

6. Die Befruchtung und Fruchtbildung der Phanerogamen.

Die Bestäubung des Narbengewebes mit Pollen ist nur die Einleitung zu dem Vorgange, welcher Befruchtung genannt wird. Es ist wissenschaftlich ungenau und auch irreführend, wenn, wie es gelegentlich geschieht, Bestäubung und Befruchtung für dasselbe gehalten werden. Ohne Bestäubung der Narben kann allerdings keine Befruchtung stattfinden, aber es findet oft genug eine Bestäubung statt, ohne daß durch Bildung der Pollenschläuche die Befruchtung folgt, und es kann, mit anderen Worten, auch eine Bestäubung erfolglos sein, was sich dann darin zeigt, daß die Frucht- und Samenbildung ausbleibt.

Wegen mangelhafter Unterscheidung von Bestäubung und Befruchtung sind in der alten Literatur eine Menge von Irrthümern entstanden. Solange man glaubte, daß alle Zwitterblüten sich selbst befruchteten, nahm man an, daß eine ausbleibende Fruchtbildung eine erfolglose Befruchtung bedeutete, ohne genau nachzusehen, ob denn überhaupt eine Bestäubung stattgefunden habe. Es ist sogar vorgekommen, daß Pflanzen, welche man in einem oder wenigen Stöcken im Garten hatte, für ganz unfruchtbar gehalten wurden, weil man nicht beachtete, daß zur Zeit, wenn der Pollen der Blüten stäubte, die Narben schon nicht mehr empfängnisfähig waren und wohl eine Bestäubung, aber keine Befruchtung mehr stattfinden konnte.

Mitunter hielt man Pflanzenarten für unfruchtbar, weil an dem Beobachtungsort die Insekten fehlten, welche bei ihnen die Übertragung des Pollens vorzunehmen pflegen. *Paederota Ageria*, eine in den Felsritzen der südlichen Alpen nicht seltene Pflanze, wurde in großer Menge im Innsbrucker Botanischen Garten gepflanzt, entfaltete dort alljährlich zahlreiche Blüten, blieb aber nichtsdestoweniger unfruchtbar. Die Blüten dieser Pflanze sind auf Kreuzung durch Vermittelung von Insekten berechnet. Da aber in dem erwähnten Garten jene Insekten fehlten, welche die Blüten der *Paederota Ageria* in den Südalpen besuchen, und da auch keine Autogamie bei dieser Pflanze stattfindet, so bildeten sich niemals Früchte aus. An den ursprünglichen Standorten in Südtirol und Krain werden die Blüten dieser Pflanze von Insekten besucht, und dort gehen aus ihnen auch Früchte in Hülle und Fülle hervor. Ähnlich verhält es sich auch mit mehreren aus fernen Ländern bei uns eingeführten und teilweise verwilderten Gewächsen. Die Zwitterblüten des im östlichen Asien einheimischen Kalmus (*Acorus Calamus*) stehen dicht gedrängt auf einer dicken Spindel und bilden das, was in der botanischen Kunstsprache ein Kolben genannt wird. Die Blüten sind vollkommen proterogyn. Wenn sich die Antheren öffnen, ist die Narbe schon braun und vertrocknet. Autogamie ist demnach hier ausgeschlossen. Die Entwicklung der Blüten schreitet von der Basis gegen die Spitze des Kolbens fort, und zur Zeit des Öffnens der Antheren an den untersten Blüten sind die Narben in den obersten Blüten noch belegungsfähig. Wenn der Pollen von den untersten Blüten zu den obersten übertragen würde, könnte daher eine Befruchtung stattfinden, freilich nur durch Vermittelung von Insekten, da der Pollen nicht stäubt. In Europa, wo diese Pflanze nicht ursprünglich einheimisch ist, kommt das niemals vor, und zwar darum nicht, weil jene Insekten fehlen, welche die Blütenkolben zu besuchen pflegen. Bei uns bleibt daher der Kalmus unfruchtbar. In seiner Heimat, in China und Indien, werden die Blüten durch Insekten gekreuzt, und dort bilden sich an den Kolben rötliche Beerenfrüchte aus. Die gelbrote Taglilie (*Hemerocallis fulva*) hat ephemere Blüten, welche sich im Sommer zwischen 6 und 7 Uhr morgens öffnen und zwischen 8 und 9 Uhr abends schließen. Die ganze Blüte macht den

Eindruck, daß sie auf große Tag- oder Abendſchmetterlinge, welche mit einem langen, dünnen Rüssel ausgestattet ſind, berechnet iſt. Merkwürdigerweiſe werden aber in unſeren Gegenden die Blüten der *Hemerocallis fulva* niemals von Schmetterlingen beſucht. Da in dieſen Blüten keinerlei Einrichtungen getroffen ſind, welche zu einer Autogamie führen würden, ſo bleiben in unſeren Gegenden die Narben unbelegt, und es kommt auch nicht zur Fruchtbildung. In den europäiſchen Gärten, wo die Pflanze doch ſehr verbreitet iſt und alljährlich reichlich blüht, ebenſo dort, wo ſie in der Nähe der Gärten im ſüdlichen Europa verwilderte, hat noch niemand eine Frucht derſelben mit keimfähigen Samen geſehen. Es iſt daher mehr als wahrſcheinlich, daß *Hemerocallis fulva* in ihrer urſprünglichen Heimat, das iſt im öſtlichen Aſien, von Tag- oder Abendſchmetterlingen beſucht wird, welche in Europa fehlen.

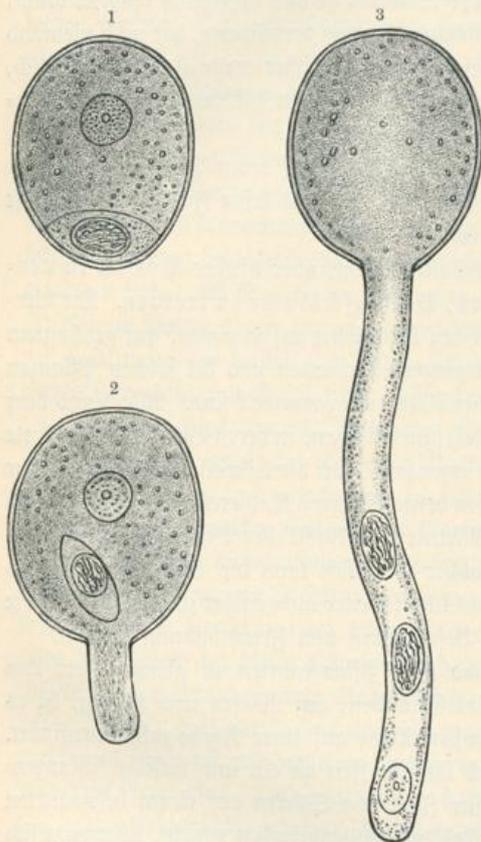
Daß auch die Blüten der amerikaniſchen *Yucca*-Arten, auf deren Narben der Pollen von kleinen, in Europa fehlenden Motten gebracht wird, bei uns keine Früchte anſetzen, iſt bereits bei früherer Gelegenheit erzählt worden (vgl. S. 382).

In vielen Fällen wird die Narbe zwar mit Pollen belegt, aber dieſer Pollen iſt verkümmert, und es geht ihm die Fähigkeit ab, Pollenſchläuche zu treiben. Die Verkümmerng des Pollens wird am häufigſten bei den in Gärten auf üppigem, gut gedüngtem Boden gezogenen Gewächſen, bei den künstlich erzeugten Baſtarden und bei ſolchen Pflanzen beobachtet, deren Pollenblätter teilweise in Blumenblätter umgewandelt ſind. Allerdings darf dieſe Erfahrung nicht ſo verallgemeinert werden, daß alle Pflanzen, in deren Blüten die erwähnte Umwandlung ſtattgefunden hat, ſchlechten Pollen erzeugen; denn die teilweise in Blumenblätter metamorphoſierten Pollenblätter der gefüllten Roſen bergen in ihren Antheren nicht ſelten ordentlichen befruchtungsfähigen Pollen, der von den Gärtnern bei künstlichen Beſtäubungen mit Erfolg verwendet wird. Aber für die Mehrzahl ſolcher Gewächſe kann die Verkümmerng des Pollens immerhin als Regel gelten, und es braucht kaum weiter ausgeführt zu werden, daß die Belegung der Narben mit ſolchem Pollen keine Befruchtung und Fruchtbildung bewirkt.

In der freien Natur, zumal an Orten, wo viele Pflanzenarten zu gleicher Zeit ihre Blüten entwickeln, wie z. B. am Rande von Waldbefänden, auf Wiefen und Heiden, iſt es unvermeidlich, daß ſich der Pollen der verſchiedenſten Arten auf einer Narbe zuſammenfindet. Mit Vorliebe halten ſich zwar die Inſekten durch längere Zeit an ein und dieſelbe Pflanzenart, inſondere dann, wenn dieſe Art in großer Zahl von Stöcken auf einem beſchränkten Gelände in Blüte ſteht; aber wer dieſen Tieren bei den Blütenbeſuchen zuſieht, überzeugt ſich leicht, daß auch der Wechſel in den aufgeſuchten Blüten ſehr häufig vorkommt. Die Biene, welche ſoeben in der Blüte einer Winterblume (*Eranthis*) Honig geſogen und ſich dabei mit Pollen beladen hat, fliegt von da zu den Blüten der Lorbeerweide (*Salix daphnoides*), und wenn ſie gerade an einem blühenden Strauche des Seidelbaſtes (*Daphne Mezereum*) vorbeikommt, ſo unterläßt ſie es gewiß nicht, auch dort einen Beſuch abzuſtatten, um ſich Honig zu holen; im nächſten Augenblicke ſchwirrt ſie zu den Blüten des Frühlingsſafrans (*Crocus vernus*) auf der angrenzenden Wiefe, um dann weiterhin noch in den Blüten des duftenden Veilchens (*Viola odorata*) einzukehren. Da darf es wohl nicht überrafchen, wenn auf den Narben des Veilchens ſich mitunter auch Pollenzellen der Winterblume, der Lorbeerweide, des Seidelbaſtes und des Frühlingsſafrans finden, oder daß an den Narben des Frühlingsſafrans auch Pollen des Seidelbaſtes haftet und ſo fort. Ähnlich verhält es ſich auch mit dem ſtäubenden Pollen. Auf den Narben der Einbeere (*Paris quadrifolia*) wurden einmal Pollenzellen der Fichte (*Abies excelsa*) und des Bingelkrautes (*Mercurialis perennis*), welche der

Wind herbeigetragen hatte, beobachtet, und ein anderes Mal sah man die Narbe des Gelbsterneſ (Gagea lutea) mit dem Pollen der Grünerle (Alnus viridis) ſo dicht belegt, daß anderer Pollen daneben nicht mehr Platz gefunden hätte.

Daß der Pollen der Lorbeerweide nicht zur Befruchtung des Frühlingsſafrans, der Pollen des Bingelkrautes nicht zur Befruchtung der Einbeere und der Pollen der Grünerle nicht zur



Pollenkorn, ſich zur Befruchtung anſchickend: 1) An einem Ende iſt die kleine hautloſe antheridiale Zelle im Inneren des Pollentornes entſtanden; 2) Beginn der Bildung des Pollenſchlauches; die antheridiale Zelle hat ſich abgedißt und liegt in der Pollenzelle neben deren Zellkern; 3) Entwicklung des Pollenſchlauches; die antheridiale Zelle hat ſich in zwei für die Befruchtung beſtimmte generative Zellen geteilt, die in den Pollenſchlauch hinabwandern; der Kern der Pollenzelle geht ihnen voran, hat aber keine Bedeutung mehr.

noch einer genaueren Feſtſtellung. Aus dem Umſtande, daß das Hervortreiben der Pollenſchläuche in vielen Fällen mittels einer dreiprozentigen Rohrzuckerlöſung, der man eine geringe Menge von Gelatine zugeſetzt hat, auf einem Glasplättchen zuſtande gebracht werden kann, mag man den Schluß ziehen, daß irgendeine Zuckerart im gelöſten Zuſtand in der Narbenflüſſigkeit enthalten ſei. Im Hinblick auf verſchiedene andere Erſcheinungen, inſbeſondere auf das früher erwähnte Wahlvermögen der Narben, iſt aber anzunehmen, daß die chemiſche Zuſammenſetzung bei verſchiedenen Arten in weſentlichen Dingen abweicht.

