Fig. 485 B C). Unter Pelorien versteht man radiäre Mißbildungen sonst dorsiventraler Blüten.

Entwirft man nun ein Diagramm (vgl. S. 12) einer fünfwirteligen Monokotylenblüte etwa nach dem Querschnitte durch eine noch geschlossene Knospe und orientiert es derart, daß der Querschnitt der Infloreszenzachse oben, derjenige des Tragblattes sich unten befindet, so erhält man untenstehende Fig. 486. Zu einem kurzen Ausdruck eines solchen Diagramms bedient man sich der sog. Blütenformeln, d. h. man setzt für jeden Wirtel ein Buchstabenzeichen, etwa Kelch = K, Krone = C, oder aber Perigon = P, Androeceum = A, Gynoeceum = G und die Zahl der Glieder im Wirtel dahinter. Die Blütenformel für das Monokotyliendiagramm würde also lauten müssen:  $P3 + 3, A3 + 3, G3$ .

Bei starker Vermehrung der Glieder kann das Zeichen  $\infty$  gesetzt werden, das soviel wie sehr viele oder unbestimmt viele heißen würde. Eine weitere Vervollständigung können solche Blütenformeln dadurch erfahren, daß Verwachsung der Glieder eines Wirtels durch eine Klammer um die betreffende Zahl, die Stellung des Fruchtknotens durch einen unter (oberständig) oder über (unterständig) der Zahl angebrachten Strich, der die Insertionshöhe der übrigen

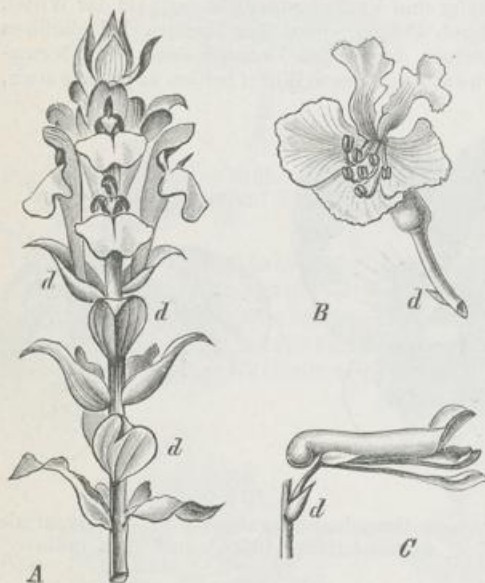


Fig. 485. Blüten von: A *Scutellaria alpina*, median dorsiventral, B *Aesculus Hippocastanum*, schräg dorsiventral, C *Corydalis lutea*, transversal dorsiventral, d Deckblätter.



Fig. 486. Diagramm einer pentacyclischen Monokotylenblüte.

Blütenwirtel angeben soll, angedeutet wird. Auch die Symmetrie der Blüte kann durch Voranstellung eines Pfeiles bei dorsiventralen Blüten zum Ausdruck gelangen, dessen Richtung den unterschiedenen Arten der Dorsiventralität entsprechend gewählt werden mag. Die obige etwa einer Lilie entsprechende Blütenformel wäre also zu schreiben:

$$P3 + 3, A3 + 3, G(3),$$

$$\text{für eine Ranunkel: } K5, C5, A\infty, G\infty,$$

$$\text{für den Goldregen: } \downarrow K5, C5, A(5 + 5), G1,$$

$$\text{für den Schierling: } K5, C5, A5, G(2),$$

$$\text{für Artemisia endlich: } K\infty, C(5), A(5), G(2).$$

**Blütenstände.** Für viele angiosperme Pflanzen ist es charakteristisch, daß ihre Einzelblüten sich in großer Zahl zu besonderen Sproßsystemen vereinigen, die in mancherlei Hinsicht von den vegetativen Verzweigungen unterschieden sind, und als Blütenstände, Infloreszenzen bezeichnet werden. Wie in der vegetativen Region



(vgl. S. 15) ist auch bei den Infloreszenzen die Verzweigung im allgemeinen an die Blattachseln gebunden; die betreffenden Blätter heißen Tragblätter oder Deckblätter.

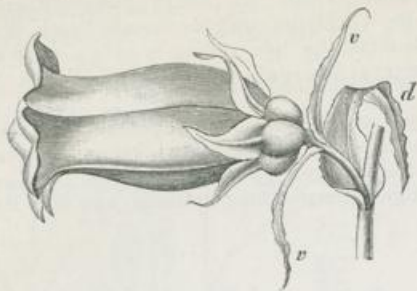


Fig. 487. Blüte von *Campanula medium* mit Deckblatt *d* und Vorblättern *v*.



Fig. 489. Traube von *Linaria striata*. Blüten mit Deckblättern *d*.

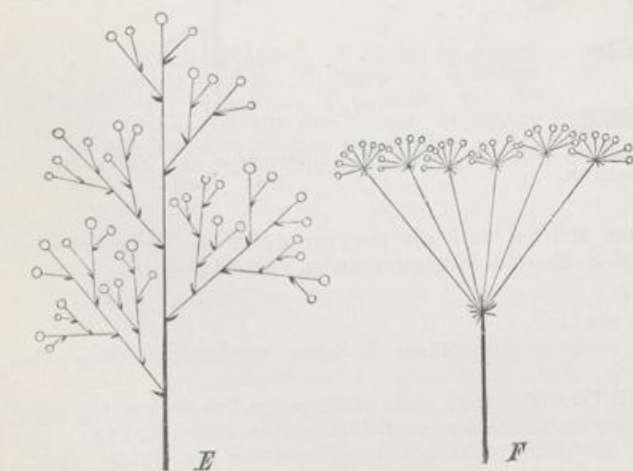
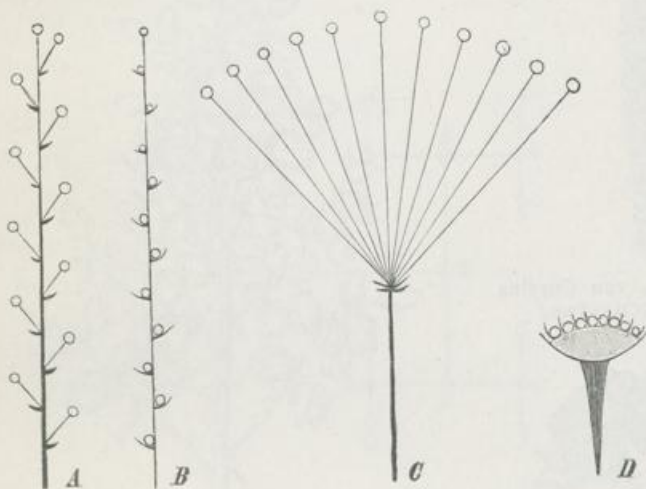


Fig. 488. Schemata racemöser Blütenstände. *A* Traube. *B* Ähre. *C* Dolde. *D* Köpfchen. *E* Rispe. *F* Zusammengesetzte Dolde oder Doppeldolde.



Fig. 490. Blütenähre von *Plantago lanceolata*. (Nach DUCHARTRE.)



Weitere an den Stielen der Einzelblüten stehende Blättchen werden als Vorblätter bezeichnet. Deckblätter und Vorblätter faßt man als Hochblätter zusammen (Fig. 487). Eine durch die Mittellinie des Deckblattes und die Achse gelegte Ebene heißt die Medianebene. Entweder fallen die Vorblätter und demgemäß auch ihre etwaigen Achselsprosse ebenfalls in diese Medianebene, sie stehen median oder sie weichen nach rechts oder links aus und nehmen transversale Stellung ein. Dies ist der häufigere Fall (Fig. 487).

Nach dem Verhältnis von Haupt- und Seitenachsen innerhalb der Gesamtblütenstände werden racemöse Infloreszenzen mit kräftig entwickelten Hauptachsen, die ihren Seitensprossen stets überlegen bleiben, von cymösen Infloreszenzen getrennt, bei welchen die Seitensprosse eine kräftigere Entwicklung erfahren und ihre Hauptspitze

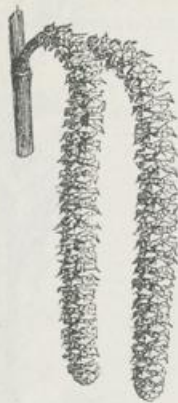


Fig. 491. Blütenkätzchen von *Corylus americana*. (Nach DUCHARTRE.)



Fig. 493. Blütenrispe von *Yucca filamentosa*. Verkl.



Fig. 492. Doldiger Blütenstand der Kirsche. (Nach DUCHARTRE.)

übergipfeln. Man könnte die ersteren auch als monopodiale den sympodialen zweiten gegenüberstellen (vgl. S. 13). Am häufigsten finden sich folgende Formen:

#### I. Racemöse Blütenstände.

##### a) Seitenachsen einfach.

1. Traube (botrys), gestielte Einzelblüten an einer verlängerten Hauptachse (Fig. 488 A und 489).
2. Ähre (spica), sitzende Einzelblüten an einer verlängerten Hauptachse (Fig. 488 B und Fig. 490); eine Ähre mit fleischig verdickter Achse heißt Kolben; eine Ähre, die nach dem Verblühen oder bei der Fruchtreife als Ganzes abfällt, Kätzchen (Fig. 491).
3. Doldie (umbella), gestielte Einzelblüten an einer verkürzten Hauptachse (Fig. 488 C und Fig. 492).



4. Köpfchen (capitulum), sitzende Einzelblüten an einer verkürzten Hauptachse (Fig. 488 D).

b) Seitenachsen verzweigt.

5. Rispe (panicula), eine Hauptachse, deren Seitenachsen Trauben darstellen (Fig. 488 E und Fig. 493).

6. Zusammengesetzte Dolde, eine Dolde, die an Stelle von Einzelblüten wiederum Dolden trägt (Fig. 488 F).

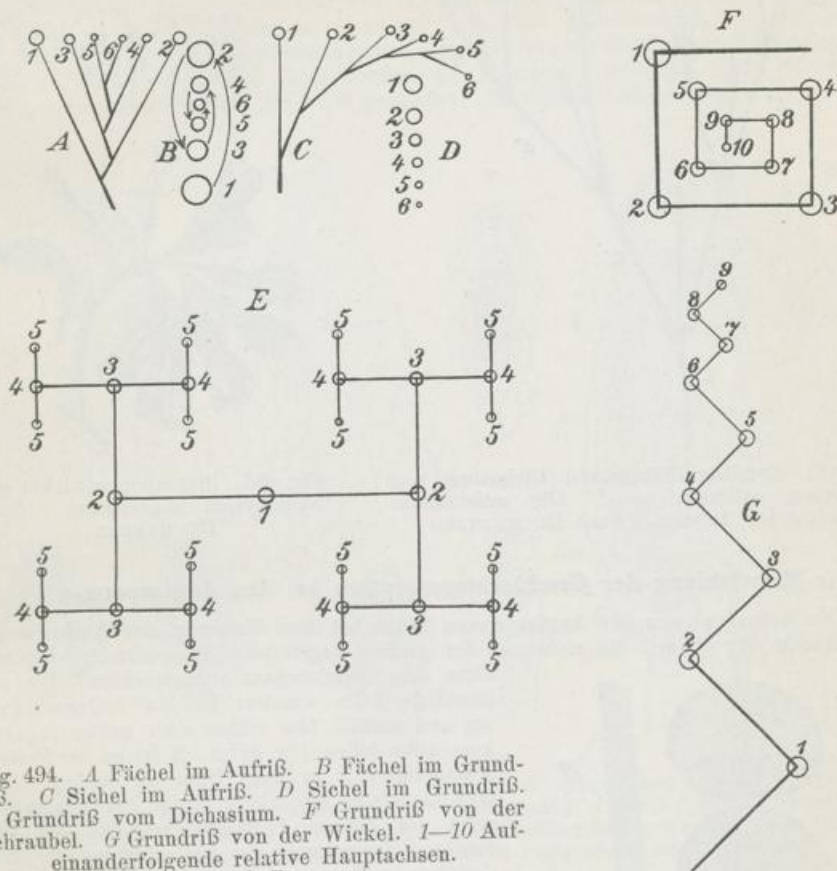


Fig. 494. A Fächer im Aufriß. B Fächer im Grundriß. C Sichel im Aufriß. D Sichel im Grundriß. E Grundriß vom Dichasium. F Grundriß von der Schraubel. G Grundriß von der Wickel. 1—10 Aufeinanderfolgende relative Hauptachsen. (A—D nach EICHLER.)

## II. Cymöse Blütenstände.

a) Relative Hauptachse mit mehr als zwei Seitenzweigen: Pleiochasium.

b) Relative Hauptachse mit je zwei Seitenzweigen: Dichasium (Fig. 494 E und Fig. 495).

c) Relative Hauptachse mit je einem Seitenzweig: Monochasium.

1. Die aufeinanderfolgenden Seitenachsen fallen sämtlich in die Medianebene und zwar

a) im Aufriß alle auf dieselbe Seite: Sichel (drepanium) (Fig. 494 CD);

β) abwechselnd nach rechts und links: Fächer (rhipidium) (Fig. 494 AB und Fig. 546 [Iris]).

2. Die Seitenachsen stehen transversal, sie lassen sich daher nur in Grundrissen zur Anschauung bringen.



α) Die aufeinanderfolgenden Seitenachsen weichen stets im gleichen Sinne von

den successiven Medianebenen ab: Schraubel (bostryx) (Fig. 494 F);

β) die aufeinanderfolgenden Seitenachsen stehen abwechselnd rechts und links von den successiven Medianebenen: Wickel (cincinnus) (Fig. 494 F und Fig. 496, letztere ein Doppelwickel).

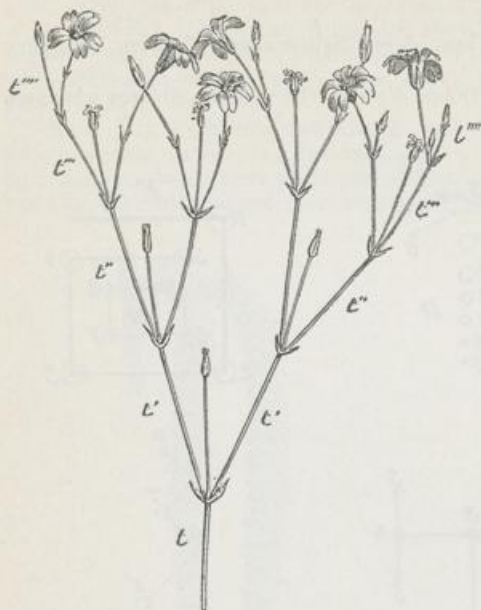


Fig. 495. Cymöser Blütenstand (Dichasium) von *Cerastium collinum*.  $t-t''''''$  Die aufeinander folgenden Achsen. (Nach DUCHARTRE.)



Fig. 496. Blütendoppelwickel von *Symphytum asperrimum*. (Nach DUCHARTRE.)

### Die Entwicklung der Geschlechtsgeneration bei den Angiospermen<sup>(11)</sup>.

Die Mikrosporen der Angiospermen bilden bei ihrer Keimung eine Antheridium-Mutterzelle (Fig. 497 m), die sich von der großen vegetativen Schlauchzelle abtrennt, ohne eine Cellulosehaut auszuschleiden. Die antheridiale Zelle wandert in den Pollenschlauch ein und zerfällt hier früher oder später in zwei generative Zellen (Fig. 497 g). Meist ist der Pollenschlauchkern  $k$  in ihrer Nähe zu finden. Den Gymnospermen gegenüber bleibt das Fehlen sowohl der kleinen Prothalliumzellreihe mit der sterilen Schwesterzelle des Antheridiums, wie einer Cellulosemembran um die Mutterzelle des Antheridiums, als Abweichung zu beachten. Die Rückbildung des männlichen Prothalliums ist also so weit gegangen, daß nur die unumgänglich notwendigen Teile erhalten geblieben sind.

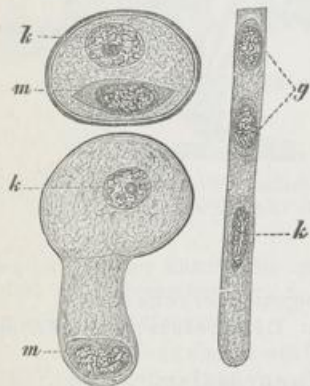


Fig. 497. Pollenkorn von *Lilium Martagon* und seine Keimung, nach GUIGNARD. Vergr. 375.  $k$  Kern der großen vegetativen Zelle des Pollenschlauches,  $m$  kleine Mutterzelle des Antheridiums,  $g$  generative Zellen.

Die für die Angiospermen charakteristische Abweichung von dem vorher allgemein geschilderten Entwicklungsgange des phanerogamen Makrosporangiums beginnt erst, wenn der bei Tetradenbildung der Makrosporen-mutterzelle allein zur Ausbildung gelangende Embryosack in Teilung eintritt (Fig. 498). Der „primäre Embryosackkern“ teilt sich, die Tochterkerne weichen auseinander und teilen sich abermals und zum dritten Male. Hierauf erst tritt Zellbildung um diese Kerne ein.

Im oberen, der Mikropyle zugekehrten, wie im unteren Ende des Embryosackes entstehen



drei nackte Zellen: die beiden übrig bleibenden „Polkerne“ wandern gegeneinander in die Mitte der Zelle und vereinigen sich zum „sekundären Embryosackkern“. Die Zellen des unteren Zellendes heißen Antipoden oder Gegenfüßlerinnen; sie entsprechen den vegetativen Prothalliumzellen, wie solche bei den Gymnospermen die ganze Makrospore füllen oder bei *Gnetum Gnemon* doch in ihrem unteren Ende einen massiven Gewebekörper zusammensetzen. Die drei oberen Zellen dagegen stellen den Eiapparat dar. Zwei einander gleichende seitliche werden als Synergiden oder Gehilfinnen bezeichnet, die dritte, tiefer in den Embryosack hineinragende ist die Eizelle selbst. Die Gehilfinnen vermitteln den Übertritt des Pollenschlauchinhaltes in den Embryosack. Auch hier ist also die Reduktion bis an die Grenze des Möglichen gegangen; an Stelle der mehr oder minder zahlreichen Archegonien in der gymnospermen Makrospore ist nur eine Eizelle vorhanden. Eine Deutung der Synergiden stößt auf große Schwierigkeiten, wenn man sie nicht als steril gewordene Archegonien ansprechen will.

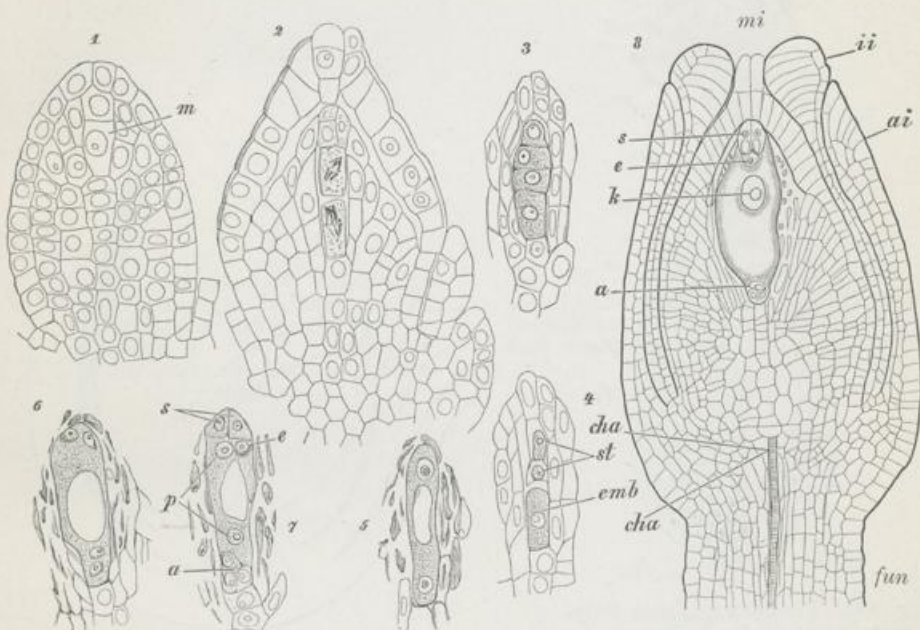


Fig. 498. Embryosackentwicklung von *Polygonum divaricatum*. 1–7 Vergr. 320, 8 Vergr. 135. *m* Embryosackmutterzelle, *emb* Embryosack, *st* sterile Schwesterzellen, *e* Eizelle, *s* Synergiden, *p* Polkerne, *a* Antipoden, *k* sekundärer Embryosackkern, *cha* Chalaza, *mi* Mikropyle, *ai*, *ii* äußeres und inneres Integument, *fun* Funiculus.

Da ein direkter Zutritt der Mikrosporen zu den Makrosporen hier ausgeschlossen ist, müssen sie auf der Narbe keimen. Ihre Pollenschläuche durchwachsen die ganze Länge des Griffels und in der Regel dringt dann ein Schlauchende durch die Mikropyle zum Nucellusscheitel vor. Doch sind neuerdings zahlreiche Abweichungen davon bekannt geworden, nachdem TREUB zuerst für *Casuarina* nachgewiesen hatte, daß hier die Pollenschläuche von der Chalaza her zu dem höchst eigenartig entwickelten, zahlreiche Makrosporen bergenden sporogenen Gewebe gelangen. Dieser sogenannten Chalazogamie — gegenüber der sonst herrschenden Porogamie — kann irgend eine erhebliche systematische Bedeutung nicht zuerkannt werden, da ähnliche Erscheinungen bei zahlreichen Pflanzen sehr verschiedener Verwandtschaft sich finden. Doch deutet ein Verhalten, wie es z. B. von NAWASCHIN für *Ulmus* bekannt gemacht ist, darauf hin, daß der Pollenschlauch all dieser Pflanzen das Durchwachsen von Hohlräumen zu vermeiden sucht, vielleicht weil er einer fortgesetzten Ernährung seitens des umgebenden Gewebes bedarf, so daß von diesem biologischen Gesichtspunkte aus die



Chalazogamie und verwandte Erscheinungen dem Verständnisse näher gerückt werden (Fig. 499–501).

So gelangt der Pollenschlauch mit den beiden generativen Zellen an den Embryosack. Er entläßt seinen Inhalt, welcher durch eine der Synergiden zur Eizelle vordringt. Die betreffende Synergide stirbt ab. Einer der beiden generativen Kerne verschmilzt mit dem Eikerne; die befruchtete Eizelle umgibt sich mit einer Cellulosehülle. Der zweite generative Kern ist am Ei vorbeigewandert und vereinigt sich mit dem großen „sekundären Embryosackkern“ zum „Endospermkern“ (Fig. 502–504). Beide männlichen Kerne haben oft pfropfenzieherartig gewundene Form, so daß NAWASCHIN, der das Eindringen und Verbleiben des zweiten generativen Kernes zuerst beobachtet hatte, sie direkt mit den Spermatozoiden der Sporenpflanzen vergleicht. Die Weiterentwicklung pflegt sodann mit

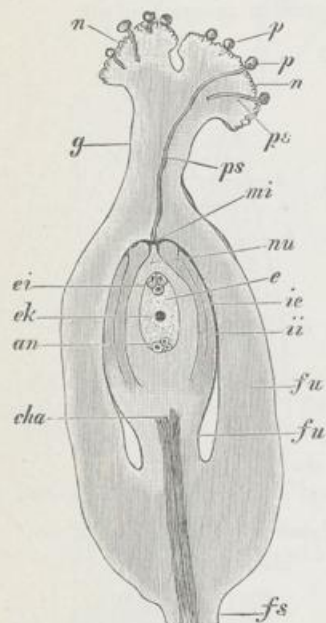


Fig. 499. Fruchtknoten von *Polygonum convolvulus* während der Befruchtung. *fs* Stielartige Basis, *fu* Funiculus, *cha* Chalaza, *nu* Nucellus, *mi* Mikropyle, *ii* inneres, *ie* äußeres Integument, *e* Embryosack, *ek* Embryosackkern, *ei* Ei-apparat, *an* Antipoden, *g* Griffel, *n* Narbe, *p* Pollenkörner, *ps* Pollenschläuche. Vergr. 48.

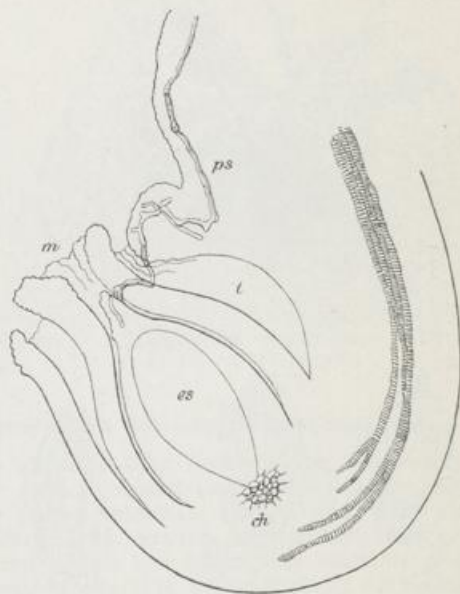


Fig. 500. Samenanlage von *Ulmus pedunculata*. Vergr. *es* Embryosack, *m* Mikropyle, *ch* Chalaza, *t* taschenförmige Höhlung zwischen den beiden Integumenten. Der Pollenschlauch *ps* dringt durch die beiden Integumente direkt in der Richtung des Nucellusscheitels ein. (Nach NAWASCHIN.)

der Teilung des Endospermkerns einzusetzen, der zunächst eine große Zahl im plasmatischen Wandbelag verteilter Kerne liefert. Durch Wandbildung zwischen den einzelnen von je einem Kern beherrschten Plasmaabteilen und weitere Vermehrung dieser Zellen zu einem massiven Gewebekörper entsteht das Endosperm (Fig. 95). Das unterscheidende Charakteristikum im Entwicklungsgange des angiospermen Endosperms gegenüber dem gymnospermen Prothallium liegt demnach in der Unterbrechung seiner Bildung, in der „fraktionierten Endosperm-Bildung“. Zunächst wird in dem der Befruchtung harrenden Embryosack nur eine Andeutung des Prothalliums, die vegetativen Antipoden, gegeben. Die eigentliche Endosperm-Bildung dagegen ist von der Weiterentwicklung des betreffenden Embryosackes abhängig gemacht und damit jeder Materialvergeudung vorgebeugt. Den Ausgangspunkt dazu bildet der sekundäre Embryosackkern, welcher einer Anregung



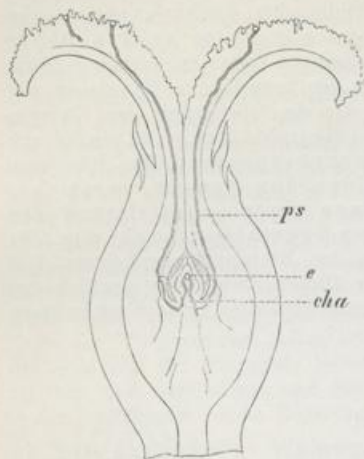


Fig. 501. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten von *Juglans regia* zur Darstellung der Chalazogamie. Vergrößerung 6. *ps* Pollenschlauch, *e* Embryosack, *cha* Chalaza (schematisiert).



Fig. 503. Befruchtung von *Lilium Martagon*. Einer der männlichen Kerne ist neben dem Eikern, der andere neben den noch freien Polkernen sichtbar. (Nach GUIGNARD.)

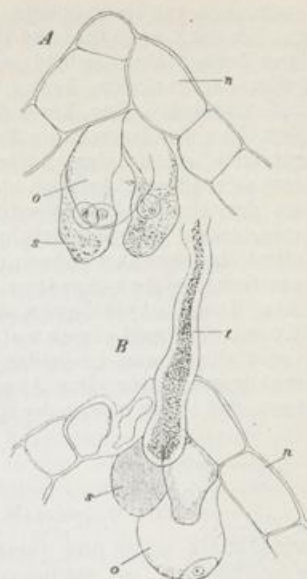


Fig. 502. *Funkia ovata*. A Embryosack- und Nucellusscheitel mit Eiapparat vor der Befruchtung, *o* Eizelle, *s* Synergide. B Während der Befruchtung mit Pollenschlauch *t*, *n* Nucellus. Vergr. 390.

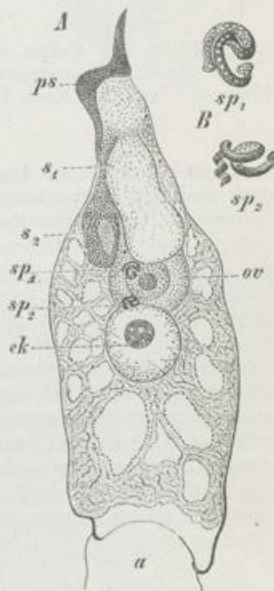


Fig. 504. A Embryosack von *Helianthus annuus* nach NAWASCHIN. B Die männlichen Kerne daraus stärker vergrößert. *ps* Pollenschlauch, *s1 s2* Synergiden, *sp1 sp2* männliche Kerne, *ov* Eizelle, *ek* Embryosackkern, *a* Antipoden.



durch Vereinigung mit dem zweiten generativen Kern des Pollenschlauches zum Endospermkern, der sog. „vegetativen Befruchtung“, bedarf, um wieder aktiv zu werden.

Aus der befruchteten, alsbald mit fester Cellulosehaut bekleideten Keimzelle geht eine Zellreihe, der Vorkeim, hervor, welcher aus seiner Gipfelzelle die Hauptmasse des Embryos entwickelt. Der Rest des Vorkeimes bildet den Embryoträger oder Suspensor. An der Grenze von Embryo und Suspensor liegt eine als Hypophyse bezeichnete Zelle, die an dem Aufbau des unteren Embryo-Endes in geringem Maße beteiligt zu sein pflegt. Je nach der Zugehörigkeit der betreffenden Pflanze zu der Unterklasse der *Monokotyledonen* oder *Dikotyledonen* ist die Gliederung des Embryokörpers verschieden. Die *Dikotyledonen* lassen zwei Keimblätter, *Kotyledonen*, am Scheitel des heranwachsenden Embryo hervorsprossen (Fig. 505), und führen am Grunde des Spaltes zwischen beiden den Sproßvegetationspunkt; die *Monokotyledonen* dagegen besitzen einen scheitelständigen großen *Kotyledon* und einen seitlich gelegenen Vegetationspunkt (Fig. 506). Dagegen geht die Wurzel in beiden Fällen aus dem der Mikropyle zugekehrten Teil des Embryokörpers hervor; ihre Abgrenzung wird an älteren Embryonen deutlich und läßt erkennen, daß einige wenige der Hypophyse entstammende Zellen ihr noch mit zufallen.

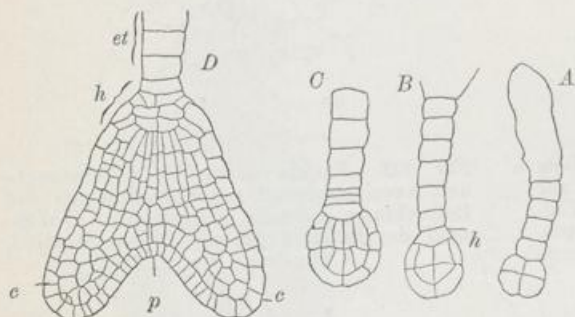


Fig. 505. Entwicklung des Keims von *Capsella bursa pastoris*. *h* Hypophyse, *et* Keimträger, *c* *Kotyledonen*, *p* Plumula. Vergr. (Nach HANSTEIN.)

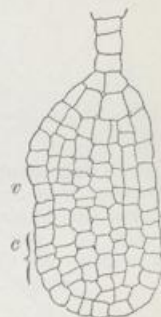


Fig. 506. Junger Keim von *Alisma Plantago*. *e* *Kotyledon*, *c* Vegetationspunkt. Vergr. (Nach HANSTEIN.)

Die neuerdings bei mehreren Angiospermen genauer bekannt gewordenen Fälle der Apogamie<sup>(11a)</sup> sind in ihrer physiologischen Bedeutung bereits gewürdigt (S. 256). Daß in der Tat Apogamie und nicht Parthenogenese vorliegt, wie zunächst angenommen war, konnte durch eingehende Untersuchung der Embryologie festgestellt werden. Die Reduktion der Chromosomenzahl (S. 72) unterbleibt hier bei der Embryosackentwicklung und so führen alle seine Kerne die vegetative Chromosomenzahl; es sind vegetative Kerne, nicht generative, und das Ei ist apogam, nicht parthenogenetisch. Daß gerade besonders polymorphe Gattungen wie *Alchimilla*, *Hieracium*, *Taraxacum*, *Thalictrum* usw. den Verlust der Sexualität aufweisen, sucht STRASBURGER als Folge der übermäßigen Mutation zu erklären, welche mit der Zeit bei anhaltender Kreuzung der nach ganz verschiedenen Richtungen hin mutierenden Vertreter derselben Art zu erheblicher sexueller Schwächung führt, welche dann die Veranlassung zur apogamen Fortpflanzung wird. Andererseits gibt es aber auch außergewöhnlich polymorphe Gattungen wie *Rosa* und *Rubus*, die nur geschlechtliche Fortpflanzung besitzen. Besonderes Interesse verdient nach den neuesten Untersuchungen von OSTENFELD und ROSENBERG die Gattung *Hieracium*, deren Samenanlagen die verschiedenartigsten Wege zur Embryobildung einschlagen können. Die Mehrzahl führt Tetradenteilung mit Chromosomenreduktion aus, aber nur einige solcher Samenanlagen gelangen in den Besitz eines normalen befruchtungsfähigen Embryosackes, weil dieser meist durch eine vegetative Zelle verdrängt wird, die sich zu einem aposporischen Embryosack entwickelt. Außerdem werden auch apogame Embryosäcke ausgebildet. So ist hier neben dem normalen Wege der Embryobildung durch Befruchtung auch Apogamie und Aposporie möglich. Beachtenswert erscheint, daß also diese *Hieracium*-pflanzen im Laufe von Generationen doch stets



einmal die Möglichkeit finden, nach mehr oder minder zahlreichen auf apogamem oder aposporischem Wege gebildeten Embryonen auch Nachkommen hervorzubringen, die auf normale Weise durch Befruchtung erzeugt worden sind. — Auch die Kleistogamie<sup>(11b)</sup> mag hier mit kurzen Worten berührt sein, da es GÖBEL neuerdings gelungen ist, sie auf einheitliche Gesichtspunkte zurückzuführen. Kleistogame Blüten, die z. B. bei *Impatiens*, *Viola*, *Lamium* usw. häufig auftreten, stellen Hemmungsbildungen dar, die sich dadurch auszeichnen, daß ihre Sexualorgane trotzdem zur Reife gelangen. Unzureichende Ernährung, sei es die ungenügende Zufuhr von Aschenbestandteilen, sei es Lichtmangel, sind in allen Fällen für das Auftreten kleistogamer Blüten verantwortlich zu machen. Da kleistogame Blüten regelmäßig Samen ansetzen, können solche Pflanzen es ertragen, daß dies in ihren normalen chasmogamen Blüten häufig unterbleibt. — Ebenso mag kurz auf die verschiedenen, z. T. sehr auffallenden Bildungen hingewiesen sein, welche dazu dienen, dem Embryo und Endosperm eine ausgiebige Ernährung zu gewährleisten. Während im einfachsten Fall das Endosperm sich mächtig vergrößert und den ganzen Nucellus nach und nach verdrängt, sind häufig die Antipodenzellen, als der Chalaza nächst gelegene Teile, mit der Funktion der Embryosackernährung betraut. Sie erfahren dann starke Vermehrung und bisweilen eine mächtige Entwicklung. Aber auch andere Teile des Embryosacks selbst können zu langen Saugorganen, Haustorien, auswachsen, die bald aus der Mikropyle hervordringen, bald in der Chalazaregion das umliegende Gewebe weit durchziehen und das in einzelnen Fällen (*Utricularia*-arten) an diesem Orte vorher angehäuften reichen Reservestoffmaterial der Makrospore zuführen.

**Die Frucht<sup>(12)</sup>.** Während über den Samen und seine Ausbildung nichts für die Angiospermen allein Gültiges hinzugefügt zu werden braucht, ist

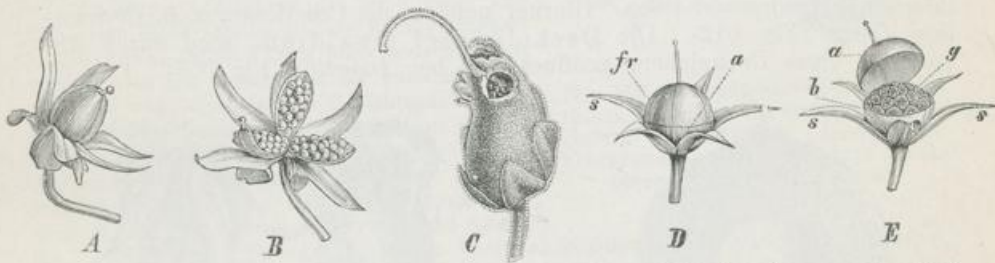


Fig. 507. Aufspringen der Kapsel Früchte. A Kapsel von *Viola tricolor*, vor dem Aufspringen. B Dieselbe nach dem Aufspringen. C Poricide Kapsel von *Antirrhinum majus*. Vergl. D Pyxidium von *Anagallis arvensis* geschlossen. E Dasselbe geöffnet.

eine große Mannigfaltigkeit in der Entwicklung der Angiospermenfrüchte zu beobachten, die hier einer eingehenderen Erwähnung bedarf.

Schon die verschiedenartige Ausbildung des Gynöceums, wie sie vorhin geschildert wurde, läßt ja eine reichhaltige Abwechslung erwarten. Die zu vielen beisammenstehenden, aus apokarpen Gynöceen hervorgegangenen Einzelgebilde, z. B. der Rosaceen, sollen hier als Früchtchen, das ganze Gynöceum als Frucht (eventuell als Sammelfrucht) bezeichnet werden, wobei wir auch die ausgehöhlte oder aufgewölbte Blütenachse als Blütenboden mit zur Frucht rechnen. Bei den aus synkarpen Gynöceen entstandenen Früchten kommt weiter die Ausbildung der Fruchtwand, des Perikarps, besonders in Betracht. Ihre äußere, mittlere und innerste Schicht werden als Exo-, Meso- und Endokarp unterschieden. Nach der Beschaffenheit dieses Perikarps ist folgende Einteilung der Fruchtformen aufgestellt:

1. Eine Frucht mit trockenem, bei der Reife sich öffnendem Perikarp heißt Kapsel (*capsula*) (Fig. 507). Geschieht die Öffnung durch Trennung der Carpelle in den Nähten, so ist die Kapsel septiceid, tritt ein Längs-



spalt im einzelnen Fache ein, so heißt sie *loculicid*, und werden bestimmt umschriebene Löcher dabei gebildet, so haben wir die *poricide* Kapsel. Als besonders häufige Spezialfälle sind zu erwähnen: Die Balgfrucht (*folliculus*), eine aus nur einem Fruchtblatt bestehende, längs der Bauchnaht aufspringende Kapsel, z. B. *Aconitum Napellus* (Fig. 594). Die Hülse (*legumen*) unterscheidet sich von der Balgfrucht nur dadurch, daß sie an Bauch- und Rückennaht aufspringt, z. B. *Cytisus Laternum* (Fig. 642). Die Schote (*siliqua*) besteht aus zwei Fruchtblättern, welche

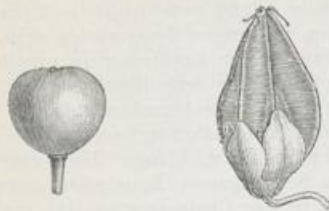


Fig. 508. Schließfrüchte. A Nuß von *Fumaria officinalis*. Vergr. 6. B Achäne von *Fagopyrum esculentum*. Vergr. 2. (Nach DUCHARTRE.)



Fig. 509. Spaltfrucht von *Galium Mollugo*. Vergrößerung 6. (Nach DUCHARTRE.)

sich typisch bei der Reife von der eine Wucherung ihrer Nähte darstellenden falschen Scheidewand lösen. Hierher gehören die *Cruciferae*, z. B. *Cheiranthus Cheiri* (Fig. 612). Die Deckelkapsel (*pyxidium*) wird durch Abspringen eines Deckelhens geöffnet, wie bei *Anagallis* (Fig. 507).

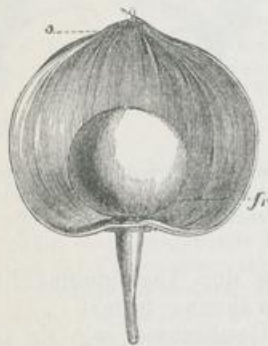


Fig. 510. Frucht von *Physalis Alkekengi*. Sie besteht aus dem herangewachsenen Kelch *s* und der aus dem Fruchtknoten hervorgegangenen Beere *fr*. (Nach DUCHARTRE.)

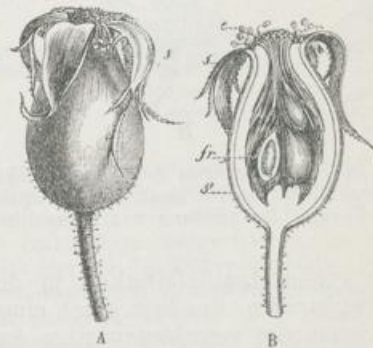


Fig. 511. Frucht von *Rosa alba*. Auf dem fleischigen Blütenboden *s'* sitzen die erhaltenen Kelchblätter *s* und die Nüsschen *fr*. Die Staubblätter *e* sind vertrocknet. (Nach DUCHARTRE.)

2. Unter einer Schließfrucht versteht man eine Frucht mit trockenem, geschlossen bleibendem Perikarp. Ist die Frucht hartschalig, so heißt sie Nuß (*nux*). Ist sie einsamig, nennt man sie *Caryopse* (*caryopsis*), falls ihre Samenschale dem lederigen Perikarp angewachsen ist, wie bei den Gräsern; dagegen Achäne (*achaeonium*), wenn dies nicht der Fall ist, wie bei den Kompositen, Polygonaceen und anderen (Fig. 508).

3. Zerfällt eine trockene, aus mehreren Fruchtblättern bestehende Frucht bei der Reife in ihre Teilfrüchtchen, ohne daß diese sich öffnen, so wird



sie Spaltfrucht (schizocarpium) genannt. Solche besitzen die Umbelliferen, auch *Malva*, *Galium* (Fig. 509).

4. Wird das Perikarp völlig und in allen Schichten fleischig, so ist die Frucht eine Beere (*bacca*), wie bei *Vaccinium*, *Vitis*. Verlieren Beeren bei völliger Reife ihr saftiges Fleisch, so spricht man wohl von einer trockenen Beere (*Capsicum*). In seltenen Fällen springen Beerenfrüchte auf wie bei *Myristica* und einigen Cucurbitaceen.

5. Ist unter einem fleischigen Exokarp ein hartes Endokarp vorhanden, so haben wir eine Steinfrucht (*drupa*). *Prunus Cerasus* (Fig. 627) und *Juglans regia* (Fig. 559) sind bekannte Beispiele.

Früchte, die nicht lediglich aus dem Fruchtknoten hervorgegangen sind, finden sich z. B. bei *Rosa* (Fig. 511), wo der fleischige Blütenboden die Früchtchen birgt und der Kelch noch darauf sitzt, oder bei *Physalis* (Fig. 510), die ihre Beere durch den mächtig heranwachsenden Kelch völlig verdeckt.

Nimmt dagegen ein ganzer, aus einer Infloreszenz hervorgegangener Fruchtstand das Aussehen einer Einzelfrucht an, so spricht man von einer Scheinfrucht. Die Feige ist das bekannteste Beispiel einer solchen, wie sie überhaupt bei den Urticaceen und Moraceen besonders häufig sich findet. Der Vergleich einer Brombeere, die aus einer Blüte hervorgeht, und einer Maulbeeren-Scheinfrucht wird die oft sehr große äußere Ähnlichkeit beider Gebilde erkennen lassen (Fig. 512).

Mit dieser Aufzählung der wichtigsten und häufigsten Fruchtformen ist ihre Mannigfaltigkeit keineswegs erschöpft. Dazu muß hervorgehoben werden, daß ein Verständnis der einzelnen Formen nur von ökologischem Gesichtspunkte aus erzielt werden kann, wenn man die aus Gestalt und Anordnung der Früchte sich ergebenden Aussichten für die Samenverbreitung berücksichtigt. Wie für die Pollenübertragung sind auch für die Ausbreitung von Frucht und Samen die verschiedensten Bewegungsmittel in Anspruch genommen, vor allem Wind, Wasser und Tiere. Einzelheiten darüber sind im physiologischen Teile des Buches (S. 269) zu vergleichen.

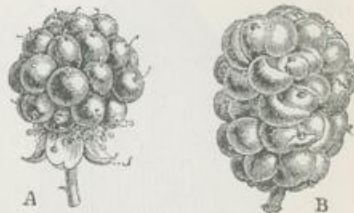


Fig. 512. A Stein-Sammelfrucht von *Rubus fruticosus* (Brombeere). B Aus kleinen Steinfrüchten bestehender Fruchtstand von *Morus nigra* (Maulbeere). (Nach DUCHARTRE.)

### 1. Unterklasse.

#### Monocotylae<sup>(13)</sup>.

Die mit einem Keimblatt versehenen Angiospermen, die Monokotylen, sind ihrem Gesamtaufbau nach meist Kräuter oder Stauden, seltener Sträucher oder Bäume.

Ihr kleiner Embryo streckt bei der Keimung sein Würzelchen und Hypokotyl aus der Samenschale, während der scheidenförmige Kotyledon meist mit seinem oberen Ende darin stecken bleibt und die Aufsaugung des meist reichlich vorhandenen Nährgewebes besorgt. Die Hauptwurzel stellt ihr Wachstum früher oder später ein und wird durch zahlreiche Adventivwurzeln, die aus dem Stamme entspringen, ersetzt. Bei den Gräsern sind solche bereits am Embryo angelegt. So fehlt den Monokotylen durchweg ein einheitliches auf eine Hauptwurzel und ihre Verzweigung zurückführbares Wurzelsystem, wie die Gymnospermen und Dikotylen es besitzen.

Der Stammvegetationspunkt bleibt mehr oder minder lange von dem Scheidenteil des Kotyledons umschlossen. Er bringt auch weiterhin langscheidige, am Grunde längere Zeit fortwachsende Blätter in zweizeiliger



oder wechselständiger Anordnung hervor. Das Stammwachstum ist häufig beschränkt, Verzweigung fehlt in vielen Fällen ganz oder führt doch nur selten zur Bildung einer reichverzweigten Krone. Die Blätter pflegen ungestielt und parallelnervig, von schmaler langgestreckter, linearer oder elliptischer Form zu sein (Fig. 513).

In anatomischer Hinsicht sind die Monokotylen durch geschlossene, über den ganzen Stammquerschnitt gleichmäßig verteilte Gefäßbündel (vgl. Fig. 101, S. 127) ausgezeichnet, welche kein Cambium zu entwickeln vermögen. Infolgedessen fehlt den Monokotylen das Dickenwachstum entweder gänzlich oder tritt in den seltenen Fällen wo es sich findet, in der Weise auf, daß am Außenrande des Zentralzylinders vollkommen neue, geschlossene Bündel und zwischen ihnen Grundgewebe gebildet werden (vgl. S. 124).

Monokotylenblüten sind in der Regel pentacyclisch gebaut, besitzen also zwei Perianthkreise, zwei Androeum- und einen Gynoeumwirtel. Die typische Zahl der Glieder eines jeden Wirtels ist drei. Beide Perianthkreise sind meist gleichartig ausgebildet, also als Perigon zu bezeichnen (Fig. 514). Demnach entspricht  $P3 + 3A3 + 3G(3)$  der Monokotylenblüte. Nur in der ersten Ordnung der Monokotylen,

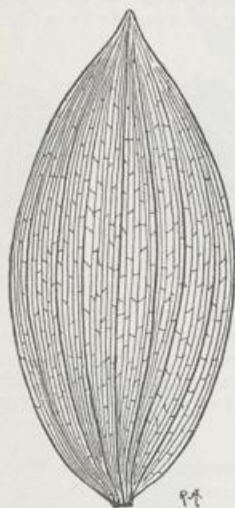


Fig. 513. Blatt mit streifiger Nervatur (*Polycarpum multiflorum*).  $\frac{3}{4}$  nat. Gr.



Fig. 514. Diagramm einer typischen Monokotylenblüte.

bei den *Helobiae* ist Vermehrung bald der Wirtel, bald der Gliederzahl in den Wirteln vorhanden.

Man erblickt in diesem Verhalten und in dem apokarpen Gynoeum der *Helobiae* eine Annäherung an die *Polycarpiceae* unter den Dikotylen und versucht die Monokotylen mit Hilfe dieser Ordnung von den polykarpischen Dikotylen abzuleiten. Daß die Fruchtblätter und, wie es scheint, auch die Staubblätter der Gattung *Sagittaria* spiralige Stellung besitzen<sup>(13a)</sup>, ist eine weitere gewichtige Stütze für diese Annahme. Da ein anderweitiger Anschluß der Monokotylen bisher nicht nachzuweisen war, die *Polycarpiceae* andererseits überhaupt einen Ausgangspunkt zahlreicher, in ihren Endgliedern weit auseinanderstehender Zweige des Pflanzenreiches bilden, ist diese Ableitungsmöglichkeit eingehenderer Berücksichtigung wert.

### 1. Ordnung. *Helobiae*.

Wasser- oder Sumpfpflanzen mit radiären Blüten. Gynoeum in zwei Kreisen, häufig apokarp. Samen ohne Nährgewebe mit großem Embryo. Schließfrüchte resp. -Früchtchen.



1. Familie *Alismaceae* <sup>(13b)</sup>. *Alisma Plantago*, *Sagittaria sagittifolia* und *Butomus umbellatus* sind häufige deutsche Sumpfpflanzen mit langgestielten rispigen oder doldenartigen Blütenständen. Einzelblüten durch Besitz von Kelch und weißer, bei *Butomus* rötlicher Krone ausgezeichnet. Androeum bei *Butomus* A 6 + 3, bei *Alisma* A 6,

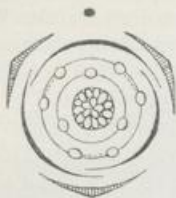


Fig. 515. Blütendiagramm von *Echinodorus parvulus*, einer Alismacee. (Nach EICHLER.)

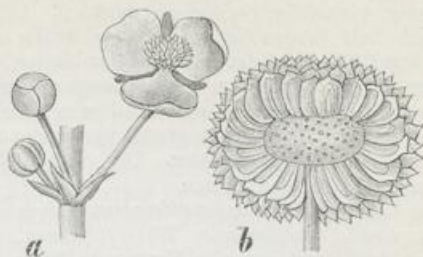


Fig. 516. *Sagittaria sagittifolia*. *a* Blüten, *b* Frucht, nach Entfernung eines Teiles der Carpelle. Vergr. (*b* nach ENGLER und PRANTL.)