Befruchtung des Gelbsterneſ taugen werde, ließ ſich von vornherein erwarten. Man konnte an denſelben nur jene Veränderungen erkennen, welche ſich jedesmal einſtellen, wenn Pollen auf eine feuchte Unterlage kommt, d. h. ſolche Pollenzellen beginnen manchmal Pollenſchläuche zu treiben (ſ. nebenſtehende Abbildung), die aber über die Anfänge nicht hinauskommen, und die Befruchtung und weitere Entwicklung von Frucht und Samen unterbleibt.

Welche Verhältnisse bei der Auswahl des richtigen Pollens ins Spiel kommen, iſt ſchwer zu ſagen. Die Beobachtungen der Vorgänge auf der Narbe erlauben die Annahme, daß das lebendige Protoplasma in der Pollenzelle durch Stoffe, welche aus dem Narbengewebe herſtammen, beeinflusst wird. In dem einen Falle werden vielleicht dieſe Stoffe in die Pollenzelle aufgenommen, und der Protoplaſt zeigt inſolgedeißen Veränderungen, welche ſich als Wachstum nach einer beſtimmten Richtung kundgeben; in dem anderen Falle werden die Stoffe nicht aufgenommen, oder wenn ſie auf diösmotiſchem Wege in das Innere der Pollenzelle gelangen, ſo wird doch kein Wachstum angeregt. Es macht dann vielmehr den Eindruck, daß das lebendige Protoplasma unter dem Einfluße dieſer aufgenommenen Stoffe geſchädigt wird und zugrunde geht. Ob dieſes wirklich der Fall iſt, und welcher Art die von der Narbe in die Pollenzelle übergehende Flüſſigkeit iſt, bedarf

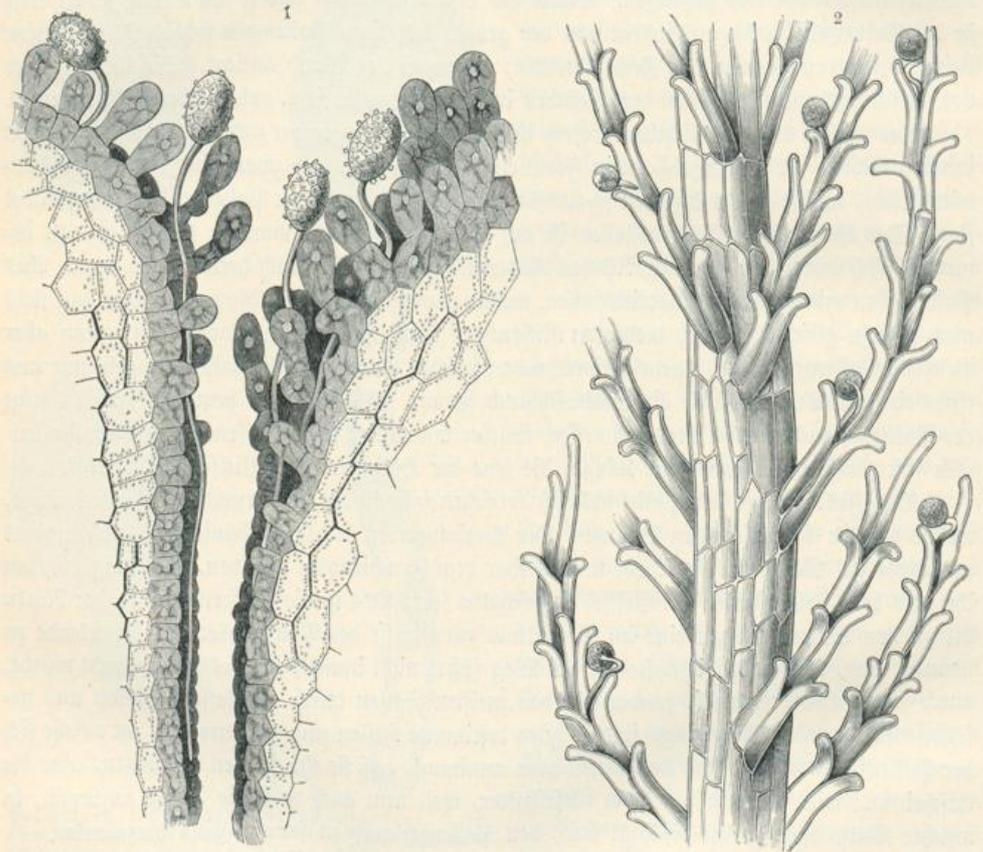
Nach diesen Bemerkungen, welche einzuschalten notwendig war, um mehrere an und für sich zwar richtige, aber noch nicht völlig erklärte Tatsachen in das rechte Licht zu stellen und zugleich vor Benützung derselben als Stütze weitgehender Hypothesen zu schützen, ist es an der Zeit, die Entwicklung der Pollenschläuche aus den Pollenzellen zu schildern, auf welche die entsprechende geschlechtsreife Narbe einen nachweisbaren Einfluß übt. Ehe die Pollenkörner sich zur Keimung auf der Narbe anschicken, sind schon mit ihnen sehr merkwürdige innere Veränderungen vor sich gegangen. Schon vor dem Bestäuben haben sich Teilungsvorgänge in der Pollenzelle vollzogen, indem von der großen kugligen Pollenzelle sich im Inneren eine kleine, linsenförmige, hautlose Zelle abtrennt, die zuerst der Wand anliegt. Sie löst sich aber von dieser los und liegt neben dem Zellkern in der Pollenzelle (vgl. nebenstehende Abbildung).

Der nächste äußerlich sichtbare Erfolg ist das Hervordrängen der zarten, wachstumsfähigen inneren Schicht der Pollenzellhaut in Form eines Schlauches, und zwar häufig durch die Austrittsstellen, welche an der äußeren schalenförmigen Schicht derselben Pollenzellhaut vorgebildet sind. Der Bau dieser Austrittsstellen ist auf S. 280 geschildert worden; hier ist nur zu bemerken, daß durch jede der vorgebildeten Austrittsstellen ein Schlauch hervortreten kann. Aus Pollenzellen mit mehreren Austrittsstellen, welche man in eine Zuckerlösung eingelegt hat, sieht man nahezu gleichzeitig nach mehreren Richtungen Pollenschläuche hervorstechen; wenn aber dieselben Pollenzellen auf einem entsprechenden frischen Narbengewebe haften, so geht nur aus einer einzigen Austrittsstelle ein Pollenschlauch hervor. Als bald nach dem Hervortreten zeigt der Pollenschlauch einen Querdurchmesser, welcher manchmal der verlassenen Hülle der Pollenzelle fast gleichkommt, und eine Länge, die jene der Hülle um das Vielfache übertrifft.

Das Ziel, welches der Pollenschlauch erreichen soll, ist die zu befruchtende Samenanlage, welche bei den bedecktsamigen Pflanzen oder Angiospermen in dem Gehäuse des Fruchtknotens verborgen ist. Mag nun die Narbe unmittelbar dem Fruchtknoten aufsitzen, oder mag zwischen ihr und dem Fruchtknoten ein Griffel eingeschaltet sein, stets ist die Entfernung von der Narbe bis zu den Samenanlagen eine im Verhältnis zur Größe des Pollenschlauches bedeutende zu nennen, und, was das Wichtigste ist, der Weg führt nicht immer, wie früher geglaubt wurde, durch einen offenen Kanal, sondern in den meisten Fällen durch geschlossene Zellen und geschlossenes Gewebe. Allerdings sind es ganz bestimmte Zellen und Zellenreihen, an welche sich der Pollenschlauch hält, und von denen man annimmt, daß sie ihn führen und leiten, aber die Erscheinung wird dadurch nur noch rätselhafter, weil nun auch noch die Frage auftaucht, in welcher Weise diese Zellen befähigt sind, den Pollenschlauch zu seinem Ziele hinzulenken.

Am einfachsten ist die Wanderung des Pollenschlauches durch einen wirklichen Griffelkanal, wie sie bei der Türkenbundlilie (*Lilium Martagon*; s. Abbildung, S. 484, Fig. 1) beobachtet wird. Wenn man den säulenförmigen Griffel dieser Lilienart quer durchschneidet, so zeigt sich, daß hier ein dreiseitiger Kanal vorhanden ist, welcher sich in der Richtung zum Fruchtknoten verengert, gegen die Narbe zu trichterförmig erweitert und mit einer dreistrahligen Spalte mündet. In der Umgebung dieser Mündung befinden sich zahlreiche kolbenförmige Papillen, durch welche die Pollenzellen festgehalten und zur Entwicklung der Pollenschläuche veranlaßt werden. Die Spitzen der Pollenschläuche wenden sich ausnahmslos der trichterförmigen Vertiefung zu und schmiegen sich bei ihrem Weiterwachsen den Zellen an, welche den Griffelkanal auskleiden. Diese sind zur Zeit des Eindringens der Pollenschläuche stets zu Schleim verquollen, und die Pollenschläuche wachsen daher hier in einem die Wände des Griffelkanals bekleidenden Schleim in die Fächer des Fruchtknotens zu den Samenanlagen hinab.

Wie ganz anders erfolgt dagegen die Wanderung des Pollenschlauches bei den Gräsern, für welche hier als Vorbild das Raigras (*Arrhenatherum elatius*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 2) gewählt sein mag. Von dem kugeligen Fruchtknoten gehen bei dieser Pflanze zwei in sanftem Bogen auswärts gekrümmte Gebilde aus, welche die Gestalt kleiner Federn haben, und die von den Botanikern als Narben beschrieben werden. Die Spindel dieser kleinen Federn besteht aus saftreichen, farblosen, langgestreckten Zellen; auch die dem Barte der



Entwicklung der Pollenschläuche: 1) Längsschnitt durch die Narbe und den oberen Teil des Griffels der Türkenbunblühe (*Lilium Martagon*). Aus den Pollenzellen, die an den Narbepapillen haften, haben sich Pollenschläuche entwickelt, welche durch die verschleimten Zellen des Griffelkanals abwärts wachsen (nach Döbel-Port), 2) Ausschnitt der federförmigen Narbe des Raigrases (*Arrhenatherum elatius*). Aus den Pollenzellen, welche an den papillenförmigen Enden der Narbenzellen haften, haben sich Pollenschläuche entwickelt, deren fortwachsende Spitze die Scheidewände benachbarter Narbenzellen spaltet und in die gebildete Spalte einbringt. Fig. 1: 110fach, Fig. 2: 170fach vergrößert. (Zu S. 483—485.)

Feder entsprechenden zarten Fäden bestehen aus solchen Zellen. Diese sind einer Schraubenlinie entsprechend aneinander gereiht, zeigen die sogenannte Eindrittelstellung und sind mit ihren freien Enden unter einem stumpfen Winkel seitlich abgebogen, so daß diese Enden als zarte Papillen erscheinen. Weder in dem Federbarte noch in der Spindel desselben ist ein Zwischenzellengang zu bemerken; die Zellen schließen lückenlos aneinander, und der Pollenschlauch, welcher dieses Gewebe durchdringen wollte, müßte sich zuvor aus eigener Kraft den Weg bahnen. Das ist auch in der Tat der Fall. Die durch den Wind herbeigetragenen glatten

Zellen des fläubenden Pollens bleiben an dem zarten Federbarte hängen und erscheinen ausnahmslos den papillenartigen vorspringenden Enden der feinen Fäden angeschmiegt (i. nebenstehende Abbildung, Fig. 2). Die Papillen sind prall und ihre Wandung mit einer ungemein zarten Kutikula überzogen. Kurze Zeit, nachdem sich an dieser oder jener Papille eine Pollenzelle angelegt hat, tritt aus der einzigen Austrittsstelle, welche diese Pollenzelle besitzt, der Pollenschlauch hervor. Mag nun die Austrittsstelle der Papille zugewendet oder von ihr abgewendet sein, stets richtet sich die Spitze des hervorstwachsenden Schlauches gegen den Winkel, welchen die zunächstliegende Papille mit der Achse des Fadens bildet, wobei oft die seltsamsten Krümmungen stattfinden. Überraschend ist es zu sehen, wie insbesondere jene Pollenschläuche, die aus einer von der Papille abgewendeten Austrittsöffnung der Pollenzelle hervorkommen, sich durch die umgebende Luft in Form eines Halbbogens oder mitunter in Form einer U-förmigen Schlinge diesem Winkel zuwenden. Bisweilen kommt es auch vor, daß sich der Pollenschlauch um eine der Papillen schraubenförmig herumwindet. Das Wunderbarste aber ist, daß die Spitze des Pollenschlauches, sobald sie in dem erwähnten Winkel angelangt ist, zwischen die festverbundenen Zellen hineinwächst, die Scheidewände der benachbarten Zellen spaltet und sich gewissermaßen einen Zwischenzellengang ausweitet, durch welchen dann der ganze Pollenschlauch gleich einem Wurme fortfrücht. Auch im Zellgewebe der Narbenspindel wandert der Pollenschlauch durch einen von seiner Spitze geschaffenen Zwischenzellengang, ja selbst mitten durch die von ihm durchbohrten Zellhäute, bis er endlich die Samenanlage im Fruchtknoten erreicht hat.

In dieser Beziehung unterscheiden sich die Gräser von jenen zahlreichen anderen Gewächsen, die für den einwandernden Pollenschlauch das sogenannte leitende Gewebe vorbereitet haben, dessen Zellen von den benachbarten auffallend abweichen. Der Griffel, durch welchen der Pollenschlauch hindurchwachsen soll, hat zwar auch hier keinen vorgebildeten offenen Kanal, aber durch die Mitte desselben zieht doch ein Strang aus reihenweise angeordneten, langgestreckten Zellen mit gequollenen Wandungen, und diese Wandungen sind es, welche durch die Spitze des von der Narbe herabwachsenden Pollenschlauches getrennt und zu einem Wege für den Pollenschlauch ausgeweitet werden. So verhält es sich beispielsweise bei den Nachtschattengewächsen und Skrofulariaceen. Das leitende Gewebe ist übrigens in vielen Fällen von der Umgebung nicht immer deutlich abgegrenzt, und es ist dann sozusagen die ganze Narbe und der ganze Griffel als leitendes Gewebe aufzufassen, wie das z. B. bei den Orchideen der Fall ist.

Wieder auf eine andere Art wird die Wanderung der Pollenschläuche von der Narbe abwärts zur Fruchtknotenöhle bei den Malvaceen und den meisten Nelkengewächsen ausgeführt. Die Narben haben hier eine entfernte Ähnlichkeit mit denen der Gräser. Von der Oberfläche eines vielzelligen, langgestreckten, dem freien Auge als Faden erscheinenden Gewebekörpers erheben sich lange, zylindrische, glashelle, ungemein zarte Zellen, an welche der Pollen durch Vermittelung der Insekten angeheftet wird. Als bald nach dieser Anheftung treibt aus jeder Pollenzelle, und zwar immer nur aus einer der zahlreichen Austrittsstellen, der Pollenschlauch hervor, seine Spitze legt sich an die Wand einer glashellen Narbenzelle an und löst diese an der Berührungsstelle auf. Der ganze Pollenschlauch schlüpft nun durch die gebildete Öffnung in den Innenraum der betreffenden Narbenzelle und strebt weiterwachsend dem Gewebekörper zu, welcher die glashellen Narbenzellen trägt. Über das Verhalten des Pollenschlauches im Inneren dieser glashellen Narbenzellen sind Erfahrungen veröffentlicht worden, welche man, würden sie nicht von den gewissenhaftesten Beobachtern herrühren, kaum für glaubhaft halten möchte. An der Rade (*Agrostemma Githago*) wurde z. B. gesehen, daß der in die Narbenzelle

eingedrungene Pollenschlauch bei seinem Weiterwachsen mitunter eine falsche Richtung einschlägt, d. h. daß er nicht sofort nach dem Eindringen die Richtung gegen die Samenanlage einhält, sondern anfänglich in entgegengesetzter Richtung weiterwächst. In solchen Fällen findet aber stets eine Umkehr statt, und es dauert nicht lange, bis die Spitze des Pollenschlauches die zur Samenanlage führende Richtung gefunden hat, sich nun dem Gewebekörper zuwendet, welcher die glashellen Narbenzellen trägt, und hier, sich einen Zwischenzellengang ausweitend, bis zur Höhlung des Fruchtknotens vordringt.

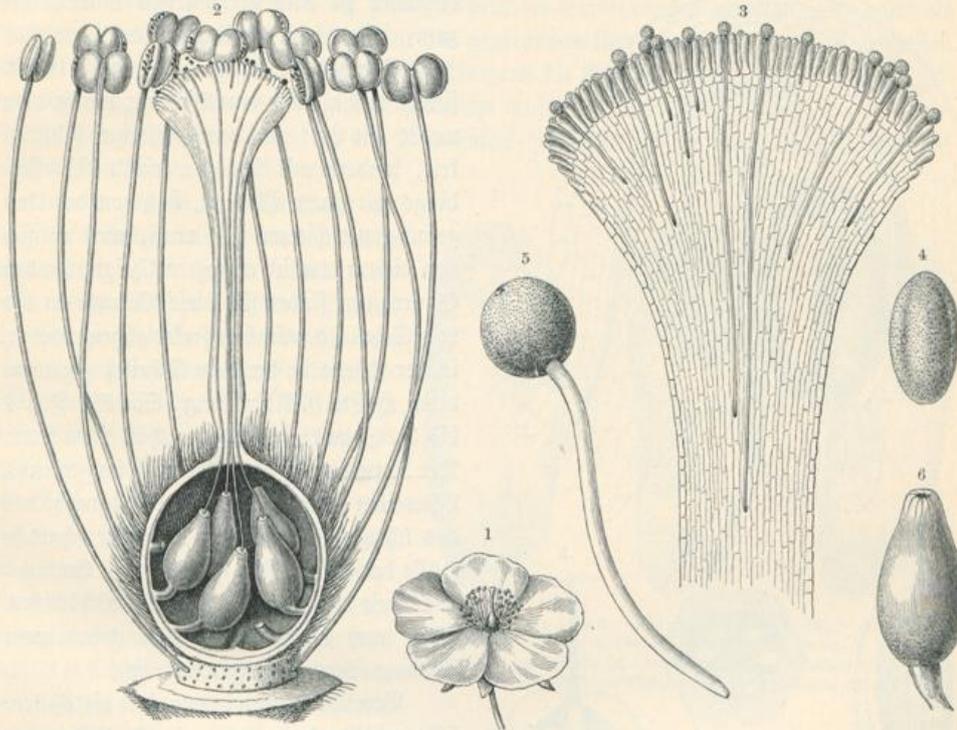
Um die Samenknochen zu erreichen, bedarf der von der Narbe oder von dem Griffel in den Bereich der Fruchtknotenöhle übergetretene Pollenschlauch neuerdings einer Führung. Er hat hier eine genau bestimmte Bahn einzuhalten und eine genau bestimmte Stelle zu erreichen. Er soll zu der im Fruchtknoten verborgenen Samenanlage gelangen und soll dort zum Embryosack geführt werden, in welchem eine Zelle, die zu befruchtende Eizelle, ihrer Befruchtung harret.

Die Eintrittsstelle zur Samenanlage ist in den meisten Fällen die von den Integumenten freigelassene, unter dem Namen Mikropyle bekannte Stelle der Samenanlage (S. 268). Bei *Casuarina*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Ulmus* und auch noch bei verschiedenen Gattungen der Juglandaceen gelangt dagegen der Pollenschlauch nicht durch die Mikropyle in das Innere der Samenanlage, sondern wächst aus dem Griffel durch die Plazenta zum Funikulus und dringt durch diesen und das Verbindungsgewebe zwischen Funikulus und Samenanlage, den sogenannten Hagelfleck oder die Chalaza, in den Kern der Samenanlage, welcher Vorgang mit dem Namen Chalazogamie bezeichnet worden ist.

Was das erstere, d. h. das Eindringen des Pollenschlauches durch die Mikropyle, anbelangt, so ist zu bemerken, daß dieser Teil der Samenanlage im Inneren des Fruchtknotens nur in seltenen Fällen so eingestellt ist, wie es die Abbildungen auf S. 268 und S. 487, Fig. 2, darstellt, nämlich in der geraden Verlängerung des Weges, welchen der von der Narbe durch den Griffel herabkommende Pollenschlauch bisher eingehalten hat. Viel öfter ist die Samenanlage durch das Wachstum des Stieles oder Funikulus wie umgestürzt, so daß die Mikropyle dem Grunde der Fruchtknotenöhle zugewendet ist, oder dieselbe sieht der Seitenwand des Fruchtknotengehäuses, bisweilen auch der den Fruchtknoten durchziehenden Mittelsäule zu, wie es durch die Abbildung auf S. 488, Fig. 1—3, zur Anschauung gebracht ist.

Auch ist der Umstand zu berücksichtigen, daß in den meisten Fällen mehrere Samenanlagen in der Höhlung eines Fruchtknotens verborgen sind, daß zu jeder Samenanlage ein Pollenschlauch hinwachsen soll, und daß daher die Wege für die gemeinschaftlich durch den Griffel herabgekommenen Pollenschläuche im Fruchtknoten auseinander laufen, ähnlich wie die Seitenwege, welche von einer Hauptstraße abzweigen. Man sollte nun erwarten, daß gerade für diesen wichtigsten Abschnitt des Weges, welchen die Pollenschläuche zu nehmen haben, besondere Leitungsvorrichtungen ausgebildet seien, ist aber bei näherem Zusehen sehr enttäuscht; denn nur in verhältnismäßig wenigen Fällen finden sich besondere saftstrogende Papillen, verlängerte fadenförmige Zellen, zapfenartige Gewebekörper, Leisten und Furchen, welche die Führung der Pollenschläuche in der Fruchtknotenöhle übernehmen, und dennoch kommen die Pollenschläuche stets pünktlich zu jenen Stellen der Samenanlage, wo sich die Befruchtung vollziehen soll. Sind zahlreiche Samenanlagen in der Höhlung des Fruchtknotens vorhanden, wie bei dem Sonnenröschen *Helianthemum* (s. nebenstehende Abbildung), so laufen die Pollenschläuche, welche bisher bündelförmig gruppiert von der Narbe herabgewachsen waren, strahlenförmig auseinander, und jeder derselben steuert einer anderen Samenanlage zu.

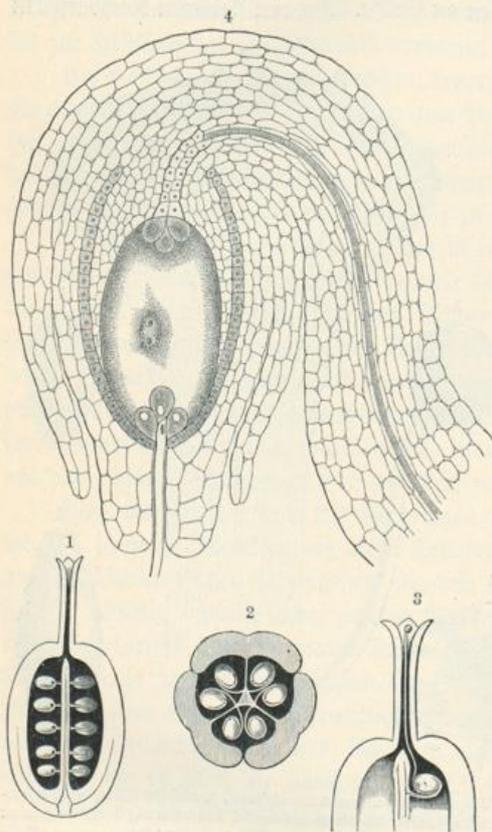
Die wichtigste Zelle der ganzen Samenanlage ist diejenige, welche den Eiapparat einschließt. Wir nennen sie bei den hier zunächst in Betracht kommenden bedecktfamigen Phanerogamen (Angiospermen) Embryosack. Der Embryosack war anfänglich nichts weiter als eine der vielen Zellen des Gewebekörpers, welcher den Kern der Samenanlage (Knospentern) bildet und von Integumenten eingehüllt wird. Aber diese Zelle wuchs schnell heran und übertrifft zur Paarungszeit alle ihre Nachbarzellen an Größe. Die viel kleineren Nachbarzellen



Entwicklung der Pollenschläuche: 1) Blüte des Sonnenröschens (*Helianthemum marifolium*), 2) dieselbe Blüte, die Blumenblätter entfernt, der Fruchtknoten, der Griffel und die Narbe im Längsschnitt; die durch den Griffel bündelförmig hinabwachsenden Pollenschläuche laufen in der Fruchtknotenöhle auseinander, und jeder derselben trifft auf die Mikropyle einer Samenanlage, 3) die Narbe und der obere Teil des Griffels; aus einem Teile der an den Papillen der Narbe haftenden Pollenzellen haben sich Pollenschläuche entwickelt, welche in das Gewebe des Griffels hineingewachsen sind (nach Bailly), 4) trockene Pollenzelle, 5) befeuchtete Pollenzelle, welche einen Pollenschlauch treibt, 6) Samenanlage des *Helianthemum marifolium*. Fig. 1 in natürl. Größe, Fig. 2: 22fach, Fig. 3: 55fach, Fig. 4 und 5: 300fach, Fig. 6: 50fach vergrößert. (Zu S. 486.)

bilden um sie eine geschlossene Hülle, aber die Integumente lassen einen Zugang offen. Die offen gelassene Stelle wird, wie schon erwähnt, Mikropyle genannt. Diese bildet allgemein mit Ausnahme der verhältnismäßig wenigen durch Chalazogamie sich befruchtenden Arten die Pforte, durch welche der Pollenschlauch eindringt (vgl. S. 268). Wie die drei auf S. 489 stehenden Abbildungen des Embryosackes erkennen lassen, haben sich im Raum dieser Zelle an dem der Mikropyle zugewandten Scheitel nach wiederholter Kernteilung drei hautlose Zellen gebildet. Die eine davon ist die Eizelle, die beiden anderen heißen Gehilfsinnen oder Synergiden, da sie wahrscheinlich bei der Zuleitung des Pollenschlauchinhaltes zur Eizelle mitwirken. Gegenüber diesem „Eiapparat“ haben sich an der anderen Seite des Embryosackes ebenfalls drei Zellen unbekannter Bedeutung angelagert, die man als Antipoden oder Gegenfüßlerinnen bezeichnet.