Gynoeum apokarp, bei *Butomus* G 3 + 3, bei *Alisma* G  $\infty$ . *Sagittaria* monöisch mit eingeschlechtigen Blüten durch Fehlschlagen des anderen Geschlechtes. Männliche mit



Fig. 517. *Potamogeton natans*. Blühender Sproß.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

zahlreichen Staubblättern und unfruchtbaren Fruchtblättern, weibliche mit Staminodien und zahlreichen freien Fruchtblättern auf stark gewölbter Blütenachse (Fig. 515, 516). Blätter bei *Butomus* lang lineal, gerinnt dreikantig; bei *Alisma* und *Sagittaria* langgestielt mit löffelförmiger resp. pfeilförmiger Spreite. Individuen beider Gattungen, die



tief in flutendem Wasser stehen, zeigen lang bandförmige Blätter, wie sie bei der Keimung als Übergangsformen auftreten; solche Pflanzen kommen nicht zur Blüte.

2. Familie *Juncaginaceae*. Grasähnliche Gewächse, *Triglochin*.

3. Familie *Potamogetonaceae* (Fig. 517). *Potamogeton* ist in vielen verschiedenen Arten in stehenden wie fließenden Gewässern auf der ganzen Erde verbreitet. Blüten zwittrig, vierzählig, Gynöceum apokarp. Blütenstand eine Ähre. Blätter meist untergetaucht mit langen, einseitig geschlitzten Axillartipeln. *P. natans* unserer Tümpel führt zur Blütezeit meist nur Schwimmblätter, da die untergetauchten stielrunden Wasserblätter bereits vergangen sind. *Ruppia maritima*, *Zanichellia palustris* Brackwasserformen. *Zostera marina*, das an allen nördlich temperierten Meeresküsten häufige Seegrass, vielfach als Polstermaterial verwendet (vgl. S. 259).

4. Familie *Najadaceae*. Die einzige Gattung *Najas* enthält mehrere Süßwasserpflanzen mit diklinen Blüten.

5. Familie *Hydrocharitaceae*. *Hydrocharis morsus ranae* und *Stratiotes aloides*, schwimmende einheimische Wasserpflanzen, die sich besonders durch Ausläufer vermehren und ganz, oder in Form von Winterknospen (vgl. S. 255) am Grunde der Gewässer überwintern, im Frühjahr wieder emporsteigen. Blüten döcisch. Perianth in Kelch und Krone gegliedert. In den männlichen Blüten mehrere dreizählige Wirtel von Staubblättern, die weiblichen mit Staminodien und zwei dreizähligen Kreisen von Fruchtblättern. Fruchtknoten unterständig. Insektenblütig. *Vallisneria spiralis* (vgl. S. 259). *Elodea canadensis*, Wasserpest.

## 2. Ordnung. Glumiflorae.

Die Ordnung der Spelzenblüter umfaßt ausschließlich Gewächse von grasartigem Habitus und ein- bis mehrjähriger Dauer. Holziger Schaft eignet



Fig. 518. *Scirpus setaceus*. Nat. Gr. 1 Blühende Pflanze. 2 Gipfel eines fertilen Halmes. 3 Einzelblüte. 4 Dieselbe vom Rücken. 5 Dieselbe ohne Deckspelze. 6 Früchte. 2–6 vergr. (Nach HOFFMANN.)



Fig. 519. *Eriophorum angustifolium*. Etwa nat. Gr. 1 Fruchtbender Halm. 2 Ein blühendes Ährchen. 3 Einzelblüte. 4 Dieselbe ohne Spelze. 5 Fruchtlehen. 3–5 vergr. (Nach HOFFMANN.)



nur der Gattung *Bambusa*. Das allen gemeinsame Merkmal liegt in der Vereinigung zahlreicher Einzelblüten, die eines richtigen Perianthes entbehren, dagegen von trockenhäutigen Hochblättern, den Spelzen, gestützt werden, zu mehr oder minder reich zusammengesetzten Blütenständen. Ebenso wie das Perianth, das entweder vollständig ausfällt, oder zu der Form von Borsten oder Schüppchen verkümmert, fehlt häufig der innere Andröceumwirtel. Der oberständige Fruchtknoten ist stets einfächerig und enthält nur eine Samenanlage; er entspricht bald drei, bald zwei, bald nur einem Fruchtblatt. Größe und reich papillöse oder federige Form der Narben hängen mit der Windbestäubung zusammen. Schließfrüchte.

1. Familie *Cyperaceae*. Die Riedgräser oder sauren Gräser sind durch ihren meist dreikantigen, in der Regel weder knotig gegliederten noch hohlen Halm und die geschlossenen Scheiden ihrer Blätter kenntlich. Blüten eingeschlechtig, dann meist monöcisch, oder zwittrig; Fruchtknoten zwei- oder dreicarpellig mit grundständiger, aufrechter, anatropher Samenanlage. Fruchtschale nicht mit der Samenschale verwachsen, Embryo klein, rings von Endosperm umschlossen.

Die Gattungen *Cyperus*, *Scirpus* und *Eriophorum* haben zwittrige Blüten. Fig. 518 zeigt eine blühende Pflanze des einjährigen *Scirpus setaceus*. Blätter steif, oberseits gerinnt. Fertile Halme mit langem obersten Internodium. Ährchen 1–3, endständig; durch das in Richtung des Halmes aufstrebende Hüllblättchen zur Seite gedrückt und mit zahlreichen dachziegeligen Spelzen bedeckt. Nur die untersten größeren steril, alle anderen mit je einer nackten Zwitterblüte. Andere Arten besitzen Perianthborsten. *Eriophorum angustifolium*, das zur Blütezeit wenig auffallende Wollgras bringt am Gipfel des fertilen Halmes 3–7 langgestielte aufrechte Ährchen mit zahlreichen dachziegelig deckenden Spelzen. Einzelblüten am Grunde von zahlreichen Haaren umgeben, die von Staubblättern und Griffel überragt werden. Zur Fruchtzeit dagegen sind die Haare bis ca. 3 cm lang geworden und ragen weit über die Spelzen hervor. Sie bilden ein für die Verbreitung der Früchtchen wichtiges Flugorgan. Durch ihre weiße Farbe machen sie die Pflanze und ihre jetzt herabhängenden Ähren zu einem auffälligen Bestandteil unserer torfigen Wiesen (Fig. 519). *Cyperus Papyrus* in Ägypten, Sicilien.

Die Gattung *Carex* hat nackte eingeschlechtige Blüten, welche in der Regel monöcisch verteilt sind. Männliche Ährchen einfach; in der Achsel jedes Deckblättchens sitzt eine männliche Blüte aus drei Staubblättern gebildet. Die weiblichen Ährchen tragen in der Deckblattachsel je ein Sekundansproßchen aus einer vom schlauchförmigen Vorblatt (Utriculus) umgebenen Spindel  $\alpha$  und dem in seiner Achsel sitzenden, bald zwei-, bald dreicarpelligen Fruchtknoten bestehend (Fig. 520).

2. Familie *Gramineae*. Die echten Gräser besitzen stielrunde, hohle (Ausnahme: Mais, Zuckerrohr), durch massive Knotenstellen gegliederte Halme, zweizeilige Blattstellung und eine meist offene Scheide, die an der Basis knotig verdickt zu sein pflegt. An der Grenze von Blattscheide und -Spreite ragt ein erhabener häutiger Rand über das Blatt hervor: die Ligula (vgl. Fig. 36, S. 30). Gramineenblüten finden sich in ähren-, trauben- oder rispenartigen Gesamtblütenständen vereinigt, die jedesmal aus ährenartigen Teilinfloreszenzen, den „Ährchen“, zusammengesetzt sind. Meist ist das Ährchen

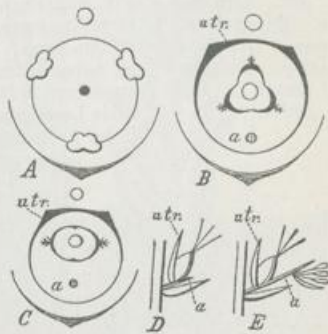


Fig. 520. A Diagramm einer ♂ Carexblüte, B einer dreiarbigen, C einer zweiarbigen ♀ Carexblüte. D Aufbau einer ♀ Carexblüte, E des zwittrigen Ährchens von *Elyna*.  $\alpha$  Sekundansproß, utr Utriculus oder Vorblatt des Sekundansprosses. (Nach EICHLER.)



mehrblütig. Es beginnt in der Regel mit zwei (in einzelnen Fällen einer oder 3—4) sterilen Hüllspelzen (glumae); in zweizeiliger Anordnung wie diese



Fig. 521. Gramineae. Diagramm. (Avena.) Die fehlenden Glieder sind durch  $\times$  angedeutet.



Fig. 522. Schema des Grasährens.  $g$  Die Hüllspelzen,  $p_1$  und  $p_2$  palea inferior und superior.  $B$  Die Blüte,  $e$  die Lodiculae. Sämtliche Achsenteile verlängert.

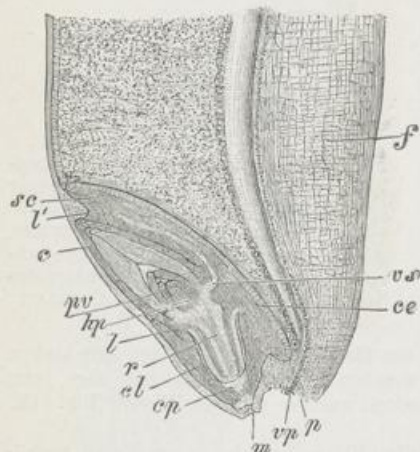


Fig. 524. Medianer Längsschnitt durch den unteren Teil eines Weizenkorns. Links unten der Keim mit dem Scutellum  $sc$ ,  $l'$  Ligula,  $vs$  Gefäßbündel des Scutellums,  $ce$  sein Zylinderepithel,  $c$  Scheidenteil des Kotyledons,  $pv$  Stammvegetationskegel,  $hp$  Hypokotyl,  $l$  Epiblast,  $r$  Radicula,  $cl$  Wurzelscheide,  $m$  Austrittsstelle der Radicula,  $p$  Fruchtsiel,  $vp$  sein Gefäßbündel,  $f$  Seitenwandung der Furche. Vergr. 14.

eine Vorspelze (palea superior) als Vorblatt vorauf. Es folgen zwei kleine Schüppchen, die als Schwellkörper zur Öffnung der Blüte beitragen und Lodiculae heißen; endlich das aus einem dreigliedrigen Wirtel

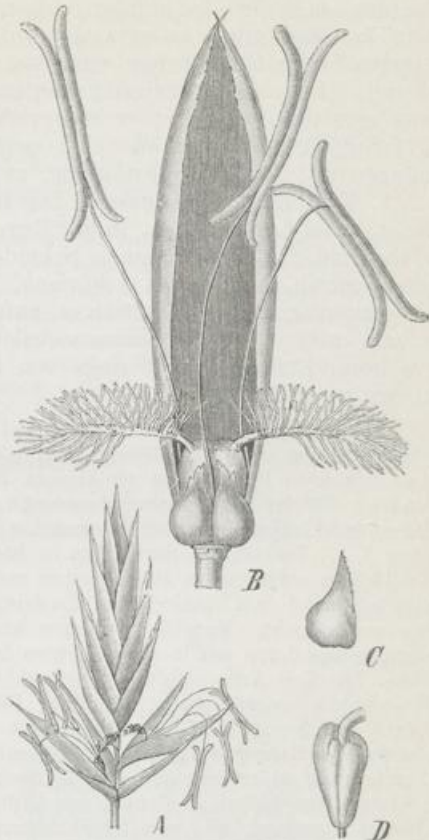


Fig. 523. *Festuca elatior*.  $A$  Ähren (vgl. Fig. 522) mit zwei offenen Blüten, unten die beiden sterilen Hüllspelzen. Vergr. 3.  $B$  Die Blüte; vorn die beiden Lodiculae, hinten die Vorspelze (palea superior), Fruchtknoten mit federartigen Narben.  $C$  Eine Lodicula.  $D$  Fruchtknoten, von der Seite, mit dem Stiel einer abgeschnittenen Narbe.  $B—D$  Vergr. 12.

folgen die fertilen Deckspelzen (palea inferior) mit je einer Blüte in ihren Achseln. Die Deckspelzen sind oft begrannt, d. h. sie tragen eine steife widerhaarige Borste auf dem Rücken oder an ihrer Spitze, die Granne. Jedem Einzelblütchen geht

best  
mit  
trop

ein v  
und

Fig.  
ze

mit  
ents  
äuß

(Fig  
mitt  
flac



bestehende Andröceum und der einem Fruchtblatt entsprechende Fruchtknoten mit zwei federartig verzweigten papillösen Narben. Er umschließt eine anatrophe oder schwach campylotrope Samenanlage (vgl. Fig. 521—523).

Nicht immer ist der Bau ein so stark reduzierter; so hat die Reisblüte (Fig. 526) ein vollzähliges Andröceum, ebenso die Bambuseen, welche auch drei Lodiculae besitzen, und bei *Streptochaeta* findet sich eine normale (vgl. Diagramm Fig. 514) Monokotylenblüte



Fig. 525. Getreidearten. A Roggen, *Secale cereale*. B Spelt, *Triticum spelta*. C Zweizeilige Gerste, *Hordeum distichum*. D Weizen, *Triticum vulgare*. — D officinell.

mit fünf Wirteln. Man ist daher berechtigt, die Lodiculae als dem inneren Perianthkreis entsprechend zu betrachten. Die Vorspelze mag vielleicht zwei verwachsene Blätter des äußeren Kreises darstellen, doch läßt sich ein Beweis dafür einstweilen nicht erbringen.

Für die Windblütigkeit der Gräser ist Länge der Staubblattfilamente (Fig. 523) und Befestigungsart der Anthere ein wenig unterhalb der Rückenmitte von Bedeutung, ebenso die große Ausdehnung der federigen Narbenoberfläche. Die Frucht wird durch innige Verwachsung von Frucht- und Samen-



schale zur Caryopse. Der Embryo liegt dem stärkereichen Endosperm seitlich mit seinem Kotyledon, dem Scutellum, an, welches bei der Keimung als Saugorgan die Aufnahme der gespeicherten Reservestoffe bewirkt (Fig. 524).

Zu den Gräsern zählen als wichtige Nutzpflanzen vor allem die eigentlichen Brotpflanzen (Fig. 525). Der Weizen, *Triticum*. Ährchen einzeln, 2- bis vielblütig, Hüllspelzen breiteiförmig. Von Weizenarten unterscheidet KOERNICKE 1. *Tr. vulgare*, Saatweizen, mit verschiedenen Unterarten, 2. *Tr. polonicum*, Polnischer Weizen; 3. *Tr. monococcum*, Einkorn. Der Roggen, *Secale cereale*. Ährchen einzeln, zweiblütig,



Fig. 526. *Oryza sativa*. Blütenrispe,  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelnes Ährchen, vergr. — Offizinell.



Fig. 527. *Lolium temulentum*. — Giftig.

Hüllspelzen pfriemlich. Die Gerste, *Hordeum vulgare*, Ährchen zu dreien, einblütig, mit den Unterarten *H. hexastichum* und *H. tetrastichum*, alle Reihen —, *H. distichum* nur die Mittelreihe fruchtbar. Der Hafer, *Avena sativa*, und der Mais, *Zea Mays*. Alle diese sind der Kultur in gemäßigtem Klima zugänglich. Ihre Heimat ist, bis auf den amerikanischen Mais, voraussichtlich Westasien oder Südost-Europa; in wildem Zustande bekannt sind nur *Triticum aegilopodioides* als Stammform des Einkorns, *Secale montanum* und *Hordeum spontaneum*, dem *H. distichum* nahestehend. Diese wilden Formen sind durch Auseinanderfallen ihrer Spindel bei der Fruchtreife gekennzeichnet, eine Eigenschaft, die für Kulturformen höchst unangenehm wirken müßte. Das wichtigste tropische Getreide ist der Reis, *Oryza sativa* (Fig. 526), bis in die warm temperierten Länder hinein in größtem Maßstabe kultiviert und bei hinreichender Feuchtigkeit von unerreichter Fruchtbarkeit. Speziell in



Afrika ist die Mohrrhirse *Andropogon Sorghum* in mehreren Varietäten zu Hause. Sie bildet als *Durrha* die wichtigste Brotpflanze für diesen ganzen Kontinent; schließlich bleiben die im Mittelmeergebiet, früher mehr als jetzt, und in Asien kultivierten *Panicum miliaceum*, echte Hirse und *P. italicum*, Kolbenhirse, zu erwähnen, beide asiatischen Ursprungs. Als Nahrungsmittel nimmt ferner das Zuckerrohr, *Saccharum officinarum*, ein übermannshohes, im tropischen Asien, Vorder- oder Hinterindien beheimatetes, perennierendes Gras eine wichtige Stelle ein. Es wird z. Z. überall in den Tropen kultiviert, um aus dem fleischigen Mark des hier nicht hohlen Stengels durch Auspressen und Eindicken des Saftes Rohrzucker zu gewinnen.

Als wichtige heimische Futtergräser unserer Wiesen mögen genannt sein:

*Agrostis alba*, *Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Avena flavescens* und *pubescens*, *Brixia media*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, außerdem *Aira*, *Bromus*, *Calamagrostis*, *Festuca*, *Melica* usw. Arten. Eine außerordentlich mannigfaltige Anwendung finden endlich die baumförmigen tropischen Bambusarten in ihren stattlicheren Vertretern: Häuser, Wände, Fußböden, Leitern, Brücken, Stricke, Wasserkrüge, Kochgefäße, Wasserleitungsröhren usw. usw. werden aus den Stämmen angefertigt, so daß die Pflanze für die dortigen Verhältnisse geradezu unentbehrlich genannt werden muß.

Giftig: Der einjährige Taumelolch, *Lolium temulentum* (Fig. 527), hat giftige, von Pilzhypphen umspinnene Früchte, ebenso *L. remotum*, gleichfalls einjährig. Als einjährigen Pflanzen fehlen ihnen die sterilen Triebe; sie können dadurch leicht von dem häufigen *Lolium perenne* und *multiflorum* unterschieden werden.

Offizinell: *Saccharum officinarum*: Saccharum (Pharm. germ., austr., helv.). *Hordeum vulgare* in seinen keimenden Samen: Maltum, Malz (Pharm. austr.). *Agropyrum repens*: Rhizoma (Radix) Graminis (Pharm. austr., helv.). *Triticum vulgare*: Amylum Triticum (Pharm. germ., austr., helv.). *Oryza sativa*: Amylum Oryzae (Pharm. helv.).

### 3. Ordnung. Spadiciflorae.

Der gemeinsame Charakter dieser Ordnung wird bedingt durch den eigenartigen Blütenstand: er ist ährenartig, besitzt aber eine angeschwollene, dicke, oft fleischige Achse, stellt also einen Kolben, Spadix, dar. Einzelblüten meist diklin, monöcisch oder seltener diöcisch.

1. Familie **Typhaceae**. Einheimische Sumpfpflanzen mit langen linealen Blättern und langgestielten Blütenkolben, oben die männlichen, darunter die weiblichen Blüten, beide in großer Zahl. Blütenhülle fehlt. Daran schließt gleich die

2. Familie **Sparganiaceae**. Kolben kugelig. Einzelblüten mit Perigon, sonst wie vorige.

3. Familie **Pandanaceae**. Eigenartige, auf Stützwurzeln stehende Bäume oder kletternde Sträucher aller den Indischen Ozean umlagernden Tropenländer und pacifischen Inseln. Lange, scharf bewehrte, rinnenförmige Blätter, in dreizeiliger Schraube lückenlos den Stamm umhüllend. Blütenstände getrennten Geschlechts, endständige Kolben in der Achsel scheidiger Deckblätter. Einzelblüten ohne Perianth. *Pandanus* (vgl. Fig. 531, vor den Palmen), *Freycinetia*.

4. Familie **Palmae**. Die Palmen sind eine ausschließlich tropische und subtropische Familie von meist baumförmigen Angehörigen. Ihr schlanker, fast immer einfacher, nur bei den afrikanischen *Hyphaene*-Arten verzweigter Stamm besitzt meist auf seiner ganzen Länge denselben Durchmesser. Andere Formen weisen jedoch eine deutliche Dickenzunahme gegen die Basis hin auf, die entweder nur auf Vergrößerung der vorhandenen Elemente beruht, in anderen Fällen aber dem Dickenwachstum der baumförmigen Liliaceen nahestehen dürfte. Die Blätter bilden eine gipfelständige Krone und erreichen oft gewaltige Dimensionen. Es sind entweder Fieder- oder Fächerblätter, meist langgestielt, deren Zerteilung durch Absterben bestimmter Gewebepartien in der gefalteten Knospenlage zustande kommt. Der Blütenstand ist in einigen Fällen terminal (Metroxylon); das Individuum stirbt dann mit



der Fruchtbildung ab. Häufiger jedoch stehen die Infloreszenzen blattachselständig. Sie sind in der Jugend von einer mächtigen, sehr widerstands-

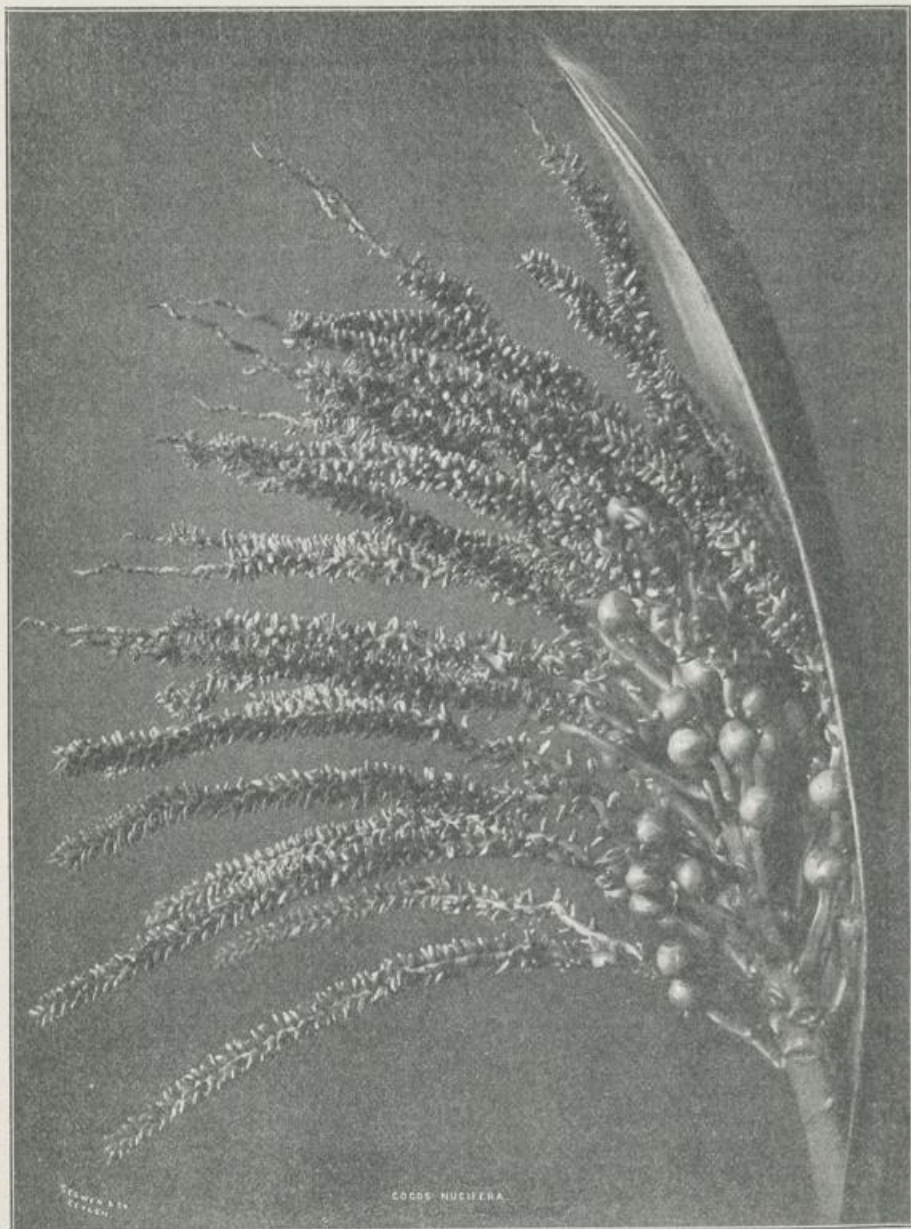


Fig. 528. *Cocos nucifera*. Blütenstand der Kokospalme. Stark verkleinert.

fähigen Scheide, der Spatha, umhüllt, die zur Zeit der Blüte aufplatzt und den einfachen oder meist verzweigten Blütenstand ins Freie treten läßt.



Einzelblüten in der Regel eingeschlechtig und nach dem regelmäßigen Monokotylen-typus gebaut, also  $P 3 + 3$ ,  $A 3 + 3$  für die männlichen,  $P 3 + 3$ ,  $(G 3)$  für die weiblichen. Bei *Cocos* sind sie monöisch verteilt. Fig. 528 zeigt den Blütenstand von *Cocos nucifera* mit der Spatha, die ihn am Grunde noch umgibt. Man bemerkt neben zahlreichen, nach den Infloreszenz-Enden hin in dicht gedrängten Ähren stehenden männlichen Blüten, einzelne am Grunde befindliche, noch ungeöffnete weibliche von erheblich größeren Dimensionen. Der Fruchtknoten besteht hier aus drei miteinander verwachsenen Fruchtblättern, wird jedoch meist einfächerig, da sich nur eines entwickelt. Die reifen Früchte (Fig. 529) hängen zu mehreren an einem Fruchtstand. Jede besteht aus dem grobfaserigen Exokarp (Kokosfaser), das ihre Schwimmfähigkeit und damit die weite Verbreitung dieser Strandpalme über alle Tropenküsten wesentlich mit bedingt, und einem steinharten Endokarp, welches die drei Verwachsungsnähte der Carpelle deutlich aufweist. An der Basis findet sich in jedem Carpell ein Keimloch (Fig. 530) im Endokarp vor, doch bleibt nur dasjenige offen, dem der Keimling anliegt. Endosperm wird

in dicker Lage rings an der Wandung abgelagert. Es ist sehr fettreich und bildet die Copra des Handels. Der Innenraum bleibt zum Teil frei, wird zum anderen Teil von einer Flüssigkeit, der sog. Kokosmilch ausgefüllt, die für die Keimung, von Bedeutung sein dürfte.



Fig. 529. Kokosnüsse am Stamm.

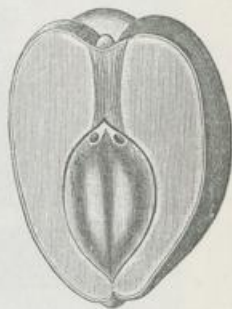


Fig. 530. Kokosnuß, nach teilweiser Entfernung des faserigen Exokarps, verkleinert. (Nach WAGNER.)

Der keimende Embryo entwickelt in den Hohlraum hinein ein mächtiges Sangorgan, welches dem Keimling die Reservestoffe zuführt. Fig. 531 gibt den Habitus eines Kokoswüldchens wieder.

Doch nicht überall sind die Verhältnisse die gleichen. Bei *Areca Catechu* ergibt die aus ähnlichem Fruchtknoten entwickelte Frucht eine Beere, indem das Exokarp grobfaserig-fleischige Konsistenz annimmt. Das weiße, durch einwachsende dunkle Zellstreifen der Samenschale ruminierende Endosperm wird hier steinhart, weil Cellulose als Reservestoff abgelagert ist. Ebenso ist die Frucht der Dattelpalme, *Phoenix dactylifera*, eine Beere, die aber aus einem apokarpen Gynöceum hervorgeht; von den drei freien Fruchtblättern wird nur eines völlig ausgebildet. Phönix unterscheidet sich außerdem dadurch von den bisher betrachteten Beispielen, daß die Blüten diöisch verteilt sind. Sonstige wichtige Nutzpflanzen unter den Palmen sind: *Elaeis guineensis*, die afrikanische Ölpalme, *Calamus*-Arten liefern das Stuhlrohr, *Metroxylon*-Arten Sago, beide im asiatisch-australischen Tropengebiet zu Hause; *Phytelphas macrocarpa*, eine amerikanische stammlöse Palme, gibt vegetabilisches Elfenbein im harten Endosperm ihrer Samen. Verschiedene Arten lassen nach Abschneiden der Infloreszenzanlagen eine Menge zucker-



haltigen Saftes ausfließen, welcher bald zu Palmwein vergoren, bald (*Arenga saccharifera*) zur Gewinnung von Rohrzucker eingedickt wird.

Offizinell: *Areca Catechu* (trop. Asien) liefert Samen *Arecae* (Pharm. germ., helv.).



Fig. 531. Kokosinseln bei Hilo, Hawaii, *Pandanus odoratissimus* vor den Palmen.

5. Familie *Araceae*. Die Araceen sind meist Kräuter oder Stauden; sie spielen im feuchten Walde der Tropen als Wurzelkletterer eine sehr bedeutende Rolle. Blätter einiger Arten, wie *Monstera*, zeigen Zerteilung und Durchlöcherung ihrer mächtigen Spreite durch Absterben genau umschriebener Stellen, wie es für Fiederung oder Fächerung der Palmenwedel bereits erwähnt wurde. Blüten sehr reduziert, meist diklin an einer unverzweigten, fleischig-kolbigen Achse, die an der Basis eine Spatha, oft von lebhafter Färbung und als Schauapparat entwickelt, besitzt, z. B. bei *Anthurium Scherzerianum*, *Richardia aethiopica*, zwei häufig in unseren Gewächshäusern kultivierten Araceen. Meist Beerenfrüchte.

Deutsche Vertreter: *Acorus Calamus*, Kalmus, ist erst im Laufe der letzten 2 bis 3 Jahrhunderte aus dem Osten zu uns gewandert. Die Blüten sind vollständige, zwittrige Monokotylenblüten. Fruchtknoten dreifächerig. Der kurze Kolben ist end-



ständig, wird jedoch durch die in Form der übrigen Laubblätter entwickelte Spatha zur Seite gedrängt (Fig. 532).

Giftig: Viele Araceen sind giftig, so auch die in unseren Torfsümpfen verbreiteten *Calla palustris* und *Arum maculatum* (Fig. 533), eine mit knolligem Rhizom ausdauernde Staude unserer Laubwälder. Sie entwickelt eine Anzahl langgestielter, pfeilförmiger Blätter, deren braune Flecken ihr den Beinamen gegeben haben. Blüten monöcisch ohne Perianth, weibliche an der Basis des Kolbens, männliche in geringer Entfernung



Fig. 532. *Acorus Calamus*, blühende Pflanze, Einzelblüte von oben und im Profil.  
 $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

darüber. Gleich oberhalb sitzen einige steril gewordene Blüten von haarförmiger Gestalt, die gerade der verengten Stelle der oben weit geöffneten grünlichen Spatha entsprechen. Sie sind wie Reusenhaare abwärts gebogen und gestatten kleinen, durch den eigenartigen Geruch oder die angenehme Wärme (vgl. S. 205) angelockten Insekten wohl den Eintritt in den unteren erweiterten Kessel, hindern aber ihren Wiederaustritt, bis die weiblichen Blüten durch von anderen Pflanzen mitgebrachten Pollen bestäubt sind. Dann vertrocknen die Haare, die Antheren öffnen sich und die gefangen gehaltenen Bestäuber können, mit neuem Pollen bedeckt, andere Blüten aufsuchen.



Offizinell: *Acorus Calamus*: Rhizoma Calami (Pharm. germ., austr., helv.) und Oleum Calami (Pharm. germ.).

6. Familie **Lemnaceae**. Die Wasserlinsen unserer Teiche und Flüsse besitzen nackte, in Taschen des Vegetationskörpers entwickelte, monöische Blüten, die von einer kleinen Spatha umhüllt werden, *Lemna*, *Wolffia*.



Fig. 533. *Arum maculatum*,  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Blütenstand und Fruchtstand,  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Giftig.

#### 4. Ordnung. Enantioblastae.

Eine kleine Ordnung, deren Samenanlagen atrop sind. Daher liegt der Keimling dem Nabel gerade gegenüber an der Spitze des Endosperms.



Familie *Commelinaceae*. Perianth in Kelch und Krone differenziert. Haare der Staubblätter ein für Plasmaströmung und Kernteilungsfiguren bekanntes Objekt. Kapsel-  
früchte, *Commelina*, *Tradescantia*.

### 5. Ordnung. Liliiflorae.

Strahlige fünfwirtelige Monokotylenblüten mit oberständigem oder unterständigem Fruchtknoten sind das Charakteristikum der Ordnung. Perianth in beiden Kreisen gleichartig als Perigon ausgebildet. Im Androeum wird nur bei den Iridaceen ein Wirtel unterdrückt. Das Gynoeum variiert in der Stellung, doch ist stets ein aus drei Carpellen zusammengesetzter, meist dreifächeriger Fruchtknoten vorhanden (Fig. 534).

Im Habitus sind die Angehörigen der Ordnung sehr verschieden. Neben krautigen Knollen- und Zwiebelgewächsen oder anderen mit unterirdischem Rhizom perennierenden Stauden finden sich kletternde Sträucher, sukkulente und bewehrte Rosettenpflanzen von gewaltigen Dimensionen, kleine und größere Bäume, die allerdings auf Tropen und Subtropen beschränkt bleiben.



Fig. 534. Diagramm einer typischen Liliiflorenblüte.



Fig. 535. *Juncus lamprocarpus*. a Teil der Infloreszenz, b Blüte, vergrößert, c Gynoeum, vergrößert.

1. Familie *Juncaceae*. Grasähnliche Gewächse mit vollständiger Liliiflorenblüte. Perigon spelzenähnlich; Windbestäubung. Pollen bleibt in Tetraden vereinigt. Fruchtknoten oberständig, ein- oder dreifächerig, von drei langen papillösen Narben gekrönt. Endosperm mehlig, Kapsel-  
früchte.

Die Gattung *Juncus*, Binse, ist in zahlreichen Arten bei uns vertreten. Ihre stielrunden mit Luftkammern versehenen Blätter finden sich überall an Wassertümpeln und Flußläufen. Die auf Windbestäubung eingerichteten Blüten (Fig. 535) sitzen knäuelig am Gipfel der Sprosse, oft durch das in Richtung des Sprosses gestellte Stützblatt zur Seite gedrängt. Früchte vielsamig. *Luzula* mit flachen Blättern und dreisamigen Früchtchen stellt einige der ersten Frühjahrsblüher unserer Flora.

2. Familie *Liliaceae*. Liliiflorenblüte mit gefärbtem, als Schauapparat dienendem Perigon. Fruchtknoten oberständig. Endosperm hornig oder fleischig. Nach Beschaffenheit ihrer Früchte zerfallen die Liliaceen in 3 Unterfamilien:

a) Kapsel mit drei Griffeln, springt septicid auf, d. h. in den Nähten: *Melanthiaceae*.

b) Kapsel mit einem Griffel, springt loculicid auf, d. h. fachspaltig: *Liliceae*.

c) Beerenfrucht: *Asparagaceae*.



*Colchicum autumnale*, Herbstzeitlose (Fig. 536, 537), ist ein häufiges, ausdauerndes Kraut unserer Wiesen: Untersucht man die Pflanze im Herbste, wenn sie ihre lila Blüten



Fig. 536. *Colchicum autumnale*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

öffnet, so findet sich eine braune, feste Hülle (Fig. 537 *k*), die eine Knolle *k* und einen ihr nur an der Basis angewachsenen, Blüten bringenden Seitentrieb umgibt. Wurzeln (*w*) gehen von diesem aus, diejenigen der Knolle (*w*) sterben ab. Die Knolle trägt auf dem



Gipfel die Narbe oder Reste ihres abgestorbenen oberirdischen Triebes (*st*). Der blühende Seitensproß (*k'*) bringt drei kurze ringförmige Scheidenblätter, *s' s'' l'*, die ohne Internodien einander folgen. In der Achsel des dritten *l'* befindet sich eine Knospe *k''*, die Anlage des nächstjährigen Blütensprosses. Dieses dritte Blatt wird im Frühjahr eine Spreite ausbilden und als erstes Laubblatt *l'* über den Boden treten. Ein dickes Internodium (*k'*) trennt es z. Z. von den beiden weiteren Laubblattanlagen *l''* usw. Bis zu vier, je in der Achsel eines meist verkümmerten Blättchens stehende Blüten *b, b'* folgen und werden durch Zugrundegehen des Vegetationspunktes gipfelständig. Im Frühjahr ist die Knolle *k* ausgesogen und von dem zwischen erstem und zweitem Laubblatt befindlichen Internodium *k'*, das seinerseits noch weiter knollig angeschwollen ist, verdrängt. Die drei Laubblätter erheben sich

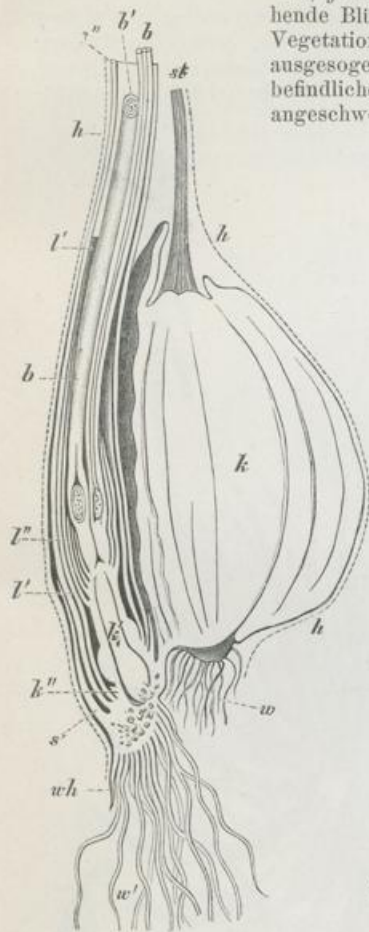


Fig. 537. *Colchicum autumnale*. Längsschnitt durch die Knolle einer blühenden Pflanze. (Nach SACHS.) Erklärung im Text. — Offizinell.



Fig. 538. *a-e* *Ornithogalum umbellatum*. *a* Ganze Pflanze, verkleinert, *b* Blüte in nat. Gr., *c* Blüte im Längsschnitt, *d* Frucht, *e* Querschnitt durch die Frucht. *f-g* *Colchicum autumnale*. *f* Frucht im Querschnitt, *g* Samen mit Embryo, vergrößert.

mit ihrer dunkelgrünen, langen rinnenförmigen Spreite über den Boden und umschließen die gestreckte Achse sehr fest. Diese trägt die Früchte am Gipfel, welche zahlreiche schwarze kugelige Samen beherbergen und später durch Auseinanderweichen der drei Fruchtblätter in den Nähten entlassen. Darauf stirbt der oberirdische Trieb ab, die Laubblattscheiden umhüllen als feste braune Haut die neue Knolle mit ihrer im Herbst zum Blütensprosse heranwachsenden Knospe (*k''*) aus der Achsel des ersten Laubblattes, deren Anlage bereits im Vorjahre kenntlich war. — *Veratrum album*, Germer, ist eine ansehnliche Staude unserer Bergwiesen; die großen elliptischen längsgefalteten Blätter



bilden eine buschige Rosette. Ein Blütenstand schließt das Wachstum der Hauptachse ab; er erscheint im Sommer als über meterhohe, unten mit langscheidigen, nach oben an Größe mehr und mehr abnehmenden Blättern bestandene, stattliche pyramidale Rispe. Die grünlichweißen, polygamen — d. h. teils zwittrigen, teils eingeschlechtigen — Blüten lassen ihren Fruchtknoten in drei weit voneinander spreizende Griffel auslaufen.

Dagegen sind unsere beliebten Ziergewächse wie *Tulipa* (Fig. 25), *Hyacinthus*, *Lilium*, *Muscari*, *Scilla*, die Küchengewächse liefernde Gattung *Allium*, *Lauch*, ferner *Urginea* (Fig. 539), die Meerzwiebel der Mittelmeerküsten ausnahms-



Fig. 539. *Urginea maritima*. ca  $\frac{1}{10}$  nat. Gr. — Offizinell. (Nach BERG und SCHMIDT.)



Fig. 540. *Aloe socotrina*, blühende Pflanze (stark verkleinert). Blattspitze, Einzelblüte und Fruchtknotenquerschnitt.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr. — Offizinell.



los *Liliaceae*. *Ornithogalum umbellatum* (Fig. 538) mag als Beispiel dienen. Im Herbst untersucht zeigt die Pflanze eine Zwiebel aus fleischigen Schuppen, mit je einer Narbe am oberen Rande. Aus dem unteren Teile treten zahlreiche Wurzeln hervor. Untereinander sind die Schuppen mehr oder weniger verwachsen. In der Achsel der innersten Zwiebelschuppe steht der abgeblühte Infloreszenzstiel und ein junges aus einer Anzahl von Blättern gebildetes Knöspchen. Diese Blätter sind bis auf das äußerste, mit kurzer Spitze abschließende sämtlich mit einer Spreitenanlage versehen; den Schluß bildet die Blütenstandsanlage. Im Frühjahr wachsen die Blätter zu linealen, langgestreckten Gebilden heran und erheben sich mit der Infloreszenz über den Boden. Durch sparrige Verzweigung ist der Blütenstand charakteristisch. Seine weißen Einzelblüten enden in einem dreifächerigen Fruchtknoten, den ein gemeinsamer Griffel krönt. Die Blätter gehen dann in ihren oberirdischen Teilen zugrunde und setzen sich gegen die Basis, welche inzwischen fleischig angeschwollen und mit Reservestoffen gefüllt ist, durch eine Narbe ab, wie sie an den jetzt längst zu trockenen Häuten gewordenen Schuppen des vorigen



Fig. 541. *Dracaena draco*. Drachenbaum von Laguna, Canarische Inseln. (Nach CHUN, Aus den Tiefen des Weltmeeres.)

Herbstes sich fanden. In ähnlicher Weise verläuft bei allen genannten Zwiebelpflanzen der jährliche Entwicklungsgang. Die Vegetationszeit ist auf wenige Monate beschränkt; allen Unbilden der Kälte oder, da es sich meist um Pflanzen warmtemperierter Gebiete handelt, der Trockenheit trotzt die Pflanze, indem sie sich unter den Erdboden zurückzieht. Von baumförmigen *Liliaceae* ist die *Aloë* mit fleischigen, am Rande bewehrten Blättern (Fig. 540) zu nennen, artenreiche Gattung Afrikas.

Die durch hohes Alter und eigenartigen Habitus auffallende *Dracaena* (Fig. 541) gehört, wie die ähnlichen Gattungen *Cordylina* und *Yucca*, zur Unterfamilie der beerentragenden Asparageen. Ebenso *Smilax*, Sarsaparille, mit Hilfe rankenartiger Emergenzen ihrer Blattstiele kletternde Sträucher wärmerer Länder. Hierher ferner *Asparagus*, Spargel, mit büschelig gehäuften Phyllocladien (S. 21) anstatt der Blätter, *Convallaria* (Fig. 34), *Majanthemum*, *Polygonatum*, *Paris quadrifolia*, Einbeere (Fig. 542); meist 4-, doch auch 3-6blättrig in allen Wirteln. Alle diese Pflanzen besitzen kriechende Rhizome, die mit Nebenblättern besetzt sind und jährlich entweder die Spitze ihres Hauptsprosses als Laub- und Blütenproß über den Boden senden, dann ihr unterirdisches Rhizom durch einen Seitenzweig fortsetzen (*Polygonatum*, Fig. 23), oder sie haben eine unterirdisch fort-



wachsende Hauptachse, die jährlich einen Achsel sproß als Laub- und Blütensproß ausbildet (Paris).

Giftig: Zahlreiche *Liliaceen* sind mehr oder minder giftig, so das Maiglöckchen, Tulpen- und Kaiserkronzwiebeln, *Fritillaria*, besonders aber von einheimischen

Pflanzen: *Colchicum*, *Veratrum* und *Paris*.

Offizinell: *Colchicum autumnale*: Semen Colchici (Pharm. germ., austr., helv.); *Veratrum album*: Rhiz. Veratri (Pharm. germ., helv.); *Schoenocaulon* (*Sabadilla*) officinale, ein grasblättriges Zwiebelgewächs der mittelamerikanischen und venezolanischen Gebirge, liefert Samen *Sabadillae* (Pharm. austr., helv.) und *Veratrinum* (Pharm. germ., austr., helv.); *Aloë ferox*, *A. africana*, *A. plicatilis*, *A. vulgaris*: Aloë (Pharm. germ., austr., helv.); *Urginea maritima*: Bulbus Scillae (Pharm. germ., austr., helv.); *Smilax*-Arten: Rad. Sarsaparillae (Pharm. germ., austr., helv.); *Convallaria majalis*: Herba Convallariae (Pharm. helv.).

3. Familie *Amaryllidaceae*. Von den *Liliaceen* durch unterständigen Fruchtknoten unterschieden. Die Zwiebelgewächse *Leucojum* (Fig. 543), *Galanthus*, Schneeglöckchen und *Narcissus* im Habitus den Zwiebel besitzenden *Liliaceen* ähnlich; *Agave*, mächtige Blattsukkulente des wärmeren Amerika, als Gespinstpflanzen wichtig. *A. mexicana* liefert in ihrem nach Abschneiden der Infloreszenzknospe reichlich ausfließenden vergorenen Saft Pulque: Nationalgetränk der Mexikaner. *Agave*-Arten vielfach am Mittelmeer akklimatisiert, werden oft von Laien für mediterrane Charakterpflanzen gehalten.

4. Familie *Iridaceae*. Von den *Liliaceen* durch unterständigen Fruchtknoten und Fehlen des inneren Andröceumwirtels unterschieden (Fig. 544). Die beiden Perigonkreise sind bei den *Iridaceen* nicht immer gleichartig. Antheren extrors. Die *Iridaceen* zeigen stets ungestielte Blätter, überwiegend knollenförmige oder gestreckte Rhizome, Zwiebeln sind minder häufig. Loculicide Kapselfrüchte.



Fig. 542. *Paris quadrifolia*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.

ren Andröceumwirtels unterschieden (Fig. 544). Die beiden Perigonkreise sind bei den *Iridaceen* nicht immer gleichartig. Antheren extrors. Die *Iridaceen* zeigen stets ungestielte Blätter, überwiegend knollenförmige oder gestreckte Rhizome, Zwiebeln sind minder häufig. Loculicide Kapselfrüchte.



*Crocus sativus*, Safran, eine alte Kulturpflanze des Orients mit schmal-grasartigen Blättern und knollenförmigem Rhizom. Die Blüten sind steril, wenn sie nicht mit Pollen wilder Formen bestäubt werden. Ihre großen Narben liefern den „Crocus“ oder Safran (Fig. 545). Andere Arten als Zierpflanzen.

*Iris*, durch zweizeilige reitende Blätter ausgezeichnet. Die Blätter umfassen das dickfleischige Rhizom mit ihrer Scheide, steigen vertikal empor und zeigen zwei gleiche

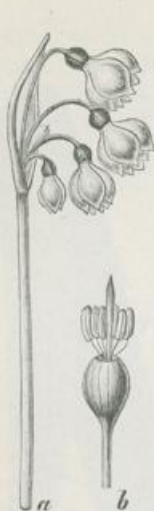


Fig. 543. *Leucojum aestivum*.  
a Blütenschaft (verkleinert), b Gynöceum und Androeceum (nat. Gr.).



Fig. 544. Diagramm der Iridaceae (Iris).



Fig. 545. *Crocus sativus*. Griffel mit dreiteiliger Narbe. (Nach BAILLON.) — Offizinell.

Flanken bei schwertförmigem Umriß (Fig. 546). Äußerer Perigonkreis abwärts geschlagen, innerer aufgewölbt. Die drei Antheren werden von den drei großen kronartig entwickelten Narben völlig überdeckt. In der Gattung *Gladiolus* ist die Gleichartigkeit der Perigonblätter noch weiter gestört, die Blüten werden dorsiventral.

Offizinell: *Crocus sativus*: Crocus (Pharm. germ., austr., helv.). *Iris florentina*, *pallida*, *germanica* des Mittelmeergebietes: Rhizoma Iridis (Pharm. germ., austr., helv.).



5. Familie *Dioscoreaceae*. Kletternde oder schlingende Sträucher der Tropen mit diklinen Blüten, pfeil- oder herzförmigen, häufig netzadrigen Blättern und mächtigen, knolligen Rhizomen. Einheimisch nur *Tamus communis*. *Dioscorea Batatas*, Yamswurzel Chinas. *Testudinaria Elephantipes* häufig kultiviert.



Fig. 546. *Iris germanica*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



6. Familie **Bromeliaceae**. Meist epiphytisch lebende Pflanzen mit zwittrigen Blüten und wechselnder Stellung des Gynöceums. Eine ausschließlich amerikanische, auf Tropen und Subtropen beschränkte Familie mit typisch xerophilen Blättern, von rosettenförmiger Anordnung, bei erdbewohnenden Formen scharf bewehrt. *Ananassa sativa* liefert in ihrem Fruchtstand die Ananas, vielfach in den Tropen angebaut und verwildert.

### 6. Ordnung. Seitamineae.

Tropische Stauden von zum Teil gewaltigen Dimensionen, in einzelnen Fällen baumartig. Blüten dorsiventral oder asymmetrisch. Perianth in Kelch und Krone gesondert. Androeum stark reduziert, zum Teil staminodial, Kronblatt-ähnlich. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig. Samen mit Perisperm.

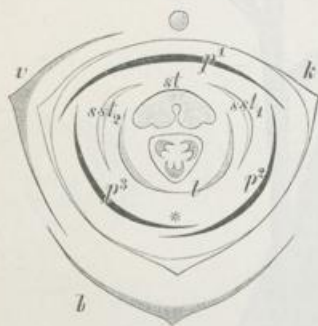


Fig. 547. Diagramm der Zingiberaceenblüte (nach EICHLER). *b* Deckblatt, *v* Vorblatt, *k* Kelch, *p*<sup>1-3</sup> Kronblätter, *sst*<sup>1</sup> und <sup>2</sup> Staminodien des äußeren Androeumwirtels, \* fehlendes Staubblatt desselben Wirtels, *st* einziges fertiles Staubblatt, *l* kronblattartige Staminodien des inneren Androeumwirtels, hier Labellum genannt.



Fig. 549. Blüte von *Canna iridiflora*. *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone, *l* Labellum, *st* 1-3 die übrigen Staminodien, *a* fertiles Staubblatt, *g* Griffel. 1/2 nat. Gr.

1. Familie **Musaceae**. *Musa*, Banane, eine der wichtigsten Fruchtplanzen aller tropischen Gegenden. Die einander dicht umschließenden Scheiden der mächtigen Blätter bilden ein stammartig aussehendes Gebilde. Infloreszenz endständig. Beerenfrüchte. Manilahanf von *M. textilis*.