Dieser ganze auffallende Zellenapparat entsteht auf folgende Weise. Anfänglich enthält der Embryosack in seinem Protoplasten nur einen einzigen Kern. Dieser teilt sich in zwei Kerne, welche sich noch zweimal teilen, so daß endlich acht Kerne vorhanden sind, von denen sich vier nach oben, vier nach unten wenden. An diesen Orten bilden sich nun um je drei der Kerne die schon genannten Zellgruppen. Es bleiben von den acht Kernen oben und unten je einer



Befruchtung: 1) Längsschnitt durch die Fruchtkanlage von *Ornithogalum nutans*, 2) Querschnitt durch dieselbe Fruchtkanlage, 3) Längsschnitt durch die Narbe, den Griffel und den obersten Teil des Fruchtknotens von *Ornithogalum nutans*; von der an der Narbe haftenden Pollenzelle geht ein Pollenschlauch aus, dessen Spitze an der Mikropyle einer Samenanlage angelangt ist; 4) Längsschnitt durch die Samenanlage von *Ornithogalum*; die Spitze des Pollenschlauches hat sich durch die Mikropyle den Weg in den Embryosack gebahnt und berührt die Synergiden (schematisch). Fig. 2, 3: 3fach, Fig. 1: 2fach, Fig. 4: 100fach vergrößert. (Zu S. 486.)

zeichnet. Der andere Kern ist mit einem zarten Fadennetz erfüllt, gehört der größeren Teilzelle des Pollenkerns an, welche zum Pollenschlauch auswächst, und heißt, weil er sich nicht an dem Befruchtungsprozeß beteiligt, vegetativer Kern. Während der Pollenschlauch nun sein Wachstum aufnimmt, um die Samenknope zu erreichen, teilt sich die generative Zelle nochmals, in zwei Zellen, die fast ganz aus der Kernsubstanz bestehen, und alle Kerne wandern in den Pollenschlauch hinab, der vegetative Kern voran, die generativen Kerne hinterdrein.

übrig. Diese „Polkerne“ wandern nun aufeinander zu und verschmelzen miteinander zum „sekundären Embryosackkern“.

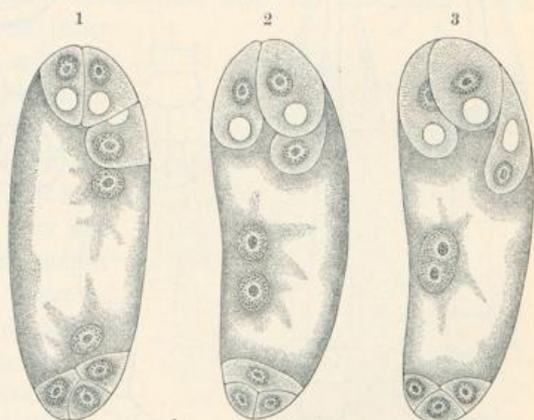
Sowohl die Eizelle als auch die Gehilfinnen enthalten je eine Vakuole, welche aber weder mit Luft noch mit wässriger Flüssigkeit, sondern mit Plasma erfüllt ist, allerdings mit einem Plasma, das von der Umgebung verschieden sein muß, weil es sich von diesem deutlich abgegrenzt zeigt. In den Synergiden findet sich diese Vakuole in der vom Scheitel des Embryosackes abgewendeten, in der Eizelle in der dem Scheitel zugewendeten Hälfte (s. Abbildung, S. 489, Fig. 1 bis 3). Jede dieser Zellen enthält einen Kern. Der Kern der Eizelle wird Eikern genannt. Bisweilen ist dieser Kern so umfangreich, daß das übrige Protoplasma nur eine schwache Hülle desselben bildet. Nun ist der Embryosack bereit zum Empfang des Pollenschlauches. Aber auch in der Pollenzelle gehen neue sichtbare Veränderungen vor sich.

Von dem Protoplasma, das die Pollenzelle erfüllt, hatte sich, wie S. 482 in der Abbildung erläutert ist, ein Teil als linsenförmige Zelle abge sondert, und die Pollenhaut umhüllte nun eine kleinere und eine größere Zelle. Jede derselben besitzt einen Zellkern. Aber diese Kerne weichen sowohl an Größe als auch im Bau voneinander ab. Der Kern der kleineren Zelle, welche die Befruchtung vollführen soll, enthält einen grobfädigen Knäuel, er wird als generativer Kern be-

Wenn die Pollenschlauchspitze an dem Scheitel des Embryosackes angelangt ist, stellt sich an dem der Mikropyle zugewendeten Teile jeder Synergidenzelle eine Längsstreifung ein, und es bildet sich dort eine Kappe aus, von welcher flüssige Stoffe ausgeschieden werden. Auch zieht sich das Protoplasma der Synergiden zusammen und wird stark lichtbrechend. Diese Veränderungen stehen ohne Zweifel mit der Aufgabe der Synergiden, den Spermakern des Pollenschlauches zur Eizelle hinzuleiten, im Zusammenhange. Durch die von den Synergiden ausgeschiedenen Stoffe wird nämlich die zarte Zellhaut des Embryosackes aufgelöst, und durch die Zusammenziehung der Synergiden soll für den generativen Kern ein Weg zur Eizelle geschaffen werden. In manchen Fällen beschränkt sich übrigens die Veränderung nicht nur auf die Zusammenziehung, sondern es erfolgt eine förmliche Auflösung der Synergiden.

Sobald der Pollenschlauch an den Embryosack herantreten ist, wird seine Zellhaut an der Berührungsstelle aufgelöst oder doch

so verändert, daß sie dem Durchtritt der generativen Kerne kein Hindernis mehr entgegensetzt. Die beiden generativen Kerne, welche bis zur Spitze des Pollenschlauches gelangt waren, treten aus und in den Embryosack ein. Die Eizelle übernimmt nun denjenigen Kern (Spermakern), welcher bei der Wanderung vorausging. Der zweite scheint die Bedeutung eines Reservekernes zu haben und nur dann an die Reihe zu kommen, wenn der erste die zur Befruchtung nötigen Fähigkeiten nicht besitzen sollte. Er geht in vielen Fällen zugrunde. In anderen Fällen aber vereinigt er sich mit dem noch vorhandenen Embryosackkern und ist, wie es scheint,



Embryosack in drei Entwicklungsstadien (Fig. 1—3); in jedem derselben sind, in der Reihenfolge von oben nach unten, zu sehen: die Synergiden und die Eizelle, der obere Polkern, der untere Polkern, die Antipoden (schematisch). Zu S. 487, 488 und 491.

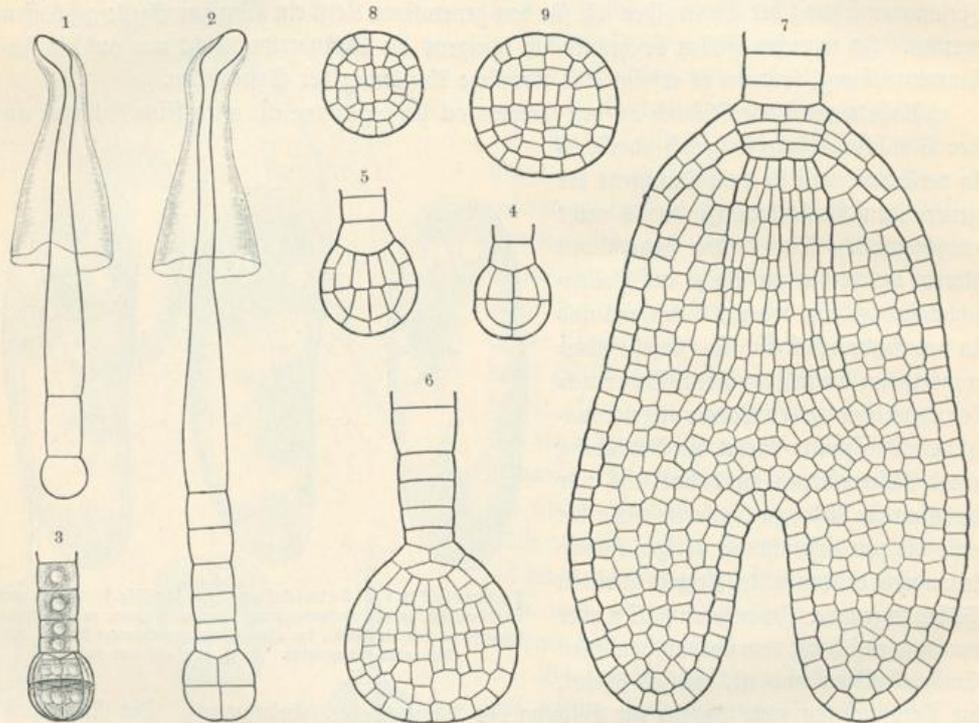
die Veranlassung zum Beginn der Bildung des Nährgewebes (Endosperm). Die Aufnahme des Spermakernes von der Eizelle vollzieht sich in folgender Weise. Der Spermakern tritt seitlich an die Eizelle heran, dringt in diese ein und nähert sich dem im unteren Teile der Eizelle eingelagerten Eiferne. Beide Kerne verschmelzen miteinander, und dieser Vorgang wird als der Akt der Befruchtung aufgefaßt.

Was mit dem aus dem Pollenschlauch entleerten Plasma, in welchem die Spermakerne eingelagert waren, geschieht, ist noch fraglich. Es wird angenommen, daß dieses Protoplasma zur Ernährung der befruchteten Eizelle dient.

Nachdem die Befruchtung durch den Spermakern erfolgt ist, umgibt sich die Eizelle mit einer Haut von Zellstoff. Die so gebildete Zelle nennt man Keimzelle, der durch Verschmelzung entstandene Kern dieser Zelle heißt Keimkern, und aus dieser Zelle geht der Embryo hervor, aus dem sich ein neues Pflanzenindividuum entwickelt. Möge die Pflanze, die daraus entsteht, klein oder groß werden, immer war sie im Anfang einmal eine einzige Zelle, eine Keimzelle.

Die Entwicklung des Keimlings oder Embryos aus der Keimzelle zeigt bei den Pflanzen eine große Übereinstimmung, wenn auch in gewissen Pflanzenabteilungen Verschiedenheiten zu verzeichnen sind. Nachdem die Eizelle durch ihre Befruchtung zur Keimzelle

geworden ist, beginnt sie zu wachsen, und indem sie sich in die Länge streckt, entstehen hintereinander mehrere parallele Zellwände. Dadurch entsteht ein zylindrischer kleiner, in den Embryosack hereinwachsender Zellkörper, dessen kugelförmige Endzelle sich zum Embryo ausbilden soll, während die übrigen Zellen als Träger dieser Embryonalkugel dienen (Fig. 1 und 2). Die an dem Embryoträger hängende Kugel teilt sich jetzt durch senkrecht aufeinanderstehende Zellwände nach den drei Richtungen des Raumes, wonach die Kugel aus acht Zellen besteht (Fig. 3). Dann aber gliedert sich der kleine Embryonalkörper schon in verschiedene Gewebe-



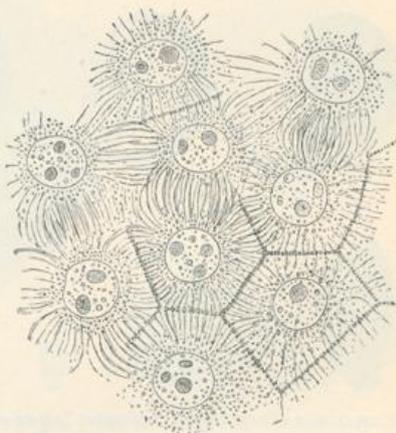
Keimentwicklung im Embryosack von *Brassica Napus* (Raps; nach Kn): 1) oberer Teil des Embryosackes; aus der befruchteten Eizelle hat sich der schlauchförmige Embryoträger entwickelt, der, am Mikropylenende befestigt, am anderen Ende die kugelförmige Zelle trägt, aus der der Embryo entsteht; 2) und 3) die Embryonalzelle hat sich zuerst durch zwei aufeinander senkrechte Wände in vier Zellen, darauf durch eine horizontale Wand in acht Zellen geteilt; 4) Anlage der Epidermis durch gekrümmte, der Kugeloberfläche parallele Wände; 5) Ausbildung des Körpergewebes und der Epidermis durch neue Zellteilungen; 6) weiter entwickelter Keim; an seinem Aufbau beteiligt sich auch die letzte Zelle des Embryoträgers (die Hypophyse), sie drängt sich flach pyramidenförmig zwischen die unteren Oktanten der Embryokugel ein (Fig. 2, 4, 5) und schließt den Embryo durch einige Zellteilungen unten ab (Fig. 6); 7) Bildung der Kotyledonen und des Wurzelendes und weitere Differenzierung der inneren Gewebe; 8) und 9) Querschnitte der Embryos 5) und 6).

formen, indem durch Entstehung von Wänden parallel der Oberfläche die Epidermis angelegt wird (Fig. 4 und 5). Während diese Gewebebildung durch Vermehrung der Zellen fortschreitet, erfolgt nun auch die erste Ausgestaltung des Körpers, indem aus dem einen Ende ein oder zwei Keimblätter herauswachsen (Fig. 7). Haben diese ihre Größe erreicht, woneben auch am anderen Ende die embryonale Wurzel ausgebildet wird, dann stellt der Embryo sein Wachstum vorläufig ein und ruht im Samen, bis dieser zur Keimung gelangt. Der ausgewachsene Keimling besteht bei einigen Schmarogerpflanzen und bei den Orchideen aus einer kleinen Zellengruppe, welche keinerlei Gegensatz von Achse und Blättern erkennen läßt; bei den meisten bedecksamigen Phanerogamen aber erscheint er deutlich gegliedert, und man unterscheidet an ihm

bereits die Anlage eines Stammes, die Anlage einer ersten Wurzel und die Anlagen von Blattgebilden (s. Abbildung, S. 20, Fig. 1 und 2). Am meisten in die Augen fallend sind die Keimblätter, welche vom Keimblattstamm ausgehen, und welche bei manchen Arten, wie z. B. *Styphnolobium japonicum*, durch reichliches in den Zellen ausgebildetes Chlorophyll grün gefärbt sind. Bei vielen Pflanzen, so z. B. bei den Äpfeln und Mandeln, den Bohnen und Erbsen, der Kapuzinerkresse und der Wassernuß sowie bei den Eichen (s. Abbildung, S. 23, Fig. 1—6), werden die Keimbätter gedunsen, dick und prall, gestalten sich zu einem Reservestoffbehälter, liefern für die auswachsende Achse des Keimlings die nötigen Baustoffe und füllen endlich den von den Integumenten umschlossenen Raum so vollständig aus, daß für andere Gebilde neben dem Keimling kein Platz mehr übrig bleibt. In den meisten Fällen aber sind die Keimblätter zart und dünn, und es würden die in ihnen abgelagerten Stoffe als Baustoffe für die auswachsende Achse nicht ausreichen. Dann erscheint dem Keimling, welcher früher oder später von der Mutterpflanze sich trennt, für die erste Zeit seiner Selbständigkeit ein Vorrat von Nährstoffen in einem besonderen Speichergewebe mitgegeben (vgl. S. 489). Dieses Gewebe, dessen Zellen mit Fett und Mehl (Stärke- und Proteinkörner) vollgepropt sind, entspricht dem Dotter im Vogelei, und es wäre sehr wünschenswert, wenn sich die Botaniker dahin einigen könnten, daselbe auch bei den Pflanzen Dotter zu nennen. Die mannigfaltigen Namen, welche diesem Nahrungsspeicher gegeben wurden, Endosperm, Albumen, Eiweiß, Eiweißkörper usw., sind nämlich unzutreffend und verwirrend, weil sie in ihrem Anlaute ganz oder teilweise mit den für wesentlich andere Stoffe und Gebilde eingebürgerten und in Anwendung gebrachten Bezeichnungen übereinstimmen.

Den Ausgangspunkt für dieses gewöhnlich Endosperm genannte Speichergewebe bilden zwei schon frühzeitig im Embryosack angelegte Kerne (s. Abbildung, S. 489, Fig. 1), die man als oberen und unteren Polkern unterschieden hat. Diese beiden Kerne, um welche sich ein Teil des Protoplasmas ballt, nähern sich (s. Abbildung, S. 489, Fig. 2) und verschmelzen daraufhin zu einem einzigen Kerne, dem sogenannten Zentralkerne (Fig. 3), der dann später nochmals mit dem einen generativen Kern der Pollenzelle verschmilzt. Indem der Kern daraufhin wiederholte, sehr häufige Teilungen erfährt, wird er der Ausgangspunkt für ein parenchymatisches Gewebe (vgl. obenstehende Abbildung), welches im Embryosack mit dem Embryo heranwächst und dessen Zellen sich mit den erwähnten Reservestoffen (Fett, Stärke- und Proteinkörner) füllen. In seltenen Fällen, z. B. bei den Palmen, besteht das Endosperm auch aus Zellulose von hornartiger Konsistenz, z. B. beim Dattelfern.

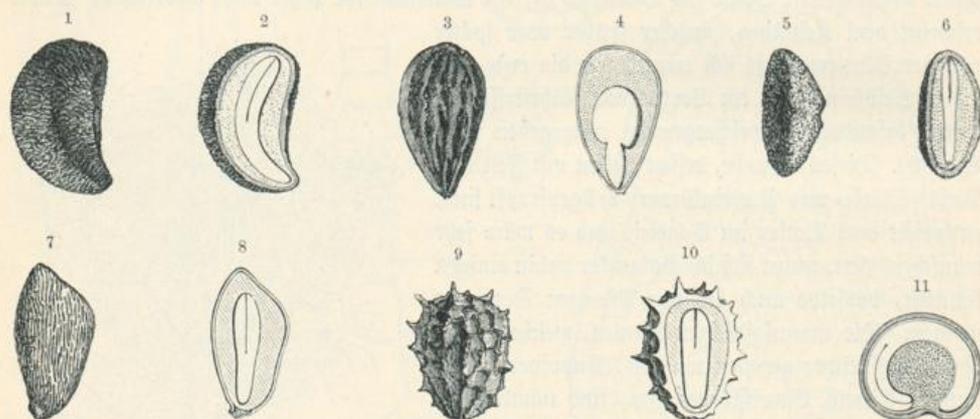
Die Verbindung des Keimlings mit seinem Nahrungsspeicher ist auf sehr verschiedene Weise hergestellt. In vielen Fällen, wie z. B. bei dem Gauchheil, dem Sauerflee, dem Löwenmaul und dem Erdbeerbaum (*Anagallis phoenicea*, *Oxalis Acetosella*, *Antirrhinum majus*, *Arbutus Unedo*; s. Abbildung, S. 492, Fig. 3—10), liegt der geradlinige Keimling mitten in dem Nahrungsspeicher eingebettet. Auch bei der Weinraute (*Ruta*



Bildung des Endosperms durch Scheidewandbildung im Umkreis der Zellkerne.

graveolens; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2), welche einen gekrümmten Keimling besitzt, beobachtet man dasselbe Verhältnis; dagegen liegt bei der Kermesbeere (*Phytolacca decandra*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 11) der Keimling dem Nahrungsspeicher seitlich an und ist um denselben wie ein Hufeisen gekrümmt. Die Sapindaceen und die Melbegewächse zeigen einen spiralig gerollten Keimling. Bei den Gräsern ist der Keimling dem Nahrungsspeicher seitlich angeschmiegt, aber nicht gekrümmt, sondern gerade. In welcher Weise der auswachsende Keimling die ihm von der Mutterpflanze in dem Speichergewebe mitgegebenen Nährstoffe verbraucht und sich nutzbar macht, wurde ausführlich auf S. 10 geschildert.

Sowohl der Keimling als auch das Speichergewebe nehmen auf Kosten der an den Embryosack unmittelbar angrenzenden, mit Protoplasma erfüllten Zellen des Knospenkerns (S. 268) an Umfang zu, und dies Gewebe wird dabei völlig aufgesogen. Nur bei verhältnismäßig wenigen



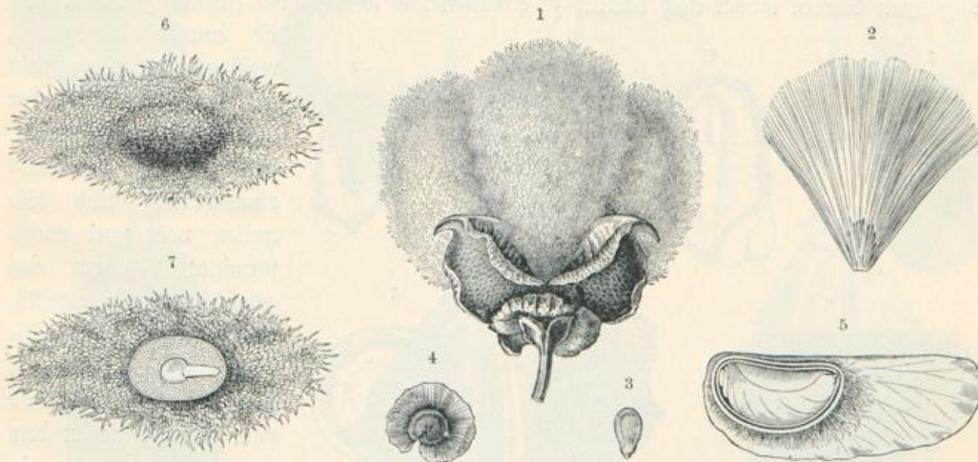
Samen mit einem Speichergewebe: 1) *Ruta graveolens*, ganzer Same, 2) Längsschnitt durch denselben; 3) *Oxalis Acetosella*, ganzer Same, 4) Längsschnitt durch denselben; 5) *Anagallis phoenicea*, ganzer Same, 6) Längsschnitt durch denselben; 7) *Arbutus Unedo*, ganzer Same, 8) Längsschnitt durch denselben; 9) *Antirrhinum majus*, ganzer Same, 10) Längsschnitt durch denselben; 11) Längsschnitt durch den Samen von *Phytolacca decandra*. (Nach Bailton.)

Pflanzen bleibt ein Teil der genannten Zellen erhalten und erlangt eine ähnliche Bedeutung wie das Speichergewebe, welches sich im Inneren des Embryosackes ausgebildet hat. Es füllen sich nämlich auch diese Zellen mit Fett und mit Stärke- und Proteinkörnern, welche späterhin von dem auswachsenden Keimlinge verwertet werden können. Im Gegensatz zu dem Endosperm, unter welchem Namen das im Embryosack entstandene Speichergewebe bezeichnet wird, hat man jenes, welches außerhalb des Embryosackes entsteht, Perisperm genannt. Aber es finden nun infolge der Befruchtung noch weitere Veränderungen statt, nicht nur der Samenanlage, welche dem Samen das charakteristische Äußere geben, sondern auch des Fruchtknotens.

Der Keimling bedarf bestimmter Ausrüstungen für seine Reise und seine neue Ansiedelung, er bedarf entsprechender Verbreitungsmittel, er bedarf einer Schutzwehr gegen die vernichtenden Angriffe der auf Pflanzenkost angewiesenen Tiere bis zu jenem Zeitpunkt, in welchem er die Mutterpflanze verläßt, und er bedarf auch einer Versicherung gegen die Ungunst der Witterung. Diese Ausrüstungen werden nun durch eigentümliche, nach der Befruchtung eintretende Veränderungen der Integumente, der Fruchtblätter, des Blütenbodens und der Hochblätter zustande gebracht.