2. Familie **Zingiberaceae**. Blüten in Ähren von bisweilen köpfchenartigem Habitus. Einzelblüte dorsiventral. Kelch unscheinbar, röhrig. Krone dreizipfelig. Äußerer Androeumkreis fehlend oder in zwei seitlichen Staminodien (Fig. 547 *sst*<sup>1</sup>, *sst*<sup>2</sup>) vertreten. Das hintere Staubblatt des inneren Kreises allein fertil (*st*), die beiden übrigen vereinigt als Labellum (*l*), kronblattartig und lebhaft gefärbt. Griffel verläuft in dem röhrenartigen Einschnitt zwischen den beiden Thecae des Staubblattes. Kapsel Früchte. Meist dem tropischen Asien angehörig.

*Zingiber officinale*, der Ingwer, eine alte Kulturpflanze Südostasiens, jetzt überall in den Tropen kultiviert (Fig. 548). Das flache geweihartig verzweigte Rhizom steht auf seiner hohen Kante im Boden. Blätter zweizeilig; Achselknospen der Unterseite gefördert, sie setzen den Hauptsproß fort. Laubzweige werden trotz ihrer Länge fast nur



aus den Scheiden der großen ungeteilten, ganzrandigen Blätter gebildet, da die Achse außerordentlich kurz bleibt. Blütensprosse sind niedriger und nur mit Schuppenblättern ohne eigentliche Spreite bekleidet. Hochblätter, in deren Achseln die Einzelblüten stehen, groß und besonders an ihrem Rande lebhaft gefärbt. Blüten selbst hellgelb, durch ihr violettes, heller geflecktes Labellum auffallend. *Elettaria Cardamomum* und *Curcuma* haben ebenfalls nur mit Schuppenblättern bestandene Infloreszenzstiele, *Alpinia* dagegen, wie die häufig kultivierten *Hedychium*-Arten tragen die Blütenstände terminal an normal belaubten Sprossen.



Fig. 548. *Zingiber officinale*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

Offizinell: *Zingiber officinale*: Rhiz. *Zingiberis* (Pharm. germ., austr., helv.). *Elettaria Cardamomum*: Fructus *Cardamomi* (ibid.), Cardamome, *Curcuma Zedoaria*, Zittwer: Rhiz. *Zedoariae* (ibid.), *Alpinia officinarum*, Galgant: Rhiz. *Galangae* (Pharm. germ., helv.).

3. Familie **Cannaceae**. Großblättrige Stauden, häufig kultiviert. Blüten asymmetrisch (Fig. 549). Nur eine halbe, also monotheische, Anthere, die andere Hälfte blumenblattartig.

4. Familie **Marantaceae**. Großblättrige Stauden. Blätter am Ansatz der Spreite mit Gelenkpolster. Ebenfalls nur eine monotheische Anthere in den asymmetrischen Blüten.

Offizinell: *Maranta arundinacea*: *Amylum Marantae* (Pharm. austr.), Westindisches Arrowroot.



## 7. Ordnung. Gynandreae.

Familie *Orchidaceae*. Perennierende, krautige, erdbewohnende oder epiphytische Gewächse mit zwittrigen, stark dorsiventralen Blüten. Perianth kronartig, das hintere Blatt des inneren Kreises als Lippe, Labellum ausgebildet, häufig in einen Sporn auslaufend. (Das bei den Seitamineen erwähnte „Labellum“ ist morphologisch ganz anderer Natur, da es zwei staminodialen Staubblättern entspricht.) Androeum auf die drei vorderen Glieder beschränkt, von denen meist das mittlere, dem äußeren Kreise angehörige allein fertil ausgebildet ist, während die anderen Staminodien darstellen. Cyripedium mit 2 fertilen seitlichen Antheren des inneren Wirtels. Gynoeum aus drei Fruchtblättern verwachsen, einfächerig, unterständig. Kapsel Früchte. Samen äußerst zahlreich an den randständigen, also parietalen Placenten (Fig. 550). Das fertile Staubblatt verwächst mit dem Griffel zu einem Säulehen, Gynostemium, welches in der Mitte der Blüte mehr oder minder emporragt.



Fig. 550. Orchidaceen-Diagramm (Orchis).



Fig. 551. *Orchis militaris*. Längsschnitt durch Mutter- und Tochterknolle. (Nach LÜRSSEN.) — Offizinell.

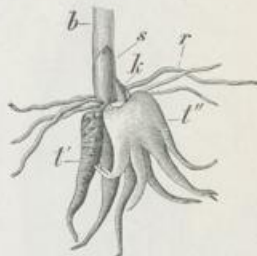


Fig. 552. Wurzelsystem von *Orchis latifolia*. *b* Basis des Stengels, *s* Niederblatt, *t'* alte, *t''* junge Knolle, *k* Knospe, *r* Wurzeln.

Durch Drehung der ganzen Blüte um  $180^\circ$  (vgl. Fig. 550 u. 553) oder Übernicken gelangt die als Anflugstelle für Insekten dienende Lippe auf die Vorderseite.

Die Haupteinteilung dieser auf 6000—10000 Arten geschätzten Familie gründet auf der Fruchtbarkeit des einen äußeren oder der beiden inneren Staubblätter, wonach Monandreae von Diandreae getrennt werden.

Wichtigste einheimische Gattungen: 1. Monandreae: *Orchis*, Knabenkraut, *Ophrys*, *Gymnadenia*, *Platanthera*, alle mit Knollen; *Epipactis*, *Cephalanthera*, *Listera*, mit verzweigtem Rhizom. *Neottia*, Nestwurz, *Coralliorrhiza*, *Epipogon*, *Limodorum*, saprophytisch und fast oder ganz chlorophyllfrei. 2. Diandreae: *Cypripedium*, Frauenschuh.

Zu genauerer Darstellung mag eine unserer häufigeren einheimischen *Orchis*-Arten, *Orchis militaris*, dienen, die in Fig. 555 wiedergegeben ist. Untersucht man eine solche Pflanze zur Zeit ihrer Blüte, so findet sich ein Paar fleischiger Knollen als Ausgangspunkt. Beide sind mit einem Flaum von Wurzelhaaren überdeckt. Die größere braune Knolle, von mehr schwammiger Beschaffenheit, setzt sich nach oben in den von ein paar Niederblättern und den Scheiden der 2—4 Laubblätter länglich-elliptischer Form umhüllten Infloreszenzstiel fort, welcher mit einer pyramidalen Blütentraube abschließt. Die kleinere Knolle ist von weißer Farbe und festerer Konsistenz; sie trägt, wie der Längsschnitt (Fig. 551) zeigt, eine Knospe auf dem Scheitel, die bereits ein paar Scheidenblätter entwickelt hat. Es handelt sich um den in der Achsel eines der ersten Scheidenblätter der Pflanze, dicht über der älteren braunen Knolle gebildeten Achselsproß, welcher mit seiner als Reservestoffbehälter knollig anschwellenden Wurzelanlage das Scheiden-



blatt alsbald durchbricht (Fig. 555) und bestimmt ist, die Mutterpflanze im nächsten Jahre zu ersetzen. Anatomische und morphologische Abweichungen den sonstigen an der Pflanze wahrnehmbaren Wurzeln gegenüber, werden durch die Annahme erklärt, daß die Knolle aus mehreren miteinander verwachsenen Wurzelanlagen hervorgeht. Eine bei zahlreichen anderen Orchisarten sich findende handförmige Verzweigung der Knollen (Fig. 552) macht diese Ansicht sehr wahrscheinlich.

Bei Betrachtung der Blüten fällt sogleich die schraubige Drehung des Fruchtknotens auf, der hier die Auswärtskehrung der Unterlippe zu danken ist. Sie ist dreizipfelig und ihr Mittellappen teilt sich am Ende abermals in zwei gabelig auseinanderstehende Lappchen. Ganz an der Basis dieses Labellum ist ein Sporn als Aussackung zu erkennen. Er dient als Nektarium und seine Öffnung findet sich direkt unter dem

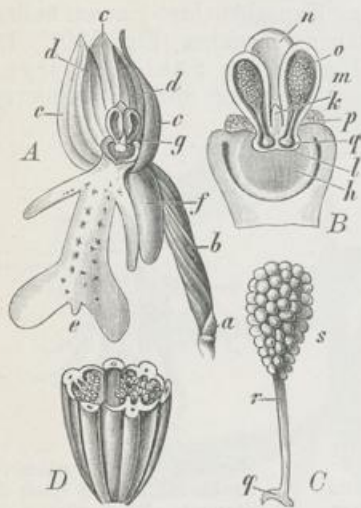


Fig. 553. *Orchis militaris*. A Eine von der kleinen Bractee (a) gestützte Blüte, b Fruchtknoten, c die äußeren, d die beiden oberen inneren Perigonblätter, e Labellum mit dem Sporne f, g Gynostemium. — B Dieselbe nach Entfernung des oberen Teils des Labellum, h Narbe, i Rostellum, k zahnartiger Fortsatz des Rostellum, m Fach der Anthere, n Konnektiv, o Pollinarium, q Klebmasse, p Staminodium, vergr. — C Einzelnes Pollinarium, r Caudicula, s Pollen, stärker vergr. — D Frucht im Querschnitt, schwach vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)



Fig. 554. *Vanilla planifolia* (nach BERG und SCHMIDT aus ENGLER-PRANTL), verkleinert. A Lippe und Gynostemium. B Gynostemium von der Seite. C Gynostemiumspitze von vorn. D Anthere. E Samen, vergr. — Offizinell.

Gynostemium (Fig. 553 A, B). Dieses bedarf nun einer genaueren Beschreibung. Es trägt auf seiner der Unterlippe und den sich darauf niederlassenden Insekten zugekehrten Seite eine große Narbenfläche (h), welche zwei vereinigten Narben entspricht. Die dritte Narbe ist zu einem als Rostellum bezeichneten Gebilde (i, k) umgeformt und dient der Ausrüstung der männlichen Organe. Die eine fruchtbare Anthere besitzt zwei Thecae, durch das als Abschluß des Gynostemiums sichtbare Konnektiv (n) verbunden. Die ganze Pollenmasse jedes der beiden Fächer wird durch eine Bindesubstanz zusammengehalten, welche gleichzeitig nach unten in einen Stiel ausläuft; sie heißt Pollinarium, das Stielchen Caudicula. Das Ganze ist von wachsartiger Konsistenz. Die Caudiculae enden nun an jenem Rostellum, welches eine Klebmasse von zäher Beschaffenheit bildet und geeignet ist, einmal die Pollinarien, welche frei im Fache liegen, an Ort und Stelle festzuhalten, andererseits aber auch sie an andere damit in Berührung gelangende



Körper anzuheften. Versucht nun ein auf der Unterlippe sitzendes Insekt den im Sporn ausgeschiedenen Nektar zu erreichen, so muß es mit Kopf oder Rüssel das Rostellum berühren und die Pollinarien mitnehmen. Durch Eintrocknen der Klebmasse biegen diese sich nach vorn und werden daher bei der nächst besuchten Blüte genau auf die Narbenfläche gelangen müssen.

In ähnlicher, vielfach noch weit komplizierterer Art sind alle Orchidaceen auf Insektenbesuch angepaßt, dessen sie zur Bestäubung ihrer Blüten nicht entbehren können. Zur Vervollständigung ist noch hinzuzufügen, daß bei anderen Formen, z. B. *Vanilla*, der Pollen körnig bleibt. Zahlreiche tropische Orchidaceen werden ihrer herrlichen Blüten wegen bei uns in Gewächshäusern kultiviert.

Offizinell: *Orchis*-Arten und verwandte Formen mit eiförmigen, nicht handförmig zerteilten Knollen: *Tubera Salep* (Pharm. germ., austr., helv.). — *Vanilla planifolia*, ein in Mexiko einheimischer, vielfach in den Tropen kultivierter Wurzelkletterer (Fig. 554): *Fructus Vanilla* (Pharm. germ., austr., helv.).

## 2. Unterklasse.

### Dicotylae<sup>(14)</sup>.

Die Dikotylen sind bis auf vereinzelte Ausnahmen mit zwei Keimblättern versehen, welche bei der Keimung als grüne assimilierende Blätter sich ausbreiten oder in der Samenschale stecken bleiben und ihre aufgespeicherten Reservestoffe dem Keimling zuführen. Dieser erhebt alsdann seinen bisher zwischen jenen liegenden Vegetationspunkt und beginnt den Aufbau des Stämmchens. Gleichzeitig hat die am Embryo angelegte Hauptwurzel sich in die Erde eingehohlet; sie bleibt meist als mächtig entwickelte Pfahlwurzel erhalten und bildet ein regelmäßig verzweigtes Wurzelsystem aus.

Der Stamm besitzt kreisförmig angeordnete offene Gefäßbündel, die Wurzel abwechselnd gelagerte Gefäß- und Siebteile auf dem Querschnitte. Das in den Gefäßbündeln des Stammes, resp. auf der Innenseite der Siebteile der Wurzel erhaltene primäre Meristem wird bald durch die zwischenliegenden Markstrahlen hindurch zu einem



Fig. 555. *Orchis militaris*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



geschlossenen Ringe ergänzt, der als Cambium ein regelrechtes Dickenwachstum der Stämme und Wurzeln vermittelt. (Vgl. Fig. 123—124, S. 97, Fig. 128, S. 101, Fig. 138, S. 111, Fig. 146—154, S. 118—123.)

Das typische Dikotylenblatt ist mit mehr oder minder langem Stiel versehen, es besitzt häufig Nebenblätter als Auszweigungen des Blattgrundes, entbehrt aber meistens einer Scheide. Seine Spreite ist einfach oder zusammengesetzt; doch kommt ihre Zerteilung stets nur durch Verzweigung der Blattanlage zustande. Der Blattrand ist von sehr verschiedenartiger Form, die Nervatur in der Regel netzadrig (Fig. 556).

Die Blüten der Dikotylen sind außerordentlich verschieden, doch stellt fünfzerteliger Bau und fünf als Grundzahl für die Glieder der einzelnen Wirtel das häufigste Vorkommen dar. Vermehrung oder Minderung der Glieder wie der Wirtel finden sich. Die Dikotylen werden in zwei Reihen eingeteilt, welche als *Choripetalae*, mit getrennten Kronblättern, und *Sympetalae*, mit verwachsenen Kronblättern versehene Dikotylen bezeichnet werden.

Die hier gewählte Reihenfolge entspricht im allgemeinen der in ENGLER und PRANTL, Nat. Pflanzenfamilien eingehaltenen, doch wird die Zusammenfassung mehrerer Familien unter den älteren Ordnungsnamen als übersichtlicher beibehalten.

Der von HALLIER veröffentlichte „Vorläufige Entwurf des natürlichen (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen“ verdient in manchen Punkten Beachtung. Z. B. ist die Trennung der Choripetalen und Sympetalen, die HALLIER fallen läßt, zweifelsohne eine künstliche und bekanntlich keineswegs durchgreifende. Auch die Auffassung der Kätzchenblüher als Reduktionsformen, wie der Ausgang der Dikotylen von den Magnoliaceen kann sehr wahrscheinlich gemacht werden. Die Ableitung der Monokotylen aus den *Polycarpiceae* wird von ganz anderen Gesichtspunkten aus auch von E. SARGANT vertreten. Wenn nun auch eine wissenschaftliche Systematik stets bestrebt sein muß, neu auftauchende Gesichtspunkte sich nutzbar zu machen und niemals das gerade herrschende System als ein „Noli me tangere“ ansehen sollte,



Fig. 556. Blatt von *Crataegus* mit netziger Nervatur.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr.

so ist doch eine Bestätigung und Befestigung durch entwicklungsgeschichtliche Tatsachen zu verlangen, bevor an Durchführung und Neugestaltung des Systems gedacht werden kann. Eine von STRASBURGER vorgenommene Untersuchung der Samenanlage und Endosperm bildung von *Drimys Winteri*, einer im Holzbau an Gymnospermen erinnernden Pflanze, hat jedoch keinerlei Anhaltspunkte dafür ergeben, daß die zwischen Gymnospermen und Angiospermen bestehende Lücke im Systeme durch irgend eine der jetzt lebenden Pflanzenformen könnte überbrückt werden.

## 1. Reihe. Choripetalae<sup>(15)</sup>.

### 1. Ordnung. Piperinae.

Einzig Familie, *Piperaceae*, wird durch wenige tropische Gattungen gebildet. Blüten meist eingeschlechtig und ohne Perianth in Ähren zusammengestellt; typisch dreizählig, meist jedoch reduziert. Fruchtknoten einfächerig,



Samenanlage einzeln, grundständig und atrop. Steinfrüchte. Reichliches Perisperm umgibt den von spärlichem Endosperm umhüllten Embryo.

Die Gattung *Piper* umschließt eine große Zahl urwaldbewohnender Sträucher; *Piper nigrum* ist als Stammpflanze des Pfeffers ihr wichtigster Vertreter. Im Malayischen Gebiet beheimatet, wird dieser Wurzelkletterer jetzt überall in den Tropen angebaut (Fig. 558). Seine unreifen Früchte geben den schwarzen Pfeffer, nach der Reife und Entfernung der äußeren Fruchtschale den weißen Pfeffer. Gattung *Peperomia* mit Zwitterblüten.

Offizinell: Cubebae (Pharm. germ., austr., helv.), Früchte von *Piper Cubeba*, einem in Java einheimischen Wurzelkletterer (Fig. 557), durch stielartigen Fortsatz der Fruchtbasis von denen des schwarzen Pfeffers unterschieden.

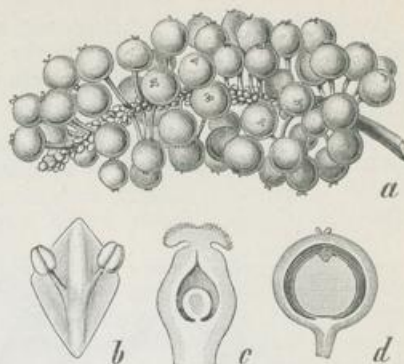


Fig. 557. *Piper Cubeba*. a Fruchtstand, nat. Gr., b männliche Blüte, vergr., c weibliche Blüte, Längsschnitt, vergr., d Frucht, Längsschnitt, vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



Fig. 558. *Piper nigrum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.



## 2. Ordnung. Juglandiflorae.

Aromatische Holzgewächse mit anemophilen, eingeschlechtigen Blüten in kätzchenförmigen, bisweilen sehr verarmten Ähren. Fruchtknoten zweicarpellig und einfächerig mit einer grundständigen, aufrechten, atropen Samenanlage. Steinfrucht. Samen ohne Endosperm.

1. Familie *Juglandaceae*<sup>15a</sup>. Stattliche, monöcische Bäume der nördlichen Hemisphäre mit unpaarig gefiederten aromatischen Blättern in wechsel-



Fig. 559. *Juglans regia*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Zweig mit jungem Laub, männlichen Kätzchen und weiblichen Blüten am Gipfel. 2 männliche, 3 weibliche Einzelblüte. 4 Frucht, deren äußere Schale zum Teil entfernt ist. — Offizinell.

ständiger Anordnung. Nebenblätter fehlen. Männliche Kätzchen aus den Blattachsen vorjähriger Zweige; weibliche Blüten endständig in mehr oder minder reichblütigen Ähren. Fruchtknoten unterständig.

Der Walnußbaum, *Juglans regia* (Fig. 559), ist der bekannteste Vertreter der Familie. In Westasien und im östlichen Mittelmeergebiet einheimisch, wird der Baum jetzt in ganz Europa viel kultiviert. Im Frühjahr strecken sich aus vorjährigen Achselknospen lange, herabhängende, dicke ♂ Kätzchen, deren Achse mit zahlreichen Einzelblüten bedeckt ist. Jede besteht aus 3–5 Perianthblättern, welche mit zwei Vorblättern zusammen dem Deckblatte angewachsen sind und zahlreiche Staubblätter um-



hüllen. Sie sind gegen die Infloreszenzspitze gekehrt. Weibliche Blüten stehen in geringer Zahl am Gipfel der jungen Sprosse. Ihre zwei Fruchtblätter enden in großen, federigen, auseinanderstreichenden Narben. Perigon wiederum mit Deckblatt und Vorblättern verwachsen, erreicht den Gipfel des unterständigen Fruchtknotens. Eine grundständige, atrophe Samenanlage im einzigen Fache. Steinfrucht. Gerbstoffreiches Exokarp. Hartes Endokarp mit einer Rückennaht, welche der Mediane beider Fruchtblätter entspricht; halbhohle Scheidewand im unteren Teile der Frucht deutet die Grenze der Carpelle an. In der Fruchtschale ein von dünner Samenschale umschlossener Embryo mit großen, ölreichen Kotyledonen, die von weiteren in die Fruchthöhle vordringenden, unvollkommenen, falschen Scheidewänden mannigfach gelappt erscheinen. Endosperm fehlt. Auch andere *Juglans*- und *Carya*-Arten liefern eßbare Samen und geschätztes Nutzholz.

Offizinell: Folia Juglandis (Pharm. germ., helv.) von *Juglans regia*.

2. Familie **Myricaceae**. *Myrica Gale*, diöcischer Strauch unserer Torfmoore mit ungeteilten Blättern. Amerikanische Formen liefern Wachs an ihren Früchten (S. 87).

Anhangsweise mag hier die Familie der **Casuarinaceae** genannt sein, deren systematische Stellung höchst zweifelhaft ist. Strand und Hochgebirge bewohnende Bäume mit reicher Verzweigung von schachtelhalmähnlichem Aussehen, aus Südostasien und Australien bis über die polynesischen Inselgruppen verbreitet. An *Casuarina* wies TREUB zuerst Chalazogamie<sup>(11)</sup> nach.

### 3. Ordnung. Saliciflorae.

Einzige Familie **Salicaceae**. Bäume und Sträucher mit einfachen wechselständigen Blättern und Nebenblättern. Blüten in diöcischen Kätzchen meist vor den Blättern entwickelt. Männliche wie weibliche Blüten nackt in der

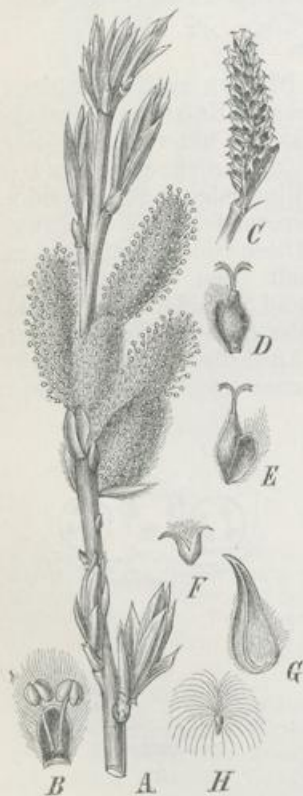


Fig. 560. *Salix viminalis*. A Blühender, männlicher Zweig. Nat. Gr. B Männliche Blüte mit Deckblatt, vergr. C Weibliches Kätzchen. D bis E Weibliche Blüten, vergr. F Frucht. Nat. Gr. G Dieselbe, vergr. H Samen, vergr.



Fig. 561. *Populus nigra*. 1 Männliche Infloreszenz. 2 Weiblicher Blütenstand. 3 männliche, 4 weibliche Einzelblüte. 5 Früchte. 6 Samen. 1 und 2  $\frac{3}{4}$  nat. Gr. 3–6 vergr.



Achsel von Deckschuppen. Mehr oder minder ausgebildete Discusschuppen. Einfächeriger Fruchtknoten aus zwei Carpellern. Kapsel Frucht mit zahlreichen wandständigen, beschopften und endospermfreien Samen.

*Salix*, Weide, und *Populus*, Pappel, sind die einzigen Gattungen der hauptsächlich in der nördlichen gemäßigten Zone verbreiteten Familie. *Salix*, mit aufrechten Kätzchen versehen, ist an Insektenbestäubung angepaßt und besitzt daher Honigdrüsen in Gestalt der kleinen Discusschuppen; männliche Blüten wohlriechend, ihr Pollen klebrig. Zahl der Staubblätter wechselt in den verschiedenen Arten von 2–5. Deckschuppen sind ganzrandig (Fig. 560). Bei uns an Flußufern weit verbreitet, wo sie mit ihren kurzgestielten, schmallanzettlichen Blättern ein charakteristisches Bild geben. Als unterirdische niedrige Stämmchen (vgl. *Salix polaris* Fig. 198), die nur ihre jedesmaligen jungen Triebe über den Boden empor senden, gehören *Salix*-Arten im hohen Norden zu den häufigeren Pflanzenformen. *Populus* mit anemophilen Blüten, Discus hier mehr krugschüsselförmig ausgebildet. Honigabsonderung fehlt. Durch langgestielte, kreisförmige Blätter unterscheiden sich die einheimischen Pappelarten habituell erheblich von den *Salices*. Die Blüten stimmen bis auf die zerschlitzten Deckschuppen mit denen von *Salix* überein. Kätzchen hängend (Fig. 561).

Offizinell: Cortex Salicis von *Salix alba*, *S. fragilis* usw. (Pharm. austr., helv.).

#### 4. Ordnung. Querciflorae.

Bäume oder Sträucher mit meist ungeteilten Blättern und hinfalligen Nebenblättern. Blütenverteilung monöisch, männliche in Kätzchen. Fruchtknoten unterständig. Samenanlagen hängend.

Einsamige Nüsse. Endosperm fehlt. Windblüter. Diese Ordnung zusammen mit den Juglandiflorae und Saliciflorae entspricht der früheren Ordnung der Amentiflorae; sie umfaßt unsere wichtigsten Bäume.



Fig. 562. *Alnus glutinosa*. 1 Blühender Zweig mit kleinen aufrechten weiblichen und hängenden männlichen Kätzchen. 2 Eine Deckschuppe mit männlichen Blüten. 3 Weibliches Kätzchen. 4 Weibliche Blüte. 5 Fruchtknoten. 6 Frucht. 1 und Blatt  $\frac{3}{4}$  nat. Gr., 2–6 vergr.

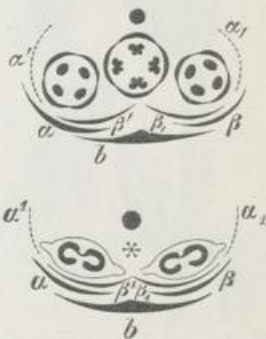


Fig. 563. *Alnus glutinosa*. Diagramme von Fig. 562, 2 und 4 (nach EICHLER). Deckblatt *b*, die zugehörigen Vorblätter  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\alpha'$ ,  $\beta'$ ,  $\gamma'$ .

1. Familie *Betulaceae*. Männliche Kätzchen mit der Deckschuppe angewachsenen Blüten. Weibliche Blüten zu Kätzchen vereinigt. Fruchtknoten zweifächerig mit zwei langen Narben, eine hängende anatropische Samenanlage in jedem Fache.



Wichtige deutsche Gattungen: *Alnus glutinosa*, unsere Schwarzerle, ist ein stattlicher Baum feuchter Wälder, auch an Sümpfen und Flußufern der Ebene verbreitet (Fig. 562). Ihre verkehrt eiförmigen Blätter enden stumpf. Blütenstände erscheinen bereits im Herbst des Vorjahres als gestielte Kätzchen, die männlichen lang herabhängend, die kurzen weiblichen aufgerichtet. Männliche Blüten P 4, A 4 in dreizähligen Dichasien jedem Deckblättchen angewachsen (Fig. 563). Weibliche in Zweizahl vorhanden; ihr Deckblättchen verwächst mit den vier Vorblättern zu einer dauernden, holzigen, fünflappigen Schuppe des Zapfchens. *Alnus incana* durch unterseits grau-filzige Blätter verschieden. *Betula verrucosa* (Fig. 564), unsere weißrindige Birke mit langgestielten dreieckigen Blättern; in der Jugend auf allen Teilen mit zahlreichen Drüsenhaaren bedeckt, denen der harzig-aromatische Geruch entströmt. Männliche

Blütenstände einzeln oder zu wenigen im Herbst des Vorjahres am Gipfel von Langtrieben gebildet. Blüten P 2, A 2 in dreizähligen Dichasien jedem Deckblättchen angewachsen. Antheren tief zweispaltig (Fig. 564 3, 4, 565). Weibliche Infloreszenzen einzeln am Gipfel kleiner diesjähriger Kurztriebe. Blüten in dreizähligen Dichasien unter jeder der



Fig. 564. *Betula verrucosa*. 1 Blütenzweig, männliche Infloreszenzen gipfelständig, weibliche an kleineren Seitenzweigen. 2 Weibliche, 3 männliche Einzelblüte. 4 Ein Staubblatt. 5 Ein Fruchtsproß. 6 Frucht. 1 und 5  $\frac{2}{3}$  nat. Gr., 2–4 und 6 vergr. — Offizinell.



Fig. 565. *Betula verrucosa*. Diagramme von Fig. 564, 3 und 2 (nach EICHLER). Deckblatt  $\beta$ . Vorblätter  $\alpha$ .

dreilappigen, aus Deckblättchen und den beiden Vorblättern verwachsenen Schuppen. Früchte in hängendem Fruchtstande, geflügelt; nach ihrem Ausfall zerfällt der Zapfen durch Ablösung der Schuppen. — *Carpinus Betulus*, Hainbuche, Weißbuche (Fig. 566). Wichtiger Waldbaum. Infloreszenzen erscheinen erst im Frühjahr; männliche aus vorjährigen Achselknospen ohne Blätter oder von nur wenigen begleitet; weibliche meist gipfelständig. Deckblättchen der männlichen Kätzchen mit 4–10 bis zum Grunde gespaltenen Staubblättern, aber ohne Vorblätter oder Perigon. Weibliche Blüten in Zweizahl unter jedem Deckblatt, jede von besonderem Deckblättchen und zwei Vorblättern begleitet. Diese drei verwachsen zu der dreilappigen Hülle, welche als Flugorgan der Verbreitung dient. — *Corylus Avellana*, der stattliche Haselstrauch unserer Wälder (Fig. 567), entwickelt seine Infloreszenzen bereits im Vorjahre; männliche Kätzchen hängen während des Winters nackt herab, weibliche bleiben von den Knospenschuppen umhüllt und strecken nur zur Zeit der Blüte ihre langen roten Narben



zwischen jenen hindurch ins Freie. Den männlichen Deckblättchen ist nur eine perianthlose, doch mit zwei Vorblättern versehene Blüte mit vier bis zum Grunde gespaltenen Antheren angewachsen (Fig. 568). In den weiblichen sehr gestauchten Kätzchen findet sich ebenso wie bei *Carpinus* ein zweiblütiges Dichasium unter jedem Deckblatte vor; die geschlitzte Fruchthülle entsteht auch hier aus den Vorblättern und dem besonderen Deckblatt jeder Einzelblüte (Fig. 568). — *Corylus tubulosa*, die Lambertsnuß aus Südeuropa.

Offizinell: *Oleum Rusci s. betulinum*, Birkenteer (Pharm. helv.), von *Betula verrucosa*.



Fig. 566. *Carpinus Betulus*. 1 Blühender Zweig, männliche Kätzchen aus vorjährigen Knospen, weibliche am jungen neuen Jahrestriebe. 2 Fruchtstand. 3 Männliche Einzelblüte. 4 Ein Staubblatt. 5 Deckblatt mit zwei weiblichen Blüten. 6 Weibliche Einzelblüte. 7 Frucht. 1, 2, 7  $\frac{2}{3}$  nat. Gr., 3–6 vergr.

2. Familie *Cupuliferae*. Infloreszenzen blattachselständig, meist an diesjährigen Trieben. Blüten mit Perianth. Fruchtknoten dreifächerig, mit drei Narben und je zwei hängenden, anatropen Samenanlagen in jedem Fache. Weibliche Blüten einzeln oder zu mehreren von einer Cupula umhüllt, d. h. einem aus miteinander verwachsenen Vorblättern entstandenen Gebilde, nach anderer Auffassung einer mit zahlreichen Blättern besetzten Achsenwucherung, die erst an den Früchten voll entwickelt ist (Fig. 569).

Wichtige einheimische Arten: *Fagus sylvatica*, Buche, Rotbuche (Fig. 571), einer der wichtigsten Laubbäume Deutschlands, in schönen Waldungen besonders an der Ostseeküste vertreten, wo seine Ostgrenze jedoch Königsberg nicht erreicht. Das Blatt ist ganzrandig, elliptisch, kurzgestielt und besonders in der Jugend ringsum fein



gewimpert. Blattstellung zweizeilig. Blütenstände durchweg an diesjährigen Trieben. Männliche seitenständig, kopfförmig und hängend. Einzelblüten mit schief glocken-



Fig. 567. *Corylus Avellana*. 1 Blühender Zweig. 2 Fruchstand. 3 Deckblatt mit zwei weiblichen Blüten. 4 Männliche Blüte. 5 Staubblatt daraus. 6 Frucht aus der Hülle befreit. 1, 2, 6  $\frac{1}{2}$  nat. Gr., 3–5 vergr.

förmigem Perianth und meist 8–12 Staubblättern. Weibliche Infloreszenzen gipfelständig, kopfig und aufrecht; zweiblütige Dichasien. Cupula umfaßt beide Blüten

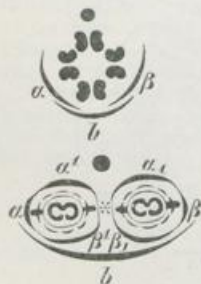


Fig. 568. *Corylus Avellana*. Diagramme von Fig. 567, 3 und 4 (nach EICHLER). Deckblatt *b*. Vorblätter  $\alpha \beta$ ,  $\alpha^1 \beta^1$ ,  $\alpha_1 \beta_1$ .

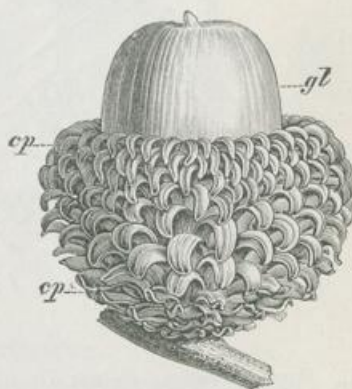


Fig. 569. Cupula von *Quercus Aegilops* (nach DUCHARTRE). *cp* Cupula, *gl* Frucht.

(Fig. 570 B) und schließt die zu dreieckigen Nüssen heranwachsenden Früchte völlig ein; öffnet sich bei der Reife durch Aufspringen in vier Nähten. Oberfläche mit zahl-



reichen stumpfen Stacheln besetzt. *Castanea vulgaris*, Edelkastanie, im Mittelmeergebiet zu Hause, reift ihre Früchte nur noch in Süddeutschland. Infloreszenzen an

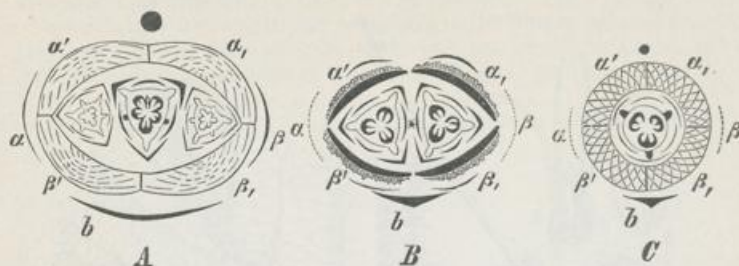


Fig. 570. Diagramme weiblicher Dichasien von: A *Castanea vulgaris*, B *Fagus silvatica* und C der Einzelblüte von *Quercus pedunculata* (nach EICHLER). Deckblatt *b*. Vorblätter  $\alpha$   $\beta$ . Vorblätter der Sekundanblüten zur Cupula verwachsen  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\alpha'$   $\beta'$ .



Fig. 571. *Fagus silvatica*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. 1 Zweig mit männlichen und weiblichen Blütenständen. 2 männliche, 3 weibliche Einzelblüte. 4 Cupula, geöffnet mit zwei Früchten, 5 Frucht, isoliert. 6 Querschnitt durch eine Frucht, zeigt die gefalteten Kotyledonen des Embryo. 2, 3, 6 vergr. — Offizinell.

diesjährigen Trieben aufrecht, führen teils nur männliche Blüten, teils unten weibliche, oben männliche. Dichasiale Blütenanordnung. Weibliche Dichasien dreiblütig (Fig. 570 A),



daher drei Nüsse von der scharf stacheligen Cupula völlig umschlossen. Öffnung mit vier Klappen. *Quercus pedunculata*, Stieleiche (Fig. 572 und 573) und *Quercus sessiliflora*, Traubeneiche, mächtigste Laubbäume der europäischen Wälder. Blätter oval, beiderseits mehrfach stumpf ausgebuchtet; diejenigen der Traubeneiche länger gestielt. Männliche Infloreszenzen zugleich mit dem frischen Laube aus vorjährigen oder den untersten diesjährigen Blattachselknospen hervorbrechend, herabhängend, Blüten einzeln, aus 5–7 Perianth- und 6–12 kurzen Staubblättern bestehend. Weibliche Infloreszenzen an der Spitze diesjähriger Sprosse blattachselständig, aufrecht, wenigblütig. Blüten einzeln, bei der Stieleiche langgestielt, bei der Traubeneiche sitzend. Jede Blüte von ihrer Cupula umhüllt (Fig. 570 C), die zunächst sehr unscheinbar, erst an der reifen Frucht voll entwickelt ist.

Die Buche liefert Brennholz, Teer, Holzeisig, *Quercus* technisch verwertetes Holz, gerbstoffreiche Rinde für die Gerberei, Kork von der Kork-eiche.

Offizinell: Die deutschen Eichen liefern Cortex *Quercus* (Pharm. germ., austr., helv.) und Semen *Quercus* (Pharm. austr.). Die im Orient heimische *Q. infectoria* erzeugt an jungen

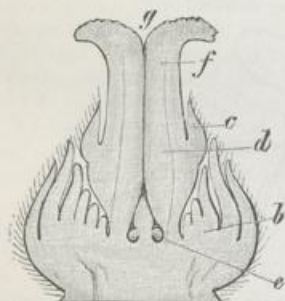


Fig. 572. *Quercus pedunculata*. Längsschnitt durch den jungen Fruchtknoten. b Becher, c Samenanlagen, d Fruchtknoten, e Perigon, f Griffel, g Narbe. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

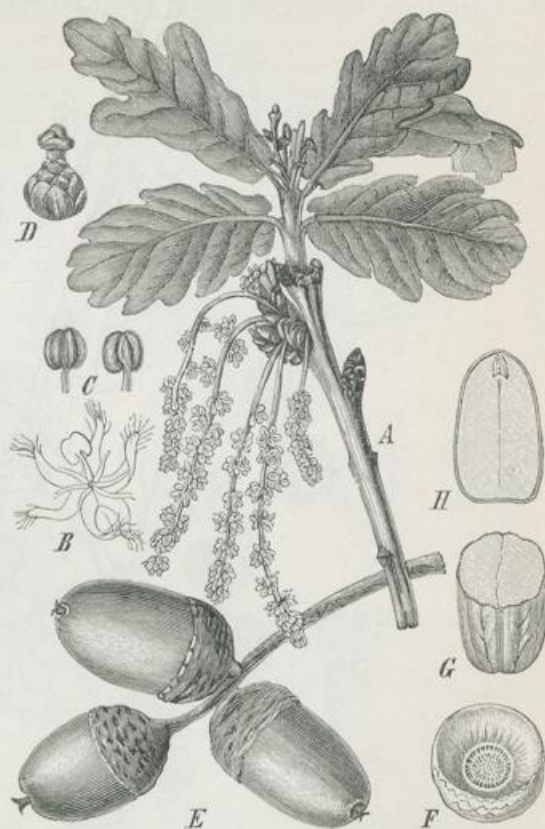


Fig. 573. *Quercus pedunculata*. A Blühender Zweig. B Männliche Blüte. C Staubblätter. D Weibliche Blüte. E Fruchstand. F Cupula. G–H Samen. — Offizinell.

Zweigen, wenn von der Gallwespe *Cynips tinctoria* Hart. gestochen, die offizinellen Galläpfel, Gallae (Pharm. germ., austr., helv.). *Fagus silvatica* gibt Pix liquida (Pharm. austr.).

### 5. Ordnung. Urticinae.

Krautige Pflanzen oder Holzgewächse mit unscheinbaren, kleinen Blüten in dichten Blütenständen. Windbestäubung vorherrschend. Perianth einfach, kelchartig. Staubblätter den Perigonblättern gleichzählig und vor ihnen stehend. Fruchtknoten oberständig, ein- oder zweicarpellig, meist einfächerig mit einer Samenanlage. Nüsse oder Steinfrüchte. Samen in der Regel endospermhaltig.



1. Familie *Ulmaceae*. Bäume oder Sträucher mit einfachen asymmetrischen Blättern in zweizeiliger Stellung. Ausgeprägte Fiedernervigkeit, rauharige Oberfläche, gesägter Blattrand und hinfallige Nebenblätter sind charakteristisch. Blüten geknäuel in den Achseln vorjähriger Blätter, zwittrig oder durch Fehlschlagen eingeschlechtig. 4–6 Perigonblätter, entsprechende Zahl Staubblätter davor stehend. Staubblätter in der Knospe gerade. Zwei Fruchtblätter, einfächeriger Fruchtknoten mit einer hängenden Samenanlage.

*Ulmus campestris* (Fig. 574). Rüter, häufiger Baum Mitteleuropas. Bei ausgesprochen zweizeiliger Beblätterung und entsprechender Verzweigung aller Triebe, kommt die regelmäßige Rundung der Krone älterer Exemplare dadurch zustande, daß die Blatt-



Fig. 574. *Ulmus campestris*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. 1 Blütenzweig. 2 Zweig mit Früchten. 3 Einzelblüte, vergr.

flächen eines jeden Nebenzweiges um einen gewissen Winkel von denen des Hauptzweiges abweichen. Früchte reifen meist vor der Beblätterung des Baumes, der bereits im Februar blüht. Sie sind breit geflügelt und werden durch den Wind verbreitet. *U. montana*, *U. effusa* nahe verwandte Formen. *Celtis*, mit Steinfrüchten, in verschiedenen Arten häufig angepflanzt.

2. Familie *Moraceae*<sup>(16)</sup>. Meist Bäume oder Sträucher mit reichem Milchsaftegehalt. Blätter wechselständig, hinfallige Nebenblätter. Blüten eingeschlechtig, in köpfchenähnlichen oder schüsselförmigen Infloreszenzen vereinigt; meist P4, A4 und P4, G(2). Staubblätter vor den Perigonblättern. Fruchtknoten zweicarpellig, einfächerig mit einer hängenden anatropen Samenanlage.



Wichtige Vertreter: Außer den Maulbeerbäumen, die zur Seidenraupenzucht (*Morus alba*) oder als Fruchtbäume (*Morus nigra*) (Fig. 512 B) vielfach gezogen werden, ist vor allem die Gattung *Ficus* zu nennen. Der nördlichste Vertreter ist der gewöhnliche Feigenbaum, *Ficus carica* (Fig. 575), im Mittelmeergebiet einheimisch und seit langer Zeit kultiviert. Ein niedriger Baum mit fingerförmig eingeschnittenen Blättern; die Nebenblätter als Schutzkappe über der Knospe geschlossen. Blütenstände in Form krugförmiger Gebilde mit enger Mündung. Einzelblüten sitzen auf der inneren Oberfläche dicht beisammen. Die flach scheibenförmigen Infloreszenzen von *Dorstenia*-arten, welche auf der Oberseite mit Einzelblüten besetzt sind, stellen in mancher Beziehung ähnliche Bildungen dar<sup>(17)</sup>. Bestäubung der Feigen wird durch eine Wespenart bewirkt, die in kurzgriffelige weibliche Blüten, die Gallenblüten, ihre Eier ablegt. Die verbreiterte Blütenstandsachse mit dem Perigon der Einzelblüten bildet den fleischigen süßschmeckenden Teil der Eßfeigen. Die kleinen harten Kernchen sind aus den Fruchtknoten hervorgegangene Einzelfrüchtchen, Nüsse. — *Ficus*-Arten gehören mit zu den gewaltigsten Baumgestalten tropischer Wälder. Vor allem merkwürdig ist der *Banyan*, *Ficus bengalensis* in Ostindien. Auf Baumstämmen keimend aus Samen, der von fruchtfressenden Vögeln dorthin gebracht, entwickelt er sich zu einem stattlichen Epiphyten. Aber erst wenn er seine Wurzeln zum Boden hat hinabsenden können und nicht mehr auf die karge Epiphytenernährung angewiesen ist, zeigt sich seine wahre Gestalt. Der Wirtsbaum, auf dem er sitzt, wird nach und nach erdrosselt, immer neue Wurzeln erreichen den Boden und bilden säulengleiche Stämme, so daß schließlich ein ganzer Wald aus dem kleinen Keimling hervorgeht, und in dem Schatten der Krone ein Dorf Raum genug findet. — Milchsaft von *Ficus elastica* wird zur Gewinnung von Kautschuk den Bäumen durch Einschnitte entzogen. Ebenso ist *Castilloa elastica* ein wichtiger Kautschuklieferant Zentralamerikas. *Artocarpus*-Arten, Brotbäume, Fruchtbäume der Tropen, deren riesige Fruchtstände roh oder geröstet genossen werden. *Cecropia*-Arten, Ameisenbäume Amerikas (vgl. S. 198).

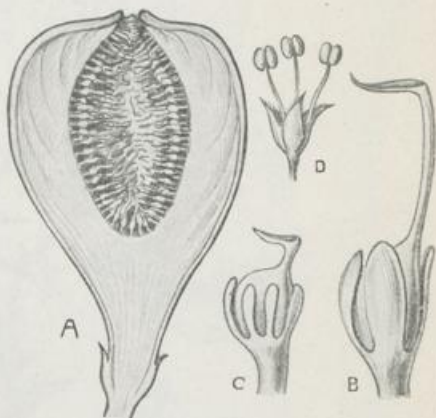


Fig. 575. *Ficus carica*. A Längsschnitt durch einen Blütenstand. B Samenblüte. C Gallenblüte. D Männliche Blüte. B—D vergr. (D nach KERNER. B, C nach SOLMS-LAUBACH.)

Offizinell: *Morus nigra* liefert Sirupus mororum (Pharm. austr., helv.); *Ficus elastica* (Ostindien), *Castilloa elastica* (Mexiko) und andere tropische Moraceen liefern in ihrem Milchsaft Cautschue (Pharm. germ.).

3. Familie **Cannabaceae**. Stauden oder einjährige Kräuter ohne Milchsaft, mit handnervigen Blättern und dauernden freien Nebenblättern. Blütenverteilung düssisch. Männliche Blüten P 5, A 5. Staubblätter auch in der Knospe gerade. Männliche Infloreszenzen Dichasien mit mittelständigem Bereicherungssproß. Weibliche Blüten haben niedriges ganzrandiges Perianth. Fruchtknoten zweicarpellig mit zwei großen federigen Narben, einfächerig mit einer hängenden anatropen Samenanlage. Windblüter, Frucht nussartig. Embryo gekrümmt.

Gattungen: *Humulus Lupulus*, Hopfen, in Mitteleuropa einheimisch, mit ausdauerndem Rhizom, das jedes Jahr neue schlingende Triebe bringt (Fig. 576). Stamm und gegenständige Blätter sind rauhhaarig; ersterer mit eigenartigen Widerhaken besetzt, die ein Herabgleiten von einer einmal gefaßten Stütze hindern. Die weiblichen Teilblütenstände sind kätzchenförmig, aus den allein übriggebliebenen Nebenblattpaaren spreitenloser Hochblätter aufgebaut. Der Achselsproß dieses Hochblattes ist unterdrückt; jedes Nebenblatt trägt aber zwei Blüten, je von einem eigenen Deckblatte umhüllt, in der Achsel. Diese Deckblätter wachsen bei der Reife über die Nebenblätter hinaus und bedingen das zäpfchenähnliche Aussehen des Fruchtstandes. Sie tragen die Hopfen-drüsen, deretwegen die Pflanze kultiviert wird.



*Cannabis sativa*, Hanf. Einjähriges, in Indien heimisches Kraut, mit fingerförmig zerteilten, rauhen Blättern, die unten gegenständig, in der Blütenregion wechselständig sind. Weibliche Blütenstände wie beim Hopfen, doch ist der dort unterdrückte Mitteltrieb hier zu einem laubigen Sproß ausgewachsen. Die Deckblättchen tragen nur je eine Blüte in der Achsel. In den Laubblattachseln des Mitteltriebes wiederholt sich dasselbe und so kommt die dichtbuschige Infloreszenz des weiblichen Hanfes zustande. Die Pflanze wird in Europa ihrer ein bis einige Centimeter langen<sup>(17a)</sup> Bastfasern wegen gebaut. Weibliche Blütenstände indischer Herkunft sind auf allen Teilen mit einer Menge von Drüsenhaaren bedeckt, die eine harzige, klebrige Masse absondern; sie werden für medizinische Zwecke benutzt, dienen im Orient zur Bereitung eines narkotisch wirkenden Genußmittels, „Haschisch“.

Offizinell: *Cannabis sativa* liefert Fructus Cannabis (Pharm. helv.); *Cannabis sativa* var. *indica* liefert Herba Cannabis indicae (Pharm. austr., helv.). — Die



Fig. 576. *Humulus Lupulus*. 1 Männlicher Blütenstand. 2 Weibliche Infloreszenz. 3 Zwei weibliche Blüten in der Deckblattachsel. 4 Fruchtzäpfchen.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

Drüsen der Zapfenschuppen von *Humulus Lupulus* sind als Lupulinum, s. Glandulae Lupuli (Pharm. austr., helv.), gebräuchlich, der ganze Zapfen als Strobilus Lupuli (Pharm. helv.).

4. Familie *Urticaceae*. Perennierende Kräuter, seltener Sträucher. Blätter einfach. Nebenblätter. Blüten durch Fehlschlag eingeschlechtig, meist zweizählig, also  $P\ 2 + 2$ ,  $A\ 2 + 2$ . Staubblätter in der Knospenlage einwärts gekrümmt, schlagen beim Aufblühen elastisch zurück und verstäuben dabei ihren Pollen. Fruchtknoten aus einem Fruchtblatt, einfächerig mit einer grundständigen atropen Samenanlage. Perianth der weiblichen Blüten verwachsen. Blüten in Dichasien oder in dorsiventralen Infloreszenzen dicht gedrängt. Windblüter.

Eine Anzahl Urticaceen sind durch den Besitz von Brennhaaren (vgl. Fig. 116) ausgezeichnet, wie unsere Brennesseln *Urtica dioica* und *Urtica urens* oder die gefährlichen tropischen *Laportea*-Arten. Einige Urticaceen wichtige Faserpflanzen: *Boehmeria nivea*, Ramie, *Urtica cannabina*, in geringerem Grade auch die einheimischen *Urtica*-Arten.



## 6. Ordnung. Centrospermae.

Kräuter, seltener kleine Holzgewächse; bis auf wenige Ausnahmen mit Zwitterblüten nach der Drei- oder Fünzfahl gebaut. Perianth und Androeum in einem oder zwei Kreisen. Fruchtknoten oberständig, einfächerig mit einer grundständigen oder mit mehreren, an einer freien zentralen Placenta befestigten Samenanlagen.

1. Familie *Polygonaceae*. Meist perennierende Kräuter mit hohlen, knotig gegliederten Stengeln und einfachen wechselständigen Blättern. Ihre häutigen Nebenblätter sind zu einer die Stammknospe überziehenden Tüte, Ochrea, verwachsen, die vom Stamme durchbrochen wird und als röhrenartiges Organ an der Internodiumbasis erhalten bleibt (Fig. 577). Die zwitterige Blüte ist typisch dreizählig, Gliederzahl jedoch im Perigon oder im Androeum bisweilen erhöht. Drei Fruchtblätter bilden einen einfächerigen, oberständigen Fruchtknoten mit einer grundständigen atropen Samenanlage. Frucht fast immer ein dreikantiges Nüßchen.

Gattungen: *Rheum*, Rhabarber, Gattung aus Ostasien mit mächtigen grundständigen Blättern (Fig. 578) und aufstrebenden, sehr großen, rispigen Blütenständen, Blätter einfach, herz-nierenförmig, mit handförmiger Aderung, bisweilen mehr oder minder gelappt. Einzelblüten besitzen zwei Perigonkreise von gleichartiger Ausbildung, zwei Staubblattkreise, deren äußerer durch Spaltung verdoppelt ist, also:  $P\ 3 + 3$ ,  $A\ 6 + 3$ ,  $G\ 3$ . Große drüsige Discusschuppen deuten auf Insektenbesuch hin. Der dreikantige Fruchtknoten in der Reife dreiflügelig (Fig. 579). *Rheum*-arten werden bei uns vielfach teils als Zierpflanzen, teils als Gemüse gebaut. *Rumex acetosa*, Sauerampfer, eine einheimische Gemüsepflanze mit spießförmigen Blättern. Blütenbau der zwitterigen *Rumex*-Arten wie bei *Rheum*, doch fehlt der innere Staubblattkreis. *Polygonum*-Arten mit gefärbtem fünfblättrigem Perigon und wechselnder Zahl im Androeum. *Fagopyrum esculentum* liefert in seinen dreikantigen Früchten Buchweizen (Fig. 508).

Offizinell: *Rhizoma Rhei* (fälschlich immer noch *Radix Rhei* genannt) von *Rheum officinale*, *Rh. palmatum* und wohl noch anderen.

2. Familie *Chenopodiaceae*. Perennierende oder einjährige Kräuter, selten kleine Holzgewächse, mit wechselständigen Blättern. Blüten typisch fünfzählig mit einem Perigon- und Androeumkreis:  $P\ 5$ ,  $A\ 5$ ,  $G\ (2-5)$ . Reduktionen zu eingeschlechtigen Blüten nicht selten. Eine grundständige, campylotrope Samenanlage im einfächerigen Fruchtknoten. Frucht eine Nuß. Samen mit gekrümmtem Embryo, der das mehliges Perisperm rings umlagert.



Fig. 577. Blatt von *Polygonum amplexicaule* mit der Ochrea *st.*  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.



Chenopodiaceen sind vielfach Bewohner des Meeresstrandes und überhaupt auf salzhaltigem Boden verbreitet, so in den großen asiatischen Salzsteppen und Wüsten<sup>(18)</sup>. Neben dem als Gemüsepflanze zu erwähnenden Spinat, *Spinacia oleracea*, ist vor allem die Zuckerrübe<sup>(18a)</sup>, *Beta vulgaris* var. *Rapa* von Wichtigkeit (Fig. 580). Die Pflanze ist zweijährig. Im ersten Jahre bildet sie eine dick aufschwellende, fleischige Wurzel,



Fig. 578. *Rheum officinale*. Stark verkleinert. (Nach BAILLON.) — Offizinell.

die von der Knospe mit einer Anzahl saftiger, dickstieliger, ganzrandiger, doch oft etwas gekrauster Blätter gekrönt wird. Außer dieser Blattrosette treibt im zweiten Jahre ein reich verzweigter rispenförmiger Blütenstand hervor, mit unscheinbaren, grünlichen Einzelblüten reich besetzt. Fruchtknoten dreicarpellig. Am Schluß des ersten Jahres geerntet liefert die Wurzel „Rohrzucker“, welcher die gespeicherte Reservahrung darstellt. Durch stete Auswahl ist der Zuckergehalt von 7–8% auf ca. 14%



durchschnittlich gebracht, steigt jedoch bis 21%, ja 26%. Die Stammpflanze der Zuckerrübe ist *Beta patula*. *Chenopodium*, *Atriplex*, häutige Unkräuter in der Nähe menschlicher Wohnungen.

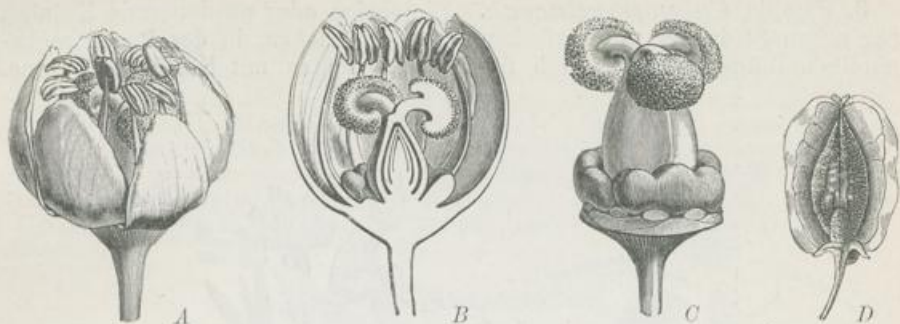


Fig. 579. *Rheum officinale*. A Blüte. B Blütenlängsschnitt. C Gynöceum mit Discus. D *Rheum compactum*, Frucht. Vergr. (Nach LÜRSSEN.)



Fig. 580. *Beta vulgaris*. 1 Oberteil der Wurzel mit Blattrosette (Spreiten entfernt), stark verkl. 2 Infloreszenzweig,  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 3 Einzelblüte. 4 Blütenlängsschnitt, 3 und 4 vergr. — Offizinell.

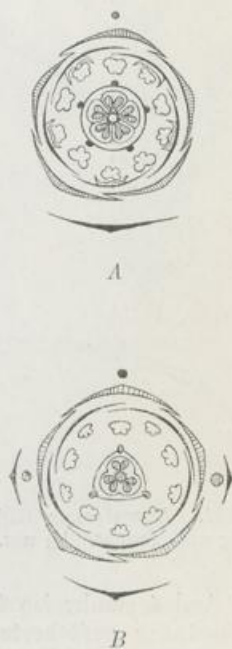


Fig. 581. Diagramme von Caryophyllaceen. A *Viscaria*, Scheidewände im unteren Teile des Fruchtknotens vorhanden. B *Silene*, Scheidewände fehlen. (Nach EICHLER.)



Offizinell: *Beta vulgaris* var. *Rapa* liefert Saccharum (Pharm. germ., austr., helv.), *Chenopodium ambrosioides* (einjähriges Kraut aus dem tropischen Amerika, bei uns kultiviert): Herba Chenopodii (Pharm. austr.).

3. Familie **Caryophyllaceae**. Einjährige oder ausdauernde Kräuter, sehr selten Sträucher mit einfachen, lineal-länglichen, in der Regel gegenständigen Blättern und typisch fünfzähligen Blüten mit Kelch und Krone.



Fig. 582. *Agrostemma Githago*. Blühender Zweig und Frucht.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



Fig. 583. *Saponaria officinalis*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.

Zwei Androeumkreise in obdiplostemoner Anordnung. Einfächeriger oder unvollständig gefächerter Fruchtknoten.  $K5, C5, A5+5, G(5)$ . Kapsel-früchte mit zahlreichen Samen, die einen um das mehlig Perisperm herumliegenden, gekrümmten Embryo umschließen. Bei reduzierten Formen Nuß-früchte (Fig. 581—583).

Unterfamilien und Gattungen: 1. *Alsineae*. Kelch freiblättrig, Kronblätter kurzgenagelt, Kapsel Frucht. *Cerastium*, *Spergula* mit fünfzähligen Blüten, *Stellaria* und *Arenaria* mit dreicarpelligem Fruchtknoten. 2. *Paronychieae*. Kelch freiblättrig, Krone



fehlt oder unansehnlich, Früchte nußartig. *Scleranthus*, *Herniaria*. 3. *Sileneae*. Kelch verwachsenblättrig, Kronblätter lang genagelt, Kapsel Früchte. *Lychnis*, *Agrostemma* mit fünf. *Silene* mit drei, *Dianthus*, *Saponaria* mit zwei Fruchtblättern. *Cerastium*- und *Stellaria*-Arten gehören zu dem Frühjahrsschmuck unserer Wälder mit ihren zierlichen weißen Blüten und gespaltenen Kronblättern. *Dianthus*-Arten, Nelken, sind an Wegrändern, sonnigen Hügeln, im Mittel- und Hochgebirge durch ihre leuchtenden Farben oder ihren Geruch auffallend. Als häufiges Ackerunkraut ist die filzig-behaarte Kornrade, *Agrostemma Githago* (Fig. 582), mit blaßroten Blüten zu beachten. Da ihre Samen giftig sind, ist eine erhebliche Beimengung im Getreide nicht unbedenklich. *Saponaria officinalis*, besonders auf Flußbänken usw. als meterhohes Kraut mit gegenständigen breiten Blättern häufig; an ihren ebensträußigen rosa Blüten leicht zu erkennen. Die ganze Pflanze ist saponinhaltig und darum giftig (Fig. 583).

Offizinell: Herba *Herniariae* (Pharm. austr.) von *Herniaria glabra* und *H. hirsuta*.

### 7. Ordnung. Polycarpicae.

In dieser großen Ordnung finden sich sehr verschieden erscheinende Familien vereinigt, die als charakteristische Merkmale freie oberständige Fruchtblätter und spirale Anordnung der Blütenkreise zeigen. Damit pflegt eine erhebliche Vermehrung im Androeum verbunden zu sein.

Doch ist zu beachten, daß keineswegs alle Angehörigen der hier einzuordnenden Familien die genannten Eigentümlichkeiten in gleichem Maße besitzen, daß diese sogar vollständig fehlen können, während dennoch die Zugehörigkeit der betreffenden Gattungen durch Zwischenglieder über jeden Zweifel sichergestellt ist.

1. Familie *Nymphaeaceae*<sup>(19)</sup>. Wasserpflanzen mit untergetauchten und schwimmenden Blättern, letztere oft von riesiger Größe. Wo beide Blattformen vorhanden, findet sich mehr oder minder auffallende Heterophyllie. Zwitterblüte mit Kelch und Krone. 3 (selten), 4 oder mehr bis vielblättrig in allen Kreisen. Fruchtblätter bisweilen frei; Stellung der Blütenglieder vielfach spiralig (Fig. 584 bis 586), Milchsaft.



Fig. 584. *Nymphaea alba*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Der entblätterte Fruchtknoten zeigt die spirale Stellung der Staubblätter und Kronblätter.

*Nymphaea alba*, unsere heimische Seerose (Fig. 584), breitet zwischen ihren großen schwimmenden Blättern die weißen, von starken grünen Kelchblättern geschützten Blüten aus, deren Grund von einem vielzähligen Kranz leuchtend gelber Staubblätter und dem verwachsenblättrigen, ebenfalls vielzähligen, unterständigen Fruchtknoten eingenommen wird. Spiralige Anordnung ist für Perianth und Androeum an dem entblätterten Fruchtknoten und aus dem Diagramm ersichtlich (Fig. 586). Nuphar mit



oberständigem Fruchtknoten und unscheinbaren, Nektarien tragenden Kronblättern. Der Kelch dient als Schauapparat. Fig. 586 ist der amerikanischen Gattung *Cabomba* ent-

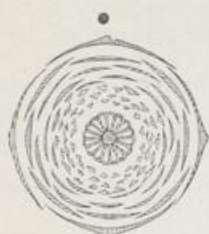


Fig. 585. *Nymphaea*.  
Diagramm.

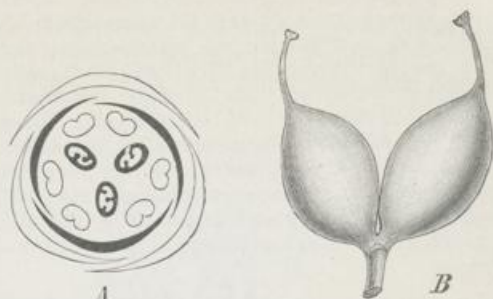


Fig. 586. *A* Diagramm. *B* Frucht von *Cabomba aquatica* (nach BAILLON). Vergr. 4. Zwei Fruchtblätter zu Teilfrüchtchen entwickelt.

nommen, welche dreizählige Blüten mit freien Fruchtblättern besitzt und sich durch untergetauchte, vielfach zerteilte Blätter neben den ganzrandigen Schwimmblättern aus-

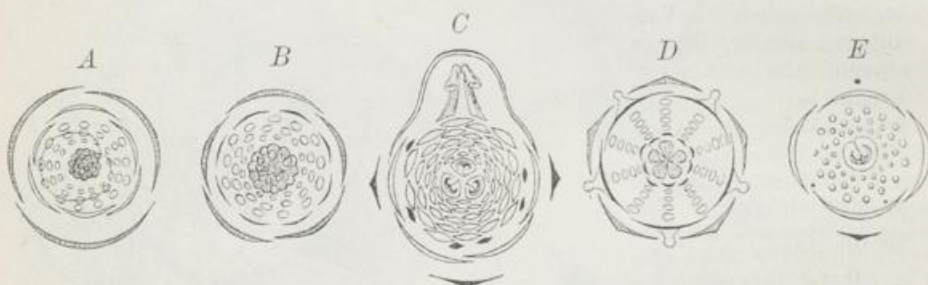


Fig. 587. Blütendiagramme von Ranunculaceen. *A* *Anemone nemorosa*. (Die Linien im Androeum bezeichnen die Fünfer- und Achterzeilen.) *B* *Adonis autumnalis*. *C* *Aconitum Napellus*. *D* *Aquilegia vulgaris*. *E* *Cimicifuga racemosa*. (Nach EICHLER.)

zeichnet. Ebenfalls freie Fruchtblätter eignen der Gattung *Nelumbium*, deren schildförmiges Laub sich gleich den Blüten über das Wasser erhebt. *Victoria regia* und



Fig. 588. *a* Blüte von *Ranunculus sceleratus*, *b* im Längsschnitt, vergr. (Nach BAILLON.)

Fig. 589. *Ranunculus arvensis* (nach BAILLON). Fruchtblatt im Längsschnitt, vergr.

*Euryale ferox*, ihrer Riesenschwimmblätter wegen bekannte, in unseren Warmhäusern viel kultivierte Gewächse, diese der asiatischen Tropen, jene des Amazonas.



Hier anzuschließen wäre die Familie der *Ceratophyllaceae*, deren einzige Gattung *Ceratophyllum* untergetauchte, oft massenhaft auftretende Wasserpflanzen enthält.

2. Familie *Ranunculaceae*<sup>(20)</sup>. Kräuter oder seltener Holzgewächse mit wechselständigen Blättern. Nebenblätter fehlen. Zwitterblüten, deren Blättorgane vielfach spiralig angeordnet sind. Perianth einfach oder doppelt, perigonartig oder in Kelch und Krone gesondert. Androeceum vielgliedrig. Pollenkörner mit mindestens drei Austrittsstellen. Fruchtblätter oberständig, frei, auf der gewölbten Blütenachse zu drei bis vielen beisammen. Samenanlagen an der Bauchnaht einzeln oder in Mehrzahl. Früchtchen der Sammelfrucht: Balgfrüchte, Nüsschen oder Beeren. Samen mit kleinem Embryo im großen ölhaltigen Endosperm (Fig. 587—597).

Wichtige einheimische Gattungen: Die Ranunculaceen liefern zahlreiche unserer häufigsten Wald- und Wiesenpflanzen. Sie sind alle in mehr oder minder hohem Grade giftig. Die Gattung *Ranunculus* selbst, an ihren meist gelben Blüten und hochgewölbten Blütenachsen mit zahlreichen einzelnen Nüsschen kenntlich, ist in vielen Arten bei uns verbreitet. Ihre Kronblätter sind mit einem Honiggrübchen am Grunde versehen. Blätter mehr oder weniger tief fingerförmig geteilt. *R. sceleratus*, eine gefährliche Giftpflanze (Fig. 590), *R. arvensis*, durch die Größe der stachelichten Nüsschen auffallend (Fig. 589). Im Wasser lebende *R.*-Arten (*Batrachium*) vielfach heterophyll (Fig. 35, S. 28); die Schwimmblätter dienen den sich über den Wasserspiegel erhebenden Blüten als Stütze.

Gleich *Ranunculus* sind auch *Anemone*-Arten in Deutschland weit verbreitet. In allen Laubwäldern bildet *Anemone nemorosa* mit den ersten Schmuck des Waldbodens



Fig. 590. *Ranunculus sceleratus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



im Frühjahre. Die Pflanze besitzt ein flach im Boden kriechendes Rhizom, das mit einer terminalen Blüte abschließt und durch einen Seitensproß fortgesetzt wird. Perianth der Blüte einfach, kronartig gefärbt; doch kommt allen Anemonen ein mehr oder minder



Fig. 591. *Anemone Pulsatilla*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.

tief darunter sitzender, meist dreiblättriger Wirtel von grünen Hüllblättern zu (Fig. 591), der bei *A. Hepatica*, Leberblume, unmittelbar an das Perianth heranrückt und dadurch einem Kelche ähnlich sieht. Alle Arten etwas giftig, besonders *A. Pulsatilla*, Klüchenschelle. Viele *Anemonen* beliebte Zierpflanzen, die im Winter, besonders an der Riviera,



in großen Massen kultiviert, als Schnittblumen zu uns gelangen. Gattung *Clematis*, meist Sträucher, stellt in *Cl. Vitalba* eine der wenigen einheimischen Lianen; sie liefert zahlreiche Zierpflanzen und weicht durch gegenständige Blätter von allen übrigen *R.* ab. *Clematis*-Arten und viele *Anemonen* versehen ihre kleinen Nüßchen mit Haar- oder Federanhängen, welche die Verbreitung durch den Wind erleichtern. Hervorragende Länge erreicht die Blütenachse bei dem Müseschwanz, *Myosurus*; hier ist daher die spiralige Anordnung der kleinen Nüßchen besonders auffallend. *Thalictrum* mit großen und farbigen Staubblättern, hinfälligem Perianth. (Über apogame Arten vgl. S. 434.) *Caltha*

*palustris* (Fig. 592), einer der stattlichsten Frühljahrsblüher unserer feuchten Wiesen, als Butter- oder Dotterblume bekannt. Perianth einfach, intensiv gelb. Blätter herz- oder nierenförmig, kurzgestielt mit aufgerichteter Blattscheide. Balgfrüchtchen. *Helleborus foetidus* mit tief fingerförmig geteilten derben Blättern (Fig. 593).



Fig. 592. *Caltha palustris*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Giftig.



Fig. 593. *Helleborus foetidus*.  $\frac{1}{8}$  nat. Gr. — Giftig.

Der stattliche Blütenstand treibt bereits im Januar oder Februar aus den Achseln breit-scheidiger, dreizipfelter Deckblätter seine grünlichen Blüten, die vollkommen spiralig gebaut sind. Fünf große Kelchblätter bleiben bis zur Fruchtreife erhalten. Kronblätter (meist 13) in Form röhrig-zweilippiger Nektarien. Zahlreiche Staubblätter, 3–5 freie Fruchtblätter, die sich zu Balgfrüchtchen entwickeln. *Helleborus niger* aus den südöstlichen Alpen, häufig in Kultur, blüht im Herbst und Winter. *Helleborus viridis*; alle drei giftig. Der Eisenhut, *Aconitum Napellus* (Fig. 594, 595), stattliches, mit jährlich sich erneuernden Knollen ausdauerndes Kraut, besonders auf Gebirgswiesen häufig. Blätter handförmig geteilt, die einzelnen Zipfel tief fiederspaltig eingeschnitten, nach oben an Größe abnehmend. Blütenstand dicht traubig, aus den oberen Blattachseln durch Seiten-Infloreszenzen bereichert. Einzelblüte dorsiventral. Eines der fünf dunkelblauen Kelch-



blätter helmförmig emporgewölbt, birgt zwei langgestielte, röhrig-zweilippige Nektarien, die auch hier Kronblättern entsprechen. Übrige Kronblätter fehlen oder sind zu unscheinbaren Fädchen verkümmert; giftig und offizinell. *Aconitum Lycoctonum* (Fig. 596)



Fig. 594. *Aconitum Napellus*, nat. Gr. 1 Einzelblüte schräg von vorn. 2 Einzelblüte längsdurchschnitten. 3 Die zu Nektarien umgebildeten Kronblätter und das Androeum nach Entfernung des Perigons. 4 Frucht aus drei apokarpen Fruchtblättern. 5 Früchtchen, aufgesprungen.

Fig. 595. *Aconitum Napellus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

mit kleineren gelben Blüten desselben Baues. *A. Stoerkianum* und *A. variegatum* dem *A. Napellus* ähnlich, doch mit hellerer Färbung; alle giftig. *Aquilegia*, *Delphinium* und *Paeonia* liefern beliebte Zierpflanzen mit lebhaft gefärbten, zum Teil eigenartig geformten Blüten. *Actaea* mit Beerenfrüchten.



Offizinell: *Tubera Aconiti* von *Aconitum Napellus* (Pharm. germ., austr., helv.). *Folia Aconiti* von derselben Pflanze (Pharm. helv.). *Rhizoma Hydrastis* (Pharm. germ., austr., helv.) von der nordamerikanischen Pflanze *Hydrastis canadensis* (Fig. 597), einem ausdauernden Kraute, das jedes Jahr seine mit scharf gekielten, zweizeilig stehenden Niederblättern beginnenden Zweige über die Erde emporsendet. Blüten einzeln, gipfelständig auf den zweiblättrigen Sprossen. Das einfache weiße Perianth fällt nach Öffnung ab. Androeum und freies Gynoeum vielgliederig. Sammelfrucht aus zahlreichen kleinen Beeren mit je 1–2 Samen. Aus dem Rhizom wird Hydrastin dargestellt.

3. Familie **Magnoliaceae**. Holzgewächse des tropischen und gemäßigten Amerika und Asien mit wechselständigen Blättern; meist mit Nebenblättern, welche die Knospen umhüllen. Blüten und Früchte wie *Ranunculaceen*, jedoch Pollenkörner mit einer Austrittsstelle. Ölzellen in Blatt und Stamm.



Fig. 596. *Aconitum Lyeoetorum*.  
 $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



Fig. 597. *Hydrastis canadensis*.  
 $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Apokarpe Sammelfrucht daneben. — Offizinell.

*Magnolia*-Arten ihrer prächtigen Blüten wegen vielfach kultiviert. *Liriodendron*, Tulpenbaum (Nordamerika).

Offizinell: *Fructus anisi stellati*: *Sternanis* (Pharm. austr., helv.), von *Illicium anisatum* (China). Früchte von *Illicium religiosum* (Japan) giftig.

4. Familie **Anonaceae**. Meist tropische Holzgewächse Asiens und Amerikas. K 3, C 3 + 3, sonst wie vorige, Samen mit runiniertem Endosperm. *Anona*-Arten geben saftige Früchte, *Cananga odorata* Parfüm.

5. Familie **Myristicaceae** <sup>21</sup>. Tropische Holzgewächse mit düssischer Blütenverteilung. *Myristica fragrans* (Fig. 598, 599). Männliche wie weibliche Blüten mit ein-



fachem dreizähligen Perianth, äußerlich einander sehr ähnlich, etwa einem Maiglöckchen gleichend. Männliche mit zentraler Säule, der 3—15 Antheren rings angewachsen sind, weibliche mit 1 Samenanlage im einzigen Fruchtblatt. Frucht beerenartig, grob fleischig, aber aufspringend; Samen mit ruminiertem Endosperm und Arillus.

Offizinell: Semen Myristicae, Muskatnuß, Samenkerne von *Myristica fragrans* (Molukken) (Pharm. germ., austr., helv.). Oleum Nucistae, das ausgepreßte Gemenge von Fett und Öl (ibidem), Oleum Macidis, ätherisches Öl aus Samen und Arillus (Pharm. germ., austr., helv.), Macis, der getrocknete gelbe (in frischem Zustande hochrote) Arillus (Pharm. austr.).

6. Familie **Berberidaceae**. Blüten aus einer verschiedenen Zahl dreizähliger Kreise aufgebaut. Fruchtblatt stets einzeln. K 3 + 3, C 3 + 3, A 3 + 3, G 1. *Berberis*

*vulgaris* mit Dornblättern an den Langtrieben. Kurztriebe mit ungeteilten Blättern und endständigen Blütentrauben. Einzelblüten mit reizbaren Staubblättern (vgl. S. 250).

Offizinell: Podophyllum (Pharm. germ., helv.) von *Podophyllum peltatum*, einer Staude aus Nordamerika mit endständiger Blüte und schildförmigen, großen, fingerförmig zerteilten Blättern (Fig. 600).



Fig. 598. *Myristica fragrans*. 1 Blühender männlicher Zweig.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 2 Reife Frucht hängend, aufgesprungen. 3 Dieselbe Frucht nach Entfernung der halben Fruchtschale, zeigt den dunkelbraunen Samen vom durchbrochenen Arillus umhüllt. 4 Samenkernel (Droge) von der Samenschale befreit. — Offizinell.

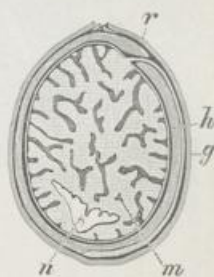


Fig. 599. *Myristica fragrans*. Samen, der Länge nach durchschnitten. g Arillus, h äußeres Integument, oben bei r von der Raphe durchbrochen, m ruminiertes Nährgewebe, n Keim. Nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

7. Familie **Menispermaceae**. Wie vorige, aber G 3. Meist tropische Schlinggewächse.

Offizinell: Radix Colombo (Pharm. germ., austr., helv.) von *Jatropha palmata* (Fig. 601); portugiesisch Ostafrika.

8. Familie **Lauraceae**. Aromatische Bäume oder Sträucher mit ganzrandigen ledrigen Blättern von meist mehrjähriger Dauer. Nur *Sassafras* mit dreilappigen Blättern neben einfachen, wirft das Laub jedes Jahr ab. Nebenblätter fehlen. Blüten unscheinbar, in rispenartigen Infloreszenzen vereinigt. Sie sind strahlig, mit dreizähligen Kreisen. Androeum in vier Wirteln, deren einzelne häufig staminodial sind oder fehlen. Antheren öffnen





Fig. 600. *Podophyllum peltatum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Aus Natürl. Pflanzenfamilien III<sub>2</sub>. — Offizinell.



Fig. 601. *Jatropha palmata*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



sich klappig. Filamente z. T. mit Drüsen an den Seiten. Fruchtblätter drei, zu einfächerigem Fruchtknoten verwachsen. Eine hängende Samenanlage. Frucht beerenförmig oder Steinfrucht. Endosperm fehlt. Also:  $P\ 3 + 3$ ,  $A\ 3 + 3 + 3 + 3$ ,  $G\ (3)$  (Fig. 602, 603).

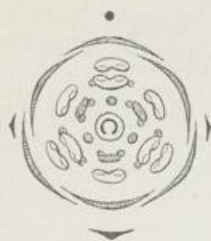


Fig. 602. Blütendiagramm von *Persea*. (Nach EICHLER.)

Wichtige Gattungen und Arten<sup>(22)</sup>: *Laurus nobilis*, der Lorbeer, diöischer immergrüner Baum der Mittelmeerländer (Fig. 604), welcher in der griechischen Sagensgeschichte bereits eine bedeutende Rolle spielt; bei uns vielfach als Kalthauspflanze kultiviert. Größere Pflanzungen zur Ölgewinnung finden sich am Gardasee, wo der Baum im Oktober seine länglich-ovalen, schwarzblauen Steinfrüchte reift. Eine stärkere Achsenschwellung gerade unter dem Fruchtansatz ist charakteristisch. *Cinnamomum* umfaßt eine Anzahl wichtiger Nutzbäume, so den japanisch-chinesischen



Fig. 603. *Sassafras officinale*. (Nach BERG und SCHMIDT.)  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Männliche Infloreszenzen an noch unbelaubtem Zweig. 2 Früchte am beblätterten Zweig. 3 Männliche Blüte. 4 Weibliche Blüte. 5, 6 Geschlossene Staubblätter der beiden äußeren Kreise. 7 Geöffnetes Staubblatt des innersten Wirtels. 8 Fruchtknoten mit Griffel und Samenanlage. — Offizinell.





Fig. 604a. *Laurus nobilis* mit männlichen Blüten.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Offizinell.

Kampferbaum (Fig. 605), den chinesischen und den Ceylon-Zimtbaum, stattliche, immergrüne Bäume mit ledrig-glänzenden Blättern, aber unansehnlichen grünlichen Blüten in blattachselständigen Infloreszenzen. *Persea gratissima* (Fig. 602), Baum des tropischen Mexiko, als Obstbaum in den Tropen häufig kultiviert, liefert als Frucht die wohlschmeckende Avocado oder Avocatobirne. *Cassytha*-Arten, einzige Gattung mit krautigen Vertretern; überall in den Tropen häufige, *Cuscuta*-ähnliche Parasiten.

Offizinell: Fructus Lauri (Ph. germ., austr.) und Oleum Lauri (Ph. germ., austr., helv.) von *L. nobilis*. Camphora, Kampfer (Ph. germ., austr., helv.), von *Cinnamomum Camphora*. Cortex Cinnamomi, Zimtkassie und Oleum Cinnamomi s. Cassiae (Ph. germ., austr., helv.) von



Fig. 604b. *Laurus nobilis* mit Früchten.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Offizinell.



*Cinnamomum Cassia*. Cort. Cinnamomi Zeylanici, Ceylon-Zimt (Pharm. helv.), von *C. Zeylanicum*. Lignum Sassafras (Pharm. germ., austr.), Cort. Sassafras (Pharm. helv.) von *Sassafras officinale*, einem diöcischen Baum Nordamerikas.



Fig. 605. *Cinnamomum Camphora*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

### 8. Ordnung. Rhoeadinae.

Kräuter, seltener Sträucher mit wechselständigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten zwittrig, quirlig. Quirle meist zweigliederig. Oberständiger Fruchtknoten, einfächerig; Placenten an den mehr oder minder weit einspringenden verwachsenen Rändern der Fruchtblätter. Narben ebenfalls kommissural, also über den Nähten der Fruchtblätter. Fruchtöffnung durch Abspringen der Fruchtblattmittelstücke von den stehenbleibenden Placenten.

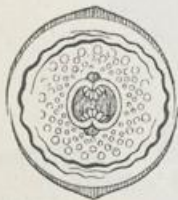


Fig. 606. Blüten-  
diagramm von *Glaucium*.  
(Nach EICHLER.)

1. Familie *Papaveraceae*. Kräuter mit Milchsaft. Blätter meist fiederschnittig. Blüten radiär von der Formel:  $K_2, C_2 + 2, A_\infty, G(2)$  oder  $(\infty)$ . Samen mit reichlichem Endosperm (Fig. 606).

Zahl der Staubblätter ist unbestimmt, meist auch ihre Stellung. Bei den Gattungen *Chelidonium*, *Glaucium*, *Escholtzia* finden sich zwei Fruchtblätter, bei *Papaver*, *Argemone*, *Meconopsis* mehr, 14—16.



Wichtige einheimische Gattungen: *Chelidonium majus*, Schöllkraut, mit gelbem Milchsafte und zweicarpelligem Fruchtknoten. Als Zierpflanzen dienen verschiedene Arten von *Escholtzia*, *Argemone* und *Papaver*. *Papaver Rhoeas*, Mohn, als Unkraut in Kornfeldern oder auf trockenen Wiesen verbreitet (Fig. 607). Alle Teile



Fig. 607. *Papaver Rhoeas*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

gruben Borsten besetzt. Blätter sitzend, am Rande unregelmäßig gesägt bis gekerbt. Blumenkrone violett oder weiß mit dunklen Flecken am Grunde. Fruchtknoten einfächerig, von zahlreichen, tief einschneidenden Placenten unvollständig gefächert; er verharrt steil aufgerichtet. Das Abspringen der Fruchtblattmittelstücke von den Placenten bei der Kapselöffnung bleibt bei *Papaver* auf ihre Spitzen beschränkt; diese biegen sich unter dem überstehenden flachen narbentragenden Deckel weg nach außen; die nierenförmigen Samen werden aus den Löchern heraus-

Charakteristisch für viele *Papaver*-arten ist die scharf abwärtsgekrümmte Lage der gipfelständigen Blütenknospen. Nachdem jedoch der zweiblättrige Kelch abgeworfen, entfaltet und glättet sich die gekitterte, sehr hinfallige, vierblättrige Krone und die Blüte richtet sich auf. *Papaver somniferum*, aus dem Orient stammend, ist in allen Teilen reich an weißem Milchsafte. Pflanze blau bereift und völlig glatt, nur der Blütenstiel mit vereinzelt

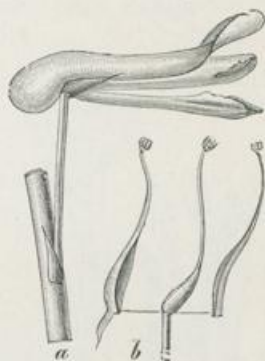


Fig. 608. *Corydalis aurea*. Vergr. 2.  
a Stück der Traubenachse mit Blüte,  
b Griffel und Staubblätter.



Fig. 609. Diagramm von *Corydalis cava* (nach EICHLER). Am Grunde des Staubblattes, über dem Sporn, eine Nektardrüse.



geschleudert, wenn die gipfelständige Kapsel auf ihrem schwanken Stiele vom Winde bewegt wird.

Offizinell: Semen Papaveris (Pharm. germ., helv.), Oleum Papaveris (Pharm. germ.), Fructus Papaveris immaturi (Pharm. germ., austr., helv.), Opium (aus dem Milchsafte) (ibid.), Morphinum (ibid.), alles von *Papaver somniferum*. Flores Rhoeas (Pharm. austr., helv.) von *Papaver Rhoeas*.

2. Familie **Fumariaceae**. Kahle Kräuter ohne Milchsafte mit zwei- bis dreifach fiederschnittigen Blättern. Blüten in allen Kreisen zweizählig, Corolle doppelt, also K 2, C 2 + 2, A 2, G (2). Die äußeren Kronblätter, oder eines von ihnen gespornt; im letzteren Falle Blüte transversal zygomorph (Fig. 608 u. 609). Innerer Staubblattkreis unterdrückt, äußerer in jedem Gliede dreispaltig, besteht aus einer mittleren dithecischen, zwei seitlichen monotheischen Antheren auf gemeinsamem Filament. Bei *Hypocycloperum* jedoch vereinigen sich die seitlichen paarweise und bilden scheinbar den inneren Staubblattkreis, an dessen Stelle sie rücken. Die quer-zygomorphen Blüten der einspornigen Fumariaceen sind der einzige Fall dieser Symmetrie. Früchte bei *Fumaria* Nüsschen, bei *Corydalis* Kapseln, ebenso bei *Dicentra spectabilis*, einer häufigen Zierpflanze mit zweisporniger, bisymmetrischer Krone. Samen mit Endosperm.



Fig. 610. Cruciferae.  
Diagramm (Brassica).



Fig. 611. Cardamine  
pratensis. Blüte ohne  
Perianth. Vergr. 4.  
(Nach BAILLON.)

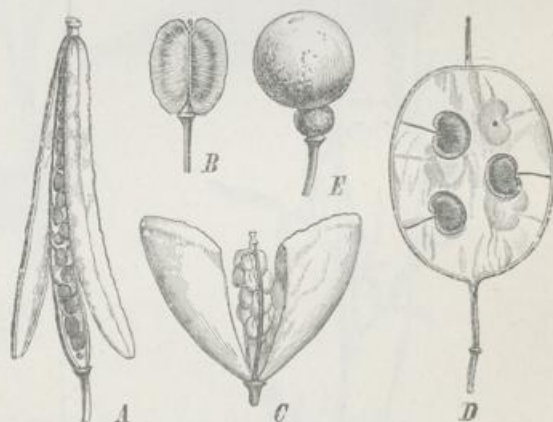


Fig. 612. Früchte der Cruciferae. A Cheiranthus Cheiri.  
B Lepidium sativum. C Capsella Bursa pastoris. D Lunaria  
biennis, Placenten und falsche Scheidewand nach Abfall der  
Klappen. E Crambe maritima. (Nach BAILLON.)

3. Familie **Cruciferae**<sup>(23)</sup>. Kräuter ohne Milchsafte, ein- bis zweijährig oder perennierend. Blätter wechselständig. Blütenstände traubig, meist ohne Deckblätter oder Vorblätter. Einzelblüten strahlig, stets seitlichen Ursprungs, Quirle zweizählig: K 2 + 2, C 2 + 2, A 2 + 4, G (2). Kelch beginnt mit einem median stehenden Wirtel, vier Kronblätter alternieren mit dem Kelche. Zwei äußere Staubblätter kürzer als die vier (bzw. zwei bis auf den Grund gespaltenen) medianen inneren. Fruchtblätter bilden einen oberständigen, meist schotenförmigen Fruchtknoten, der durch eine falsche, zwischen den parietalen Placenten ausgespannte Scheidewand zweifächerig wird und sich durch Abheben der Fruchtblattmittelstücke klappig öffnet; Samen bleiben dabei mit der falschen Scheidewand und den Placenten am Tragstiele erhalten. Seltener Schließfrüchte. Keimling gekrümmt, Endosperm fehlt (bis auf eine mit der Samenschale verwachsene Zellschicht) (Fig. 610—616).



Form der Früchte und Lagerung des Embryo innerhalb der Samenschale sind zur Einteilung der äußerst gleichförmigen Familie verwertet worden. Unter Hinweis auf eine

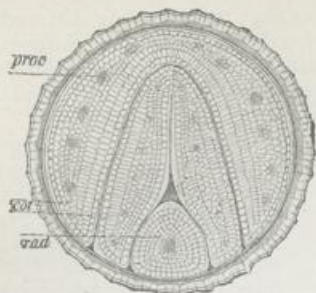


Fig. 613. Querschnitt durch den Samen des schwarzen Senfs, *Brassica nigra*. *rad* Radicula, *cot* Kotyledonen, *proc* Gefäßbündelanlagen. (Nach MÖLLER.)

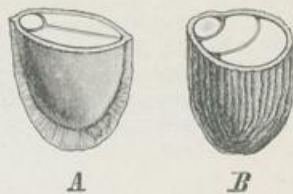


Fig. 614. Samen, quer durchschnitten, Würzelchen und Keimblätter in verschiedener Lagerung sichtbar. *A* *Cheiranthus Cheiri*. Vergr. 8. *B* *Sisymbrium Alliaria*. Vergr. 7. (Nach BAILLON.)



Fig. 615. *Cochlearia officinalis*. (Nach BAILLON.) — Offizinell.



Fig. 616. *Brassica nigra*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



neuere von PRANTL in den Natürl. Pflanzenfamilien gegebene natürlichere Einteilung nach verschiedenen Organen mag hier die übersichtlichere älteste, von LINNÉ herrührende, angeführt werden. Sie unterscheidet zunächst *Siliquosae*, Schotenfrüchtige und *Siliculosae*, Schötchenfrüchtige; beide Gruppen werden ferner zerlegt in *Siliquosae dehiscentes*, mit normalen Schoten, *Siliquosae lomentaceae*, mit Gliederschoten, *Siliculosae dehiscentes* mit Schötchen, und *Siliculosae nucamentaceae* mit Schließfrüchten. Die *Siliculosae dehiscentes* sind später von A. P. DE CANDOLLE in *S. latiseptae* mit breiter, und in *S. angustiseptae* mit schmaler Scheidewand eingeteilt.

Die Cruciferen sind nach Häufigkeit und Artenzahl jedenfalls den wichtigeren heimischen Familien beizuzählen; sie beleben mit ihren gefärbten — hauptsächlich gelben — Blüten die verschiedensten Standorte zu allen Jahreszeiten. Am Grunde der Staubblätter



Fig. 617. *Capparis spinosa*, blühender Zweig und junge Frucht auf ihrem Gynophor.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

aus der Blütenachse hervorgehende Honigdrüsen deuten auf Insektenbestäubung hin. Zahlreiche Nutzpflanzen gehören der Familie an: 1. *Siliquosae dehiscentes*: *Cheiranthus Cheiri* (Fig. 612 A und Fig. 614 A). Goldlack. *Matthiola*, Levkoje. *Brassica*, in zahlreichen Arten seit alters her kultiviert. *Brassica oleracea*, Kohl in seinen verschiedenen Formen: a) *silvestris*, der nordeuropäischen Küsten, als wilde Form anzusehen, b) *acephala*, Blätterkohl, c) *gongylodes*, Kohlrübe, d) *gemmifera*, Rosenkohl, e) *sabauda*, Wirsing, f) *capitata*, Kopfkohl, g) *Botrytis*, Blumenkohl. *Brassica campestris*, Rüben mit den Kulturformen: a) *annua*, Sommerrüben, b) *oleifera*, Winterrüben, c) *rapifera*, Teltowerrüben. *Br. Napus*, Raps: a) *annua*, Sommeraps, b) *oleifera*, Winterraps, c) *Napobrassica*, Wruke. *Brassica nigra*, Senf (Fig. 613—616), eine einjährige Pflanze, die aus dem östlichen Mittelmeergebiet stammen dürfte, ward bereits im Altertum vielfach angebaut. Grundständige Blätter langgestielt, leierförmig, fiederteilig mit stumpfen Endlappen; sie werden am vielverzweigten Stengel nach und nach kleiner, lanzettlich. Die Pflanze ist kahl bis auf einzelne grobe Borsten der Blattoberseite. Blütenstand eine Traube; die dottergelben Einzelblüten stehen von der Spindel ab, die abgeblühten glatten Fruchtknoten und Früchte dagegen sind ihr angedrückt und ragen gerade aufwärts. Reife Frucht kurzgeschnäbelt, Klappen gekielt und flach gewölbt, von einem starken Mittelnerven durchzogen. Samen kugelförmig. *Sinapis alba*, Weißer Senf, ebenfalls aus dem Mittelmeergebiet. Rauhbehaarte Pflanze, durch weit von der Spindel abspreizende, lang und flach geschnäbelte Früchte, deren Klappen grob borstenhaarig sind, wie durch doppelt so große, weiß-gelbe Samen leicht vom schwarzen Senf zu unterscheiden. 2. *Siliquosae lomentaceae*: *Crambe* (Fig. 612 E), unterer Teil der Schote unfruchtbar und *Cakile*, dickblättrige Strandpflanzen, *Raphanus sativus*, Rettich, Radieschen usw. 3. *Siliculosae dehiscentes latiseptae*: *Cochlearia*, Löffelkraut, *Vesicaria*, *Aubrietia*, *Draba*, *Lunaria* (Fig. 612 D). 4. *Siliculosae dehiscentes angustiseptae*: *Thlaspi*, *Iberis* mit etwas dorsiventralen Blüten, *Capsella* (Fig. 612 C). 5. *Siliculosae nucamentaceae*: *Isatis tinctoria*.



Offizinell: Semen Sinapis (Pharm. germ., austr., helv.) von *Brassica nigra*, Oleum Sinapis (ibidem), Semen Erucæ (Pharm. germ., helv.) von *Sinapis alba*, Herba Cochleariae (Fig. 615) von *Cochlearia officinalis*; zweijähriges kahles Kraut, das im Sommer keimt, eine größere Rosette langgestielter löffelförmiger Blätter bildet, überwintert und im Frühlings eine niedrige, reich verzweigte weiße Blütenrispe bringt. Zur Zeit der Frucht reife ist die Rosette grundständiger Blätter bereits vergangen.

4. Familie **Capparidaceae**. Kräuter oder Sträucher mit einfachen oder gefingerten Blättern. Nebenblätter häufig vorhanden. Blüten wie bei Cruciferae. K 4, C 4, A 2 + 2, G (2), jedoch durch Spaltung der Staubblätter oder einzelner von ihnen in unbestimmt viele, und durch Einschlebung eines Gynophors, welches den Fruchtknoten hoch über die Blüte emporhebt, unterschieden (Fig. 617). Frucht häufig eine Beere, sonst Steinfrucht oder Kapsel. Samen ohne Endosperm.

*Capparis spinosa*, kleiner Felsenstrauch der Mittelmeerländer, mit einfachen Blättern, kurz dornigen, gekrümmten Nebenblättern und einzelnen blattwinkelständigen, radiären Blüten, deren Androeceum in sehr zahlreiche Glieder gespalten ist. Frucht eine Beere bis zu Pflaumengröße mit zahlreichen Samen. Junge Blütenknospen liefern die „Kappern“.

5. Familie **Resedaceae**. Kräuter mit wechselständigen Blättern und dichttraubigen dorsiventralen Blüten. Sexualorgane auf einem Gynophor oder Discus. K 5—8, C 5—8, A  $\infty$ , G 2—6. Einfächeriger Fruchtknoten, dessen Wölbung oben nicht geschlossen wird, oder Fruchtblätter frei. *Reseda odorata* kultiviert, *R. lutea*, *R. luteola* einheimisch.

## 9. Ordnung. Insectivorae<sup>(24)</sup>.

Diese kleine Ordnung begreift die drei sonst wohl in die Cistifloren eingereihten Familien der *Sarraceniaceen*, *Nepenthaceen* und *Droseraceen*. Ihr Name ist von der ihren Vertretern allgemein zukommenden Eigenschaft, Insekten zu fangen und zu verdauen, hergeleitet (vgl. S. 198, Fig. 208—210). Zusammengehörigkeit der drei Familien wird neuerdings allgemein angenommen, auch pflegte man sie bereits den *Resedaceen* anzuschließen.

Gattungen der *Sarraceniaceae*: *Sarracenia*, *Darlingtonia*, nordamerikanische Sumpf- und Moorpflanzen.

Gattung der *Nepenthaceae*: *Nepenthes*, diöcische, kletternde Kannenpflanzen des tropischen Asien (Fig. 46).

Gattungen der *Droseraceae*: *Dionaea*, nordamerikanische Fliegenfalle, *Aldrovanda vesiculosa*, europäische Wasserpflanze, auch in Indien und Australien vorkommend. *Drosera*, einheimische Gattung, in vielen Arten auf Torfmooren weit verbreitet, *Drosophyllum lusitanicum*, Spanien und Portugal.

## 10. Ordnung. Saxifraginae.

Kräuter oder Holzwachse von sehr verschiedenartigem Habitus mit strahligen, fünfzähligen Blüten. Androeceum meist obdiplostemon. Carpelle zwei bis fünf, frei oder vereinigt, ober-, mittel- oder unterständig.

In diese Ordnung wäre auch die Familie der *Podostemonaceae*<sup>(24a)</sup> einzureihen, deren Vegetations- und Fortpflanzungsorgane ihrer Lebensweise entsprechen und dem Vorkommen in den reißendsten Strudeln und Wasserfällen tropischer Flüsse und Bäche gemäß völlig abweichend sind.

1. Familie **Crassulaceae**. Sukkulente<sup>(25)</sup> Kräuter (vgl. S. 179)

oder Halbsträucher mit vielgliedrigen cymösen Blütenständen. Zwitterblüten mit Kelch

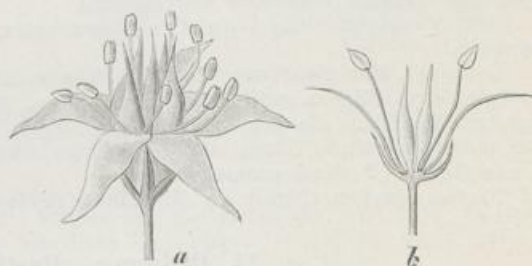


Fig. 618. *Sedum Telephium*. Vergr. 4.  
a Blüte, b Blüte im Längsschnitte.



und Krone, deren Gliederzahl wechselt. Obdiplostemon oder haplostemon. Fruchtblätter frei (Fig. 618), ober- bis mittelständig, am Grunde mit einem schuppenförmigen Nectarium. Kapsel- oder Beerenfrüchte mit zahlreichen, endospermarmen Samen.

Wichtigere Gattungen: *Sedum* mit fünfzähligen Blüten, in zahlreichen Arten bei uns einheimisch, *Sempervivum* mit 6– $\infty$  zähligen Blüten. *S. tectorum*, *Bryophyllum* mit vierzähligen Blüten, ausgezeichnet durch die leichte und massenhafte Knospenbildung in den Kerbstellen des Blattrandes. *Crassula*.

2. Familie **Saxifragaceae**<sup>(26)</sup>. Kräuter oder Holzgewächse mit wechselständigen Blättern. Blüten zwittrig, obdiplostemon, vier- oder fünfzählig, meist zwei mittel- oder unterständige Fruchtblätter. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig. Kapsel- oder Beerenfrüchte mit  $\infty$  endospermhaltigen Samen.

Wichtige Gattungen: *Saxifraga*, Steinbrech, kleine krautige Pflanzen, die besonders als Fels- und Geröllpflanzen der Gebirge häufig sind, dicht rosettigen Wuchs

ihrer grundständigen Blätter (vgl. S. 177, Kalkschüppchen) zeigen und zahlreiche fünfzählige Blüten in ihren mannigfaltigen Infloreszenzen vereinigen. Zwei Fruchtblätter mittelständig, in ihren oberen Teilen frei. *Parnassia palustris*, häufige Pflanze unserer Wiesen, K 5, C 5, A 5 + 5, G (4). Fruchtknoten einfächerig mit parietalen Placenten. Kronstaubblätter zu handförmig zerschlitzten Staminodien umgebildet, die als Nektarien fungieren. *Cephalotus foliicularis*, insektenfangendes Kraut Westaustraliens, besitzt krugförmige Blätter neben gewöhnlichen flachen mit elliptischer Spreite. *Ribes*-Arten mit unterständigem Fruchtknoten liefern Beerenfrüchte, deretwegen sie vielfach kultiviert werden. *R. rubrum* (Fig. 619), Johannisbeere, *R. nigrum*, schwarze J., *R. grossularia*, Stachelbeere. Andere Saxifragaceen beliebte Zierpflanzen:



Fig. 619. *Ribes rubrum*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Offizinell.

wie *Ribes aureum* und *R. sanguineum*, *Hydrangea*, Hortensie, *Philadelphus*, *Deutzia*.

Offizinell: Syrupus ribium (Pharm. austr.) von *Ribes rubrum*.

3. Familie **Hamamelidaceae**. Holzgewächse der Tropen und Subtropen, Liquidambar monöisch. Blüten in Köpfchen; männliche apetal, Zahl der Staubblätter unbestimmt; weibliche mit Perianth und zweifächerigem Fruchtknoten. *Liquidambar styraciflua*, häufiger Waldbaum Nordamerikas.