Die Integumente verwandeln sich in die Samenschale. Die Samenschale zeigt eine

große Mannigfaltigkeit der Gestalt. Sie ist meistens mehrschichtig, und die aufeinanderfolgenden Schichten werden aus den verschiedenartigsten Zellformen aufgebaut. Bald erscheint sie weich und dünnhäutig, bald steif und fest, pergamentartig, holzig, hornartig oder steinhart, wieder in anderen Fällen fleischig und saftreich oder in eine schleimige, klebrige Masse umgewandelt. Die äußerste Schicht dieser Schale ist in den meisten Fällen braun, grau oder schwarz, seltener gelb und weiß und am seltensten rot gefärbt. Welche Bedeutung die verschiedenen schleimigen Überzüge, die Zellenlagen, aus denen bei Befruchtung klebrige Stoffe ausgeschieden werden, ferner die kleinen Grübchen und Furchen, Warzen und Runzeln, Riefen und Kege, Spitzen und Zacken für das Festhalten der Samen an das Keimbett haben, wurde bereits S. 30 ff. erörtert. Wenn die Samen durch den Wind verbreitet werden sollen, so

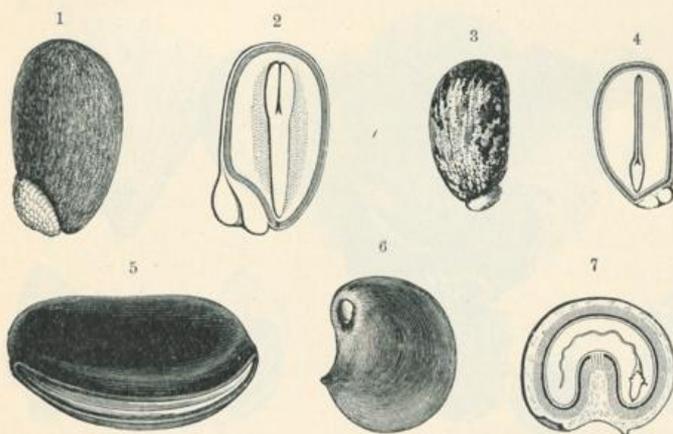


Samen mit flügelartigem Saum und Samenhaaren: 1) aufgeprungene Frucht von *Gossypium herbaceum*, die behaarten Samen zwischen den Klappen sichtbar; 2) Same von *Populus tremula* mit Samenhaaren, 3) derselbe Same, von dem Haarmantel abgelöst; 4) geflügelter Same von *Lepigonum marginatum*; 5) Längsschnitt durch den geflügelten Samen von *Vochysia*; 6) geflügelter Same von *Cinchona*, 7) Längsschnitt durch diesen Samen. Fig. 3–7 vergrößert. (Zum Teil nach Baillon.)

erheben sich von der oberflächlichen Schicht ihrer Schale flügelartige Leisten und Säume, wie beispielsweise bei dem zu den Mieren gehörigen *Lepigonum marginatum* (s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), den Samen der Chinarindenbäume (*Cinchona*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7) und der tropischen *Vochysia* (Fig. 5), welche, nebenbei bemerkt, durch die übereinandergerollten Keimblätter des Keimlinges ausgezeichnet ist. Manchmal geht von den oberflächlichen Zellen der Samenschale eine Unmasse langer, zarter Haare aus, wie bei der Baumwollstaude (*Gossypium*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 1) und dem zu den Wollbäumen gehörenden *Eriodendron*.

Bei nicht wenigen Pflanzen entwickeln und erheben sich von der Basis oder von dem Träger der Samenanlage noch besondere Gebilde, welche zur Zeit der Reife des Keimlinges wie ein Mantel die aus den Integumenten hervorgegangene Samenschale ringsum einhüllen und unter dem Namen Samenmantel (*arillus*) begriffen werden. Bei manchen Passifloreen, Sapindazeen und Jelastrineen, unter anderen bei der Gattung Spindelbaum (*Evonymus*), stellt er eine breiige oder fleischige, gewöhnlich lebhaft rot gefärbte Masse dar, und bei den Myristikazeen bildet er eine eigentümlich zerschligte Hülle. Der Samenmantel der Muskatnuss, welcher als rote zerschligte Umhüllung den braunen Samen umgibt, kommt als Gewürz

mit dem falschen Namen „Muskatblüte“ in den Handel. Wenn die Leisten und Lappen oder das fleischige Gewebe nur einseitig von der Basis oder von dem Träger der Samenanlage ausgehen, so spricht man von einer Samenschwiele (caruncula). Eine sehr auffallende, einem fleischigen Hahnenkamm vergleichbare Samenschwiele zeigt das Schöllkraut (*Chelidonium majus*). Beschränkt sich die Zellwucherung auf den sogenannten Nabel, das ist die Stelle, wo sich der Same von seinem Träger ablöst, so wird dieselbe insbesondere Nabelschwiele genannt. Solche Nabelschwiele beobachtet man z. B. bei dem Veilchen (*Viola*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 1 und 2) und bei dem Rizinus (*Ricinus*; s. untenstehende Abbildung, Fig. 3 und 4). Die Umgebung der Stelle, wo die Samenanlage mit ihrer Unterlage im Zusammenhange stand, ist auch dann, wenn dort keine Schwiele ausgebildet wurde, am abgelösten Samen immer noch deutlich zu erkennen und wird Nabel (hilum) genannt. Sie



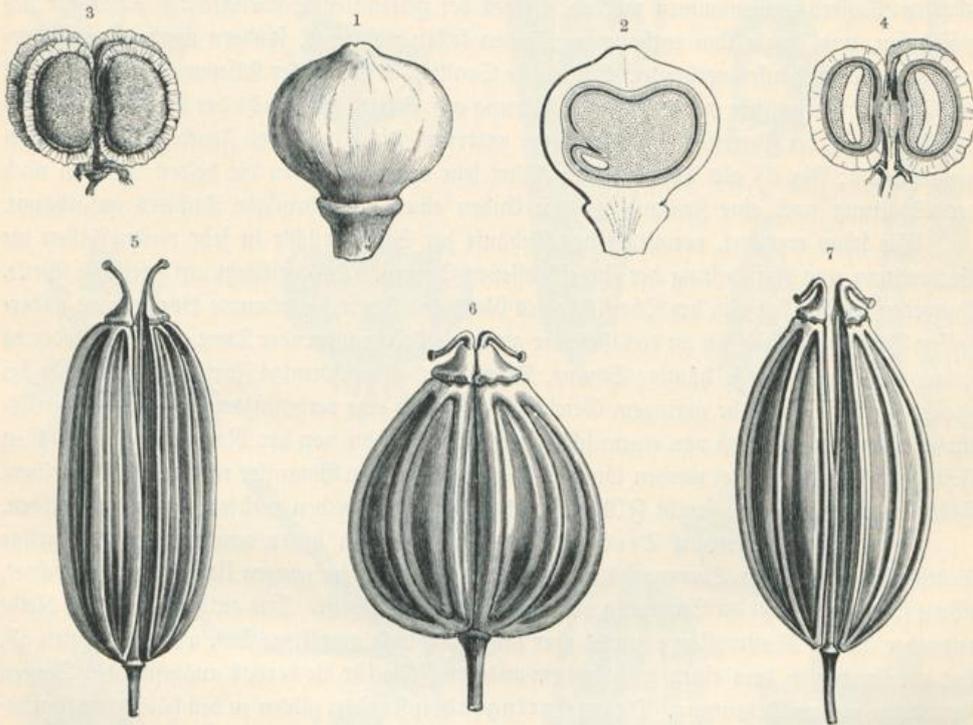
Samen mit Schwiele, Nabelnarben und Keimmundnarben: 1) Same von *Viola tricolor*, 2) derselbe im Längsschnitt; 3) Same von *Ricinus communis*, 4) derselbe im Längsschnitt; 5) Same von *Physostigma venenosum*; 6) Same von *Anamirta cocculus*, 7) derselbe im Längsschnitt. (Nach Baillon.)

ist deutlich abgegrenzt, meistens anders gefärbt als der übrige Teil der Samenschale, bald gewölbt, bald vertieft, manchmal rinnenförmig und bisweilen von zwei wulstförmigen Rändern eingefasst (s. nebenstehende Abbildung, Fig. 5). Die Stelle, wo sich an der Samenanlage die Mikropyle befand, ist an dem ausgereiften Samen in vielen Fällen gleichfalls zu erkennen. Sie erscheint als ein kleines Loch oder als eine rigenförmige Vertiefung, und ihre Umgebung ist gewöhnlich mit eigentümlichen Geweben umrandet. Bei jenen Samen, welche aus gekrümmten Samenanlagen hervorgegangen sind, erscheinen die Mikropylennarbe und Nabelnarbe einander sehr genähert (s. untenstehende Abbildung, Fig. 6 und 7). Mitunter hat sich eine grubenförmige Vertiefung (Nabelgrube) ausgebildet, worin beide Narben dicht nebeneinander liegen.

Mit der geschilderten Entwicklung der Samen steht auch die Umgestaltung des Gehäuses, in welchem die Samenanlagen geborgen waren, und in dessen Innerem die Befruchtung stattfand, im innigen Zusammenhange. Dieses Gehäuse führte zur Zeit der Befruchtung den Namen Stempel oder Fruchtknoten und bildet sich nach der Befruchtung zur Frucht aus. Wenn das aus dem Stempel hervorgegangene Samengehäuse mit Ausnahme der mehr oder weniger festen Haut ganz und gar saftreich geworden ist, so wird die Frucht Beere genannt. Aus unterständigen Stempeln gehen unterständige, aus oberständigen Stempeln oberständige Beeren hervor. Die Beeren des Bitterjüßes (*Solanum Dulcamara*), der Tollkirche (*Atropa Belladonna*), des Sauerdornes (*Berberis vulgaris*) und des Weinstockes (*Vitis vinifera*) sind oberständig; die Beeren der Mistel (*Viscum album*), des schwarzen Holbers (*Sambucus nigra*) und des Stachelbeerstrauches (*Ribes Grossularia*) sind unterständig.

Wenn der äußere Teil des Samengehäuses fleischig und der innere, den Samen unmittelbar umschließende Teil desselben steinhart wird, so nennt man die Frucht Steinfrucht. Beim Zerlegen dieser Früchte löst sich der innere Teil der Frucht als Stein leicht ab, in ihm liegt der Same. Die meisten Steinfrüchte, wie z. B. jene der Kirsche (*Prunus avium*), enthalten nur einen Steinkern und einen Samen, die Frucht des Wegdornes (*Rhamnus*) enthält zwei Steinkerne und in jedem derselben einen Samen.

In vielen Fällen wird das Samengehäuse durch und durch trocken. Von den mit solchen Samengehäusen ausgestatteten Früchten unterscheidet man die Schließfrucht, die Spaltfrucht



Schließ- und Spaltfrüchte: 1) pfäulenartige Nuß von *Fumaria*, 2) dieselbe im Längsschnitt; 3) Schließfrucht der *Callitriche*, 4) dieselbe im Längsschnitt; 5) Spaltfrucht von *Foeniculum aromaticum*; 6) Spaltfrucht von *Petroselinum sativum*; 7) Spaltfrucht von *Carum carvi*. Sämtliche Figuren vergrößert. (Nach Baillon.) Zu S. 496.

und die ausspringende Trockenfrucht. Die Schließfrucht öffnet und spaltet sich niemals von selbst. Zur Zeit der Reife fällt sie mit samt den in ihr eingeschlossenen Samen von der Mutterpflanze ab, und es kommt dem geschlossen bleibenden Gehäuse auch die Aufgabe zu, die Verbreitung und Ansiedelung des eingeschlossenen Samens zu vermitteln. Ist die Schließfrucht aus einem oberständigen Fruchtknoten hervorgegangen, wie z. B. bei der Linde, so wird sie Nuß, hat sie sich aus einem unterständigen Fruchtknoten entwickelt, so wird sie Achäne genannt. Wenn der Same mit der Innenwand des umschließenden Samengehäuses vollständig verwachsen ist, wie bei den Gräsern (s. Abbildung, S. 20, Fig. 3), so nennt man die Frucht Karyopse. Bei manchen Pflanzen besteht das Gehäuse der Nuß aus einer inneren, sehr harten und einer äußeren, weichen, sich lange saftreich erhaltenden Schicht und erinnert dann an eine Pflaume. Das ist z. B. bei dem Erdrauch (*Fumaria*; s. obenstehende Abbildung,

Fig. 1 und 2) der Fall, und es wird diese Frucht als pflaumenartige Nuß angesprochen. Gewöhnlich ist die Nuß einfächerig und enthält nur einen einzigen Samen. Weit seltener sind mehrfächerige Nüsse. Der Wasserstern (*Callitriche*; s. Abbildung, S. 495, Fig. 3 und 4) hat eine vierfächerige Nuß, und diese bildet den Übergang zu den sogenannten Spaltfrüchten.