Offizinell: Styrax liquidus (Pharm. germ., austr., helv.) von *Liquidambar orientalis*.

4. Familie **Platanaceae**. Stattliche Bäume mit wechselständigen, drei- bis fünflappigen festen Blättern und großen Nebenblättern. Blüten diklin, monöisch, in kleinen kugeligen Köpfchen, die sich an hängenden Aehsen in größeren Abständen zu drei bis vier finden. Männliche Blüten mit drei bis vier Staubblättern, weibliche mit vier freien Fruchtblättern. Perianth unansehnlich.

Platanusarten vielfach als Alleeblüme gepflanzt.

## 11. Ordnung. Rosiflorae.

Einzige Familie **Rosaceae**<sup>(27)</sup>. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit wechselständigen Blättern und Nebenblättern sehr verschiedener Form und Ausbildung. Blüten fast immer strahlig, wirtelige Stellung der Glieder:



K5, C5. Staubblätter meist zahlreich. Fruchtblätter eins bis viele, frei voneinander, mittelständig auf der verbreiterten, erhöhten oder vertieften Blütenachse, oder aber unterständig und nur die Griffel frei. Fruchtbildung oft unter Beteiligung der Blütenachse. Samen meist ohne Endosperm.

Die charakteristischen Merkmale der *Rosaceen* sind die apokarpen Früchte, die Vielzähligkeit des Androeceums (Fig. 620). Beide Eigenschaften kommen auch den *Ranun-*

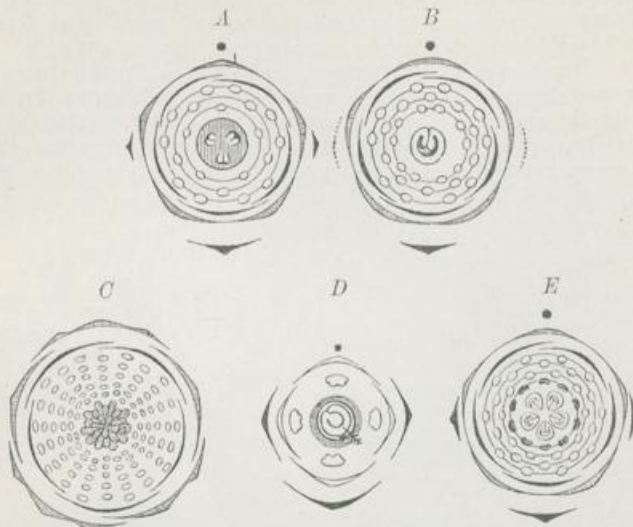


Fig. 620. Blütendiagramme von Rosaceen. A *Sorbus domestica*. B *Prunus Padus*. C *Rosa tomentosa*. D *Sanguisorba officinalis*. E *Spiraea hypericifolia*. (Nach EICHLER.)

*culaceen* oder überhaupt den *Polycarpiceae* zu; doch sind ihre Blütenglieder spiralig gestellt, bei den *Rosaceen* streng wirtelig. Dazu die eigenartige Ausbildung der Blütenachse (Fig. 621). In vielen Fällen geht die Vermehrung der Androeceum- und Gynoeceum-

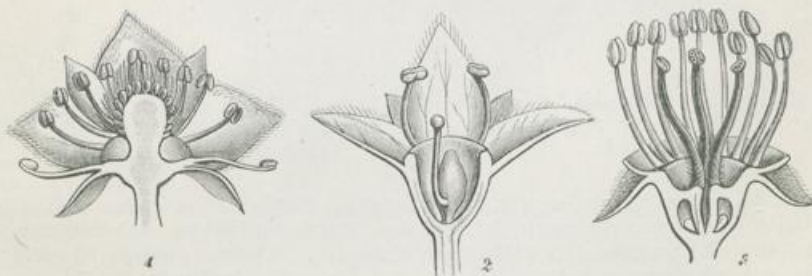


Fig. 621. Ausbildung der Blütenachse bei den Rosaceen. 1 *Potentilla palustris*. 2 *Alchimilla alpina*. 3 *Pirus malus*. (Nach FOCKE, in Natürl. Pflanzenfam.)

glieder von einem an der schüsseligen Vertiefung der Achse interkalar gelegenen, gürtelförmigen Vegetationspunkte aus längere Zeit nebeneinander her. Über die Einschlebung neuer Glieder entscheiden räumliche Verhältnisse, so daß bei verschiedenen Individuen derselben Art Differenzen in den Zahlen vorkommen.

Die Familie zerfällt in eine Anzahl von Unterfamilien:

a) *Spiraceae*. K 5, C 5, A 5 + 5 oder mehr, G 5, andere Zahlen der Wirtel sind seltener. Fruchtblätter frei oder verwachsen, mit je 2 oder mehr als 2 Samenanlagen. Früchte meist aufspringend. Blütenachse mehr oder minder flach scheibenförmig. Hierher



gehört die Gattung *Spiraea*, deren zahlreiche Arten mit ihren reichblütigen Infloreszenzen als Ziersträucher Verwendung finden (Fig. 620 E). *Quillaja Saponaria* (Fig. 622), Seifenrindenbaum Chiles, immergrüner Baum mit kurzgestielten, wechselständigen, lederartigen Blättern und gipfelständigen, meist dreiblütigen Dichasien. Blüten durch ihre fünfzackige, auf die großen Kelchblätter hinaustretende, honigabsondernde Scheibe charakterisiert, an deren eingekerbten Vorsprüngen die fünf Kelchstaubblätter stehen, während sich die Kronstaubblätter am inneren Rande befinden. Kronblätter schmal, weiß, Fruchtknoten oberständig. Nur die Mittelblüte des Dichasiums zwittrig und fruchtbar, die seitlichen mit verkümmertem Fruchtknoten männlich. Sternförmige Sammelfrucht. Jedes Fruchtblatt in 2 Klappen aufspringend. Samen geflügelt.

b) *Pomeae*. Durch den unterständigen, meist aus 5 Fruchtblättern bestehenden, rings mit der ausgehöhlten Blütenachse verwachsenen gefächerten Fruchtknoten und freie Griffel von den sonstigen *Rosaceen* unterschieden. Fruchtblätter mit 1 bis vielen Samenanlagen. Frucht durch fleischige Ausbildung der Blütenachse Beeren. Fachwandungen pergamentartig oder aus Steinzellgewebe. Samen mit wohlentwickeltem



Fig. 622. *Quillaja Saponaria*.  $\frac{4}{5}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.



Fig. 623. *Pirus malus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Blühender Zweig, Einzelblüte und Frucht im Längsschnitt. — Offizinell.

Embryo, fleischigen Kotyledonen ohne Endosperm. Hierher *Pirus malus*, Apfelbaum (Fig. 621 3, 623), *Pirus communis*, Birnbaum, unsere wichtigsten einheimischen Obstbäume, alte Kulturpflanzen in zahlreichen Varietäten. *Cydonia vulgaris*, Quitte, mit einzeln stehenden großen hellrosa Blüten. Früchte apfel-birnförmig, wollig-filzig, behaart, roh ungenießbar, doch von höchst angenehmem Aroma. *Mespilus germanica*, Mispelbaum, Früchte mit tiefer Grube am Scheitel, rings von den Überresten der Kelchblätter umgeben. *Eriobotrya japonica*, japanische Mispel, immergrün, im Mittelmeergebiet häufig angepflanzt. Früchte saftig, von säuerlichem Geschmack, mehrere große Samen umschließend. *Sorbus (Pirus) aucuparia*, Vogelbeerbaum, häufiger Allee- oder Zierbaum. *Crataegus (Mespilus)* Arten, Rotdorn, Weißdorn, in Hecken oder als Zierbäume verbreitet.

c) *Rosaceae*. Blütenachse krugförmig vertieft mit 1 bis vielen freien Fruchtblättern und je 1—2 Samenanlagen. Früchtchen nußartig, vom Blütenbecher umschlossen. *Rosa* in zahlreichen Arten, Kulturformen und Varietäten. Blütenbecher wird fleischig. Ihrer Form, Farbe und ihres Duftes wegen seit alten Zeiten kultiviert (Fig. 620 C). Kletternde



oder nicht kletternde Sträucher mit unpaarig gefiederten Blättern, großen, dem Blattstiel angewachsenen Nebenblättern und ansehnlichen Blüten von lebhafter Farbe. Kelchblätter auf dem Rande des Blütenbechers laubartig, fiederschnittig (vgl. Fig. 511). Gefüllte Formen durch kronblattartige Ausbildung zahlreicher staminodial gewordener Staubblätter. — *Agrimonia* und *Hagenia abyssinica* mit hartem Blütenbecher. *Hagenia* dickeischer Baum mit unpaarig gefiederten Blättern, deren Blattstiel durch Nebenblätter rinnig geflügelt. Blütenstand reichverzweigte Rispen. Einzelblüten mit zwei Vorblättern und Außenkelch; durch Fehlschlagen eingeschlechtig. Krone nach der Blüte hinfällig, Kelch eingerollt, Außenkelch vergrößert. Zwei freie Fruchtblätter mit je 1 Samenanlage. Frucht einsamig (Fig. 624, 625). *Alchimilla* ohne Kronblätter; Fehlen eines auffälligen Schauapparates steht vielleicht mit der apogamen Embryobildung im Zusammenhang<sup>(1a)</sup> (Fig. 621, 2).



Fig. 624. *Hagenia abyssinica*. 1 Weibliche Blüte, e Außenkelch, f Kelch, g Corolle. Vergr. 4. 2 Frucht mit vergrößertem Außenkelch. Nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



Fig. 625. *Hagenia abyssinica*. Zweigstück mit Blütenstand.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

*Sanguisorba officinalis* mit köpfchenförmig gehäuften, polygamen (vgl. S. 454) Einzelblüten ohne Außenkelch und Krone; vierzählig mit 1 bis 2 Fruchtblättern (Fig. 620 D).

d) *Potentilleae*. Blütenboden schüsselförmig flach oder aufgewölbt, trägt zahlreiche freie Fruchtblätter, die sich zu Nüssen, Steinfrüchten oder Beeren entwickeln. Je eine Samenanlage. Außenkelch oft vorhanden. *Potentilla* mit zahlreichen einheimischen Arten (Fig. 621 I). *Geum* und *Dryas* mit weichhaarigen, langauswachsenden Früchtchen, die durch den Wind verbreitet werden. Letztere Gattung mit hochnordischen und alpinen Formen. *Fragaria*, Erdbeere, mit kleinen Nüssen auf der fleischig geschwollenen Achse. *Rubus*, Brombeere, in zahlreichen Arten, meist kletternde Sträucher mit starken rückwärts gerichteten Dornen. Blätter dreizählig. *R. Idaeus*, Himbeere, eine der wenigen





Fig. 626. *Rubus Idaeus*. Blühender Zweig und Früchte.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



Fig. 627. *Prunus Cerasus*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. 1 Blühender Zweig. 2 Einzelblüte halbiert (etwas vergr.). 3 Fruchtstand. 4 Einzelfrucht halbiert. — Offizinell.



nicht kletternden Formen (Fig. 626). Kleine Steinfrüchtchen, die auf konvexer Blütenachse eng gedrängt, lose aneinander haften. Vertrocknete Griffel auf den Einzelfrüchtchen noch lange wahrnehmbar; *R. fruticosus*.

e) *Prunaceae*. Stets ein einziges Fruchtblatt, mittelständig auf flach schüsselförmig vertieftem Blütenbecher (Fig. 620 B). Zwei Samenanlagen. Steinfrüchte, einsamig. Zahlreiche wichtige Steinobstbäume: *Prunus Cerasus*, Sauerkirsche (Fig. 627). *Prunus avium*, Süßkirsche, *Pr. domestica*, Pflaume (Zwetsche), *Pr. armeniaca*, Aprikose, chinesischen Ursprungs ebenso wie *Pr. persica*, Pfirsich; *Pr. Amygdalus*, Mandel, aus dem östlichen Mittelmeergebiet. Die beiden letztgenannten Arten mit behaarten Früchten. Das fleischige Exokarp der Mandel trocknet beim Reifen ein und platzt auf, so daß das steinige Endokarp freigelegt wird.

f) *Chrysobalanaceae*. Mit oft dorsiventralen Blüten. 1 Fruchtblatt.

Giftig: Die Samen vieler Rosaceen sind amygdalinhaltig, jedoch nicht in dem Maße, um in kleinen Mengen frisch genossen durch die entstehende Blausäure giftig zu wirken; letzteres ist aber bei Preßrückständen, z. B. von bitteren Mandeln, häufig der Fall. Die Blätter des Kirschlorbeers, *Prunus Laurocerasus*, können ebenfalls Vergiftungen hervorrufen.

Offizinell: *Pirus Malus*: Extractum ferri pomati (Pharm. germ., helv.). — *Cydonia vulgaris* liefert Semen Cydoniae und Mucilago Cydoniae (Pharm. austr., helv.). — *Hagenia abyssinica*: Flores Koso (Pharm. germ., austr., helv.). — *Rosa centifolia*: Flores Rosae (Pharm. germ., austr., helv.); dieselbe und andere Arten: Ol. Rosae (ibid.). — *Rubus Idaeus*: Sirupus R. Idaei (Pharm. germ., austr., helv.). — *Prunus Amygdalus*: Amygdalae dulces und A. amarae, Oleum Amygdalarum (Pharm. germ., austr., helv.). — *Pr. domestica*: Pulpa prunorum (Pharm. austr.). — *Pr. Laurocerasus*: Aqua Laurocerasi (Pharm. austr., helv.). — *Pr. Cerasus*: Sirupus Cerasorum (Pharm. germ.). — *Quillaja Saponaria*: Cortex Quillajae (Pharm. germ.). — *Spiraea Ulmaria*: Flores Spiraeae (Pharm. helv.). — *Rubus fruticosus*: Folium Rubi fruticosi (Pharm. helv.). — *Potentilla Tormentilla*: Rhizoma Tormentillae (Pharm. helv.).

## 12. Ordnung. Leguminosae<sup>(28)</sup>.

Das gemeinsame Kennzeichen aller Leguminosen ist in der Beschaffenheit ihres Fruchtknotens gegeben. Stets aus einem einzigen Fruchtblatt hervorgehend, dessen Bauchnaht nach hinten gekehrt ist (Fig. 628, 631, 637), ist er einfächerig und trägt die Samenanlagen in einer oder zwei Reihen an der Bauchnaht.

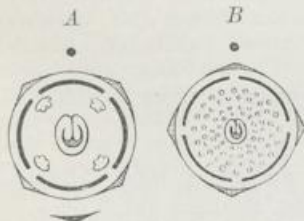


Fig. 628. Blütendiagramme von Mimosaecen. A Von *Mimosa pudica*. B Von *Acacia lophantha*. (Nach EICHLER.)



Fig. 629. *Acacia Senegal*. Blühender Zweig. Nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN). — Offizinell.



Meist wird die Frucht eine Hülse (Legumen), die an Bauch- und Rücken- naht in zwei Klappen aufspringt (Fig. 642). Wechselständige, zusammen- gesetzte Blätter mit Nebenblättern sind fast allen Leguminosen eigen. Sehr viele besitzen Gelenke (Fig. 236, 237), welche Variationsbewegungen der Blätter und Teilblättchen ermöglichen.



Fig. 630. *Acacia Catechu*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. (Nach MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

1. Familie *Mimosaceae*. Bäume und aufrechte oder kletternde Sträucher mit doppeltgefiederten Blättern. Blüten strahlig, fünf- oder vier- zählig. Knospenlage von Kelch und Krone klappig. Staubblätter frei, an Zahl wechselnd, halb-, voll- oder überzählig. Sie bedingen durch ihre be- deutende Länge oder große Zahl die Blütenfarbe. Die Krone ist meist un- scheinbar. Pollenkörner häufig in Tetraden oder zu mehreren vereinigt.



Blüten in Ähren oder Köpfchen zu vielen beisammen. Samen mit einem geraden Embryo.

Wichtige Gattungen: Die Familie besitzt in Europa keinen einheimischen Vertreter. Das überall in den Tropen verbreitete Unkraut *Mimosa pudica*, Sinnpflanze (Fig. 237), mit hochgradiger Empfindlichkeit gegen Berührung (vgl. S. 249). Gattung *Acacia* in zahllosen Arten in den Tropen und Subtropen der alten und neuen Welt verbreitet; einige werden im Mittelmeergebiet kultiviert. Ihre australischen Formen sind vielfach ausgezeichnet durch den Besitz von Phyllodien (Fig. 171 und 194), deren vertikale Stellung wesentlich zum eigenartigen Habitus der australischen Wälder mit beiträgt. Nur Keimpflanzen dieser Arten bringen regelmäßig noch einige doppelt- und paarig-gefiederte Blätter gleich nach den Kotyledonen hervor. Einige amerikanische *A.*-Arten von Ameisen bewohnt (vgl. S. 197, Fig. 205), denen sie in großen Nebenblattdornen Wohnung, in den BELT'schen Körperchen an den Enden der Fiederblättchen Nahrung gewähren. Sie werden von ihren Bewohnern gegen die Blattschneiderameisen geschützt. Durch Lieferung von Gummi und reichen Gehalt an Gerbstoffen, teils in der Rinde, teils im Extrakt des Kernholzes, gewähren zahlreiche *Acacia*-Arten einen erheblichen Nutzen.

Offizinell: Durch Desorganisation des Stammparenchyms liefert *Acacia Senegal* (Fig. 629) (Nilländer und Senegambien) und andere Arten: Gummi arabicum (Pharm. germ., austr., helv.), das aus Wunden als dicke Flüssigkeit herausfließt und erhärtet. — Catechu (Pharm. germ., austr., helv.) ist ein Dekokt aus dem Kernholze von *Acacia Catechu* (Fig. 630) und *Ac. Suma* (ostindische Bäume).

2. Familie **Caesalpinaceae**. Bäume oder Sträucher mit einfach oder doppelt, paarig gefiederten Blättern. Blüten meist etwas dorsiventral. Krone mit dachig aufsteigender Knospendeckung (Fig. 631) oder fehlend. Typisch: K5, C5, A5 + 5, G1. Kronblätter und Staubblätter häufig unvollzählig. Embryo gerade.

Wichtige Gattungen: Die Gattung *Cassia* gibt in ihren Blüten charakteristische Beispiele für Caesalpinaceae. In der Untergruppe *Senna*, wohin *C. angustifolia* rechnet, sind Kelch und Kronblätter frei und in Fünzfzahl vorhanden (Fig. 632). Untere deckende Kronblätter etwas größer als die oberen. Von zehn Staubblättern drei obere kurz und unfruchtbar, sieben nach unten bogig gestreckte nehmen von oben nach unten an Länge zu. Ihre Antheren öffnen sich mit endständigen Poren. Hülse breit und flach zusammengedrückt. Derartige Blüten stehen in Trauben beisammen, blattachselständig an dem etwa meterhohen, mit lebhaft grünen, paarig gefiederten Blättern besetzten Strauche. Am Grunde des Blattstieles zwei kleine Nebenblättchen (Fig. 632). *Tamarindus indica* (Fig. 633), schöner Baum des tropischen Afrika, in den gesamten Tropen jetzt vielfach angepflanzt. Sein weithin reichendes lichtet Laubdach macht ihn zu einem beliebten Alleebaum. Mit einfach paarig gefiederten Blättchen besetzte Seitenzweige bringen die Blütentrauben endständig. Einzelblüten stark dorsiventral (Fig. 631 B). Deckblatt und zwei Vorblätter sehr hinfällig. Vier Kelchblätter stehen etwa kreuzförmig. Drei rotgeaderte gelb-weißliche Kronblätter aufgerichtet. Drei am Grunde verwachsene Staubblätter liegen dem leicht bogig geschwungenen Fruchtblatte an, so daß Antheren und Narbe emporschauen. Frucht abweichend. Ihre Wandung differenziert sich in ein äußeres brüchiges Exokarp, ein fleischiges musartiges Mesokarp und ein festes, die einzelnen mehr oder minder zahlreichen Samen umhüllendes, aus Steinzellen bestehendes Endokarp (Fig. 634). *Humboldtia laurifolia* mit hohlen von Ameisen bewohnten Internodien (Fig. 206, S. 198). Kaum merklich dorsiventral sind die kronblattlosen Blüten von *Copaifera* (Fig. 635), in denen auf 4 Kelchblätter sogleich 8–10 freie Staubblätter folgen. Frucht einsamig, öffnet sich bei der Reife. Ein fleischiger, unregelmäßig

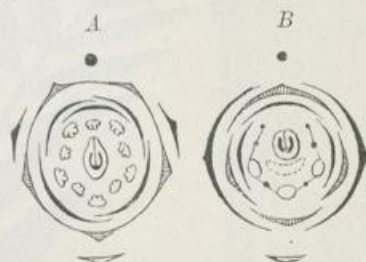


Fig. 631. Blütendiagramme von Caesalpinaceae. A Von *Cercis siliquastrum*. B Von *Tamarindus indica*. (Nach EICHLER.)



begrenzter Arillus umhüllt den Samen einseitig. Einheimische Caesalpiniaceae fehlen; die im Mittelmeergebiet beheimatete cauliflore, d. h. aus altem Holz Blüten bringende *Cercis siliquastrum* (Fig. 631 A) und *Gleditschia triacanthos* (N.-Am.) wohl als Zierpflanzen in Gärten kultiviert.

Offizinell: Folia Sennae (Pharm. germ., austr., helv.), Fiederblättchen von *Cassia angustifolia* (tropisches Ostafrika und Arabien, in Tinevelly, an der Südspitze von Vorderindien kult.); Pharm. austr. und helv. lassen auch Fol. S. Alexandrinae von *C. acutifolia* zu. — *Cassia obovata* (Ägypten): Fructus Sennae (Pharm. helv.). — *Cassia Fistula*



Fig. 632. *Cassia angustifolia*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

(tropisches Amerika): Fructus Cassiae Fistulae (Pharm. austr., helv.) und Pulpa Cassiae Fist. (Pharm. austr.). — *Copaifera*-Arten (Bäume des tropischen Amerika) enthalten in Balsamgängen des Holzes: Balsamum Copayvae (Pharm. germ., austr., helv.). — Rad. Ratanhiae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Krameria triandra*, einem Strauch der Kordilleren. Blüten völlig abweichend, Kelchblätter innen lebhaft gefärbt. Krone klein. 3 Staubblätter mit Porenöffnung am Scheitel. Früchte kugelig mit Stacheln besetzt. Silberweiße einfache Blättchen (Fig. 636). — Lignum Haematoxyli (Pharm. austr.), Kernholz von *Haematoxylon campechianum* (tropisches Amerika). — Pulpa Tamarindorum (Pharm. germ., austr., helv.) aus dem musartigen Mesokarp der Frucht von *Tamarindus indica*.



3. Familie *Papilionaceae*. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit in der Regel unpaarig gefiederten Blättern. Blüten stets stark dorsiventral; sie bestehen aus fünfblättrigem Kelch, schmetterlingsförmiger fünfblättriger Krone mit absteigender Knospendeckung (Fig. 637). Staubblätter zehn, ihre Filamente alle miteinander zu einer, den Fruchtknoten umhüllenden Röhre verwachsen oder die neun vorderen verwachsen und das hinterste Staubblatt frei. Samen mit gekrümmtem Keimling.

Die Bestandteile einer Schmetterlingsblüte sind in Fig. 638 im einzelnen auseinandergelegt. Das hintere, in der Knospen-



Fig. 633. *Tamarindus indica*.  $\frac{4}{5}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

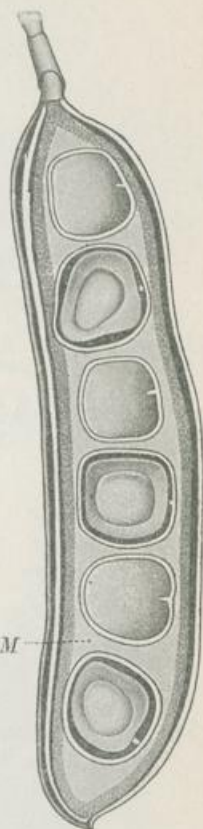


Fig. 634. *Tamarindus indica*. Frucht im Längsschnitt. M Das fleischige Mesokarp. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

lage (Fig. 637) beiderseits übergreifende Kronblatt heißt Fahne (vexillum). Zwei darauf folgende seitliche die Flügel (alae) und die mit ihrem unteren Rande meist verwachsenen beiden unteren bilden das Schiffchen oder den Kiel (carina). Die Staubblätter sind an ihren oberen Enden meist frei und aufwärts gekrümmt, ebenso der Griffel mit seiner Narbe.

Wichtige Unterfamilien und Gattungen: Zu den Caesalpinaceae zeigen durch mehr oder minder freie Staubblätter 1. *Sophoreae* und 2. *Podalyricae* nächste Beziehungen; erstere durch gefiederte, letztere durch meist einfache oder gefingerte Blätter ausgezeichnet. Gattung *Myroxylon*, zu den *Sophoreen* gehörig, ist wegen des Balsamgehaltes ihrer Angehörigen von Bedeutung. *Myroxylon Pereirae*, ein Baum von mäßiger Höhe, besitzt unpaarig gefiederte Blätter (Fig. 639) in wechselständiger Anordnung.



Blüten in endständigen Trauben, sind nur mit einem großen Vexillum versehen, alle übrigen Blätter der Krone bleiben unansehnlich und schmal. Staubblätter nur am Grunde



Fig. 635. *Copallera Langsdorffii*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelne Blüte, nat. Gr., und Frucht, verkl. — Offizinell.

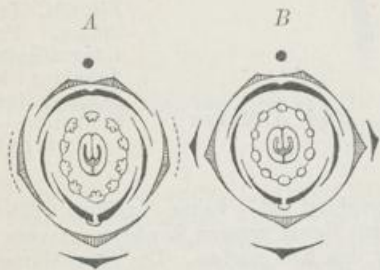


Fig. 637. Blütendiagramme von Papilionaceen. A Von *Vicia Faba*. B Von *Cytisus Laburnum*. (Nach EICHLER.)



Fig. 636. *Krameria triandra*.  $\frac{4}{5}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER u. SCHUMANN.) — Offizinell.



Fig. 638. *Lotus corniculatus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Blühender Sproß. Blüte. Schiffchen, Staubblätter. Fruchtblatt (nat. Gr.) und Frucht,  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

miteinander verwachsen. Antheren ansehnlich, rot-gelb (Fig. 640). Höchst eigenartig ist die Frucht (Fig. 641). Fruchtknoten langgestielt, führt an der Spitze zwei Samenanlagen.



Eine von ihnen wird zum Samen der geschlossen bleibenden, zusammengedrückten Hülse, deren Form durch eine an der oberen Naht breite, an der unteren schmale Flügelung, wie durch zwei seitliche Balsamblasen sehr charakteristisch ist. Oben am Stiel bleibt der glockige Kelch erhalten. — 3. *Genisteae*. Alle 10 Staubblätter verwachsen (Fig. 637 B). Blätter ganzrandig, gefiedert oder einfach. *Genista*, *Sarothamnus*, *Lupinus*, *Cytisus* (Fig. 642). Der Goldregen, *Cytisus Laburnum*, einer der häufigsten und beliebtesten Zierbäume unserer Gärten mit dreiteilig-gefiederten Blättern und lang herabhängenden gelben Blütentrauben, wächst in den Alpen wild. Durch Pfropfung von *C. purpureus* auf *C. Laburnum* soll angeblich der in Gärten hie und da verbreitete *C. Adami* gewonnen sein, dessen Blütentrauben am gleichen Individuum bald mehr der einen, bald mehr der



Fig. 640. *Myroxylon Pereirae* (vgl. Text). Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



Fig. 639. *Myroxylon Pereirae*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



Fig. 641. Frucht von *Myroxylon Pereirae*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Offizinell.

anderen Stammform nahekommen (Fig. 247). Doch ist die Pflanze in ihrer Mittelform unfruchtbar und entspricht wahrscheinlich einem gewöhnlichen Bastard, der auf *C. Laburnum* gepfropft ist. *Ulex*, Charakterpflanze Englands, *Spartium* im Mittelmeergebiet verbreitet. — 4. *Trifolieae*. Dreiteilige, gezähnte Blätter. Blüten kopfig gehäuft oder



in Ähren oder Dolden vereinigt. Staubblätter (9) + 1. Schließfrüchtchen. *Trifolium*, Klee, mit bleibendem Kelch und Krone. *Medicago*, Schneckenklee, mit hinfalliger Krone; Früchte sichelförmig oder schraubig gekrümmt. *Melilotus*, Steinklee, mit traubigen Blütenständen. *Trigonella*, *Ononis*, Hauhechel. Bei den im großen angebauten *Trifolium*-, *Medicago*- und *Lupinus*-Arten kommt die Stickstoffanreicherung des Bodens durch die „Leguminosennöckchen“ (vgl. S. 204, Fig. 194) für europäische Verhältnisse am meisten zur praktischen Verwertung. — 5. *Loteae*. *Lotus*, Hornklee (Fig. 638). Blätter unpaarig gefiedert, unterstes Fiederpaar durch Fehlen des Blattstiels nebenblattähnlich. *Anthyllis*,



Fig. 642. *Cytisus Laburnum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



Fig. 643. *Astragalus gummifer*.  $\frac{4}{5}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

Wundklee, *Tetragonolobus*. — 6. *Galegae* oder *Astragaleae*. Unpaarig gefiederte Blätter; sehr große Unterfamilie mit Angehörigen, deren Habitus außerordentlich verschieden ist. *Astragalus*-Arten, Traganthsträucher, niedrige Sträucher des östlichen Mittelmeergebietes und westlichen Asien, deren Blattspindeln nach Abfall der Fiedern lange Jahre als scharf stechende Dornen erhalten bleiben und zum Schutz der jungen Triebe, Blätter und Blüten dienen (Fig. 643). Einheimische Arten krautig, mit unpaarigen Fiederblättern. *Robinia*, rasch wachsender Baum Nordamerikas mit sehr sprödem, windbrüchigem Holz, vielfach angepflanzt als „Akazie“. *Glycyrrhiza*, Süßholz, Stauden des südlichen Europa (Fig. 644), *Colutea*, *Caragana*, *Indigofera*; *Wistaria sinensis*, schön blau blühende Schlingpflanze, häufig an Häusern u. dgl. — 7. *Hedysareae*, an ihren Glieder-



hülsen kenntlich, die Samen durch Scheidewände voneinander getrennt. *Coronilla* (Fig. 645), *Ornithopus sativus*, *Seradella*, *Arachis hypogaea*, Erdnuß, eine wichtige Ölfrucht der Tropen und Subtropen. Ihre Blütenstiele dringen nach der Befruchtung in den Boden ein; dort reifen die Früchte. — 8. *Vicieae*. Blätter mit Endranken abschließend, welche dem unpaaren Fiederblättchen entsprechen, daher scheinbar paarig gefiedert.



Fig. 644. *Glycyrrhiza glabra*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

Kotyledonen bleiben bei der Keimung in der Samenschale und ergrünen nicht. Staubblätter (9) + 1. Hierher *Vicia*, Wicke, *Pisum*, Erbse, *Ervum*, Linse, *Lathyrus*, Platterbse und als aufrechte, rankenlose Pflanze *Faba*, Saubohne, deren Endblättchen zu einem borstenförmigen Stummel verkümmert. — 9. *Phaseoleae*. Windende Pflanzen mit dreiteiligefiederten Blättern. Kotyledonen meist oberirdisch und grün. Staubblätter (9) + 1. *Phaseolus*, Bohne. *Physostigma*.



Giftig: Durch hochgradige Giftigkeit ausgezeichnet ist unter den einheimischen Papilionaceen nur *Cytisus Laburnum*. Auch die übrigen Arten der Gattung, wie *C. alpinus*, *C. purpureus*, *C. Weldenii*, *C. biflorus* sind giftig; sie sind indes sowohl wildwachsend wie kultiviert weit seltener als der Goldregen. — Als giftig gelten auch *Coronilla varia* (Fig. 645), ein wildwachsendes Kraut mit rosenroten Blütendolden, und die windende *Wistaria sinensis* unserer Gärten.



Fig. 645. *Coronilla varia*. Nat. Gr. — Giftig.

Offizinell: *Astragalus*-Arten liefern *Tragacantha* (Pharm. germ., helv.). — *Glycyrrhiza glabra* in ihren Wurzeln und Ausläufern: Rad. Liquiritiae (Pharm. germ., austr., helv.). — *Melilotus officinalis*: Herba Meliloti, Steinklee (Pharm. germ., austr.). — *Trigonella Foeniculum graecum*: Semen Foeniculi, Bockshornsamensamen (Pharm. germ., helv.). — *Ononis spinosa*: Rad. Ononidis (Pharm. germ., austr., helv.). — *Spartium scoparium*: Sparteinum (Pharm. helv.). — *Physostigma venenosum* (Westafrika, bohnenähnliche Schlingpflanze): das aus seinen Samen (Semen Calabar) dargestellte Alkaloid, Physostigminum (Pharm. germ., austr., helv.). — *Andira Araroba*, ein brasilianischer Baum, enthält in seinem Stamm als pulverige Exkretmasse: Chrysarobinum s. Araroba (Pharm. germ., austr., helv.). — *Pterocarpus santalinus*, ein ostindischer Baum, liefert in seinem Kernholze Lignum Santali rubrum (Pharm. austr.). — *Pterocarpus marsupium*, ein ostindischer Baum, in seinem eingetrockneten Saft: Kino (Pharm. helv.). — *Myroxylon Toluifera*, ein süd-

amerikanischer Baum, Balsamum toluatanum (Pharm. germ., austr., helv.); *M. Poirae* (San Salvador): Balsamum peruvianum (ibid.).

### 13. Ordnung. Gruinales.

Zwitterige fünfgliederige strahlige Blüten mit oberständigem, gefächertem Fruchtknoten, also K<sub>5</sub>, C<sub>5</sub>, A<sub>5</sub> + 5, G(5), finden sich bei den meisten Angehörigen der Ordnung. Sind die Blüten dorsiventral, so tritt häufig Reduktion ein. Staubblätter am Grunde verwachsen, obdiplostemon oder haplostemon. Nektarien an der Außenseite der Staubblätter, oder ringförmiger intrastaminaler Discus. Samenanlagen meist hängend, mit aufwärts gerichteter Mikropyle.

In dieser Fassung der Ordnung sind die Terebinthinae mit enthalten, deren wesentliches Kennzeichen in dem intrastaminalen ringförmigen Nektarium gefunden wird.

1. Familie *Geraniaceae*. Kräuter oder kleine Sträucher mit meist wechselständigen, gestielten, handnervigen Blättern. Blüten ansehnlich, einzeln blattachselständig oder in wickeligen oder doldigen Blütenständen; meist radiär, bei *Pelargonium* gespornt, dorsiventral. Staubblätter 10 oder 5. Zwei Samenanlagen in jedem Fache. Die fünf geschnäbelten Fruchtblätter lösen sich bei der Reife von einem Mittelsäulchen ab, öffnen sich dabei und entlassen den Samen oder bleiben geschlossen und können sich durch hygroskopische Krümmungen der Grannen in die Erde einbohren (Fig. 646, 647; vgl. Fig. 222, S. 228).



Einheimisch: *Geranium* mit zehn, *Erodium* mit fünf Staubblättern. Zahlreiche kapländische *Pelargonium*-Arten als Zierpflanzen kultiviert; eigenartiger Geruch der vegetativen Teile durch in Drüsenhaaren abgeschiedenes ätherisches Öl bedingt.

2. Familie **Tropaeolaceae**. *Tropaeolum majus*, Kapuzinerkresse, Blattstielkletterer. Dorsiventrale gespornte Blüten mit 8 Staubblättern, 3 Fruchtblättern. Spaltfrüchte. Schildblätter (vgl. Fig. 191).

3. Familie **Oxalidaceae**. Zusammengesetzte Blätter, bei einigen Arten für mechanische Reize empfindlich (*Biophytum* und *Oxalis acetosella*, Sauerklee, vgl. S. 247).

4. Familie **Linaceae**. Kräuter oder Sträucher mit wechselständigen, schmalen, ganzrandigen Blättern. Blüten strahlig; Staubblätter am Grunde verwachsen. Kronstaubblätter staminodial. Fruchtknoten fünfächerig, jedes Fach durch eine falsche Scheidewand unvollkommen geteilt; in jeder Kammer eine hängende Samenanlage. Kapsel Frucht (Fig. 648 A—C). *Linum usitatissimum*, Lein, alte Kulturpflanze. Einjährig; zahlreiche blaue kurzlebige Blüten mit fünf freien Griffeln beschließen in traubigen Wickeln stehend den mit kleinen schmalen Blättern reich besetzten Stengel. Seine Bastfasern werden nach geeigneter Zubereitung zu Leinwand verwebt. Samen dienen zur Ölgewinnung.

Offizinell: Semen Lini und Oleum Lini (Pharm. germ., austr., helv.) von *Linum usitatissimum*.

5. Familie **Balsaminaceae**. Saftige Kräuter mit durchscheinenden, bisweilen stark knotig geschwollenen Stengeln und einfachen Blüten. Dorsiventrale Blüten mit

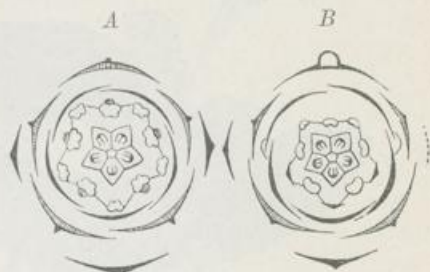


Fig. 646. Blütendiagramme von Geraniaceen. A *Geranium pratense*. B *Pelargonium zonale*. (Nach EICHLER.)



Fig. 647. Frucht von *Pelargonium inquinans*. Vergr. 3. (Nach BAILLON.)

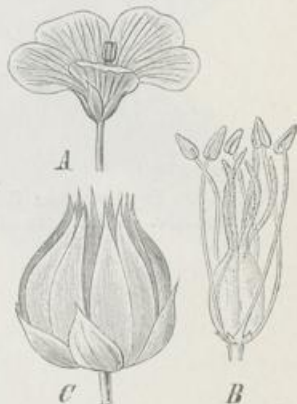


Fig. 648. *Linum usitatissimum*. A Nat. Gr. B u. C Vergr. 3. — Offizinell.

fünf freien Staubblättern. Kapsel Früchte elastisch aufspringend. *Impatiens noli tangere*, *I. parviflora* und *I. Balsamina*. Kleistogame Blüten von *Impatiens* (S. 435).

6. Familie **Erythroxylaceae**. *Erythroxylon Coca*, kleiner Strauch Perus mit ungeteilten ganzrandigen Blättern und blattachselständigen Gruppen kleiner weißer Blüten. Kronblätter mit Anhängsel. A 10, am Grunde röhrig verwachsen, G (3), doch nur 1 Fach fertil. Einsamige Steinfrucht (Fig. 649).

Offizinell: *Cocainum* (Pharm. germ., austr., helv.), Alkaloid aus den Blättern, und *Folia Coca* (Pharm. austr., helv.).

7. Familie **Zygophyllaceae**. Typisch K 5, C 5, A 5 + 5, G (5) mit intrastaminalem Discus.



Offizinell: *Guajacum officinale*, Bäumchen Westindiens mit gegenständigen, paarig gefiederten Blättern. Fruchtknoten zweiblättrig, zweifächerig. Frucht geflügelt: Lignum Guajaci (Pharm. germ., austr., helv.), Resina Guajaci (Pharm. austr., helv.).



Fig. 649. *Erythroxylon Coca*.  
 $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Offizinell.



Fig. 650. *Ruta graveolens*.  
 $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



Fig. 651. Blütendiagramm  
von *Citrus vulgaris*. (Nach  
EICHLER.)



Fig. 652. *Citrus vulgaris*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



8. Familie *Rutaceae*. Meist Sträucher oder Bäume, selten Stauden, mit wechselständigen, gefiederten Blättern; Blüten meist strahlig, vier- bis fünfzählig mit mächtigem, intrastaminalem Discus. Alle Teile mit Ölbehältern.

Wichtige Gattungen: *Ruta graveolens* (Fig. 650), Raute, ausdauernde, halbstrauchige Pflanze mit doppelt gefiederten bis fiederteiligen Blättern. Endblüten der dichasialen Blütenstände bei kräftigen Exemplaren fünfzählig, alle anderen vierzählig. *Dictamnus Fraxinella*, Diptam, einheimisch, mit ansehnlichen dorsiventralen Blüten in rispigen Infloreszenzen. Fruchtblätter oben frei. Wichtigste Gattung ist *Citrus* <sup>(20)</sup> mit abweichendem Blütenbau (Fig. 651, 652). Zahlreiche Staubblätter in einem Kreise bündelweise



Fig. 653. *Quassia amara*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

vereinigt. Fruchtblätter ebenfalls vermehrt. Beerenfrüchte. Fruchtfleisch aus Zotten, von saftreichen Zellen gebildet, welche in die Fächer einwachsen. Blätter vieler Arten sind einfach, mit mehr oder minder geflügeltem Blattstiel versehen. Andere Arten jedoch sind dreizählig und das Gelenk an der Einfügungsstelle der Spreite zeigt, daß die scheinbar einfachen Blätter unpaarig gefiederten entsprechen, deren Endfiederchen allein erhalten blieb. Dornen an der Blattansatzstelle sind die verdornen ersten Blättchen der Achselknospe. Die Gattung *Citrus* ist ostasiatischen Ursprungs; mehrere Arten haben in den wärmeren Himalayatalern ihre Heimat, und wohl alle wichtigen Kulturformen sind von den Chinesen zuerst gezogen worden. *Citrus decumana*, Pomпельmus, tropisch; *Citrus medica*, diejenige Form, welche den Griechen beim Zuge Alexanders als „medischer Apfel“ bekannt wurde, ist jetzt in verschiedenen Varietäten verbreitet, von denen *Citrus (medica) Limonum*



unserer Zitrone entspricht. Dieser Baum dürfte vom 3. oder 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung ab im Mittelmeergebiet gezogen worden sein. *Citrus (medica) Bajoura* (Cedro ital., Cedratier franz.), die Cedrate liefert aus ihren dickschaligen Früchten das Citronat. *Citrus Aurantium* kommt in zwei verschiedenen Formen vor, als *Citrus (Aurantium) vulgaris*, Pomeranze, und *C. (Aurantium) sinense*, Apfelsine; letztere, eine Varietät des bitteren Pomeranzenbaumes von augenscheinlich chinesischer Herkunft, ist bereits mehr oder minder samenbeständig geworden. Der in alle Kultursprachen übernommene Name „Orange“ vom Sanskritworte Nagarunga läßt auf alte Kultur des Baumes in Indien schließen; er bezog sich jedoch ursprünglich auf den Pomeranzenbaum, der sehr viel früher als die süße Varietät den Weg nach Westen gefunden, und wurde erst später auf diese übertragen. *Citrus nobilis*, Mandarine, ebenfalls chinesischer Abstammung.

Offizinell: *Citrus vulgaris* liefert: Fructus Aurantii immaturi, Cortex fruct. Aurantii (Pharm. germ., austr., helv.), Oleum Aurantii florum und Folia Aurantii (Pharm. austr., helv.), Oleum Aurantii Corticis (Pharm. austr.). — *Citrus*



Fig. 654. Blütendiagramm von *Polygala myrtifolia*. (Nach EICHLER.)

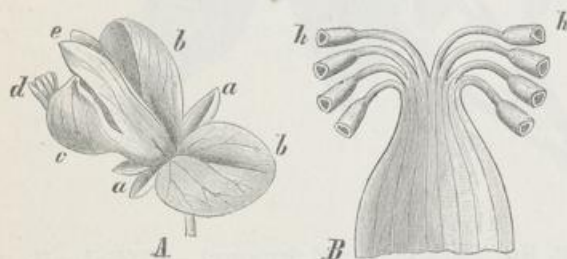


Fig. 655. *Polygala Senega*. A Blüte, a kleine Kelchblätter, b große Kelchblätter, c Kahn, e seitliche Kronblätter, d Andröceum. B Andröceum, h Antheren, vergr. — (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



Fig. 656. *Polygala Senega*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

*Limonium*: Cortex fructus Citri und Oleum Citri (Pharm. germ., austr., helv.). — *Citrus Bergamia*: Oleum Bergamottae (Pharm. austr., helv.). — *Ruta graveolens*: Herba Rutae (Pharm. helv.). — *Pilocarpus pennatifolius* und *P. Jaborandi*, baumförmige Sträucher des östlichen Brasiliens mit großen unpaarig gefiederten Blättern: Folia Jaborandi und Pilocarpinum (Pharm. germ., austr., helv.).

9. Familie *Simarubaceae*. K 5, C 5, A 5 + 5, G 5. Fruchtblätter frei. Öldrüsen fehlen. Bitterstoffe.



Offizinell: *Quassia amara* (Fig. 653) (Surinam), schönblättriges kleines Bäumchen mit prächtigen Blüten, *Pierasma excelsa* (westindische Inseln), beide liefern Lignum Quassiae (Pharm. germ., austr., helv.), Bitterholz.

10. Familie **Burseraceae**. Holzgewächse mit Harzgängen. Steinfrüchte.

Offizinell: Myrrha (Pharm. germ., austr., helv.), Harz von *Commiphora abyssinica* und *C. Schimperi*, arabisch-ostafrikanische Bäumchen. Olibanum, Weihrauch (Pharm. austr.) von *Boswellia Carteri* und *B. Bhau Dajiana*, Bäumchen<sup>[30]</sup> derselben Heimat wie die *Commiphora*-Arten. Elemi (Pharm. austr., helv.) von *Canarium*-Arten der Philippinen.

11. Familie **Polygalaceae**. Kräuter oder Sträucher mit kleinen ungeteilten Blättern und dorsiventralen unvollständigen Blüten: K 5, C 3, A 8, G 2. Zwei seitliche Kelchblätter kronblattähnlich. Drei Kronblätter, unteres kahnförmig. 8 Staubblätter, röhrig verwachsen: Antheren öffnen sich mit Löchern. Fruchtknoten zweifächerig aus zwei Fruchtblättern, in jedem Fache eine Samenanlage (Fig. 654–656).

Einheimisch: *Polygala vulgaris* und *P. amara*, auf Wiesen häufig; *P. Chamæbuxus*, kleiner Halbstrauch der Alpen.

Offizinell: *Polygala Senega*, Nordamerika, liefert Rad. Senegae (Pharm. germ., austr., helv.).

#### 14. Ordnung. Tricoccae<sup>[31]</sup>.

Neben der großen hierher gehörigen Familie der **Euphorbiaceae** treten die übrigen ihr angefügten kleineren völlig zurück. Gewächse von außergewöhnlich verschiedenartigem Habitus wie Kräuter, Sträucher, blattlose Stammsukkulente, Bäume mit normalen Blättern oder auch mit Blattschuppen und assimilierenden Phyllo-



Fig. 657. Obturator an der Samenanlage von *Euphorbia dioica*. (Nach PAX in ENGELER-PRANTL.)



Fig. 658. *Mercurialis annua*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Männliche blühende Pflanze und Einzelblüte. Stück einer weiblichen Pflanze, Einzelblüte und Frucht. — Giftig.

cladien, stimmen die Euphorbiaceen darin überein, daß sie eingeschlechtige, radiäre Blüten mit einfacher Blütenhülle oder ganz ohne solche besitzen. Andröceum diplostemon oder vielzählig. Vor allem sind die weiblichen Blüten durch einen oberständigen, dreicarpelligen und dreifächerigen Fruchtknoten charakterisiert, in jedem Fache 1–2 hängende Samenanlagen mit ventraler Raphe, deren Mikropyle also aufwärts und auswärts gekehrt ist. Sie wird von einem placentaren Auswuchs, dem Obturator, gedeckt (Fig. 657); dieser vermittelt Leitung und Ernährung der Pollenschläuche und schwindet nach der Befruchtung. Die von dem äußeren Integument ausgebildete *Caruncula* (Fig. 662 D) ist dagegen an den Samen noch vorhanden, deren Ablösung von der Placenta ihrer Mitwirkung zu



danken ist. Kapsel Früchte, deren Außenwände elastisch von einer Mittelsäule zurückschnellen und so die Fächer öffnen.

Wichtige Gattungen: Während zahlreiche Euphorbiaceen bei diöischer oder monöischer Blütenverteilung verhältnismäßig einfachen Blütenbau zeigen, — so *Mercurialis* (Fig. 658), eine Gattung mit zwei einheimischen Vertretern, durch zweicarpelligen Fruchtknoten abweichend; *Croton*, tropische Gattung mit wichtigen officinellen Arten: *C. Eluteria* und *C. Tiglium* — ist die in vielen einheimischen Arten vertretene Gattung *Euphorbia*, Wolfsmilch, neben einigen anderen ausgezeichnet durch Vereinigung zahlreicher einfachster gebauter Blüten in sehr komplizierten Blütenständen. Cyathium genannt (Fig. 659–662). Es besteht aus einer nackten, langgestielten und nach unten umgewendeten weiblichen Gipfelblüte, die von mehreren Gruppen ebenfalls gestielter, auf je ein vom Stiel abgegliedertes Staubblatt beschränkter,

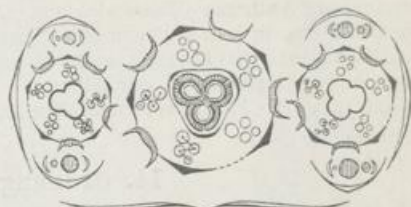


Fig. 660. Diagramm eines Dichasialzweiges von *Euphorbia*, nur das Mittelecyathium mit fertiler weiblicher Blüte. (Nach EICHLER.)



Fig. 659. *Euphorbia cyparissias*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Giftig.

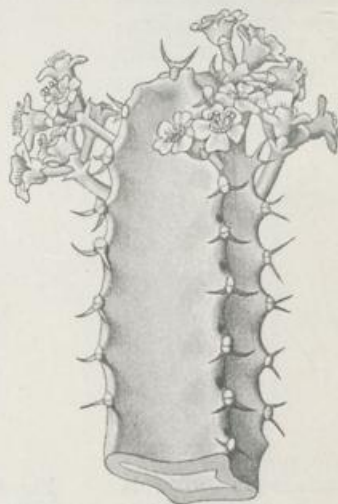


Fig. 661. *Euphorbia resinifera*. Nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

männlicher Blüten umgeben wird. In einigen Fällen ist die weibliche Einzelblüte und jede männliche Blüte mit eigenem kleinen Perianth versehen. Stets aber wird der ganze Blütenstand, das Cyathium, durch fünf Hüllblätter umschlossen, mit denen vier große zweihörnige Nektardrüsen alternieren, welche den Eindruck einer Einzelblüte erhöhen. Dort wo die übergebogene weibliche Blüte herabhängt, fehlt die fünfte Drüse. Zwischen den vor je einem Hüllblatte (Fig. 660) stehenden Gruppen männlicher Einzelblüten sind zerschlitze Haarbildungen auf der Infloreszenzachse vorhanden, die im Längsschnitte (Fig. 662 B) sichtbar werden. Solche Blütenstände pflegen nun, in dichasialen Zweigen zu mehreren angeordnet, sich in drei- bis vielstrahlig-doldigen Gesamt-Infloreszenzen zu vereinigen. Häufig ist die weibliche Blüte nur in einzelnen von ihnen entwickelt, in den



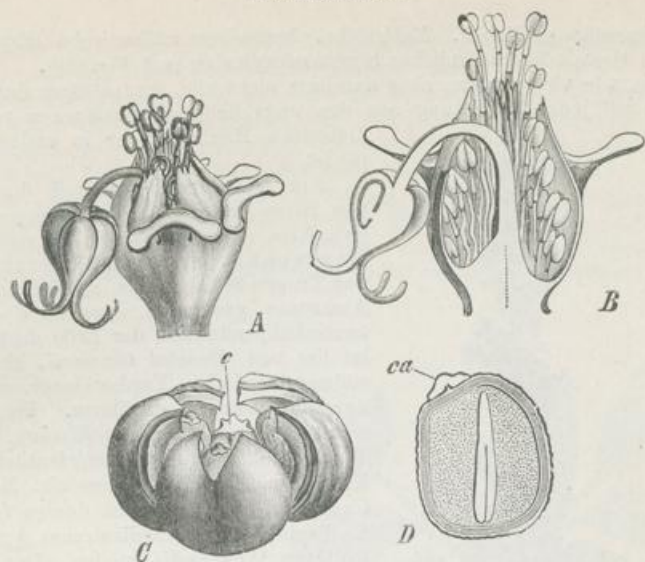


Fig. 662. *Euphorbia Lathyris*. *A* Cyathium, Vergr. 5. *B* Cyathium längsdurchschnitten, Vergr. 7. *C* Frucht aufgesprungen zeigt das Mittelsäulchen (*c*). *D* Samenlängsschnitt, Keimling im Endosperm, *ca* Caruncula, Vergr. 4. (*A—D* nach BAILLON.)



Fig. 663. *Ricinus communis*. Stark verkl. (Nach BAILLON.) — Giftig und officinell.  
Strasburger, Lehrbuch der Botanik. 8. Aufl.



anderen rudimentär geblieben. Zahlreiche, besonders afrikanische *Euphorbia*-Arten finden sich in Gestalt kaktusähnlicher Stammsukkulente (vgl. Fig. 661).

*Euphorbia*, wie viele andere, aber durchaus nicht alle, Angehörigen der Familie enthalten einen bei jeder Verletzung aus den ungegliederten Schläuchen reichlich ausfließenden Milchsafte, der in vielen Fällen giftig ist.

Ein wichtiger Bestandteil des Milchsafte von *Hevea*-Arten (*H. Sieberi*, *discolor*, *rigidifolia*, *paucifolia*, *lutea*, *guyanensis*, *Spruceana*) ist der Kautschuk, welcher als Parakautschuk in den Tropen Südamerikas, speziell im Gebiet des Amazonas, gewonnen, etwa 50 % der Gesamtkautschukproduktion der Erde deckt. Daneben ist der von *Manihot Glaxiovii*, einer ebenfalls südamerikanischen Euphorbiacee, erhaltene Cearakautschuk zu erwähnen. Eine nahe verwandte Pflanze, *Manihot utilisima*, gibt in ihren Wurzelknollen ein außerordentlich wichtiges Nahrungsmittel der Tropen ab: Maniok oder Cassave, ein Stärkemehl, dessen feinste Sorten als Tapioka oder brasilianisches Arrowroot eine Rolle im Welthandel spielen. Der in Brasilien einheimische Strauch wird jetzt überall in den Tropen kultiviert.

*Ricinus communis* (Fig. 663), ein hoher Strauch des tropischen Afrika, in unserem Klima alljährlich erfrierend. Der hohle Stamm ist an den massiven Knotenstellen mit langgestielten mächtigen schildförmigen, handförmig eingeschnittenen Blättern besetzt. Infloreszenzen (Fig. 664) stehen terminal, werden jedoch durch vegetative Seitensprosse überholt. Unten männliche Blüten mit häutigem, vier- bis fünfblättrigem Kelch und bäumchenartig verzweigten Staubblättern. Jede letzte Endigung trägt eine Theca. Darüber weibliche Blüten mit 3–5 Kelchblättern, einem großen dreiteiligen Fruchtknoten, der außen mit warzigen Stacheln übersät ist und in drei große, gegabelte, rote Narben ausläuft. Ein gefleckter Samen mit weißer Caruncula in jedem Fache.

Offizinell: *Euphorbium* (Pharm. germ., austr., helv.) von *Euphorbia resinifera* (Marokko). Cortex Cascarillae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Croton Eluteria* (Bahama-Inseln). Oleum Crotonis (Pharm. germ., austr., helv.), von *Croton Tiglium* (Ostindien). Kamala (Pharm. germ., austr., helv.), Drüsenhaare der Fruchtkapsel von *Mallotus philippinensis* (ostasiatische

Tropen), Oleum Ricini (Pharm. germ., austr., helv.) von *Ricinus communis*. Cautschuc von *Hevea*-Arten und *Manihot Glaxiovii*.

An die Euphorbiaceen schließt sich die kleine Familie der *Callitrichaceae* an, Wasserpflänzchen mit nackten, eingeschlechtigen Blüten, 1 Staubblatt, 1 Fruchtblatt.

## 15. Ordnung. Sapindinae.

Die Ordnung begreift Bäume und Sträucher sehr verschiedenartigen Aussehens in sich, deren Blüten wirtelig gebaut sind, im Perianth, Androeum oder Gynoeum Reduktionen erlitten haben und in jedem Fruchtknotenfache 1–2 Samenanlagen führen.

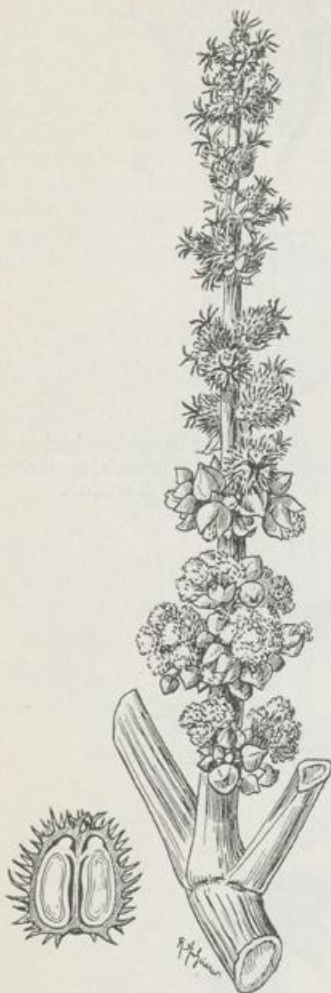


Fig. 664. *Ricinus communis*. Blütenstand.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Junge Frucht längsdurchschnitten. — Offizinell.



Sind diese hängend, so ist die Raphe dorsal (also umgekehrt gegenüber den Euphorbiaceen), bei aufsteigenden Samenanlagen dagegen ventral.

1. Familie **Buxaceae**. *Buxus sempervirens*, Buchsbaum, giftiger immergrüner Strauch aus Süd- und Westeuropa mit sehr festem Holz. Blütenstände Köpfchen aus einer dreizähligen weiblichen Gipfelblüte und mehreren vierzähligen männlichen Blüten, die einzeln in den Achseln kleiner dekussierter Hochblättchen stehen.

2. Familie **Anacardiaceae**. In den Tropen und warm temperierten Gebieten ausbreitete Familie. Fruchtknoten 1–3carpellig. Meist einsamige Steinfrüchte. Schizogene Harzgänge. *Mangifera indica*, wichtiger Fruchtbaum der Tropen. *Rhus*-Arten liefern japanischen Firnis. *R. toxicodendron*, kletternder Strauch Nordamerikas, äußerst



Fig. 665. Blütendiagramm von *Ilex Aquifolium*. (Nach EICHLER.)



Fig. 666. Blütendiagramm von *Evonymus europaea*. (Nach EICHLER.)



Fig. 667. *Evonymus europaea*. A Blühender Zweig, verkl. B Blüte, vergr. C, D Frucht, D von *E. latifolia*, nat. Gr. (B–D nach ENGLER-PRANTL.) — Giftig.

giftig. *Pistacia*-Arten des Mittelmeergebietes mit gefiederten Blättern. *P. vera*, kultiviert wegen ihrer Steinfrüchte, der Pistazien.

Offizinell: Mastix (Pharm. austr.) von *Pistacia Lentiscus*.

3. Familie **Aquifoliaceae**. *Ilex aquifolium*, Stechpalme, immergrüner Strauch bis Baum des westlichen Europa (Fig. 665). K 4, C 4, A 4, G (4). Eine hängende Samenanlage in jedem Fache. *I. paraguariensis* im extratropischen Südamerika liefert Paraguaytee = Mate.

4. Familie **Celastraceae**. *Evonymus europaea*, Pfaffenhütchen (Fig. 666, 667), ein an Wegrändern nicht seltener einheimischer Strauch mit unscheinbaren Blüten: K 4, C 4, A 4, G (4). Staubblätter sind einem großen Discus am Rande eingefügt; 2 Samenanlagen in jedem Fache. Hochroter Arillus macht die nach Aufspringen ihrer mattröten Kapsel am Funiculus hängenden und aus den Früchten hervorschauenden Samen des Strauches im Herbst auffallend.



5. Familie *Aceraceae*. Bäume mit gegenständigen Blättern. Blüten neigen zur eingeschlechtigkeit durch Fehlschlagen. Discus intra- oder extrastaminal. Zwei Fruchtblätter. Geflügelte Spaltfrüchte (Fig. 668).

Einheimisch: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. Pseudoplatanus*. Die charakteristische gelappte Umrißform und handförmige Nervatur der Ahornblätter lassen die Gattung meist leicht erkennen.



Fig. 668. *Acer Pseudoplatanus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Zweig mit terminaler, hängender Blütenrispe. 2 Männliche, 3 weibliche Einzelblüte. 4 Früchte. 2 und 3 vergr.

6. Familie *Sapindaceae*. Tropische Bäume oder Sträucher, deren meist schräg-dorsiventrale Blüten einen extrastaminalen Discus führen.

Offizinell: Guarana (Pharm. austr., helv.) aus den zerquetschten Samen von *Paullinia cupana*, einer Liane des tropischen Brasiliens, hergestellte trockene Masse.

7. Familie *Hippocastanaceae*. Den Sapindaceen nahestehend. *Aesculus*, Roßkastanie, *Aesc. Hippocastanum*, weiße Roßkastanie, Gebirgsbaum des östlichen Mittelmeeres (Fig. 485 B), *Aesc. Paria*, rote Roßkastanie, aus den Gebirgen des atlantischen Nordamerika; beide häufig kultiviert.



## 16. Ordnung. Frangulinae.

Sträucher oder Bäume mit unscheinbaren, strahligen, vier- bis fünfzähligen Blüten. Nur ein Staubblattkreis, vor den Kronblättern. Fruchtknoten ober- bis mittelständig, gefächert. Zwei bis vier Fruchtblätter mit je ein bis zwei aufrechten Samenanlagen in jedem Fach. Discus intrastaminal.

1. Familie *Rhamnaceae*. Die einzige einheimische Gattung dieser in den Tropen verbreiteten Familie ist *Rhamnus*.

*Rh. Frangula*, Faulbaum (Fig. 669–671), an Wegrändern häufiger Strauch mit wechselständigen ganzrandigen Blättern, kleinen Nebenblättchen. Blüten in Gruppen oder einzeln, blattachselständig. K 5, C 5, A 5, G (2). Blütenachse schüsselförmig, als Discus ausgebildet. Zwei (seltener drei) Fruchtblätter mit ungeteilter Narbe. Steinfrüchte

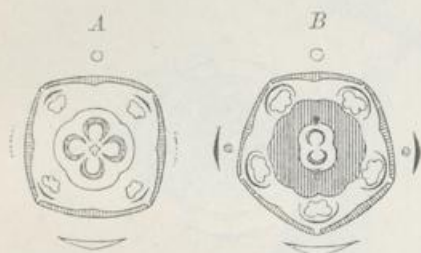


Fig. 669. Blütendiagramme. A Von *Rhamnus cathartica* (hermaphrodit gedacht). B Von *Rh. Frangula*. (Nach EICHLER.)



Fig. 670. *Rhamnus Frangula*. Blüte längsdurchschnitten. a Blütenbecher, b Kelch, c Kronblatt, d Staubblätter, e Fruchtknoten. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)



Fig. 671. *Rhamnus Frangula*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Blühender Zweig und Zweigstücken mit Früchten.

mit zwei bis drei Samen. Holz früher zur Schießpulverfabrikation verwendet. *Rh. cathartica*, Kreuzdorn, an ähnlichen Orten wie der Faulbaum verbreitet. Zweige meist dornig mit gegenständigen Blättern. Blattrand gesägt. Blüten durchweg vierzählig, durch Fehlschlagen düeisch; weibliche mit vier freien Griffeln und viersamigen Steinfrüchten. Samen mit dorsaler Rinne. *Colletia spinosa* mit stielrunden, *C. cruciata* mit seitlich abgeflachten Dornen; blattlose Sträucher Südamerikas.

Offizinell: Fructus Rhamni cathartici (Pharm. germ.), Cortex Frangulae (Pharm. germ., austr., helv.), Cortex Rhamni Purshiani (Pharm. austr., helv.) = *Casarea sagrada* aus Nordamerika.

2. Familie *Vitaceae*. Mit Ranken kletternde Sträucher, deren Blätter handförmig gelappt oder geteilt sind. Blüten mit oberständigem, zwei- bis viercarpelligem und entsprechend gefächertem Fruchtknoten. Zwei Samenanlagen in jedem Fache. Discus häufig aus getrennten Drüsen bestehend (Fig. 672, 673).



Wichtige Gattungen: *Vitis*, kletternde Sträucher der nördlichen Halbkugel. *Vitis vinifera*, Weinrebe, alte Kulturpflanze in zahlreichen Rassen und Varietäten verbreitet. Ranken sind Sprosse, sie stehen blattgegenständig; sind ursprünglich endständig, aber durch einen Achselsproß zur Seite gedrängt. Aufbau der Sprosse demnach sympodial. Entwicklungsgeschichtlich ist das ursprüngliche Verhalten nicht mehr ganz nachweisbar, sondern Ranke und Achselsproß teilen sich in den Vegetationskegel. Blütenstände rispig, an Stelle von Ranken; Zwischenbildungen beider häufig. Kelch nur in Form eines kurzen Randes. Krone beim Öffnen der Blüte abgeworfen.

Korinthen = samenlose Früchte der *Vitis vinifera* var. *apyrena*. *Ampelopsis*-Arten in Nordamerika und Asien verbreitet, sog. wilder Wein, z. T. mit Haftseiben kletternd (Fig. 22, S. 29). *Cissus*, große auf die Tropen beschränkte Gattung.

Offizinell: Vinum (Pharm. germ., austr., helv.).



Fig. 672. *Vitis vinifera*. Öffnung der Blüte. a Kelch, b Krone, c Discus, d Staubblätter, e Fruchtknoten. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)



Fig. 673. Blütendiagramm von *Ampelopsis hederacea*. (Nach EICHLER.)

## 17. Ordnung. Columniferae.

Das wesentliche Merkmal der Ordnung liegt im Androeum der regelmäßig fünfzähligen, strahligen Zwitterblüten. Einer, meist der äußere, der beiden Staubblattwirtel schlägt fehl und ist unterdrückt oder nur staminodial vorhanden, während der andere eine mehr oder minder große Vermehrung seiner Glieder durch Spaltung erfährt. Vielfach geht eine Verwachsung der Filamente daneben her. Auch die Fruchtblätter zeigen bisweilen Vermehrung durch Verzweigung. Der oberständige Fruchtknoten ist entsprechend gefächert.



Fig. 674. Tiliaceae, Diagramm (*Tilia*). (Nach EICHLER.)

1. Familie **Tiliaceae**. Meist Bäume oder Sträucher, seltener Stauden mit einfachen gestielten Blättern und hinfälligen Nebenblättern. Kelch freiblättrig, Knospenlage von Kelch und Krone klappig. Staubblätter völlig frei voneinander mit introrsen Antheren;  $A5 + 5$  oder nur der innere Kreis vorhanden und meist gespalten (Fig. 674). Fruchtknoten  $2-\infty$ fächerig mit  $1-\infty$  Samenanlagen in jedem Fache. Griffel einfach.

Gattungen meist tropisch. Darunter die krautigen, Jute liefernden *Corchorus*-Arten. Einheimisch nur *Tilia*, Linde, in zwei Arten. Stattliche Bäume mit zweizeilig geordneten langgestielten Blättern und leicht abfallenden Nebenblättern. Die Blätter sind asymmetrisch, ihr Rand ist gesägt. Blütenstände (Fig. 675 A) mit einem als Flugblatt ausgebildeten Vorblatte bis zur halben Länge verwachsen. Ein zweites, ganz am Grunde befindliches Vorblatt birgt die fürs nächste Jahr bestimmte Knospe in der Achsel. Der Gipfelblüte gehen drei weitere hinfällige kleine Hochblättchen voraus, deren unterstes steril bleibt, während die beiden oberen Einzelblüten hervorbringen, jede mit zwei Vorblättchen versehen, die als Tragblättchen für weitere Verzweigung dienen. Doldig



scheinende Infloreszenz der Linden also aus Dichasien zusammengesetzt; großblättrige Linde mit drei bis sieben, die kleinblättrige dagegen mit etwa elf oder mehr Einzelblüten im Blütenstande. Der behaarte Fruchtknoten enthält zwei Samenanlagen in jedem seiner fünf Fächer, eine davon verdrängt alle übrigen (Fig. 675 B).

Offizinell: Flores Tiliae (Pharm. germ., austr., helv.) von *T. ulmifolia* wie *T. platyphyllos*.

2. Familie *Sterculiaceae*<sup>(32)</sup>. Tropische Kräuter, Sträucher oder Bäume mit einfachen Blättern und hinfälligen Nebenblättern. Blüten mit verwachsenblättrigem Kelch. Krone in der Knospe gedreht. Staubblätter zu einer Röhre verwachsen, die kelchständigen staminodial, die Kronstaubblätter oft durch Spaltung vermehrt. Antheren extrors.



Fig. 675. *Tilia ulmifolia*. A Blütenstand, nat. Gr., a Infloreszenzstiel, b das Hochblatt. B Frucht, längsdurchschnitten und vergrößert, o Perikarp, q verkümmerte Scheidewände und Samenanlagen, p Samen, r Endosperm, s Keim, t Würzelchen des letzteren. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

Wichtige Gattungen: Vor allem zu nennen ist hier der Kakaobaum, *Theobroma Cacao* (Fig. 676–677). Im tropischen Zentral- und Südamerika einheimisch, dort seit langer Zeit in Kultur. Bei stetig steigendem Bedarf ist der Anbau des Baumes in zahlreichen tropischen Kolonien mit mehr oder minder Erfolg versucht worden. Niedriger Baum mit kurzgestielten, steifen, brüchig-harten, einfachen Blättern von erheblicher Größe, ovaler Form



Fig. 676. *Sterculiaceae*, Diagramm (*Theobroma*). (Nach EICHLER.)

und dunkelgrüner Farbe. Junge Blätter, mehr hellrötlich, hängen wie bei zahlreichen tropischen Bäumen schlaff herab. Blüten am Stamme oder älteren Ästen aus früher blattachselständigen, erhaltenen Knospen: der Baum ist cauliflor. Jedes Kronblatt am Grunde bauchig, verschmälert sich nach außen erheblich und endet mit verbreitertem Zipfel. So Gesamtform der rötlichen Blüten etwa urnenförmig, mit fünf auseinander strahlenden Zipfeln. Fruchtknoten fünffächerig mit zahlreichen Samenanlagen in jedem Fache. Bei dem Heranwachsen der Frucht drängen sich die erweichenden Gewebmassen der Querwände zwischen die einzelnen Samen ein. Reife Frucht daher einfächerig, vielsamig. Kleiner, mit zwei mächtigen gefalteten, brüchigen Kotyledonen versehener Embryo füllt die Samenschale aus. — *Cola acuminata* und *C. vera* im tropischen Afrika liefern die Colanüsse, welche als Arzneimittel empfohlen werden.

Offizinell: Oleum Cacao (Pharm. germ., austr., helv.) und Theobromin (Pharm. germ., helv.) von *Theobroma Cacao*.





Fig. 677. *Theobroma Cacao*. 1 Fruchttragender Stamm. 2 Blühender Ast. 3 Einzelblüte. 4 Staubblattring. 5 Staubblatt von vorne. 3, 4 Etwa nat. Gr. 5 Vergr. 1, 2 Stark verkleinert. — Offizinell.



Fig. 678. *Malvaceae*.  
Diagramm (Malva).

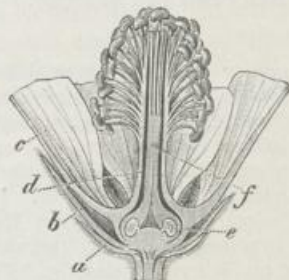


Fig. 679. *Althaea officinalis*. Längsdurchschnittene Blüte mit teilweise abgeschnittenen Kronblättern. a Der Außenkelch, b der Innenkelch, c die Kronblätter, d das Androeum, f der Griffel, e die Samenanlagen. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.



3. Familie *Malvaceae*. Kräuter oder Sträucher, oft mit handförmig gelappten Blättern und Nebenblättern, in der Jugend vielfach durch Sternhaare sammetig. Blüten mit Außenkelch, verwachsenblättrigem Kelch und in der Knospe gedrehter Blumenkrone von meist ansehnlicher Größe und auffallender Färbung. Protandrisch. Staubblätter zu einer der Krone angewachsenen Röhre verbunden, welche die Griffel umgibt, und nur oben in zahlreiche freie Enden mit je einer nierenförmigen Theca gespalten ist. Pollenkörner mit stacheliger Exine (vgl. Fig. 474). Fruchtblätter meist zahlreich; Spaltfrüchte oder Kapselfrüchte (Fig. 678—681).

Wichtige Unterfamilien und Gattungen:  
1. *Malveae* mit Spaltfrüchten aus zahlreichen, kreisförmig angeordneten Fruchtblättern. *Malva* mit mehreren einheimischen Arten (Fig. 680). Ausdauernd.



Fig. 680. *Malva silvestris*. a Blüte, b Blütenknospe, c Frucht. Nat. Gr. Offizinell.



Fig. 681. Blütenzweig und aufgesprungene Frucht von *Gossypium herbaceum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



ernde Kräuter. Blätter handnervig, langgestielt. Blüten einzeln oder in kleinen Wickeln blattachselständig. Drei freie Außenkelchblätter. Kronblätter tief ausgerandet, meist rosa gefärbt. *Althaea*, ganze Pflanze dicht mit Sternhaaren bekleidet, sammetig weich. Sechs bis neun am Grunde verwachsene Blätter im Außenkelch. 2. *Hibisceae*, Kapsel Früchte aus meist fünf Carpellen mit entsprechender Zahl von Fächern. *Hibiscus*, häufig als Zierpflanze kultiviert. *Gossypium*, Sträucher mit dreibis fünfzipfligen, langgestielten Blättern. Blüten mit drei großen, die Knospen völlig verdeckenden Außenkelchblättern. Früchte drei- bis fünfcarpellig, fachspaltig. Samen mit dichtem Filz langer Flughaare, die abgerupft und gereinigt Baumwolle darstellen. Wichtigste Arten *G. barbadense*, *arboreum*, *herbaceum* (Fig. 681).

Offizinell: Folia Malvae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Malva neglecta* und *M. silvestris*. Flores Malvae (ibidem) von *M. silvestris*. Folia Althaeae und Radix Althaeae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Althaea officinalis*; Gossypium (Pharm. germ., helv.) von *Gossypium arboreum*, *barbadense*, *herbaceum*.

### 18. Ordnung. Cistiflorae.

Die Angehörigen dieser Ordnung sind durch meist regelmäßig fünfzählige Blüten, durch Spaltung vermehrte, oder, bei unvollständiger Trennung, bündelig verwachsene Staubblätter und einen meist dreizähligen oberständigen Fruchtknoten gekennzeichnet.

1. Familie *Ternströmiaceae*. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit wechselständigen, einfachen, ledrigen Blättern. Blüten regelmäßig, mit dachziegeliger Knospendingen, einfachen, ledrigen Blättern. Blüten regelmäßig, mit dachziegeliger Knospendingen, einfachen, ledrigen Blättern.



Fig. 682. *Thea chinensis*. Blühender Zweig.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. Frucht und Samen. — Offizinell.

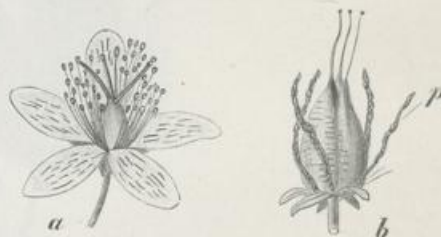


Fig. 683. *Hypericum tetrapterum*. a Blüte, etwas vergrößert, b Frucht. Vergr. 2. p Die vertrockneten Petala.

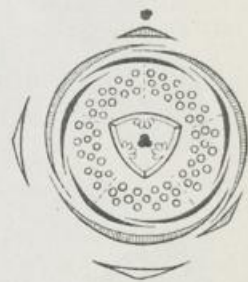


Fig. 684. Blütendiagramm von *Helianthemum vulgare* (Cistaceae). (Nach EICHLER.)

deckung im Perianth, bisweilen ohne scharfe Trennung des Kelches von der Krone. Staubblätter zahlreich, Fruchtknoten gefächert. *Thea chinensis* (Fig. 682), kleiner, in Südchina einheimischer, immergrüner Baum oder Strauch, dessen junge Blätter und Zweigspitzen nach Trocknung und Fermentation Tee liefern. In China, Japan, wie



in vielen tropischen Kolonien in großem Maßstabe kultiviert. *Thea japonica*, Kamelie, beliebter Zierstrauch.

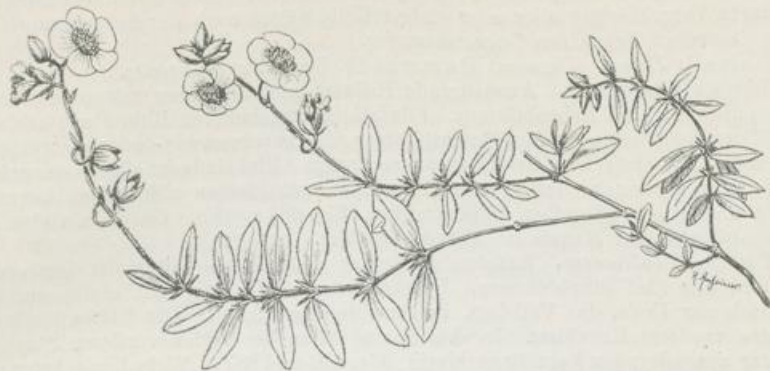


Fig. 685. *Helianthemum vulgare*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr.

Offizinell: Folia Theae (Pharm. austr.) von *Th. chinensis*.

2. Familie **Guttiferae**.

Kräuter, Sträucher oder Bäume mit gegenständigen, einfachen, ganzrandigen Blättern. Blüten bisweilen diklin. Staubblätter bündelweise beisammen. Schizogene Sekretbehälter in allen Teilen. Einheimisch: *Hypericum* mit mehreren Arten. Staubblätter in drei oder fünf Bündeln (Fig. 683). Öldrüsen der Blätter durchscheinend. *Garcinia Mangostana*, Mangostane, geschützter Obstbaum der asiatischen Tropen.

Offizinell: *Garcinia Hanburyi*, Baum Hinterindiens mit dicken Lederblättern und diklinen Blüten. Männliche, mit zahlreichen, an kurzer, kopfförmiger Achse sitzenden Staubblättern, weibliche mit drei- bis mehrcarpelligem Fruchtknoten



Fig. 686. Diagramm von *Viola*.

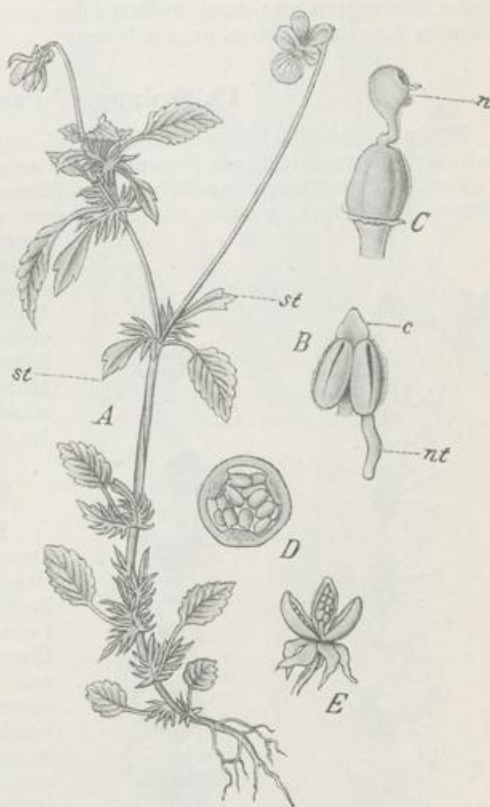


Fig. 687. *Viola tricolor*. A Ganze Pflanze, verkl., st Nebenblätter. B Staubblatt, c Konnektiv, nt Nektarium. C Gynöceum, n Narbe. D Fruchtknoten im Querschnitt. B—D vergr. E Frucht, nat. Gr. — Offizinell.



von breit schildförmigen Narben gekrönt. Der rote, bei Verletzungen austretende Inhalt der Sekrethläuche liefert eingetrocknet Gummigutt oder Gutti (Pharm. germ., helv.).

3. Familie **Dipterocarpaceae**. Ebenfalls Sekretbehälter führend. Charakterisiert durch starke Vergrößerung aller oder einiger Kelchblätter nach der Befruchtung. *Dryobalanops Camphora* liefert den Borneokampfer.

Offizinell: *Shorea Wiesneri*: Dammar<sup>(33)</sup> (Pharm. germ., austr.).

4. Familie **Cistaceae**. Ausdauernde Kräuter oder Sträucher mit gegenständigen, einfachen Blättern und Nebenblättern. Fünfzählige regelmäßige Blüten mit zahlreichen Staubblättern und drei oder fünf Fruchtblättern, die zu einem ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten mit einfachem Griffel zusammentreten. Einheimisch: das Sonnenröschen, *Helianthemum vulgare*; niederliegende Stämmchen mit kleinen elliptischen ungestielten Blättchen und leuchtend gelben Blütentrauben (Fig. 684 u. 685). *Cistus* in vielen Arten, Charaktersträucher der Maquis im Mittelmeergebiet.

5. Familie **Violaceae**. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit meist dorsiventralen Blüten und nur fünf Staubblättern. Fruchtknoten einfächerig mit einfachem Griffel. Einheimisch nur *Viola*, das Veilchen, in verschiedenen Arten. Die Blüten besitzen ein gesporntes vorderes Kronblatt. In den Sporn ragen die beiden vorderen Staubblätter mit Nektar absondernden Fortsätzen hinein (Fig. 686 und 687). Viele *Viola*-Arten führen regelmäßig neben diesen auf Insektenbestäubung eingerichteten, anscheinlichen Blüten, unscheinbare kleistogame mit Selbstbestäubung. Kleistogamie S. 435.

Offizinell: *Herba Violae tricoloris* (Pharm. germ., austr., helv.) von *Viola tricolor*, Stiefmütterchen; durch fiederspaltige große Nebenblätter, die den Blättern selbst an Größe kaum nachstehen, ausgezeichnet.

## 19. Ordnung. Passiflorinae.

Blüten radiär, Fruchtknoten meist mittel- oder unterständig, dreicarpellig, einfächerig mit wandständigen Placenten und meist drei gespaltenen Griffeln.

Familie **Passifloraceae**. Rankende Pflanzen mit großen, durch Auswüchse der Blütenachse (Nebenkrone und Discusbildungen) reich gegliederten Blüten. *Passiflora*-Arten, Passionsblumen, Zierpflanzen aus Südamerika. — Familie **Caricaceae**. *Carica Papaya*, Melonenbaum, enthält in seinem Milchsaft ein pepsinartiges Ferment: Papayotin. Tropen. — Familie **Begoniaceae**. Kräuter mit schief-herzförmigen Blättern. Blüten eingeschlechtig. Fruchtknoten unterständig. Meist Tropen. Viele *Begonia*-Arten bei uns als Zierpflanzen.

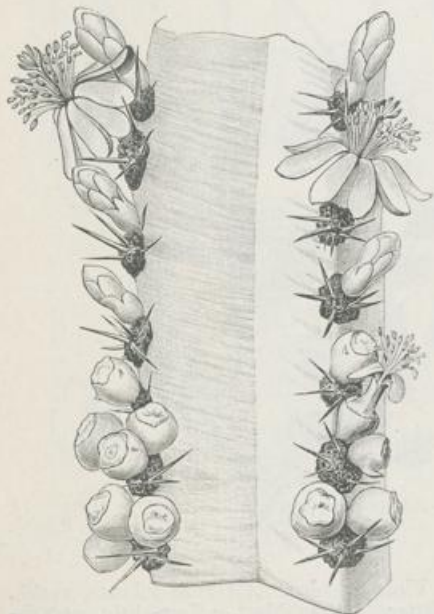


Fig. 688. *Cereus geometrizans*. Zwei Rippenstücke eines fünfrippigen Stammes mit Blüten und Früchten.  $\frac{3}{4}$  nat. Gr.

## 20. Ordnung. Opuntinae<sup>(34)</sup>.

Familie **Cactaceae**. Meist blattlose Stammsukkulente Amerikas von sehr geringen bis zu gewaltigen Dimensionen. Zwitterblüten strahlig, seltener dorsiventral. Perianth vielzählig spiralig, mit allmählichem Übergang von Kelch in Krone. Androeum und Gynoeum vielzählig. Fruchtknoten unterständig, einfächerig mit zahlreichen wandständigen Placenten. Samenanlagen langgestielt. Beerenfrüchte, deren Fleisch wesentlich aus diesen Samenstielen hervorgeht.

*Peireskia* und einzelne Opuntiaarten mit Blättern, andere Opuntien mit flachen sproßgliedern. *Cereus*, *Echinocactus* mit Längsrippen, *Mamillaria* mit freien Höckern (Mamillen); die zahlreichen Dornbüschel auf den



Gliedersprossen, den Rippen oder den einzelnen Mamillen entsprechen je einem Achsel sproß, dessen Tragblatt verkümmert ist, während die Blattanlagen der verbreiterten Sproßachse in Dornen umgebildet werden (Fig. 688).

*Cactaceae* bilden einen Hauptbestandteil der Vegetation im regenarmen Südwesten der Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Mexiko, auch durch Westindien und Südamerika weit verbreitet. Ihre eigenartige Gestaltung findet sich bei *Euphorbiaceen* und *Asclepiadaceen*, die unter ähnlichen klimatischen Bedingungen leben, wieder. Daneben gibt es auch zahlreiche epiphytische Formen, besonders *Rhipsalis*-, *Epiphyllum*- und *Phyllocactus*-Arten, welche die Baumäste als Behang bekleiden und stellenweise den Eindruck der Vegetation erheblich beeinflussen.

Im Mittelmeergebiet verwildert: *Opuntia Ficus indica*, deren Früchte genießbar sind, wie auch zahlreiche andere Arten in ihrer Heimat als Obstbäume geschätzt werden. Einige *Cactaceae*, wie *Anhalonium* u. a. führen stark giftige Alkaloide und Saponine. *Opuntia*- und *Nopalea*-Arten (*Nopalea coccinellifera*) dienen zur Kultur der Cochenille-Schildlaus.

## 21. Ordnung. Thymelaeinae.

Sträucher oder Bäume mit einfachen, ganzrandigen, oft dicht gedrängten Blättern. Blüten zwittrig, strahlig, vier- oder fünfzählig. Krone häufig fehlend. Staubblätter ein- oder zweiwärtig. Ein Fruchtblatt. Fruchtknoten mittelständig mit einer Samenanlage.

1. Familie *Thymelaeaceae*. Samenanlage hängend. *Daphne Mezereum* (Fig. 689). Giftiger Strauch unserer Wälder, blüht im Februar bis März vor der Beblätterung aus den vorjährigen Knospen. Blüten rosenschwarz, stark duftend, vierzählig, ohne Krone. Blätter zunächst schopfförmig, bis die Achse sich streckt. Hochrote Beerenfrüchte. In den Alpen und im Mittelmeergebiet zahlreiche *Daphne*-Arten, die alle giftig sind.

Offizinell: Cortex Mezerei (Pharm. helv.) von *D. Mezereum*.

2. Familie *Elaeagnaceae* mit aufrechter Samenanlage. *Hippophaë*, *Elaeagnus*. Blätter und junge Zweige mit glänzenden Schildhaaren bedeckt.

## 22. Ordnung. Myrtiflorae.

Gegenständige, der Nebenblätter entbehrende, einfache, ganzrandige Blätter; strahlige, vier- oder fünfzählige Zwitterblüten mit unterständigem, höchstens mittelständigem, gefächertem Fruchtknoten kennzeichnen die Myrtifloren. Vermehrung im Androeum ist häufig.

1. Familie *Lythraceae*. *Lythrum Salicaria*, Weiderich. K 6, C 6, A 6 + 6, G (2), durch trimorphe Heterostylie (S. 262) ausgezeichnet.

2. Familie *Melastomaceae*. Ausschließlich Tropenbewohner, die an ihren schön geformten und regelmäßig geaderten Blättern leicht kenntlich sind; beliebte Warmhauspflanzen.



Fig. 689. *Daphne Mezereum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Offizinell und giftig.



3. Familie *Onagraceae*<sup>(35)</sup>. K 4, C 4, A 4 + 4, G (4). Androeum obdiplostemon. Fruchtknoten unterständig (Fig. 690 u. 691).

Wichtigere Gattungen: *Epilobium*, Weidenröschen, in mehreren Arten verbreitet, hat Kapselfrüchte und Samen mit Flughaaren. *Oenothera*-Arten, deren Mutationsfähigkeit DE VRIES erkannte und zur experimentellen Begründung seiner Mutationstheorie verwertete. *Circaea*, Hexenkraut, *Trapa*, Wassernuß, alle einheimisch. Viel kultiviert: *Fuchsia*-Arten, durch kronblattähnlich gefärbten Kelch ausgezeichnet. In Amerika einheimisch. Beerenfrüchte.



Fig. 690. Diagramm von *Oenothera* (Onagraceae).

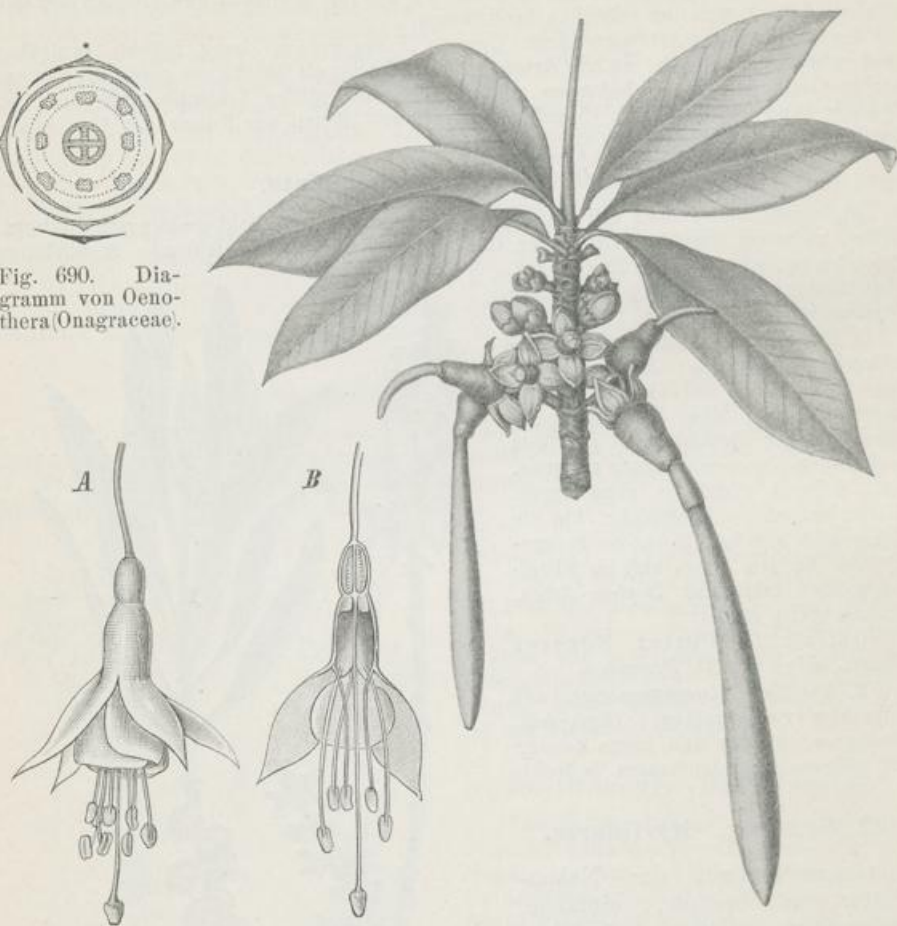


Fig. 691. *Fuchsia globosa*, Blüte. Nat. Gr.

Fig. 692. *Rhizophora conjugata*.  $\frac{1}{4}$  nat. Gr.

4. Familie *Halorrhagidaceae*<sup>(35a)</sup>. Wasserpflanzen mit unscheinbaren kleinen Blüten. *Myriophyllum*, *Hippuris*.

5. Familie *Rhizophoraceae*<sup>(36)</sup>. Tropische Küstenpflanzen der Mangroveformation, durch ihre, den Standortseigentümlichkeiten angepaßte Viviparie, wie durch Atemwurzeln und Stelzwurzeln eigenartig. *Rhizophora*, *Bruguiera*, *Ceriops*, an tropischen Meeresküsten verbreitet (Fig. 692).

6. Familie *Combretaceae*. *Terminalia Chebula* liefert Myrobalanen.

7. Familie *Myrtaceae*. Immergrüne Sträucher oder Bäume; Blätter gegenständig, lederartig, oft aromatisch. Strahlige, vier- oder fünfzählige



Blüten, Androeum vielzählig, Staubblätter häufig in Bündeln, die durch Spaltung entstehen. Fruchtblätter zwei bis viele, mit der Blütenachse zum unterständigen Fruchtknoten verwachsen. Meist Beeren- oder Kapselfrüchte.

Wichtige Gattungen: *Myrtus communis*, Myrte, im Mittelmeergebiet, einzige europäische Art. Häufig angepflanzt finden sich in Italien die australischen *Eucalyptus*-Arten, besonders *E. Globulus*, welche ihres schnellen Wachstumes und branchbaren Nutzholzes halber dem an Holz armen Lande von Wert sind. Junge Exemplare haben sitzende gegenständige Blätter, ältere Bäume dagegen gestielte, halbmondförmig oder sichelartig gebogene, die vertikal herabhängen. In ihrer australischen Heimat rührt die Schattenlosigkeit der Wälder teils von dieser eigenartigen Stellung der Blätter, teils von dem weiten Abstand der einzelnen Baum-Individuen her. *E. amygdalina*, gehört bei 155 m gemessener Höhe und 30 m Umfang am Grunde zu den gewaltigsten Baumriesen, die man kennt. *Psidium Guayava* und einige *Jambosa*-Arten liefern eßbare

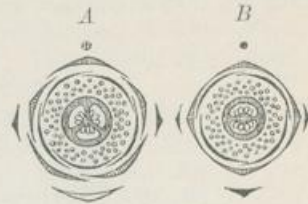


Fig. 693. Blütendiagramme von Myrtaceen. A Von *Myrtus communis*. B Von *Eugenia aromatica*. (Nach EICHLER.)



Fig. 694. *Eugenia caryophyllata*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. Blühender Zweig. Eine Knospe halbiert und eine geöffnete Blüte daneben, etwa nat. Gr. — Offizinell.

Früchte, besonders erstere sehr geschätzt. *Eugenia caryophyllata*, der Gewürznelkenbaum der Molukken (Fig. 694), gibt in den ungeöffneten Blütenknospen die „Nägelchen“



oder „Nelken“. Der Baum wird in den Tropen vielfach kultiviert. Er gewährt ein schönes Bild, sobald an den endständigen Blütenrispen die hochroten langen Knospen mit ihren vier festverwachsenen, weißen Kronblättern zwischen dem glänzenden, ganzrandigen Laub erscheinen, und die geöffneten Blüten ihre zahlreichen, langen, weißen



Fig. 695. *Punica Granatum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Zweig mit Blüte und Knospe. 2 Blütenlängsschnitt. 3 Frucht (vgl. Text).

Staubblätter auseinander spreizen. Die Krone wird bei der Öffnung abgeworfen. Fig. 694 zeigt auch den unterständigen zweifächerigen Fruchtknoten im Längsschnitte.

Offizinell: *Caryophylli*, *Oleum Caryophyllorum* (Pharm. germ., austr., helv.) von *Eugenia caryophyllata*, *Folia Eucalypti* (Pharm. helv.) von *Eucalyptus Globulus*, *Oleum Cajuputi* (Pharm. helv.) von *Melaleuca Leucadendron*, einem den Eucalypten nicht unähnlichen, wenn auch bedeutend niedriger bleibenden Baum, der auf den Molukken (Buru) zwecks Ölgewinnung kultiviert wird und seiner weißen Rinde den Beinamen verdankt.



Fig. 696. A Blütendiagramm von *Punica granatum*. (Nach EICHLER.)

7—14 Fruchtblätter sind in zwei Etagen angeordnet, deren obere der Kelchblattzahl, die untere ihrer Hälfte entspricht (Fig. 696). Frucht von lederiger Wand umhüllt, mit zahllosen Samen in den Fächern beider Etagen. Äußere Schichten der Samenschale fleischig; sie stellen den genießbaren Teil der Frucht dar.

Offizinell: *Cortex Granati* (Pharm. germ., austr., helv.), Stamm- oder Wurzelrinde des Bäumchens.



## 23. Ordnung. Umbelliflorae.

Blütenstände in der Regel doldenförmig. Einzelblüten zwittrig, strahlig, vier- oder meist fünfzählig, mit sehr wenig entwickeltem Kelch, einem Staubblattwirtel und unterständigem, zweifächerigem Fruchtknoten, dessen obere Fläche als Nektarium dient. Zwei Fruchtblätter; jedes Fach mit einer hängenden Samenanlage. Samen mit reichlichem Endosperm.

1. Familie *Cornaceae*. Meist Sträucher oder kleine Bäume, sehr selten krautig. Blätter einfach, häufig in dekussierten Paaren. K 4, C 4, A 4, G (2). Beeren oder Steinfrüchte.

Einheimisch: *Cornus mas*, Cornelkirsche (Fig. 697) entwickelt die kleinen Dolden gelber Blüten bereits vor Erscheinen der Blätter, jede Dolde von vier Hochblättern unterstützt. Steinfrüchte. Nächstjährige Blütenstände schon zur Zeit der Frucht reife in den Blattachseln ausgebildet; sie überdauern den Winter unter dem Schutze ihrer Hochblätter. *C. sanguinea*, häufiger Strauch. *C. suecica*, nordisches Kraut, das in Deutschland seine Südgrenze erreicht.

2. Familie *Araliaceae*. Bäume oder Sträucher mit wechselständigen, bescheideten Blättern von oft bedeutender Größe und einfacher, gelappter oder zusammengesetzter Form. Einzelblüten: K 5, C 5, A 5, G (5) in Dolden oder Köpfchen, diese häufig zu rispenförmigen Gesamtblütenständen vereinigt. Zahl der Fruchtblätter wechselt von 2–5 oder mehr.

Einheimisch nur der wurzelkletternde Efeu, *Hedera Helix*, dessen eigentliche, elliptisch zugespitzte Blattform erst an den orthotropen Trieben älterer Pflanzen auftritt, welche alsdann auch (im Spätsommer oder Herbst) zur Blüte gelangen. Jugendliche Blattform der kriechenden oder kletternden plagiotropen Triebe gelappt und meist kürzer gestielt (Fig. 698). Kelch fünfzipfelig, den fünf Rippen des Fruchtknotens entsprechend. Krone von grünlicher Färbung; großer Discus auf der Fruchtknotenoberfläche lockt reichlichen Besuch von Bienen herbei. Früchte reifen während des Winters zu blauschwarzen Beeren, denen Amseln und andere Vögel eifrig nachstellen und so die Samen verbreiten.

3. Familie *Umbelliferae*. Kräuter oder Stauden von bisweilen mächtiger Größe. Der Stengel trägt wechselständige Blätter, welche ihn mit ihren oft stark entwickelten Scheiden völlig umfassen und in massive Knoten und hohle Internodien gliedern. Blätter meist reich zusammengesetzt, nur in wenigen Fällen einfach. Blütenstände gipfelständig, oft durch nächstjüngere Achselsprosse übergipfelt. Dolden oder häufiger Doppeldolden mit Stützblättern, die eine „Hülle“ bzw. „Hüllchen“ bilden, oder ohne solche. Einzelblüten weiß, grünlich oder gelb, andere Farben sehr selten. K 5 (meist nur in Form kurzer Spitzen), C 5, A 5, G (2). Randblüten der Doppeldolden durch Vergrößerung der auswärts gekehrten Kronblätter bisweilen dorsi-



Fig. 697. *Cornus mas*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Blühender, 2 fruchttragender Zweig. 3 Blüte von oben. 4 Blütenlängsschnitt. 3, 4 vergr.



ventral. Fruchtknoten stets zweicarpellig und zweifächerig, mit je einer Samenanlage, die an der medianen Scheidewand (Fugenfläche) herabhängt



Fig. 698. *Hedera Helix*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Aufrechter, blühender, 2 kriechender Sproß mit den betreffenden Blattformen. 3 Fruchtstand. 4 Frucht. 5 Blüte von oben. 6 Blüte von der Seite. 7 Blütenlängsschnitt. 4—7 Vergr. — Giftig.

und ihre Mikropyle aufwärts und auswärts kehrt. Scheitelfläche der Fruchtblätter von einem geschwollenen Nektariumpolster eingenommen, in dem mehr oder minder langen Griffel mit kugeliger Narbe endend. Spaltfrucht, durch Trennung in der Fugenfläche in zwei Teilfrüchtchen zerfallend. In vielen Fällen werden die Teilfrüchtchen nach ihrer Trennung noch eine Zeitlang von dem in der Mittellinie der Scheidewand befindlichen, aus mechanisch wirksamem Gewebe bestehenden Carpophor, Fruchtträger, festgehalten, der sich von dem übrigen Gewebe der Fugenfläche löst und sie am oberen gegabelten Ende pendeln läßt (Fig. 699—706).



Fig. 699. Umbelliferae. Diagramm (Siler).