Die Spaltfrucht ist gewissermaßen eine Vereinigung mehrerer Schließfrüchte. Zwei bis mehrere die Samen bergende Gehäuse schließen während des Ausreisens dicht zusammen; erst später, wenn einmal die Keimlinge reisefertig sind, trennen sich die Gehäuse, fallen auseinander, und es macht dann häufig den Eindruck, als wäre eine Spaltung mittels eines scharfen Messers vorgenommen worden. Jedes der getrennten Samengehäuse bleibt für sich geschlossen, und die in ihm enthaltenen Samen fallen nicht aus, sondern werden durch Vermittelung des Gehäuses verbreitet. Eine solche Spaltfrucht ist jene der Käsepappel (*Malva*). Bei den Doldenpflanzen, für welche in der Abbildung auf S. 495 die Frucht des Rummels (*Carum carvi*, Fig. 7), der Petersilie (*Petroselinum sativum*, Fig. 6) und des Fenchels (*Foeniculum aromaticum*, Fig. 5) als Beispiele vorgeführt sein mögen, bleiben die beiden Achänen nach der Spaltung noch eine Zeitlang an den Enden eines gabelförmigen Trägers aufgehängt.

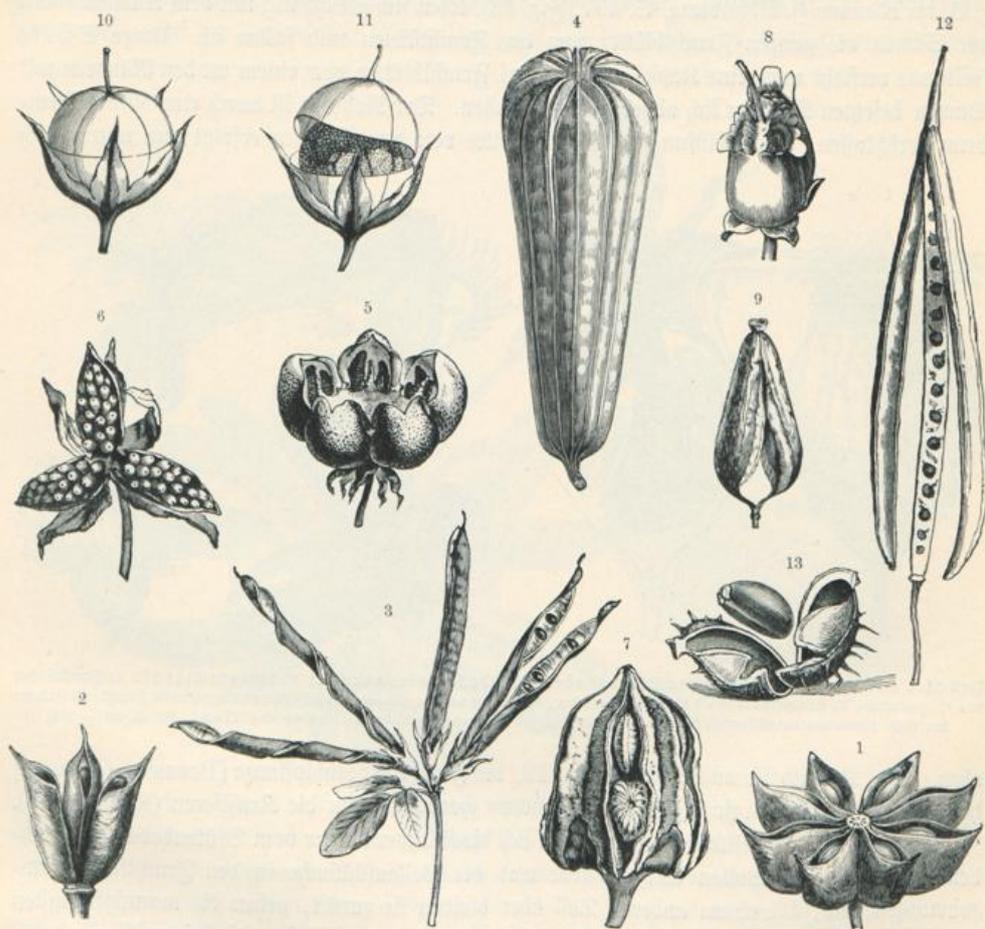
Wie schon erwähnt, vermittelt das Gehäuse der Schließfrüchte in sehr vielen Fällen die Verbreitung und Ansiedelung der eingeschlossenen Samen. Das geschieht auf zweifache Weise. Entweder erheben sich von der Oberfläche des Gehäuses Haare, gekrümmte Borsten und widerhakige Stacheln, welche sich an das Gefieder oder den Pelz wandernder Tiere anhängen, oder es gehen von dem Gehäuse häutige Säume, Lappen und flügelartige Fortsätze aus, welche bei großer Zartheit und sehr geringem Gewichte dem Wind eine verhältnismäßig große Angriffsfläche bieten, so daß selbst von einem schwachen Luftströme die von der Mutterpflanze abgelösten Früchte weithin verbreitet werden können. Die beschreibenden Botaniker nennen jede mit einem Flügel versehene Schließfrucht Flügelfrucht und unterscheiden mehrere Formen derselben.

Die aufspringenden Trockenfrüchte werden auch unter dem Namen kapselförmige Früchte begriffen. Ihr Samengehäuse ist zur Zeit der Reife im ganzen Umfang ausgetrocknet, öffnet sich und entläßt die Samen in der mannigfaltigsten Weise. Das entleerte Gehäuse bleibt entweder an der Mutterpflanze zurück oder fällt, in Stücke geteilt, zugleich mit den Samen ab, hat aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle für die bereits ausgestreuten Samen irgendeine weitere Bedeutung. Die aufspringenden Kapseln zählen zu den häufigsten Fruchtformen, sind auch für viele Gattungen sehr bezeichnend, und es hat sich das Bedürfnis herausgestellt, die verschiedenen Ausbildungen derselben durch bestimmte Ausdrücke der botanischen Kunstsprache festzuhalten. Wenn das Samengehäuse aus einem einzigen Fruchtblatte hervorgeht und zur Zeit der Reife an der einen Seite, entlang der sogenannten Bauchnaht, aufspringt, während an der gegenüberliegenden Seite, der sogenannten Rückennaht, entweder gar keine oder doch nur eine teilweise Trennung des Zusammenhanges erfolgt, oder wenn das Aufspringen entlang der Bauch- und Rückennaht zwar gleichmäßig, aber doch nicht bis zum Grunde des Samengehäuses stattfindet, so wird die Frucht Balgfrucht genannt. In den meisten Fällen stehen mehrere Balgfrüchte am Ende des Fruchtsoteles in einem Wirtel beisammen, wie z. B. bei dem Rittersporn (*Delphinium*; s. nebenstehende Abbildung, Fig. 2) und dem Stern-Anis (*Illicium anisatum*; s. nebenstehende Abbildung, Fig. 1); seltener schließen sie vereinzelt den Fruchtsiel ab, wie bei der Schwalbenwurz (*Cynanchum Vincetoxicum*).

Gleich der Balgfrucht geht auch die Hülse aus einem einzigen Fruchtblatte hervor; aber das aus demselben gebildete Gehäuse trennt sich zur Reifezeit sowohl entlang der Bauchnaht

als auch der Rückennaht bis zum Grund in zwei Klappen, welche nach dem Aufspringen gewöhnlich eine schraubige Drehung erfahren. Diese Fruchtform findet sich bei dem größten Teile der Schmetterlingsblütler (s. untenstehende Abbildung, Fig. 3).

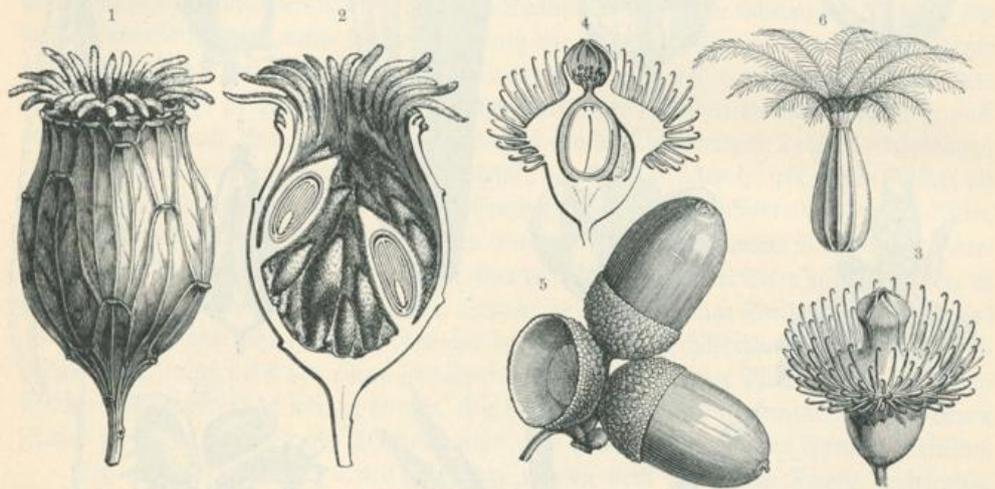
Eine aufspringende Trockenfrucht, deren Samengehäuse aus zwei oder mehreren Fruchtblättern aufgebaut ist, heißt Kapsel im engeren Sinn. Man unterscheidet Kapseln, welche von



Aufspringende Trockenfrüchte: 1) Balgfrüchte von *Illicium anisatum*; 2) Balgfrüchte von *Delphinium*; 3) Hülsen von *Lotus corniculatus*; 4) Kapsel von *Aristolochia*; 5) Kapsel von *Ruta*; 6) Kapsel von *Viola*; 7) Kapsel von *Oxalis*; 8) Kapsel von *Antirrhinum*; 9) Kapsel von *Cinchona*; 10) und 11) Kapseln von *Anagallis*; 12) Schote von *Brassica*; 13) zerfallende Kapsel von *Ricinus*. Fig. 7, 10 und 11 vergrößert, die anderen Figuren in natürl. Größe. (Nach Baillon.) Zu S. 496—498.

der Spitze her mit Klappen aufspringen, wie jene der Osterluzei (*Aristolochia*; s. obenstehende Abbildung, Fig. 4), der Raute (*Ruta*; s. Fig. 5) und des Veilchens (*Viola*; s. Fig. 6), solche, welche sich nur am Scheitel mit dreieckigen Zähnen öffnen, wie jene der Neltengewächse, solche, deren Wand der ganzen Länge nach aufspringt, wie jene des Sauerklees (*Oxalis*; s. Fig. 7), solche, bei welchen durch das Auseinanderweichen der Zähne mehrere große Löcher entstehen, wie jene des Löwenmaules (*Antirrhinum*; s. Fig. 8), und solche, an welchen sich durch Schrumpfen beschränkter Abschnitte des Gewebes zahlreiche kleine Löcher ausbilden, wie jene

des Mohnes (*Papaver*). Die Kapseln der Chinarindenbäume (*Cinchona*; s. Abbildung, S. 497, Fig. 9) springen mit zwei Klappen auf, welche an der Spitze verbunden bleiben und nur an der Basis auseinanderweichen. Bei vielen Kapseln, wie z. B. jenen des Gauchheilens (*Anagallis*; s. S. 497, Fig. 10 und 11), hebt sich ein Deckel von der büchsenförmigen Kapsel ab, das gleiche ist bei der zierlichen Kapsel des Bilsenkrautes der Fall, und bei anderen, wie z. B. bei *Ricinus* (s. Abbildung, S. 497, Fig. 13), lösen sich gleichzeitig mit dem Ausschleudern der Samen die ganzen Fruchtblätter von den Fruchtsielen und fallen ab. Unter Schote (*siliqua*) versteht man eine Kapsel, deren zwei Fruchtblätter von einem an den Rändern mit Samen besetzten Rahmen sich abheben und abfallen. Der Rahmen ist durch eine dünne Membran verschlossen. Die Ablösung der Fruchtblätter von dem Rahmen erfolgt von unten nach



Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden, die Deckblätter oder der Keim beteiligt ist: 1) Fruchtbecher von *Calycanthus*, 2) Längsschnitt durch diesen Fruchtbecher; 3) Frucht von *Agrimonia*, 4) Längsschnitt durch diese Frucht; 5) Früchte der Eiche (*Quercus sessiliflora*); 6) Frucht des Baldrians (*Valeriana officinalis*). (Nach Baillon.) Zu S. 499—501.

oben. Als Vorbild ist auf S. 497, Fig. 12, die Frucht der Kohlpflanze (*Brassica oleracea*) hingestellt. Die mannigfach geformten Schoten charakterisieren die Kreuziferen (Kreuzblütler).