Für die systematische Unterscheidung sind vor allem die Früchte von Bedeutung. Jede Teilfrucht ist mit fünf Rippen ausgestattet, welche die Gefäßbündel führen. An der Fugenfläche liegen die Randrippen der beiden Teilfrüchte oft unmittelbar nebeneinander oder sind weiter



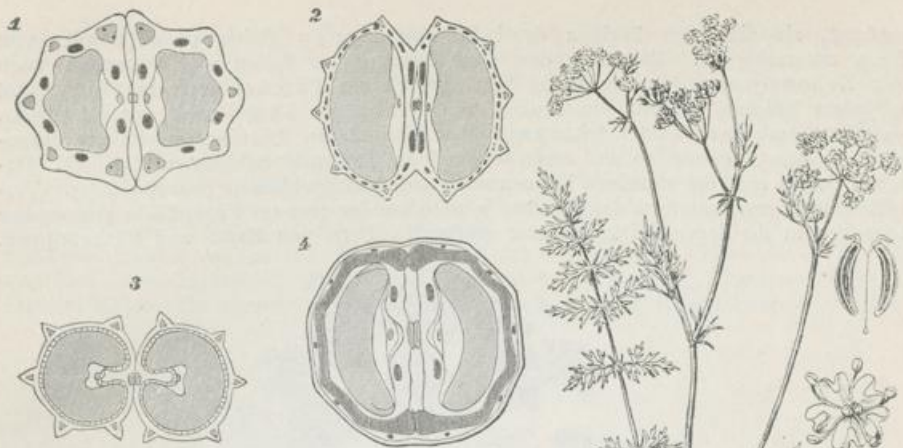


Fig. 700. Umbelliferenfrüchte im Querschnitt. 1 *Foeniculum officinale*. 2 *Pimpinella Anisum*. 3 *Conium maculatum*. 4 *Coriandrum sativum*. Vergr. (4 mit Benutzung einer Figur von DRUDE). — Offizinell.



Fig. 701. *Carum Carvi*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Fruchtstand, Einzelblüte und Teilfrüchte am Carpophor. Vergr. — Offizinell.

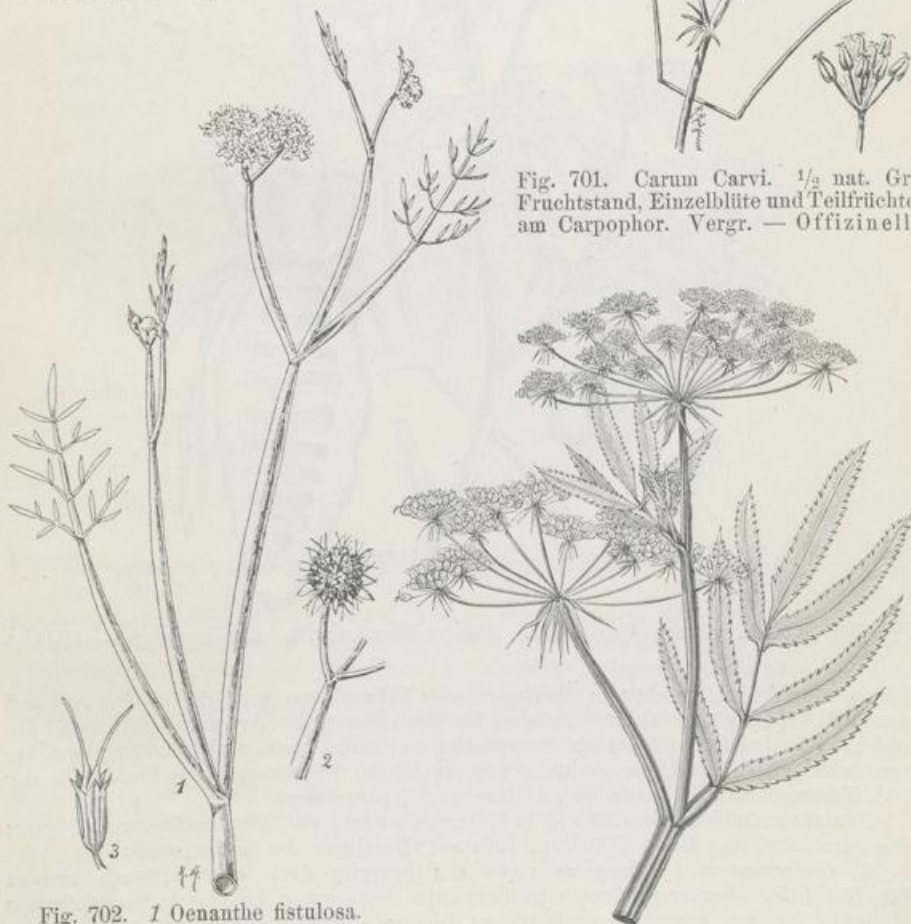


Fig. 702. 1 *Oenanthe fistulosa*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 2 Fruchtstand. 3 Einzel-frucht. Vergr. — Giftig.



Fig. 703. *Sium latifolium*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.



entfernt, sie sind den übrigen drei Rückenrippen gleich gestaltet oder von ihnen unterschieden. Zwischen den fünf Hauptrippen finden sich bisweilen noch vier Nebenrippen. In der Regel folgt jedoch ein Tälchen auf eine Rippe und in jedem Tälchen verläuft ein großer, die Frucht der Länge nach durchziehender, als Ölstrieme bezeichneter Sekretgang. Die Fugenfläche führt beiderseits des Carphors je eine Ölstrieme, so daß sechs davon jeder Teilfrucht zukommen (Fig. 700). Daneben finden sich bei einzelnen Formen noch anderweitige kleinere Sekretbehälter. Verschiedene Querschnittsform der Früchte, je nachdem der quer zur Fugenfläche genommene oder der in ihr liegende Durchmesser größer ist, Form von Rand- und Rückenrippen,



Fig. 704. *Cienta virosa*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Rhizom-Längsschnitt. Frucht vergr. — Giftig.

Fehlen oder Vorhandensein von Ölstriemen oder Nebenrippen, ermöglichen eine gute und sichere Erkennung der Früchte; sie sind für Bestimmung der Arten unentbehrlich. Da zahlreiche Umbelliferenfrüchte als Arzneimittel und Gifte, andere als Gewürze usw. benutzt werden, ist ihre Unterscheidung von erheblicher Bedeutung. Das Endosperm der Umbelliferen-Samen hat fettes Öl als Reservestoff gespeichert.

Neueste gründliche Bearbeitung in ENGLER-PRANTL, Nat. Pflanzenfam. von DRUDE; eine ganz handliche ältere Einteilung fußt auf Gestaltung des Endosperms:

1. *Orthospermae*. Endosperm an der Fugenseite flach oder schwach konvex (Fig. 700, 1, 2). Hierher gehört die größere Zahl: *Hydrocotyle*, kriechende Sumpfpflanzen mit schildförmigen ganzrandigen Blättern; Dolden einfach. *Sanicula*, *Astrantia* eben-



falls mit einfachen Dolden, letztere mit kronartig gefärbter Hülle. *Eryngium*, meist stachelige Pflanzen mit einfachen, fast kopfförmigen Dolden; Hüllblätter oft farbig. *Bupleurum*, ganzrandige Blätter. *Pimpinella*, Bibernell. *P. Anisum*, Anis, einjährige Pflanze, deren Keimlinge die nach und nach auftretende stärkere Zerteilung der Blattspreite erkennen lassen. *Carum Carvi*, Kümmel, alte Kulturpflanze (Fig. 701). Blätter doppelt gefiedert-fiederspaltig. Unterste Fiederchen nebenblattartig. Die unteren größeren Fiederchen meist horizontal gestellt an der vertikal aufsteigenden Hauptspindel. Letzte Fiederchen einfach lineal. Gipfelständige erstblühende Dolde von den aus oberen Blattachsen entwickelten seitlichen übergipfelt. Zweijährig. *Carum Bulbocastanum* mit knolligem Rhizom ausdauernd; Keimlinge mit nur 1 Kotyledon. *Foeniculum*, Fenchel und *Levisticum*, Liebstöckl, gelbblühend, *Petroselinum*, Petersilie, *Pastinaca*, Pastinak, *Daucus*, Möhre oder Carotte, *Apium*, Sellerie, *Anethum*, Dill, Gemüsepflanzen. *Cicuta*,

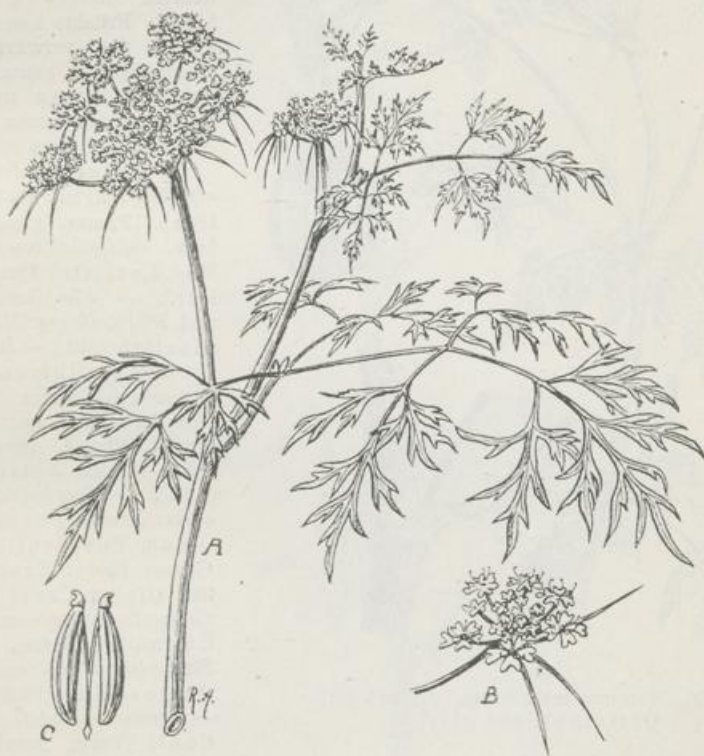


Fig. 705. *Aethusa Cynapium*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. B Einzeldolde. C Frucht. Vergr. — Giftig.

Wasserschierling (Fig. 704), *Sium*, Merk (Fig. 703), *Oenanthe* (Fig. 702), *Berula*, Berle, Wasser- oder Sumpfpflanzen, *Aethusa Cynapium*, Hundspetersilie (Fig. 705) mit gekielten Fruchtrippen, Döldchen mit drei langlinealen außenwendigen Hüllblättchen; sämtlich giftig. *Archangelica officinalis*, Engelswurz, bis ca. 2 Meter hohe stattliche Pflanze, deren doppelt gefiederte große Blätter sackförmige Scheiden haben; ihre grünlichen Blüten auffallend stark protandrisch; erst nach Abfall der Staubblätter kommen Griffel und Narbe zur Entwicklung. Bei *Carum*, *Oenanthe*, *Cicuta*, *Heracleum*, besonders auch den großen *Ferula*-Arten und anderen sind die Blüten durch Fehlschlag polygam oder getrennten Geschlechts, bisweilen diöcisch; den männlichen fehlt der Fruchtknoten vollkommen.

2. *Campylospermae*. Fugenseite des Endosperms von einer Längsrinne durchzogen (Fig. 700 B). *Scandix*, *Anthriscus*, Kerbel, Früchte geschnäbelt, *Chacrophylum*, Kälberkopf. *Conium maculatum*, Schierling, zweijährige häutige Pflanze, oft von stattlicher Höhe. Völlig unbehaart. Stengel wie Blattstiele rot fleckig. Blätter mattgrün,



doppelt bis dreifach gefiedert-fiederteilig. Ihre äußersten Spitzen stets in einen farblosen kleinen stachelartigen Fortsatz auslaufend. Fruchtknoten mit wellig gekerbten Längsrippen, ohne Ölstriemen in den Tälchen. Ganze Pflanze von eigenartigem, unangenehmem Geruch (Fig. 706).



Fig. 706. *Conium maculatum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

3. *Coelosperma*. Fugenseite des Endosperms hohl (Fig. 700 4). *Coriandrum sativum*, einjährige Pflanze. Blüten zygomorph durch starke Vergrößerung der nach außen gekehrten Kelch- und Kronblätter. Früchte kugelig, Teilfrüchte fest verwachsen, mit geschlängelten, kaum vorragenden Hauptrippen und etwas schärfer markierten geraden Nebenrippen dazwischen.

Offizinell: *Archangelica officinalis* liefert Rad. Angelicae (Pharm. germ., austr., helv.). — *Levisticum officinale*: Rad. Levistici (Pharm. germ., helv.). — *Pimpinella magna* und *P. Saxifraga*: Rad. Pimpinellae (ibid.). — *Imperatoria Ostruthium*: Rhizoma Imperatoriae (Pharm. helv.). — *Pimpinella Anisum*: Fructus Anisi (Pharm. germ., austr., helv.), Oleum Anisi (Anethol) (ibid.). — *Foeniculum capillaceum*: Fruct. Foeniculi und Oleum Foeniculi (ibid.). — *Carum Carvi*: Fruct. Carvi und Oleum Carvi (ibid.). — *Coriandrum sativum*: Fruct. Coriandri (Pharm. austr.). — *Petroselinum sativum*: Fruct. Petroselini (Pharm. helv.). — *Conium maculatum*: Herba Conii (Pharm. germ., austr.),

Fructus Conii (Pharm. helv.). — *Dorema Ammoniacum* (Persien): Ammoniacum (Pharm. germ., austr.). — *Ferula galbaniflua* und andere Arten (Persien): Galbanum (Pharm. germ., austr., helv.). — *Ferula Narthex* (Tibet) und *F. Asa foetida* (Persien): Asa foetida (ibid.).

## 24. Ordnung. Hysterophyta.

Eine hauptsächlich parasitische Pflanzen umfassende Ordnung von provisorischer Zusammenstellung; die einzelnen Familien der Ordnung ohne nähere verwandtschaftliche Beziehungen zu einander oder zu anderen Familien.

1. Familie *Aristolochiaceae*. Nicht parasitische Kräuter und schlingende Sträucher mit herzförmigen einfachen Blättern. Blüten mit einfachem, verwachsenem Perianth. Androeum und Gynoeum zum Gynostemium vereinigt. P 3, A 6 + 6, G (6). Unterständiger Fruchtknoten, gefächert. Kapsel Frucht.

Einheimisch: *Asarum europaeum* mit strahligen Blüten. *Aristolochia Clematitis* (Fig. 707) mit dorsiventralen, protogynen Blüten, deren Bestäubung durch kleine



Insekten vermittelt wird (vgl. Fig 243, S. 263). Aufrechtes Kraut mit großen wechselständigen Blättern, die zahlreiche Einzelblüten in den Achseln tragen.

2. Familie *Santalaceae* <sup>(37)</sup>. Grüne, im Boden wurzelnde Parasiten, die benachbarten Wurzeln anderer Pflanzen durch Haustorien Nährstoffe entziehen. *Thesium*-Arten einheimisch.

Offizinell: Oleum Santali (Pharm. germ., austr., helv.) aus dem Holze von *Santalum album* durch Destillation gewonnen. Holz für Kunstschlerei geschätzt.



Fig. 707. *Aristolochia Clematitis*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Rechts eine der Länge nach halbierte Blüte.)

3. Familie *Loranthaceae* <sup>(38)</sup>. Auf Baumstämmen lebende, belaubte, parasitische Sträucher, die besonders in den Tropen häufig sind und z. B. im tropischen Amerika durch die Farbenpracht ihrer Blüten zuzeiten einen schönen Anblick gewähren.

Einheimisch: Der seltene *Loranthus europaeus* auf Eichen; *Viscum album* (Fig. 708), die Mistel, häufiger immergrüner Parasit auf den verschiedensten Bäumen. Dieser mit gegenständigen, umgekehrt eiförmigen Blättern. Stamm knotig gegliedert. Die unscheinbaren Blüten öffnen sich im ersten Frühjahr, sie sind diklin und diöcisch, meist zweizählig, und stehen in zwei- bis fünfblütigen Dichasien. Weiße Beerenfrüchte reifen im Laufe des Winters (Dezember bis März) und werden von Vögeln verzehrt. Vermöge einer Viscinschicht der Fruchtwandung haften mit dem Schnabel abgestrichene Samen



leicht am Zweige, auf dem die Wurzel bei der Keimung sich zu einer Haftscheibe ausbreitet. Aus ihrer Mitte treibt ein der Wurzelhaube entbehrender „Senker“ durch die Rinde bis ans Holz, in das er nicht eindringen kann. Seiner Basis entspringen Seitenwurzeln, die in der Rinde weiterwachsen und sekundäre Senker aussenden. Die Scheitel der Senker werden vom Jahreszuwachs des Holzes umhüllt. Umwandlung in Dauergewebe beginnt am Scheitel, während die dem jeweiligen Cambium des Wirtes entsprechende Region den Zuwachs vermittelt.

4. Familie *Rafflesiaceae*<sup>(39)</sup>. 5. Familie *Balanophoraceae*<sup>(40)</sup>. Chlorophyllfreie Parasiten mit sehr reduzierten, auf Haustorien beschränkten Vegetationsorganen und oft sehr großen Blüten (*Rafflesia*), oder mächtigen Blütenständen mit zahlreichen kleinen Einzelblüten. Fast durchweg Tropenbewohner.



Fig. 708. *Viscum album*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Mit Blüten und Früchten.

*Rafflesia Arnoldi* (Sumatra) mit 1 Meter Blütendurchmesser, die größte aller bekannten Blüten. *Balanophora*-Arten vielfach apogam.

## 2. Reihe. Sympetalae<sup>(15)</sup>.

Perianth in Kelch und Krone geschieden. Krone verwachsenblättrig. Blüten ohne Ausnahme wirtelig, meist fünfzählig. Man kann 2 Untergruppen der Sympetalen unterscheiden: A. Pentacyclae, Blüten mit 5 Wirteln, also: K5, C(5), A5 + 5, G(5) in regelmäßig alternierender Stellung. B. Tetracyclae, durch Ausfall des inneren Staubblattkreises, von dem keine Spur erhalten ist, vierwirtelige Blüten, also: K5, C(5), A5, G(5) in regelmäßig alternierender Stellung oder häufiger G(2) durch Reduktion der Fruchtblattzahl.



## A. Pentacycliae.

1. Ordnung. Ericinae<sup>(41)</sup>.

Pflanzen mit strahligen Blüten, deren Androeum obdiplostemon und nicht mit der Krone verwachsen ist. Pollenfächer mit „Exothecium“. Pollen häufig in Tetraden. Fruchtknoten meist oberständig, gefächert.

1. Familie **Ericaceae**. Immergrüne Sträucher oder Halbsträucher mit kleinen, häufig nadelförmigen Blättchen. Antheren durch Poren oder Spalten sich öffnend, oft mit hornförmig abstehenden Anhängen (daher auch *Bicornes* genannt) versehen. Kapsel-, Beeren- oder Steinfrüchte. Samen endospermreich, mit entwickeltem Embryo (Fig. 709, 710).

Wichtige Unterfamilien und einheimische Gattungen. A. mit oberständigem Fruchtknoten. 1. *Ericaceae*. K 4, C 4, A 4 + 4, G 4, Krone bleibend. *Erica*, Kelch kürzer als Krone; mit einigen einheimischen (*E. Tetrax*), zahlreichen dem Mittelmeergebiet und Kapland angehörigen Formen. *Calluna*, Kelch länger als Krone. *Calluna vulgaris*, das Heidekraut, auf trockenem wie feuch-

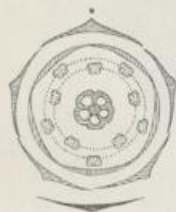


Fig. 709. Diagramm von *Vaccinium* (Ericaceae).

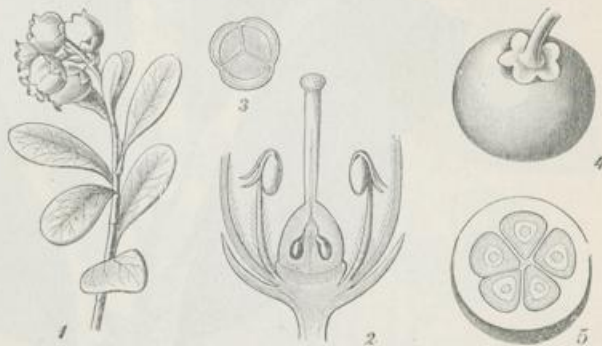


Fig. 710. *Arctostaphylos Uva ursi*. 1 Blühender Zweig. 2 Blüte im Längsschnitt. 3 Pollentetrade. 4 Frucht. 5 Fruchtquerschnitt. 2–5 vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

tem Boden des westlichen Mitteleuropas, ins Gebirge aufsteigend und allein oder im Verein mit wenig zahlreichen anderen Pflanzen große Landstrecken bedeckend, die kurz als Heide bezeichnet werden. — 2. *Arbutae*. Blüte fünfzählig. Krone hinfällig. *Andromeda*, in Mooren der nördlichen Hemisphäre verbreitet, mit Kapselfrucht. *Arctostaphylos uva ursi* an gleichen Orten, zirkumpolar, mit kleinen ganzrandigen Lederblättchen. Fünfsamige Steinfrüchte (Fig. 710). — 3. *Rhodoreae*. Krone hinfällig. Kapseln septiceid. *Rhododendron*, Alpenrosen, drei einheimische Arten, zahlreiche, besonders asiatische Formen als Zierpflanzen in Kultur. *Ledum palustre*, Porst, giftiger immergrüner Strauch unserer Moore mit rostbraunen, am Rande umgerollten Blättern und zierlichen weißen Blütendolden. Krone freiblättrig, sternförmig. — B. Fruchtknoten unterständig. *Vaccinieae*. *Vaccinium Myrtillus*, sommergrüner Halbstrauch, Heidelbeere, *V. Vitis Idaea*, Preiselbeere, immergrün, die häufigsten Beerenfruchtssträucher unserer Wälder, beide hoch ins Gebirge hinaufgehend.

Offizinell: *Folia uvae ursi* (Pharm. germ., austr., helv.) von *Arctostaphylos uva ursi*. *Fructus Myrtilli* (Pharm. helv.) von *Vaccinium Myrtillus*.

2. Familie **Pirolaceae**. Ausdauernde Kräuter, zum Teil immergrün. Krone häufig getrenntblättrig. Samen winzig klein, mit wenigzelligem Embryo. *Pirola* in verschiedenen Arten mit zierlichen Blüten, einzeln oder in Trauben. *Monotropa*, chlorophyllfreie Saprophyten. *M. Hypopitys*, Fichtenspargel, in unseren Wäldern nicht selten; ein mit Schuppenblättern besetzter fleischiger Schaft von gelber Farbe, der mit wenigblütiger, traubiger Infloreszenz abschließt.



## 2. Ordnung. Diospyrinae.

Strahlige, meist fünfzählige Blüten mit diplostemonem Androeum. Kelchstaubblätter oft reduziert. *Sapotaceae*, tropische Familie. Milchsaftschläuche. *Palaquium*- und *Paysona*-Arten des Malayischen Archipels, Guttapercha liefernde Bäume (Fig. 711). Blüten sechszählig. *Minusops*, Bäume der Tropen aller Erdteile liefern Balata. *Ebenaceae*; *Diospyros Kaki*, japanischer Fruchtbaum, *D. Ebenum*, Ebenholzbaum.



Fig. 711. *Palaquium Gutta*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

*Styracaceae*. Bisher angenommene Abstammung des offizinellen Benzoë-Harzes (Pharm. germ., austr., helv.) von *Styrax Benzoin* ist zweifelhaft.

## 3. Ordnung. Primulinae.

Sympetale, strahlige Blüten mit nur einem Staubblattkreis, jedoch vor den Kronblättern und ihnen angewachsen. Einfächeriger oberständiger Fruchtknoten mit freier Zentralplacenta.  $K\bar{5}$ ,  $C\bar{5}$ ,  $A\bar{5}$ ,  $G\bar{5}$ .

1. Familie *Primulaceae*. Kräuter vielfach mit ansehnlichen Blüten. Kelch krautig, Griffel einfach. Zahlreiche Samenanlagen. Kapsel Früchte (Fig. 712—714).



Wichtige Gattungen: *Primula*, in mehreren Arten einheimisch. Kräuter mit Blattrosette. Blüten bald einzeln, bald in doldigen Blütenständen. Kapseln springen mit 5 Zähnen am Scheitel auf. Als Zierpflanzen verbreitet. *Anagallis* mit Deckelkapsel (Fig. 714), Stengel niederliegend mit dekussierten Blattpaaren. *Lysimachia*, stattliche Kräuter mit aufrechten oder kriechenden Stengeln und dekussierten Blättern. *Cyclamen*<sup>(42)</sup> durch übernickende Einzelblüten auf langen Stielen mit zurückgeschlagenen Kronzipfeln gekennzeichnet. Zahlreiche Arten und Bastarde als Zierpflanzen. *C. europaeum*, das Alpenveilchen, in den Alpen verbreitetes Kraut mit dicken, etwas fleischigen, langgestielten



Fig. 712. Diagramm der Primulaceen (Primula).



Fig. 714. *Anagallis arvensis*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Längsdurchschnittene Blüte und aufgesprungene Kapsel. Vergr.



Fig. 713. *Cyclamen europaeum*. Verkl. A Blühende Pflanze. B Frucht. (Nach REICHENBACH.) — Giftig.

Blättern und einer massiven, bleibenden Knolle, aus dem Hypokotyl des Keimlings gebildet; nur ein Kotyledon. Die Fruchtsiele rollen sich spiralig ein (Fig. 713).

Giftig sind die Knollen von *Cyclamen europaeum* in frischem Zustande, gekocht dagegen unschädlich. *Anagallis* ist schwach giftig. *Primula obconica* (und *sinensis*) scheiden in ihren Drüsenhaaren Stoffe ab, die vielfach Hautausschläge und Augenentzündungen hervorrufen.

2. Familie **Plumbaginaceae**. Kräuter mit trockenhäutigem, oft lebhaft gefärbtem Kelch. Griffel gespalten. Eine Samenanlage im Fruchtknoten. *Armeria*- und *Statice*-Arten, auf salzhaltigem Boden häufige Pflanzen.



## B. Tetracyclae.

## 4. Ordnung. Contortae.

Pflanzen mit dekussierten, meist einfachen Blättern und strahlenförmigen Blüten, deren Krone in der Knospenlage häufig gedreht ist. Androeum der Krone angewachsen. Fruchtknoten oberständig, aus zwei Fruchtblättern.



Fig. 715. Oleaceae.  
Diagramm (Syringa).

1. Familie *Oleaceae*. Sträucher oder Bäume ohne Nebenblätter. Blüten vierzählig, jedoch nur zwei Staubblätter. K 4, C(4), A 2, G(2). Krone mit klappiger oder dachiger Knospendeckung. Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenanlagen in jedem Fache (Fig. 715).



Fig. 716. *Fraxinus Ornus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelblüte und Frucht. — Offizinell.



Wichtige Gattungen: *Olea europaea*, Ölbaum<sup>(43)</sup>, im Mittelmeergebiet und Westasien einheimisch und kultiviert. Bäume mit schwach entwickelter Krone von schwanken Hängezweigen mit lanzettlichen, dunkelgrünen, unterseits graugrünen, einfachen und ganzrandigen Blättern. Blüten in blattachselständigen Trauben oder Rispen. Steinfrüchte, deren fleischiges Exokarp, wie das Endosperm des Samens, fettes Öl enthalten (Fig. 717 bis 719). *Ligustrum vulgare*, einheimisch. *Jasminum* und *Syringa* (Fig. 715), Ziersträucher. *Fraxinus*, Esche, mit unpaarig gefiederten Blättern. *F. excelsior* mit kronenlosen anemophilen Blüten, vor der Belaubung blühend. *F. ornus*, Manna-Esche mit doppeltem Perianth entomophil; polygam, weibliche Blüten mit sterilen schwarzen Antheren neben Zwitterblüten; Krone bis zum Grunde gespalten (Fig. 716).

Offizinell: Oleum Olivarum (Pharm. germ., austr., helv.) von *Olea europaea*. Manna (ibidem) von *Fraxinus ornus*, auf Sizilien kultiviert.

2. Familie **Loganiaceae**. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit Nebenblättern. K 5, C 5, A 5, G 2. In den Tropen verbreitete Familie.



Fig. 717. *Olea europaea*. A Ausgebreitete Krone. B Kelch und Fruchtknoten im Längsschnitt. Vergr. (Nach ENGLER-PRANTL.)

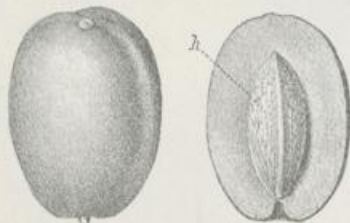


Fig. 718. *Olea europaea*. Steinfrucht.



Fig. 719. *Olea europaea* mit Früchten.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

*Strychnos*-Arten, mit Kletterhaken versehene Lianen oder Bäume liefern Pfeilgifte, sowohl das bekannte Curare Südamerikas, wie dasjenige der Malayen.

Offizinell: Semen Strychni und Strychninum (Pharm. germ., austr., helv.) von *Strychnos nux vomica*, einem kleinen Baum oder Strauch Südasiens mit kugelförmigen, hartschaligen Beerenfrüchten, deren Fleisch eine geringe Zahl der aufrecht stehenden, runden, flach-scheibenförmigen Samen eingebettet enthält (Fig. 720). Radix Gelsemii (Pharm. helv.) von *Gelsemium nitidum* (südliches Nordamerika).

3. Familie **Gentianaceae**. Kräuter ohne Nebenblätter. Krone in der Knospenlage gedreht (Fig. 721). Die zwei Fruchtblätter zu einfächerigem Fruchtknoten verwachsen; zahlreiche Samenanlagen.

Einheimische Gattungen: *Gentiana*<sup>(44)</sup>, artenreiche Gattung mit mehr oder minder stattlichen Vertretern, besonders auf Alpenwiesen häufig und durch die Farben-



pracht der ansehnlichen Blüten auffallend. Die Gattung bietet einen der besten Belege für den Saison-Dimorphismus, d. h. die Spaltung einer Spezies in zwei nahe verwandte,



Fig. 720. *Strychnos nux vomica*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Frucht und Samen, Querschnitte durch beide. — Offizinell und giftig.

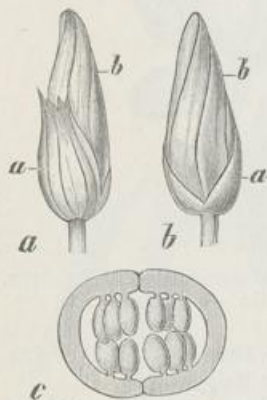


Fig. 721. *Gentiana lutea*. *a* und *b* Blütenknospe mit Kelch (*a*) und der gedrehten Krone (*b*). Nat. Gr. *c* Fruchtknoten im Querschnitte, vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

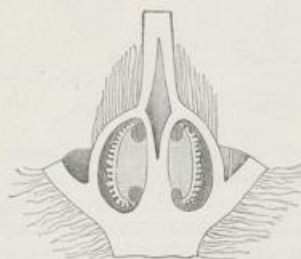


Fig. 723. *Strophanthus hispidus*. Fruchtknoten im Längsschnitt  $\frac{10}{1}$ . (Nach ENGLER-PRANTL.)

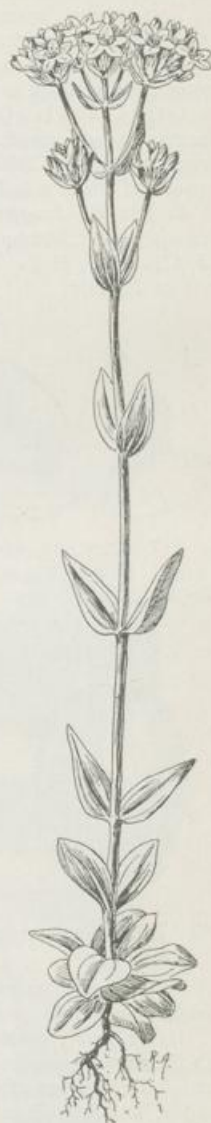


Fig. 722. *Erythraea Centaurium*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Offizinell.

deren Entwicklung auf verschiedene Jahreszeiten verteilt ist; da nämlich der Höhepunkt der sommerlichen Wiesenvegetation mit dem alljährlich wiederkehrenden Schnitt



zusammenfällt, soll dieser Umstand die Spaltung in eine vor diesem Zeitpunkt fruchtende frühe, eine erst nachher sich entwickelnde späte Art veranlaßt haben. — *Erythraea*, Tausendgüldenkraut (Fig. 722); Antheren spiralig gewunden. — *Menyanthes*, Bitterklee, mit gedrehten, wechselständigen Blättern und langgestielten Trauben weißer Blüten, deren Kronblätter bärtig behaart sind. — *Limnanthemum*, Wasserpflanzen mit Schwimmblättern.

Offizinell: Radix Gentianae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Gentiana lutea*, *pannonica*, *punctata*, *purpurea*. Herba Centaurii (Pharm. germ., austr., helv.) von



Fig. 724. *Strophanthus hispidus*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach MEYER und SCHUMANN.) — Frucht ca.  $\frac{1}{7}$ , Samen  $\frac{1}{3}$  nat. Gr. (Nach SCHUMANN in ENGLER-PRANTL.) — Offizinell.

*Erythraea Centaurium*. Folia Trifolii fibrini (Pharm. germ., austr., helv.) von *Menyanthes trifoliata*.

4. Familie **Apocynaceae**. Immergrüne Kräuter, Sträucher oder Bäume, besonders in den Tropen verbreitet, ohne Nebenblätter. Milchsaftschläuche in allen Teilen. K5, C(5), A5, G2. Kronblätter in der Knospe gedreht. Narbe ringförmig. Fruchtblätter nur durch den gemeinsamen Griffel zusammengehalten, unterwärts frei (Fig. 723) und nach der Befruchtung auseinanderstrebend. Meist zwei Balgfrüchtchen. Samen mit Haarschopf.



Wichtige Gattungen: Einheimisch nur *Vinca minor*, das Immergrün unserer Wälder (Fig. 726). Vielfach kultiviert: *Nerium Oleander* (Fig. 725) aus Südeuropa, mit wohlriechenden ansehnlichen rosa Blüten, ist in allen Teilen sehr giftig. Blätter lanzettlich, graugrün, dekussiert oder in dreizähligen Quirlen.

Offizinell: Semen *Strophanthi* (Pharm. germ., austr., helv.) von *Strophanthus Kombe* und *Str. hispidus*<sup>(44a)</sup>, Lianen des tropischen Afrika (Fig. 724). Cautschuc<sup>(45)</sup> von *Kickxia elastica* und anderen Arten, Bäumen des tropischen Westafrika; ferner



Fig. 725. *Nerium Oleander*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.

von zahlreichen *Landolphia*-Arten (*L. Kirkii*, *Heudelotii*, *comorensis* usw.), Lianen, die im ganzen tropischen Afrika häufig sind oder waren und, zusammen mit den ebenfalls hierher gehörigen „Wurzelkautschuk“ gebenden *Carpodinus*-Arten Angolas, die Hauptmenge des afrikanischen Kautschuk bringen. *Hancornia speciosa*, Baum der trockenen Campos Brasiliens südlich des Amazonas-Gebietes, liefert den „Mangabeira“-Kautschuk. *Willoughbeia firma*, *flavescens* und andere Vertreter dieser malayischen Lianen-Gattung verdienen ebenfalls Erwähnung als Kautschukpflanzen. Guttapercha ist in dem Milchsafte von *Tabernaemontana Donnell Smithii* gefunden, einem Schattenbaum für Kaffeepflanzungen in Mittelamerika. Da bisher ausschließlich schwer kultivier-



bare Sapotaceen für Guttaperchagewinnung in Betracht kamen, wird die Pflanze wohl bald eine wichtige Rolle spielen. *Cortex Quebracho* (Pharm. austr., helv.) von *Aspidosperma Quebracho* (S.-Am.).

5. Familie *Asclepiadaceae*. Den Apocynaceen nahe verwandt und sehr ähnlich; mit gedrehter Knospenlage der Krone, freien, nur durch die prismatische Narbe zusammengehaltenen Fruchtblättern und Milchsaft in allen Teilen. Staubblätter an der Basis vereinigt, mit dorsalen nektarführenden Anhäng-

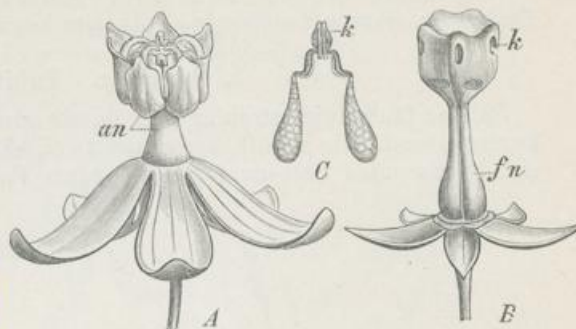


Fig. 727. *Asclepias curassavica*. A Blüte, *an* Androeceum. Vergr. 4. B Kelch und Gynoeceum, *fn* Fruchtknoten, *k* Klemmkörperchen. Vergr. 6. C Zwei Pollinien. Stärker vergr. (Nach BAILLON.)



Fig. 726. *Vinca minor*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr.



Fig. 728. *Vincetoxicum officinale*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Giftig.

seln, welche eine Nebenkronen bilden. Pollenmassen fachweise zu Pollinien verklebt, deren Stiele an drüsigen Schwellungen des kantigen Narbenkopfes, den Klemmkörperchen, festsitzen. Diese alternieren mit den Staubblättern, so daß die an einem Klemmkörperchen hängenden Pollinien einzeln je dem rechten und dem linken Nachbar-Staubblatte entstammen. Besuchende Insekten nehmen, ähnlich wie bei den Orchidaceen, die ganzen Pollinien mit fort und übertragen sie auf andere Blüten (Fig. 727).



Wichtige Gattungen: Einheimisch nur *Vincetoxicum officinale* (Fig. 728), Staude mit unscheinbaren weißen Blüten, langbehaarten Samen in den Balgfrüchten; giftig. Im übrigen meist Bewohner der Tropen und Subtropen. Besondere Erwähnung verdienen die sukkulenten *Stapelia*-, *Hoodia*-, *Trichocaulon*- usw.-Arten, kaktusähnliche Pflanzengestalten der südafrikanischen Wüsten und die eigenartigen Kannenpflanzen des Malayischen Gebietes, *Dischidia Rafflesiana*<sup>(48)</sup>. Vielfach kultiviert *Hoya carnosa*.

Offizinell: Cortex Condurango (Pharm. germ., austr., helv.) von *Marsdenia Condurango*, einer in Ecuador und Columbien heimischen Liane.

### 5. Ordnung. Tubiflorae.

Blüten fünfzählig, strahlig oder dorsiventral, zwei Fruchtblätter. Fruchtknoten oberständig zweifächerig, mit zwei, häufig durch eine falsche Scheidewand getrennten Samenanlagen in jedem Fache.



Fig. 729. *Convolvulus arvensis*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Blütenlängsschnitt und Fruchtkapsel vergr.



Fig. 730. *Exogonium Purga*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

1. Familie **Convolvulaceae**. Kräuter oder Sträucher, seltener Bäume, mit wechselständigen, pfeil- bis herzförmigen Blättern, meist Schlingpflanzen. Viele mit Milchsaft. Blumenkrone weit trichterförmig, kaum gelappt; in der Knospenlage längs gefaltet und rechts gedreht. Staubblätter fünf. Samenanlagen des zweifächerigen, oft vierkammerigen Fruchtknotens grundständig. Kapselfrüchte.

Wichtige Gattungen: *Convolvulus arvensis* (Fig. 729), Ackerwinde, schlingendes ausdauerndes Kraut, überall an Wegrändern und vielfach in Getreidefeldern. Blüten einzeln, langgestielt, blattachselständig, bisweilen aus den Achseln der Vorblätter eine zweite Blüte. *Calystegia*, zwei große Vorblätter unmittelbar unter dem Kelch. *C. sepium*, Zaunwinde, *Cuscuta*<sup>(47)</sup>, sehr chlorophyllarme, fadenförmige Parasiten, auf verschiedenen Wirtspflanzen mittels Haustorien schmarotzend. Kleine Blüten in geknäuelten Blüten-



stünden beisammen (vgl. S. 192, Fig. 202). *Ipomoea*, hauptsächlich tropische Gattung, liefert einige beliebte Zierpflanzen; *I. pes-caprae*, Dünenpflanze des ganzen Tropengebietes.

Offizinell: *Tubera Jalapae*, Jalapenknolle (Pharm. germ., austr., helv.), und *Resina Jalapae*, von *Exogonium Purga* (Fig. 730), einer an den bewaldeten Ostabhängen des mexikanischen Hochlandes wachsenden Pflanze mit windendem Stengel und knollig verdickten Nebenwurzeln. *Scammonium* (Pharm. helv.), Milchsaft von *Convolvulus Scammonia* (Kleinasien).

2. Familie **Polemoniaceae**. Fruchtblätter meist drei. Kein Milchsaft. *Polemonium coeruleum* einheimisch. *Cobaea scandens* und *Phlox*, Zierpflanzen.

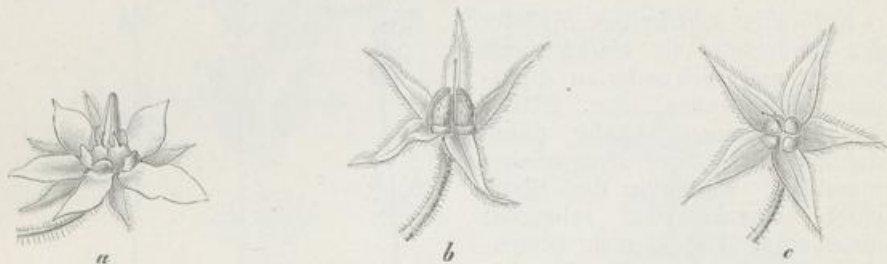


Fig. 731. *Borrago officinalis*. a Blüte, b und c Frucht. Nat. Gr.

3. Familie **Hydrophyllaceae**. K 5, C 5, A 5, G (2). Infloreszenzen Wickel.

4. Familie **Borraginaceae**. Kräuter mit meist rauhhaarigen Stengeln und Blättern, diese wechselständig. (Asperifoliaceae.) Infloreszenzen stets wickelartig<sup>(48)</sup>. Blüten strahlig oder dorsiventral. Kronblätter oft mit Schlundschuppen. Fruchtknoten



Fig. 732. *Echinum vulgare*. Blütenzweig  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelblüte und Frucht (vier Klausen) vergr.

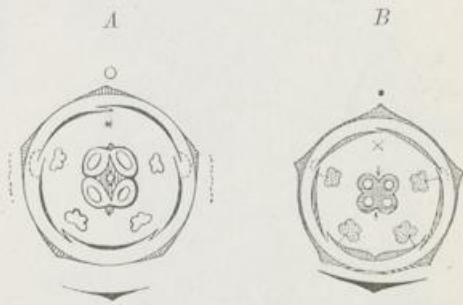


Fig. 733. Blütendiagramme. A *Verbena officinalis*. (Nach EICHLER.) B *Lamium* (Labiatae).

stets zweifächerig, durch falsche Scheidewände in vier einsamige Klausen zerteilt, in deren Mitte der Griffel sitzt. Samenanlagen hängend. Vierteilige Spaltfrucht (Fig. 731, 732).

Gattungen: *Symphitum*, Wallwurz, *Borrago*, Borretsch, *Anchusa*, Ochsenauge, *Echinum*, Natternkopf, *Myosotis*, Vergißmeinnicht, gehören mit zu den häufigsten und zugleich auffälligsten krautartigen Bestandteilen unserer einheimischen Flora; ganzrandige, rauhhaarige, wechselständige Blätter und verhältnismäßig große, heller oder dunkler blaue Blüten sind neben den eigenartigen Infloreszenzen allen gemeinsam. Bei der im Frühjahr häufigen *Pulmonaria officinalis*, Lungenkraut, geht die Farbe der Krone von rot in blau-violett über. *Cerinthe* völlig unbehaart, mit Wachsüberzug. *Heliotropium*, beliebte Zierpflanze mit ungeteiltem Fruchtknoten.



5. Familie *Verbenaceae*. Sträucher oder Bäume, selten Kräuter, mit dorsiventralen Blüten. K 5, C (5), A 4, G (2), von der nächsten Familie nur durch den terminalen Griffel unterschieden (Fig. 733 A). Einheimisch nur *Verbena officinalis*. *Lantana*, weitverbreitete tropische Unkräuter. *Tectona grandis*<sup>(40)</sup> liefert das wertvolle Teakholz; laubabwerfender Baum der trockeneren Gegenden Ostindiens. *Avicennia*<sup>(50)</sup>, Bäume der Mangrove-Vegetation mit viviparen Früchten und Pneumatophoren (Fig. 213). *Clerodendron*<sup>(51)</sup> mit myrmekophilen Arten.

6. Familie *Labiatae*. Kräuter oder Sträucher mit vierkantigem Stengel und dekussierten Blattpaaren ohne Nebenblätter. Blätter einfach; Pflanzen häufig durch reichlich vorhandene Drüsenhaare aromatisch. Blüten in den Blattachseln einzeln oder scheinbar quirlständig. Die kleinen Blütenstände sind Dichasien oder Doppelwickel, welche oft zu kopfigen oder ährenähnlichen Gesamtfloreszenzen zusammentreten. Einzelblüte (Fig. 734) stets dorsiventral. Kelch verwachsenblättrig, fünfzählig; Krone zweilippig, Oberlippe mit zwei, Unterlippe mit drei Zipfeln; Staubblätter paarweise un-



Fig. 734. *Galeopsis ochroleuca*. a Blüte, nat. Gr., b dieselbe ohne Kelch, nat. Gr., c Corolle, aufgeschnitten, mit den Staubblättern und dem Griffel, d Kelch mit dem Gynöceum, e Frucht. c—e vergr. 2. Offizinell.



Fig. 735. *Lavandula vera*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.



gleich lang, vier, selten nur zwei; Fruchtknoten aus zwei, durch falsche Scheidewand tief eingeschnürten Fruchtblättern, in deren Mitte der Griffel eingesenkt ist. Narbe zweispaltig. Ringförmiges Nektarium am Grunde des Fruchtknotens. Spaltfrüchte: vier „Klausen“.

Wichtige Gattungen: Die Lippenblüter stellen einen großen Teil unserer häufigsten einheimischen Frühjahrs- und Sommerblumen wie *Lamium*, *Galeopsis*, *Stachys* mit helmförmiger, *Ajuga* mit sehr kurzer, *Teucrium* mit tiefgespaltener Ober-



Fig. 736. *Salvia officinalis*. Blühender Sproß.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Der Länge nach aufgeschnittene Kronröhre mit den Staubblättern. Vergr. — Offizinell.



Fig. 737. *Melissa officinalis*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

lippe; *Nepeta* und *Glechoma* mit längeren hinteren Staubblättern, abweichend von den meisten Labiatenblüten, deren vordere Staubblätter die längeren sind. *Salvia* <sup>(52)</sup>, Salbei, eine der artenreichsten Gattungen; protandrisch, ausgezeichnet durch Fehlschlagen zweier Staubblätter (Fig. 736). Die beiden fertil gebliebenen tragen an ungewöhnlich langem



Konnektiv eine vordere pollenführende Theca unter der schützenden Oberlippe verborgen. Die hintere, bei verschiedenen Arten in etwas verschiedener Weise entwickelte Theca sperrt den Zugang zur Blumenkronröhre und Nektarium (vgl. S. 244, Fig. 264). Sie wird von den besuchenden Bienen aufwärts geschoben, und damit der andere Hebelarm des um den Anheftungspunkt drehbaren Konnektives auf den Rücken des Insektes niedergedrückt. In älteren Blüten steht dann die zweispaltige Narbe derart, daß die Tiere den mitgebrachten Pollen an ihr abstreichen müssen. — Viele *Salvia*-Arten sind mehr noch als durch ihre Blüten selbst, vermöge der lebhaft gefärbten Hochblätter ausgezeichnete Zierpflanzen. Besondere Verbreitung haben die Labiaten in den trockneren Gestrüchformationen des Mittelmeergebietes, den Maquis: *Salvia officinalis*, *Marrubium*, *Phlomis*, *Lavandula*-Arten. *Rosmarinus officinalis*, ein stattlicher Strauch mit kleinen schmalen, am Rande umgerollten Blättchen und hellblauen Blüten, deren Staubblätter ebenfalls nur in Zweizahl fertil sind. Viele Arten als aromatische Küchenkräuter in Gebrauch: *Origanum Majorana*, *Satureja hortensis*, *Ocimum Basilicum*, *Salbei* und *Thymian*. Dieser, *Thymus vulgaris* des Mittelmeeres, wie der deutsche *Quendel*, *Thymus Serpyllum*, niedrige Halbsträucher mit polygamen Blüten, größeren zwitterigen und rein weiblichen kleineren. Ebenso einige *Mentha*-Arten. Die viel kultivierte *M. piperita* ist ein Bastard zwischen *M. viridis* und *aquatica*; völlig steril, seit den ältesten Zeiten durch Ausläufer verbreitet. *M. crispa*, ebenfalls vielfach in Kultur, crispate Formen von *M. viridis*, *M. longifolia* var. *undulata*, *M. silvestris* u. a.

Offizinell: *Lavandula vera* (Mittelmeerländer) liefert: Flores Lavandulae und Oleum Lavandulae (Pharm. germ., austr., helv.). — *Salvia officinalis*: Folia Salviae (ibid.). — *Melissa officinalis*: Folia Melissa (ibid.). — *Thymus Serpyllum*: Herba Serpylli (ibid.). — *Th. vulgaris* (Mittelmeerländer): Herba Thymi und Oleum Thymi (Pharm. germ., helv.), ferner Thymolum (Pharm. germ., austr., helv.). — *Rosmarinus officinalis*: Folia Rosmarini (Pharm. austr., helv.), Oleum Rosmarini (Pharm. germ., austr., helv.). — *Mentha piperita*: Folia Menthae piperitae, Oleum Menthae piperitae und Mentholum (Pharm. germ., austr., helv.). — *M. crispa*: Folia Menthae crispae (Pharm. austr.). — *Galeopsis ochroleuca*: Herba Galeopsidis (ibid.). — *Origanum vulgare*: Herba Origani (ibid.). — *Origanum Majorana*: Herba Majoranae (Pharm. helv.).

## 6. Ordnung. Personatae.

Die Personaten werden durch die kleine Familie der Nolanaceen ebenfalls an die Convolvulaceen angeknüpft, von denen die Tubifloren ausgingen. Blüten strahlig oder dorsiventral. Ihrer Grundform entspricht auch hier die Formel  $K5, C(5), A5, G(2)$ . Doch fehlen die falschen Scheidewände im Fruchtknoten und die Zahl der Samenanlagen pflegt eine recht erhebliche zu sein.



Fig. 738. Solanaceae.  
Diagramm (Petunia).

1. Familie *Solanaceae*. Kräuter oder kleinere Holzgewächse mit wechselständigen, nebenblattlosen Blättern und fast immer strahligen Blüten.  $K5, C(5), A5, G(2)$ . Krone flach oder röhrenförmig, in der Knospenlage gefaltet. Fruchtknoten zweifächerig, mit schräg zur Mediane stehender Scheidewand und sehr zahlreichen Samenanlagen an dicken Placenten. Kapsel oder Beerenfrüchte. Samen mit Endosperm und meist stark gekrümmtem Embryo (Fig. 738).

Bei zahlreichen Solanaceen kommen scheinbar extraaxilläre Verzweigung und gepaart scheinende Blätter an den blühenden Achsen vor, wie bei den Einzelbeschreibungen näher erörtert wird. Anatomisch sind die Solanaceen durch bikollaterale Gefäßbündel ausgezeichnet.

Wichtige Gattungen und Arten. a) mit Beerenfrüchten: *Atropa Belladonna*, Tollkirsche (Fig. 739), ein stattliches, strauchig erscheinendes, mit Rhizom perennierendes Kraut Europas und Westasiens. Bei uns in lichterem Laubwäldern verbreitet.



Die Sprosse sind zunächst orthotrop und radiär, tragen wechselständige Blätter und eine Endblüte, die selten zur Fruchtreife gelangt. Unterhalb dieser terminalen Einzelblüte tritt eine Blatthäufung und Verzweigung in meist drei gleichstarke Seitenzweige auf. Jeder Seitenzweig gabelt sich und nimmt bei wickelartiger Weiterverzweigung dorsiventralen Habitus an. Durch Förderung je eines Achselsprosses der beiden einer Sproßgeneration angehörigen Blätter und Hinaufwachsen des Tragblattes an ihm, wird die



Fig. 739. *Atropa Belladonna*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

jedesmalige Endblüte scheinbar achselständig. Ihr großes Tragblatt rückt neben das kleinere der nächsten, meist nicht zur Entwicklung gelangenden Achselknospe hinauf, so daß gepaarte Blätter vorhanden scheinen. Blüten kurz, aufgedunsen, röhrenförmig, von trüber Purpurfarbe. Der Kelch wächst nach der Befruchtung weiter und läßt die dunkel blauschwarze Frucht, deren schräg stehende Scheidewand an einer kleinen Rinne kenntlich wird, deutlich hervortreten.



*Solanum*-Arten zählen unter die häufigsten Unkräuter, Blüten radiär: *S. nigrum*, Nachtschatten, *S. Dulcamara*, Bittersüß (Fig. 740), mit Stengel und Blattstielen kletternder Strauch, besonders in Ufergebüsch u. dergl. häufig. *S. tuberosum*, Kartoffel, *Lycopersicum*, Tomate, *Capsicum annuum*, spanischer Pfeffer mit trockenen Beerenfrüchten; in der Verzweigung und Blattstellung *Atropa* ähnlich. b) mit Kapselfrüchten. *Datura Stramonium*, Stechapfel (Fig. 741), eine in ganz Europa, Asien, Nordamerika verbreitete annuelle Pflanze mit buchtig ausgeschweiften, fiedernervigen Blättern, großen, weißen, gipfelständigen Blüten und am Scheitel vierspaltig aufspringenden, stacheligen Früchten. Die Pflanze bringt ihre erste endständige Blüte schnell zur Entwicklung, und zeigt dann reiche dichasiale Verzweigung. Da nun die Tragblätter an ihren meist gleich stark sich entwickelnden gabeligen Achselsprossen hinaufwachsen, kommt stets der Anschein extra-axillärer Verzweigung zustande mit einer in der Gabel stehenden Endblüte oder Frucht.



Fig. 740. *Solanum Dulcamara*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

*Nicotiana Tabacum* (Fig. 742, 743), in zahlreichen Kulturformen verbreitete Pflanze Südamerikas, jetzt in den Tropen wie bei uns kultiviert. Große wechselständige, reich drüsig behaarte Blätter, welche getrocknet und zubereitet als Tabak Verwendung finden. Blüten langröhrig in endständigen Rispen. *Hyoscyamus niger*, Bilsenkraut (Fig. 744), einjährig, in Mitteleuropa, Nordafrika und Westasien verbreitet. Blätter am blühenden Stengel sitzend, grundständige gestielt, alle reich drüsig behaart. Blüten ein wenig dorsiventral, von unbestimmt gelblich-violetter Farbe mit dunklerer Zeichnung; sie bilden eine Wickel. Kapselfrüchte mit Deckel aufspringend. *Petunia*, *Salpiglossis* beliebte Zierpflanzen mit schräg zygomorphen Blüten.

Mehr oder minder giftig sind alle Solanaceen infolge zum Teil sehr bedeutenden Gehaltes an Alkaloiden oder giftigen Glykosiden. *Solanum*-Arten, *Atropa*, *Datura*, *Hyoscyamus*, *Nicotiana* rechnen zu unseren gefährlichsten Giftpflanzen.

Offizinell: *Atropa Belladonna* liefert Folia Belladonnae (Pharm. germ., austr., helv.). Radix Bell. (Pharm. austr., helv.), Atropinum (Pharm. germ., austr., helv.). —



*Datura Stramonium*: Semen Stramonii (Pharm. helv.), Folia Stramonii (Pharm. germ., austr., helv.). — *Hyoscyamus niger*: Herba s. Folia Hyoscyami (ibid.). — *Capsicum annuum*: Fructus Capsiei (Pharm. germ., helv.). — *Nicotiana Tabacum*:



Fig. 741. *Datura Stramonium*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Reife Frucht aufgesprungen. — Offizinell und giftig.

Folia Nicotianae (ibid.). — *Solanum Dulcamara*: Caules Dulcamarae (Pharm. austr., helv.). — *Scopolia carniolica*: Scopolaminum (Pharm. germ.).

2. Familie **Scrophulariaceae**. Kräuter mit gegen- oder wechselständigen Blättern ohne Nebenblätter. Blüten dorsiventral, Krone in der





Fig. 742. *Nicotiana Tabacum*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

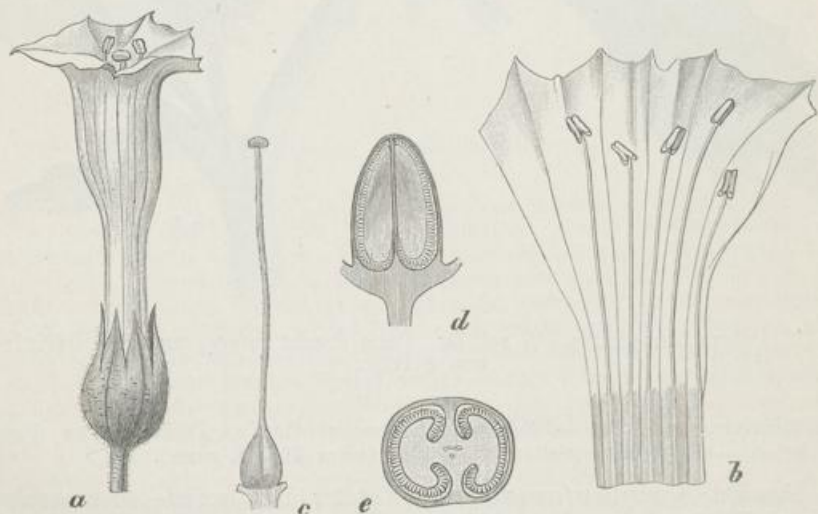


Fig. 743. *Nicotiana Tabacum*. *a* Blüte, nat. Gr., *b* Krone aufgeschnitten, nat. Gr., *c* Fruchtknoten, nat. Gr., *d* und *e* junge Frucht. Vergr. 2.



Knospenlage nicht gefaltet. Staubblätter häufig unvollzählig. Fruchtblätter median (Fig. 745). Zweifächerige Kapselfrüchte.

Wichtige Unterfamilien und Gattungen: a) *Antirrhineae*, nicht parasitisch. *Verbascum* (Fig. 746), Wollkraut; zweijährige Kräuter, die im ersten Jahre eine mächtige Blattrosette bilden, im zweiten Jahre den steil aufsteigenden Blütenschaft emporsenden, der bald nur 2–3blütige, fast sitzende Dichasien in terminaler Ähre trägt, bald durch Bereicherung aus den untersten Blattachseln zu einer reich verzweigten Rispe wird. Einzelblüten schwach dorsiventral mit fünf Staubblättern; die drei hinten stehenden meist



Fig. 744. *Hyoscyamus niger*, blühender Sproß und Frucht.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

wollig behaart und durch quergestellte Antheren von den beiden vorderen normalen unterschieden. *Digitalis*, Fingerhut (Fig. 747, 748) mit schief glockiger Krone und 4 Staubblättern. Blüten in einseitwendiger Traube an schräg aufsteigender Hauptachse herabhängend. *Scrophularia* mit zweilippiger Krone; Unterlippe sehr kurz. *Linaria* und *Antirrhinum* mit gespornter Krone. *Veronica* und *Gratiola* mit nur zwei fertilen Staubblättern (Fig. 745 B). — b) *Rhinantheae*. In einen engeren Verwandtenkreis gehört eine Anzahl von Gattungen, die zu mehr oder minder parasitischer Lebensweise übergegangen sind. Am stärksten ausgebildet ist der Parasitismus bei *Lathraea* (vgl. S. 177), deren Arten des Chlorophylls völlig entbehren; *L. Squamaria*, Schuppenwurz, einheimisch, schmarotzt auf *Corylus*wurzeln; zahlreicher sind die Halbparasiten, wie *Tozzia*, *Bartschia*,



*Pedicularis*, *Euphrasia*, *Odontites*, *Melampyrum*, *Alectorolophus* u. a., die trotz des Besitzes grüner Blätter sich mit Haustorien den Wurzeln anderer Pflanzen anlegen und ihnen Nährstoffe entziehen. Näheres über Lebensweise und Entwicklung, wie über den „Saisondimorphismus“ der Arten<sup>(53)</sup> in der angeführten Literatur.

Offizinell: Folia Digitalis von *D. purpurea* (Pharm. germ., austr., helv.). Flores Verbasci (ibidem) von *Verbascum thapsiforme* und *V. phlomoides*.

3. Familie **Orobanchaceae**. Chlorophyllfreie Wurzelparasiten mit Scrophulariaceenblüten, aber einfächerigem Fruchtknoten. Zahlreiche einheimische *Orobanche*-Arten auf verschiedenen Wirtspflanzen, als „Würger“ bezeichnet (Fig. 749).

4. Familie **Bignoniaceae**. Holzgewächse, vielfach Lianen, mit vier Staubblättern, zweilippiger Krone. Samen geflügelt. *Catalpa bignonioides*, *Tecoma radicans*, Zierpflanzen aus Nordamerika.

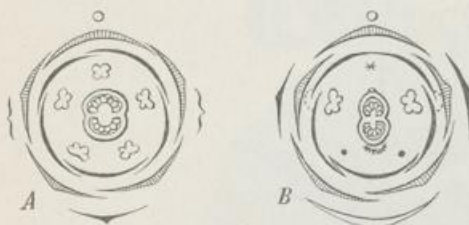


Fig. 745. Scrophulariaceae. Blüten-diagramme. (Nach EICHLER.) A *Verbascum*. B *Gratiola*.

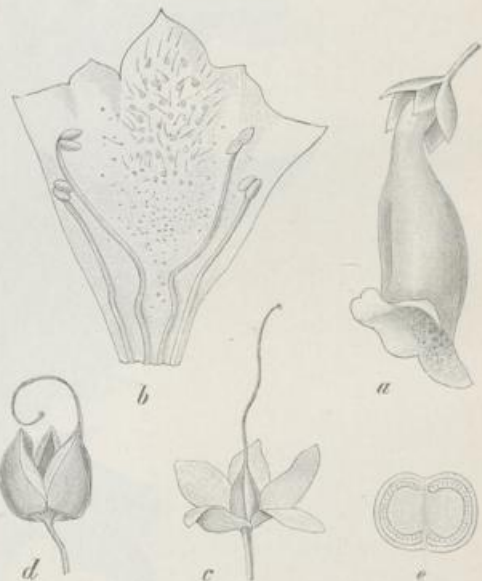


Fig. 747. *Digitalis purpurea*. a Blüte, b Corolle aufgeschnitten, c Kelch und Fruchtknoten, d Frucht, aufgesprungen, e Frucht, im Querschnitt. Nat. Gr. — Offizinell.

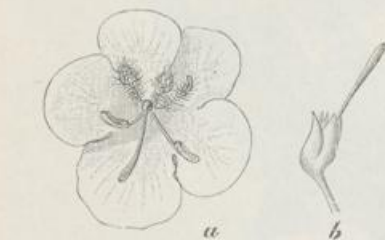


Fig. 746. *Verbascum thapsiforme*. a Blüte, b Kelch und Griffel. Nat. Gr. — Offizinell.

5. Familie **Gesneriaceae**. Kräuter der Tropen mit einfächerigem, bald ober- bald unterständigem Fruchtknoten und 4 oder nur 2 Staubblättern. Der prächtig gefärbten Krone halber beliebte Zierpflanzen, wie *Gloxinia*, *Aeschynanthus*, *Achimenes*. *Ramondia pyrenäica* ist einer der wenigen europäischen Vertreter. *Streptocarpus*<sup>(54)</sup> *polyanthus* entwickelt nur das eine seiner Keimblätter; dieses bleibt dauernd erhalten, erlangt mächtige Dimensionen und bringt Blütenstange an der Basis hervor.

6. Familie **Lentibulariaceae**. Wasser- oder Sumpfpflanzen mit gespornter Krone und nur zwei (vorderen) Staubblättern; insektenfangend und verdauend. *Utricularia*<sup>(55)</sup>, Wasserpflanzen mit reusenähnlichen Blasen, in den Tropen auch als Landpflanzen, Epiphyten u. dergl. vertreten. *Pinguicula* mit grundständiger Rosette am Rande eingerollter Blätter (vgl. Fig. 47 und S. 199).

7. Familie **Acanthaceae**. Kräuter mit dekussierter Blattstellung, vierkantigen Stengeln. Früchte sind zweifächerige, elastisch sich öffnende Kapseln. In den Tropen als Unterholz reich vertreten. *Acanthus*-Arten im Mittelmeergebiet einheimisch; ihre



großen, fiederschnittig ausgerandeten, an den Zipfeln des Randes gestachelten Blätter in der griechischen Kunst als Säulenkapitälé, in Reliefkanten usw. häufig nachgeahmt.



Fig. 748. *Digitalis purpurea*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell und giftig.

8. Familie **Plantaginaceae**. Kräuter mit grundständiger Blattrosette und dichtgedrängten, langgestielten Blütenähren. Blüten vierzählig, radiär. Krone häutig. Fruchtknoten zweifächerig. Griffel lang und behaart.

Gattungen: Wegerich, *Plantago*<sup>(56)</sup>, einheimische Arten stark protogyn (vgl. Fig. 241, S. 262); an den jungen Köpfchen oder Ähren sind die weißen Griffelfäden alle hinaus-



gestreckt, bevor die Krone sich öffnet (Fig. 750). Übergänge von Wind- zu Insektenblüten. *Lilorella lacustris*, Sumpfpflanze mit dreiblütiger Ähre aus je zwei weiblichen Blüten am Grunde und einer langgestielten männlichen Blüte bestehend.



Fig. 749. *Orobanche minor* auf *Trifolium repens* schmarotzend.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelblüte, vergr.



Fig. 750. *Plantago media*.  $\frac{2}{5}$  nat. Gr. Einzelblüte und Frucht, vergr.



## 7. Ordnung. Rubiinae.

Pflanzen von sehr verschiedenem Habitus mit gegenständigen Blättern. Den vorhergehenden Ordnungen gegenüber sind in den Rubiinen Gewächse mit sympetalen Blüten und unterständigem Fruchtknoten vereinigt. Blüten vier- oder fünfzählig. Fruchtknoten zwei- oder dreifächerig. Staubblätter der Krone angewachsen, Kelch sehr unscheinbar.



Fig. 751. *Cinchona succirubra*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

1. Familie **Rubiaceae**. Kräuter, Sträucher oder Bäume mit einfachen Blättern in dekussierter Stellung und mit Nebenblättern. Blüten radiär, Fruchtknoten zweifächerig.

Unterfamilien und wichtige Gattungen: a) *Cinchoneae*. Holzgewächse mit schuppenförmigen Nebenblättern und zahlreichen Samen in jedem Fruchtknotenfache. *Cinchona*, Chinarindenbaum, Gattung der südamerikanischen Anden, zur Zeit in den Gebirgen fast aller tropischen Kolonien kultiviert (Fig. 751, 752). Nebenblätter linförmig. Blüten in endständigen Rispen; röhrenförmig mit flach ausgebreitetem, feingewimpertem Rande. Frucht eine septicide Kapsel, deren Klappen nach der Öffnung vom kurzen



Kelchrande oben noch zusammengehalten werden. Samen rings mit einem breiten häutigen Flugrande. *Ourouparia*<sup>[57]</sup>, Schlingpflanzen der Malayischen Inseln, die mit ihren rückwärts gerichteten Kletterhaken (verkümmerten Infloreszenzstielen) als für Berührungsreiz empfänglichen Organen klettern. Ihre Blüten stehen zahlreich beisammen in kugelförmigen Infloreszenzen, ähnlich wie bei dem in unseren Gärten kultivierten Zierstrauch *Cephalanthus*. — b) *Coffeae*, Nebenblätter schuppenförmig. Fruchtknotenfächer einsamig. *Coffea*, Kaffeestrauch, *C. arabica* (Fig. 753) und *C. liberica*, wichtige Kulturpflanzen der Tropen, ursprünglich in Afrika zu Hause. Von der glänzenden dunkelgrünen Belaubung heben sich die gleich Orangeblüten duftenden, schneeweißen, fünfzähligen Blumenkronen und die lebhaft roten Früchte vorteilhaft ab und machen eine Kaffeeplantage zu einer für Auge und Geruch höchst anziehenden Pflanzung. Fruchtwandung differenziert sich in ein fleischiges Exokarp und ein Steinzellen-Endokarp.

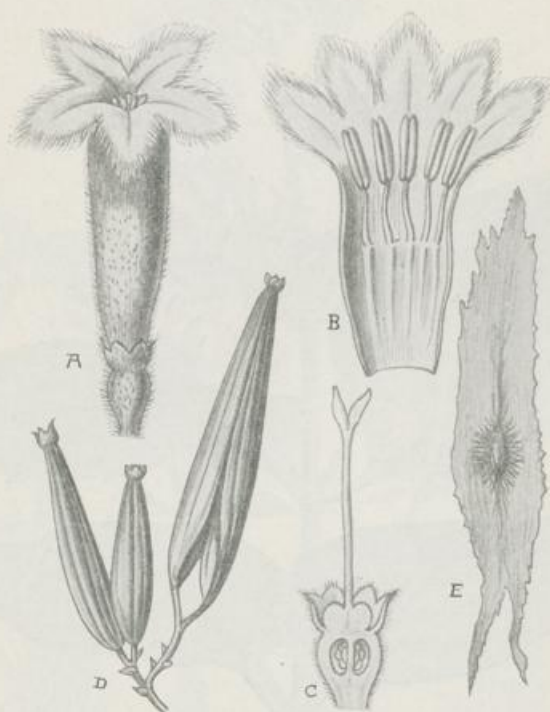


Fig. 752. *Cinchona succirubra*. Vergr. A Blüte. B Corolle aufgeschnitten. C Fruchtknoten-Längsschnitt. D Früchte. E Samen. D nat. Gr. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.)

Samen besteht fast nur aus hornartigem Endosperm, dem ein winziger Embryo eingelagert ist. Samenschale (Silberhaut) äußerst dünn. — Hierher gehören auch die merkwürdigen Ameisenpflanzen (vgl. Fig. 207, S. 199) des Malayischen Archipels *Myrmecodia*<sup>[58]</sup> mit Wurzeldornen und *Hydnophytum*; ferner *Uragoga Ipecacuanha*, ein kleines krautiges oder halbstrauchiges Gewächs Brasiliens, besonders der Provinz Matogrosso, mit am Rande zerschlitzten Nebenblättern und gipfelständiger, kopfiger Infloreszenz, die von einigen Hochblättern umgeben ist (Fig. 754). Kleine Beerenfrüchte. Die Pflanze wird in geeigneten Lagen der südlichen Himalayataler angebaut. — c) *Stellatae*. Einzige Abteilung mit einheimischen Vertretern der Familie, wie *Galium*, *Rubia*, *Asperula* (Waldmeister). Diese Gattungen besitzen Spaltfrüchtchen und sind dadurch ausgezeichnet, daß ihre Nebenblätter den Blättern selbst vollkommen gleichen (Fig. 755), so daß meist sechszählige Wirtel an den Knoten sitzen; bisweilen ist die Zahl vermehrt, bei *Rubia* durch paarweises Verwachsen der Nebenblätter auf vier vermindert. Die Blätter sind



durch den Besitz von Achselknospen leicht von den Nebenblättern zu unterscheiden. Blüten meist vierzählig; je ein Samen in jedem Fruchtknotenfach. Teilfrüchtchen Nüsse. Vielfach Klettfrüchte.

Offizinell: Chininum und Cortex Chinae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Cinchona succirubra* und *C. Ledgeriana*. Radix Ipecacuanhae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Uragoga Ipecacuanha*. Catechu (Gambir) (Pharm. germ., austr., helv.) von *Orouparia Gambir*.

2. Familie **Caprifoliaceae**. Holzgewächse, meist ohne Nebenblätter. Blüten bisweilen dorsiventral. Fruchtknoten in der Regel dreifächerig. Beeren oder Steinfrüchte.



Fig. 753. *Coffea arabica*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelblüte. Frucht, Samen im Endokarp und daraus befreit. Etwa nat. Gr.

Unterfamilien und wichtige Gattungen: a) *Sambuceae* mit radiären Blüten und Steinfrüchten. *Viburnum*, Schneeball, einfache Blätter und einsamige Früchte. *Sambucus*, Holunder, mit unpaarig gefiederten Blättern, drüsigen Nebenblättern und drei Steinen in der Frucht. *S. nigra* (Fig. 756), sehr häufiger Strauch des mittleren Europa, bringt flach schirmförmige Blütenstände: Rispen mit kreuzweise verzweigten Haupttrieben, deren letzte Endigungen, mit nach außen geförderten Zweigen Wickel darstellen. — b) *Lonicereae* mit dorsiventralen Blüten und Beerenfrüchten. *Lonicera periclymenum*, Gaisblatt, einheimische Liane. *Diervilla* (*Weigelia*), beliebter Zierstrauch.

Offizinell: Flores Sambuci (Pharm. germ., austr., helv.) und Succus Sambuci (Pharm. helv.) von *Sambucus nigra*.

3. Familie **Valerianaceae**. Kräuter oder kleine Sträucher mit dekussierter Blattstellung und asymmetrischen Blüten. Kelch erst zur Frucht-



zeit als Federkrone (Pappus) entwickelt. Krone fünfzählig, gespornt. Staubblätter 4, 3 oder 1. Fruchtblätter drei, jedoch nur ein Fach des Fruchtknotens fertil mit einer hängenden Samenanlage (Fig. 757—758).

Gattungen: *Valeriana*, Baldrian; *V. officinalis*, Staude, in Europa weit verbreitet; mit dickem, kurzem, gekammertem Rhizom, das vielfach unterirdische Ausläufer treibt. Blätter



Fig. 754. *Uragoga Ipecacuanha*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Fruchtstand daneben. — Offizinell.



Fig. 755. *Asperula odorata*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. Einzelblüte und Längsschnitt durch eine solche. Vergr.

unpaarig gefiedert. Blütenstand rispig. Sporn klein. Der an den einsamigen Früchten sich entwickelnde Haarkelch dient als Flugorgan ihrer Verbreitung durch den Wind. *Valerianella*, kleine, unscheinbare Pflänzchen, *V. olitoria*, Feldsalat. *Centranthus ruber*, häufige Zierpflanze aus dem Mittelmeergebiet mit lang gespornten Blüten.



Offizinell: Radix Valerianae (Pharm. germ., austr., helv.) von *Valeriana officinalis*; ebendaher: Oleum Valerianae (Pharm. austr.).



Fig. 756. *Sambucus nigra*. Blütenzweig und Fruchtstand.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Einzelblüte vergr. — Offizinell.



Fig. 757. *Valeriana*. Diagramm.

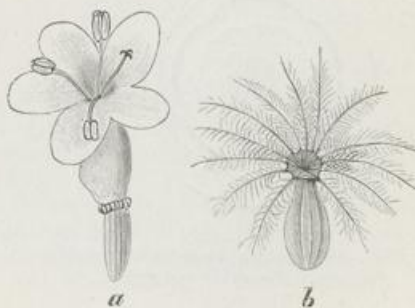


Fig. 758. *Valeriana officinalis*. *a* Blüte. Vergr. 8. *b* Frucht. Vergr. 4. — Offizinell.



## 8. Ordnung. Campanulinae.

Kräuter mit einfachen, ganzrandigen, wechselständigen Blättern ohne Nebenblätter kennzeichnen diese Ordnung. Blüten meist von der Formel:

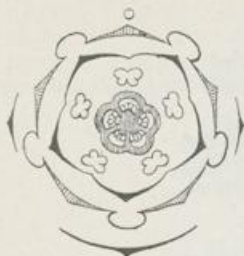


Fig. 759. Blütendiagramm von Campanula Medium. (Nach EICHLER.)



Fig. 760. Campanula rotundifolia. Blüte. Nat. Gr. a Ganz, b im Längsschnitte.

$K\bar{5}$ ,  $C(5)$ ,  $A\bar{5}$ ,  $G(2-3)$ , doch kommen auch fünf Fruchtblätter vor. Ein wohlentwickelter Kelch, der Blütenachse eingefügte Staubblätter mit verklebten Antheren sind charakteristisch.

1. Familie *Campanulaceae*. Milchsaft führende Kräuter mit radiären Blüten und in der Regel dreifächerigem Fruchtknoten, der sich zu einer Kapsel entwickelt (Fig. 759, 760).

Wichtige einheimische Gattungen<sup>(50)</sup>: *Campanula*, Glockenblume, bildet in zahlreichen Arten einen Hauptschmuck unserer sommerlichen Vegetation vermöge ihrer anscheinlichen, schön blauen Blüten. *Phyteuma*, mit ährenförmigen Blütenständen. Blumenkronblätter öffnen sich an der Basis, bleiben am Scheitel röhrig vereinigt, bis der bereits in der Knospe entleerte Pollen von den Griffelfeghaaren hinausgefeht ist; dann erst spreizen die



Fig. 761. Blütendiagramm von Lobelia fulgens. (Nach EICHLER.)



Fig. 762. Lobelia inflata.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Offizinell.

solange geschlossenen Narbenschkel auseinander. *Jasione*, durch kopfige Infloreszenzen und röhrig vereinigte Antheren den Kompositen ähnlich.



2. Familie **Lobeliaceae**. Kräuter, den Campanulaceen sehr nahestehend, mit Milchsafte. Dorsiventrale Blüten; Fruchtblätter zwei. Medianes Kelchblatt auf der Vorderseite, vor einem tiefen Schlitz der Krone; durch Drehung der ganzen Blüte um 180° oder Übernicken wird (wie bei den Orchidaceen) die normale Stellung wiederhergestellt (Fig. 761). Einheimisch nur *Lobelia Dortmanna*, eine nordische Wasserpflanze, die in Norddeutschland ihre Südgrenze erreicht.

Offizinell: Herba Lobeliae von *Lobelia inflata* aus Nordamerika (Fig. 762).

3. Familie **Cucurbitaceae**<sup>(60)</sup>. Milchsafte, mit Ranken kletternde Kräuter, deren rauhaarige Blätter herzförmig oder handförmig gelappt sind; Blüten diklin; monöisch, seltener diöisch verteilt. Kelch und Krone unterwärts miteinander verwachsen. Antheren paarweise oder sämtlich vereinigt,  $\infty$ förmig gekrümmt. Fruchtknoten dreifächerig. Beerenfrucht mit derber Schale und sechs großen, fleischigen, randständigen Placenten.

Wichtige Gattungen: *Cucumis sativus*, Gurke und *C. Melo*, Melone, vielfach kultiviert. Ranken unverzweigt; aus der aufwärts gekehrten, d. h. dem Vegetationspunkt genäherten Seite des nicht genau quer inserierten Blattstiels hervorgehend; sie entsprechen einem Vorblatte. Weibliche Blüten einzeln, männliche zu mehreren beisammen, blattachselständig. Wie NOLL gezeigt hat, ist Bestäubung der Narbe zum Fruchtsatz der Gurke nicht notwendig. *Cucurbita Pepo*, Kürbis, mit verzweigten Ranken, welche

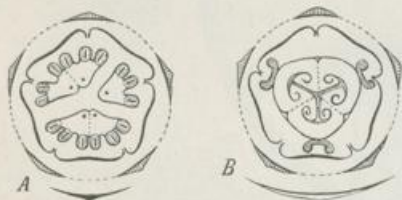


Fig. 763. Ecballium (Cucurbitaceae). Diagramm. A Männlich. B Weiblich. (Nach EICHLER.)



Fig. 764. Bryonia dioica. A Blühender Zweig, verkl. B Weibliche, C männliche Blüte, nat. Gr. D Androeum, vergr. E Früchte. F Frucht im Querschnitt. — Giftig.

Axillarsprosse der einfachen Ranken mit gipfelständigen Armen darstellen. Rankenarme entsprechen je einem Blatte des Sprosses, führen demgemäß bisweilen auch Achselknospen. Blüten, männliche wie weibliche, einzeln blattachselständig. *Bryonia*, Zaunrübe, einheimisch (Fig. 764), giftig, besitzt dick angeschwollene fleischige Wurzeln, unverzweigte lange Ranken und blattachselständige Blütenstände<sup>(11a)</sup>. *Citrullus Colocynthis*, ausdauernde Pflanze der asiatischen und afrikanischen Wüsten nördlich vom Äquator. Blätter tief dreilappig fiederschnittig. Ranken gegabelt oder einfach; männliche und weibliche Blüten einzeln in den Blattachseln. Früchte: trockene Beeren (Fig. 765).

Offizinell: Fructus Colocynthis (Pharm. germ., austr., helv.) von *Citrullus Colocynthis*.





Fig. 765. *Citrullus Colocynthis*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. 1 Sproß mit männlicher und weiblicher Blüte. 2 Sproßgipfel mit männlichen Blütenknospen und Ranken. 3 Männliche Blüte ausgebreitet. 4 Weibliche Blüte längsdurchschnitten. 5 Junge Frucht querdurchschnitten. — Offizinell.

### 9. Ordnung. Aggregatae.

Meist krautige Pflanzen, deren Blüten in Köpfchen vereinigt sind. Diese von gemeinsamem Hüllkelch umschlossen, Einzelkelch daher reduziert. Staubblätter der Krone angewachsen. Unterständiger Fruchtknoten einfächerig, mit einer Samenanlage. Schließfrüchte.

1. Familie *Dipsacaceae*. Kräuter mit gegenständigen Blättern. Einzelblüte mit Außenkelch, der auch an der Frucht erhalten bleibt. Vier- oder fünfzählig. Staubblätter vier, Antheren frei. Samenanlage anatrop, hängend. Samen endospermhaltig.



Wichtige Gattungen: *Dipsacus*, Karde mit stechenden Hüll- und Spreublättern; Köpfchen von *D. fullonum* zum Aufkratzen wollener Gewebe benutzt. Blüten vierteilig. *Succisa* (Fig. 766) mit vierteiliger Krone und Spreublättern auf dem Blütenboden. *Scabiosa* mit größeren dorsiventralen Randblüten im Köpfchen, ebenfalls mit Spreublättern, aber fünfteiligen Blüten. Zierpflanzen. *Knautia*, vierteilige Blüte ohne Spreublättchen.

2. Familie **Compositae**<sup>(61)</sup>. Meist Kräuter von sehr verschiedenartigem Habitus, daneben einige in den Tropen vorkommende Bäume und Sträucher.

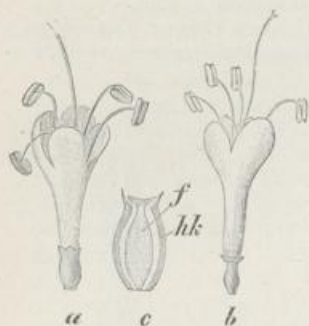


Fig. 766. *Succisa pratensis*. a Blüte mit Außenkelch, b ohne Außenkelch, c Frucht im Längsschnitt, f Fruchtknoten, hk Außenkelch.



Fig. 767. Compositae. Diagramm (*Carduus*).

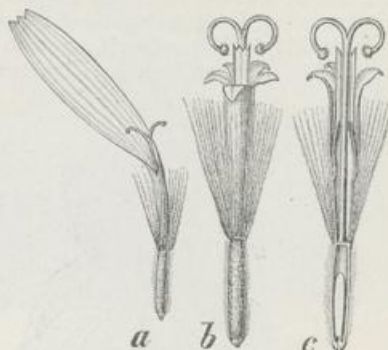


Fig. 768. *Arnica montana*. a Randblüte, b Scheibenblüte, c diese im Längsschnitt. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

Einzelblüten ohne Außenkelch, radiär oder dorsiventral. Blüten eines Köpfchens gleich oder verschieden. Staubblätter fünf, Antheren intrors, durch Verwachsung ihrer Cuticula eine Röhre bildend, welche vom noch unentwickelten Griffel unten geschlossen wird. Der frühzeitig in diese Röhre entleerte Pollen wird bei der Streckung des Griffels von den Feghaaren nach oben hinausgedrängt. Griffel oben stets gegabelt. Samenanlagen anatrop, aufrecht (Fig. 770). Samen endospermlos. Früchte: Achaenen, vielfach von einem als Kelch anzusehenden Haarkranz, dem Pappus, gekrönt, der ihrer Verbreitung durch Wind dient (Fig. 767—773). Charakteristisch ist auch, daß bei den Kompositen die Reservestärke durch Inulin vertreten wird.

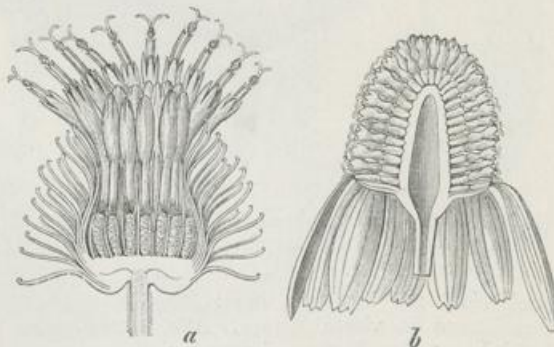


Fig. 769. a *Lappa major*. Köpfchen im Längsschnitt mit hakenförmigem Hüllkelch und mit Spreublättchen auf dem Blütenboden. b *Matricaria Chamomilla*, ohne Spreublättchen. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.) — Offizinell.

Die Einzelblüten sind entweder radiär mit fünfblappiger Krone, sie heißen Röhrenblüten (Fig. 768b, c), oder sie sind zweilippig, wie bei den Mutisieae Südamerikas; dabei pflegt die Oberlippe zwei, die Unterlippe drei Zipfel zu besitzen. Durch Unterdrückung der Oberlippe kommen einlippige Blüten zustande, deren Unterlippe



drei Zipfel zeigt (Fig. 768a). Sehr ähnlich sind diesen letzteren die zungenförmigen Blüten, wie *Taraxacum* (Fig. 775) sie führt: einseitig tief gespalten, am Rande mit fünf Zipfeln. Häufig sind neben solchen Kompositen, die nur Röhrenblüten oder nur Zungenblüten in ihren Köpfchen besitzen, andere, die in der Mitte Röhrenblüten (Scheibenblüten), am Rande einlippige Blüten (Randblüten) tragen (Fig. 769b). Meist tritt dann außer einer etwa vorhandenen Differenz der Färbung eine solche des Geschlechts hinzu, indem die röhrenförmigen Scheibenblüten zwittrig, die einlippigen Randblüten rein weiblich sind, d. h. die Köpfchen sind *heterogam* (*Matricaria*, *Arnica*). Endlich finden sich bisweilen am Rand völlig steril gewordene Blüten (*Centaurea Cyanus*), die nur etwa als Schauapparat für Anlockung von Insekten dienen können.

Wichtige Unterfamilien und Gattungen. 1. Röhrenblüter (*Tubuliflorae*) nur radiäre Röhrenblüten im Köpfchen. a) *Cynaraceae*, Blütenboden verbreiterte Blüten-

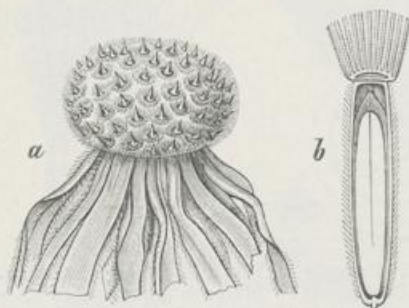


Fig. 770. *Arnica montana*. a Köpfchenachse, nach Entfernung der Früchte. Vergr. b Frucht im Längsschnitt, vom Pappus ist nur der untere Teil gezeichnet. Vergr. (Nach BERG und SCHMIDT.)

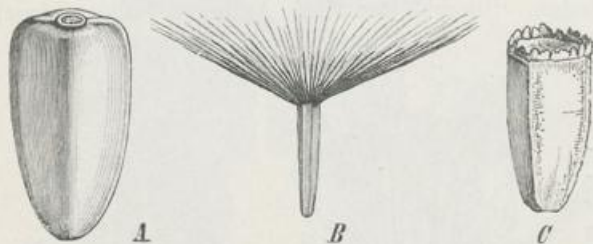


Fig. 772. Kompositenfrüchte. A *Helianthus annuus*. B *Hieracium virosum*. C *Cichorium Intybus*. (Nach BAILLON.)

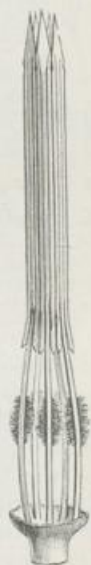


Fig. 771. Androeum von *Carduus crispus*. Vergr. 10. (Nach BAILLON.)

standsachse) mit borstigen Spreublättchen und scharfstechenden oder häutigen Hüllkelchblättern in vielen Reihen. Alle Blüten zwittrig oder Randblüten unfruchtbar. Griffel unter den Narben ringförmig angeschwollen. Früchte mit Pappus. *Carduus*, Distel mit haarförmigen Pappusborsten, *Cirsium*, mit federigen Pappushaaren, *Echinops*, mit einlippigen Köpfchen, die zu vielen vereinigt sind. *Lappa*, Klette (Fig. 769a), Hüllkelchblätter mit hakenförmig gekrümmter Spitze. *Cynara Scolymus*, Artischocke. *Chnicus benedictus* (Fig. 774), Köpfchen einzeln, endständig, in einer Hülle von Laubblättern. Hüllkelchblätter mit großem, z. T. gefiedertem Endstachel, spinnwebig behaart. Randblüten steril. Fruchtknoten mit doppeltem Pappus. *Centaurea* mit trockenhäutigem Hüllkelch und größeren, aber sterilen Randblüten im Köpfchen. Über Reizbarkeit von Cynareenstaubblättern vgl. Fig. 238 und S. 250. b) *Eupatorieae*. Blüten zwittrig, Blütenboden ohne Spreublättchen, Hüllkelch krautig. *Eupatorium cannabinum*, einheimisch. *Aggeratum mexicanum*, häufige Zierpflanze. — 2. Lippenblüter (*Labiataeflorae*). *Mutisieae*, tropisch amerikanische Formen. — 3. Zungenblüter (*Liguliflorae*). *Cichorieae*, nur dorsiventrale Zungenblüten mit fünfzähliger Krone im Köpfchen. Alle



Blüten zwittrig. Gegliederte Milchsaftschläuche in allen Teilen. *Taraxacum officinale*, Löwenzahn (Fig. 775), häufige Pflanze der ganzen nördlichen Hemisphäre mit tiefgehender rübenförmiger Pfahlwurzel, einer Rosette grob schrotsägeförmiger Blätter und endständigen Blütenköpfchen, jedes einzeln auf hohlem Stiele. (Apogamie S. 434.) Früchte schnabelförmig verlängert, so daß der haarige Pappus zu einer fallschirmartigen, gestielten Krone wird (Fig. 773). *Lactuca sativa*, Salat. *L. virosa*, Giftlattich; reich verzweigtes hochstämmiges Kraut mit pfeilförmigen sitzenden Blättern und zahlreichen kleinen armbütigen Köpfchen in rispigem Gesamtblütenstande. Früchte wie bei *Taraxacum*. *L. Scariola* <sup>(62)</sup>, Kompaßpflanze mit vertikal stehenden Blattflächen. *Cichorium Intybus*, Cichorie. *C. Endivia*, Endivie, blaublütige Köpfchen, Pappus in Form kurzer aufgerichteter Schläppchen (Fig. 772 C). *Tragopogon* und *Scorzonera* mit federigem Pappus. *Se. hispanica*, Schwarzwurzel. *Crepis*, haarförmiger Pappus, weich biegsam, bräunlich. *Sonchus*,



Fig. 773. Fruchtköpfchen von *Taraxacum officinale*. Haarkelch auf den Früchtchen durch einen stiel förmigen Schnabel emporgehoben. Nat. Gr.



Fig. 774. *Cnicus benedictus*. (Nach BAILLON.)—Offizinell.



Pappusborsten vielreihig. *Hieracium* <sup>(63)</sup>, ungeheuer formenreiche europäische Gattung. (Apogamie und Aposporie S. 434.) Pappus weiß, steif, zerbrechlich (Fig. 772 B). —



Fig. 775. *Taraxacum officinale*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. Ein Fruchtstand mit zwei noch darauf-sitzenden Früchten; der Pappus durch einen schnabelförmigen Auswuchs der Frucht gestielt. — Offizinell.

4. Zweierlei Blütenformen oder Blüten verschiedenen Geschlechtes im Köpfchen vereinigt (*Diversiflorae*). a) *Astereae*, Blütenboden glatt ohne Spreublättchen. Hüllkelchblätter dachziegelig, zahlreich. Zwitterige Röhrenblüten von weiblichen einlippigen



Randblüten umgeben. Pappus meist borstenhaarig. Griffel mit geraden Schenkeln; Narben randständig. *Aster*, *Solidago*, *Erigeron*, drei in zahlreichen Arten in Europa, Amerika, Asien weitverbreitete Gattungen entsprechen etwa dem Typus der Astereen.



Fig. 776. *Matricaria Chamomilla*.  $\frac{2}{3}$  nat. Gr. — Offizinell.



Fig. 777. *Artemisia Cina*. (Nach A. MEYER und SCHUMANN.) — Offizinell.

*Aster*-Arten als Zierpflanzen bekannt. *Baccharis* <sup>(64)</sup>, strauchige Formen Amerikas, dü-  
eisch. *Haastia* <sup>(65)</sup>-Arten Neuseelands, polsterförmige, wollig behaarte Pflanzen, „vege-  
table sheep“. b) *Inuleae*, wie vorige, aber mit geschwänzten Antheren. Hüllblätter oft  
trockenhäutig. *Inula*, einheimische Kräuter. *I. Helenium*, kultiviert. Bei *Gnaphalium*,



*Antennaria*<sup>(55a)</sup>, *Helichrysum*, Immortellen, *Leontopodium*, Edelweiß, *Filago* u. a. der trockene Hüllkelch blumenkronartig gefärbt und mit flach ausgebreiteten Anhängseln; Blüten sämtlich röhrenförmig, jedoch Randblüten weiblich, Scheibenblüten zwittrig. *Raoulia*<sup>(66)</sup> (vgl. Fig. 193), *Haastia* ähnlich und von gleichem Vorkommen. *Odontospermum pygmaeum* schließt die Hüllblätter um die Früchte fest zusammen, solange es trocken ist, öffnet sie bei Feuchtigkeit (Rose von Jericho). c) *Heliantheae*, Blütenboden mit Spreublättchen. Hüllkelch krautig. Scheibenblüten röhrenförmig, zwittrig. Randblüten einlippig, weiblich oder zwittrig, ungeschwänzte Antheren, Pappus fehlt oder ist aus Grannen, Schuppen u. dergl. gebildet. *Helianthus annuus*, Sonnenblume (Fig. 772 A). *H. tuberosus*, Topinambur, *Dahlia*, Georgine, Zierpflanze, sämtlich aus Amerika. *Bidens*,



Fig. 778. *Tussilago Farfara*. (Nach BAILLON.) — Offizinell.

auch einheimisch, Kräuter mit gegenständigen Blättern, z. T. heterophyll. *Espeletia*<sup>(67)</sup>, baumförmige oder krautige Charakterpflanzen der Páramos in Columbien und Venezuela. *Tagetes*, *Zinnia*, Zierpflanzen aus Amerika. d) *Anthemideae*, Blütenboden bald mit, bald ohne Spreublättchen, oder behaart. Hüllkelchblätter trockenhäutig berandet. Sonst wie vorige. *Achillea*, Schafgarbe, *Anthemis*, *Anacyclus* mit Spreublättchen. *Anthemis nobilis*, römische Kamille; Scheibenblüten allein im Köpfchen, oder auch mehr oder minder vollständig durch Lippenblüten ersetzt. *Anacyclus officinarum*, Bertramswurzel. Ohne Spreublättchen: *Matricaria*, *M. Chamomilla* (Fig. 769 b u. 776), echte Kamille; einjähriges, vielfach verästelttes Kraut mit kegelförmig emporwachsendem hohlem Blütenboden, gelben Scheibenblüten und zurückgeschlagenen weißen weiblichen Randblüten in den endständigen einzelnen Köpfchen. *Chrysanthemum*, *Chr. segetum*,



Wucherblume. *Tanacetum*, Blüten alle röhrig, Randblüten rein weiblich. *Artemisia*, Blüten ebenfalls alle röhrenförmig; meist Randblüten weiblich, so *A. Absinthium*, Wermut; dagegen in dem arnblütigen Köpfchen von *A. Cina* (Fig. 777) alle Blüten zwittrig. e) *Senecioneae*, Blütenboden kahl, Hüllblätter ein- bis zweireihig, Pappus haarförmig, fein, weiß: im übrigen wie vorige. *Tussilago Farfara*, Huflattich. Blüht vor Erscheinen der



Fig. 779. *Arnica montana*.  $\frac{1}{2}$  nat. Gr. — Offizinell.

Blätter. Blütenstiel einköpfig, nur mit Schuppenblättern besetzt (Fig. 778). Weibliche Randblüten mehrreihig. Blätter groß, dicklich, herzförmig, unterwärts weißfilzig. *Petasites*, *P. officinalis*, Pestwurz. *Senecio*, vielgestaltige Pflanzen, überall verbreitet, einige baumförmig, andere sukkulent. *S. vulgaris* führt nur zwittrige Röhrenblüten, keine Randblüten. *Doronicum*, *Cineraria*, verbreitete Zierpflanzen. *Arnica montana*, Wohlverleih (Fig. 768, 770 u. 779) mit grundständiger Rosette aus zwei bis vier Paaren



gegenständiger Blätter und endständiger, einköpfiger Blütenachse, deren gegenständige Vorblätter meist noch je einen (selten mehr) einköpfigen Blütenstand aus den Achselknospen entwickeln. *F. Calendulae*. Früchte des Köpfchens unregelmäßig und sehr verschiedengestaltig. *Calendula*, Ringelblume.

Offizinell: *Arnica montana* liefert: Rad. Arnicae (Pharm. austr.), Flores Arnicae (Pharm. germ., austr., helv.). — *Artemisia Absinthium*: Herba Absinthii (ibid.). *Artemisia Cina*, Turkestan: Flores Cinae und Santoninum (ibid.). — *Matricaria Chamomilla*: Flores Chamomillae (ibid.) und Oleum Chamomillae (Pharm. helv.). — *Cnicus benedictus* (Südeuropa): Herba Cardui benedicti (Pharm. germ., helv.). — *Tussilago Farfara*: Folia Farfarae (Pharm. germ.). — *Achillea Millefolium*: Herba Millefolii (Pharm. austr.). — *Anthemis nobilis*: Flores Chamomillae romanae (Pharm. austr., helv.). — *Spilanthes oleracea* (Südamerika): Herba Spilanthis (Pharm. austr.). — *Lappa vulgaris*: Rad. Bardanae (ibid.). — *Anacyclus Pyrethrum* (Südeuropa): Rad. Pyrethri (ibid.). — *Taraxacum officinale*: Rad. Taraxaci (Pharm. germ., austr., helv.) und Folia Taraxaci (Pharm. austr.). — *Lactuca virosa*: Lactucarium (Pharm. austr.). — Vorderasiatische *Chrysanthemum*-Arten liefern das persische Insektenpulver.

### Die fossilen Angiospermen<sup>(67)</sup>.

Die ersten zweifellosen Angiospermen zeigen sich in der oberen Kreide und zwar gleich in mannigfachen Formen, die ungefähr in gleichem Verhältnis wie jetzt zu Monokotylen und Dikotylen gehören. Gefunden sind zunächst nur Blätter, so daß die Bestimmungen der Pflanzen zweifelhaft bleiben; doch zeigen sie große Ähnlichkeit mit denen jetzt lebender Angiospermen, hingegen gar keine mit solchen von Gymnospermen oder gar Pteridophyten; die hier vorhandene Trennung kann also durch die paläontologischen Funde nicht überbrückt werden.

Unter den Monokotylen sind ziemlich sicher Vertreter der Palmen (von der unteren Kreide an) zu erkennen; die Dikotylenblätter der Kreide werden, mit Zweifel, auf verschiedene, meist niedrig organisierte Typen zurückgeführt, namentlich auf Kätzchenblätter, jedoch auch Platanen, und sogar auf *Eucalyptus*. Im Eocän und Oligocän werden die Angiospermen sicher bestimmbar; es sind Angehörige noch existierender Familien, teilweise von tropischem oder subtropischem Charakter, sogar im nördlichen Europa, nämlich Palmen, *Dracaena*, *Smilax* usw. unter den Monokotylen, zahlreiche *Quercifloren* (namentlich *Quercus*), *Lauraceae* (*Cinnamomum* u. dergl.), *Leguminosae* usw. unter den Dikotylen.

Wenn schon von Beginn ihres Auftretens die fossilen Angiospermen für die Phylogenie unmaßgeblich sind, so ist das begreiflicherweise mit der Annäherung an die Gegenwart immer mehr der Fall. Die wenigen anfangs vorhandenen anscheinend ausgestorbenen Gattungen (z. B. *Dryophyllum*, angebliche Stammform der Eichen) schwinden schon im Eocän; vom Miocän an werden die Arten teilweise mit lebenden identisch; im Quartärnär fehlen eigene von den jetzt lebenden verschiedene Arten. Der Florencharakter war zur Tertiärzeit in Europa ganz wesentlich von dem gegenwärtigen verschieden, er trug das Gepräge eines viel wärmeren Klimas und wies, wie für die Gymnospermen, Typen auf, die gegenwärtig nur noch in fernen Ländern existieren.