Bei den meisten Blütenpflanzen lösen sich die Blumenblätter vom Blütenboden ab, nachdem die Narbe mit Pollen belegt wurde und die Pollenschläuche in den Fruchtknoten eingedrungen sind, bei einem anderen Teil aber bleiben sie zurück, gehen die mannigfaltigsten Veränderungen ein und bilden eine äußere Hülle des Samengehäuses, die bei der Verbreitung und Ansiedelung der Samen eine wichtige Rolle spielt. Dasselbe gilt von Deckblättern und Hüllblättern, welche unterhalb der Blumenblätter von dem Blumenstiele ausgehen. Es kann nicht die Aufgabe dieses Buches sein, die zahllosen Formen dieser Fruchtdecken und Fruchthüllen zu beschreiben; einige der bekanntesten und verbreitetsten müssen genügen. Eine besonders merkwürdige, hierhergehörige Fruchtform ist jene des Maulbeerbaumes (*Morus*). Die Fruchtblüten dieses Baumes sind an einer kurzen Spindel ährenförmig angeordnet. Jede Blüte enthält einen Fruchtknoten, welcher von einem unscheinbaren grünen Perigon umgeben ist. Aus den Fruchtknoten geht eine kleine Nuß hervor; aber die reife Frucht macht doch nicht den Eindruck einer Nuß, sondern vielmehr den einer saftreichen Beere, was sich daraus erklärt, daß am Ende des Blühens das Perigon sich vergrößert und zu einem saftreichen Gewebe umgestaltet,

welches die Nuß überwallt und schließlich so einhüllt, daß man ohne Kenntnis der Entwicklungsgeschichte die fleischige Hülle für das Samengehäufe und die Nuß für den Samen halten könnte. Die Arten der Gattung Klee aus der Rote Chronosemium (*Trifolium agrarium*, *badium*, *spadicum* usw.) haben eine gelbe, schmetterlingsartige Blumenkrone. Diese wird nach der Befruchtung braun, vertrocknet und gestaltet sich zu einer Flugvorrichtung für die eingeschlossene kleine Hülse. Am häufigsten kommt es vor, daß sich der Kelch in eine Fruchtdecke umwandelt. Bei der Judenkirsche (*Physalis*) bläht sich der anfänglich kleine grüne Kelch auf,

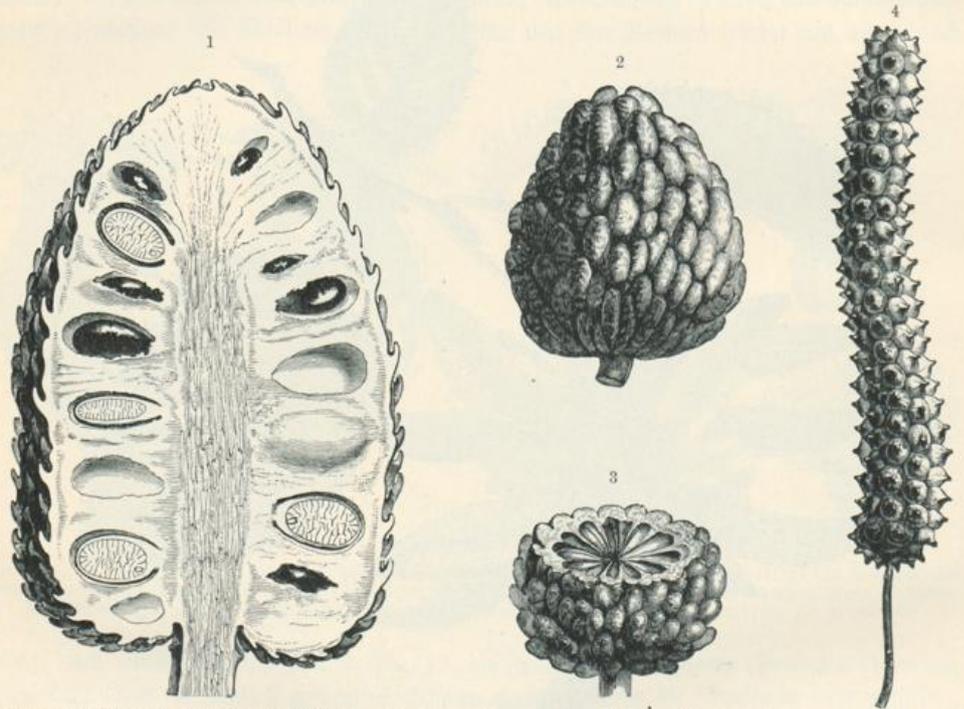


Fruchtstand der Hainbuche (*Carpinus Betulus*). Zu S. 500.

erhält eine scharlachrote Farbe und umgibt als eine große Blase die aus der Fruchtanlage hervorgegangene Beere; bei dem Bilsenfraute (*Hyoscyamus*) bildet er einen der Kapsel dicht anliegenden, nach oben zu trichterförmig erweiterten Sack; bei den Lippenblütlern erscheint er bald in Form einer kurzen Röhre, bald in Gestalt einer Glocke oder eines Napfes, in deren Grunde die Schließfrüchte eingebettet sind. Bei der Wassernuß (*Trapa natans*; s. Abbildung, S. 23, Fig. 3, und S. 32) verhärten die vier Kelchblätter und bilden eine in vier kreuzweise gestellte Spitzen auslaufende, ungemein feste Fruchtdecke. Bei vielen Baldrianen, Korbblütlern und Skabiosen wächst der Kelch zur Zeit der Fruchtreife zu einem strahlenförmig abstehenden Borstentranz oder zu einer Federkrone aus. An dieser Federkrone, welche man Pappus genannt hat, ist dann das Früchtchen wie an einem Fallschirm aufgehängt (s. Abbildung, S. 498, Fig. 6).

Bei den Pflanzen, welche der Blumenblätter entbehren, werden sehr häufig die Deck- und

Hüllblätter in die Fruchtbildung einbezogen. In dieser Beziehung sind besonders die Gräser, die Becherfrüchtler oder Kupuliferen und die Kasuarineen hervorzuheben. Bei den Gräsern ist es eine sehr gewöhnliche Erscheinung, daß die Kornfrucht von den unter dem Namen Spelzen bekannten Deckblättern eingeschlossen ist und sich dem Blicke des Beobachters ganz entzieht. So z. B. ist die Kornfrucht der Gerste und des Hafers in vertrocknete und verhärtete Spelzen eingewickelt, und ähnlich verhält es sich mit zahlreichen anderen Gräsern. Die größte Mannigfaltigkeit dieser Fruchthüllen beobachtet man bei den Becherfrüchtlern und Verwandten, zu welchen die Eiche, Hainbuche, Hopfenbuche und Rotbuche, der Haselnußstrauch und noch mehrere andere

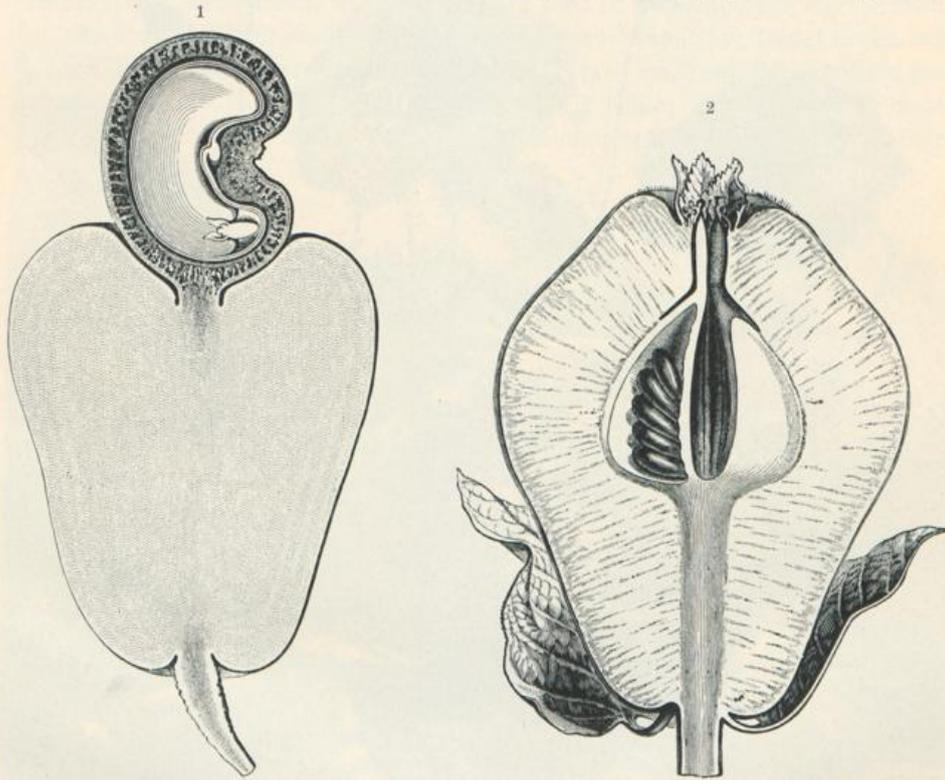


Sammel Früchte: 1) Längsschnitt durch die Sammel Frucht von *Anona muricata*; 2) Sammel Frucht von *Anona squamosa*, 3) Querschnitt durch diese Frucht; 4) Sammel Frucht von *Piper Betle*. (Nach Baillon.) Zu S. 503.

unserer Laubhölzer gehören. Die Frucht der eigentlichen Kupuliferen ist eine Nuß, aber die Nuß ist von einer Hülle aus dem in sehr verschiedener Weise eigentümlich gestalteten Teil der Achse umgeben, welche Fruchtbecher (*cupula*) genannt wird. Bei den Eichen hat der Fruchtbecher die Form einer Schüssel (s. Abbildung, S. 493, Fig. 5); bei der Rotbuche (*Fagus*) ist er an der Außenseite mit Weichstacheln besetzt, zeigt die Form einer Urne und springt zur Zeit der Reife mit vier Klappen auf, so daß man beim ersten Anblicke versucht wird, ihn für eine mit Klappen aufspringende Kapsel zu halten; bei der Kastanie ist seine Oberfläche mit starren, stechenden Nadeln dicht besetzt, und das Aufspringen erfolgt mit unregelmäßigen Rissen (s. Abbildung, S. 510, Fig. 4); bei der Haselnuß bildet die Hülle einen an den Rändern zerschligten, häutigen Sack (s. Abbildung, S. 371), und bei der Hainbuche oder dem Hornbaume (s. Abbildung, S. 499) hat sich die Hülle zu einem dreilappigen Flügel ausgestaltet, dessen Basis die Nuß angewachsen ist. Bei der fleischigen äußeren Schicht der Frucht des Walnußbaums

(*Juglans regia*) läßt sich entwickelungsgeschichtlich nachweisen, daß Blütenhülle und Frucht verwachsen. Bei den Kasuarineen werden die Blumenblätter durch zwei gegenständige Deckblättchen vertreten. Diese verwachsen nach der Befruchtung zu einer das Samengehäuse vollständig einschließenden Fruchthülle, und so ließen sich noch zahlreiche andere hierhergehörige Fälle aufzählen.

Sehr häufig gestaltet sich der Blütenboden zu einem Teile der Frucht. Besonders bemerkenswert ist die Frucht des Gewürzstrauches, der Rosen und der Pomazeen. Der Gewürzstrauch *Calycanthus* (s. Abbildung, S. 498, Fig. 1 und 2) zeigt einen krugförmigen



Früchte, an deren Ausbildung der Blütenboden und der Blütenstiel beteiligt sind: 1) Längsschnitt durch die Frucht von *Anacardium*; 2) Längsschnitt durch die Frucht von *Cydonia* (Quitte). (Nach Baillon.) Zu S. 502.

Blütenboden, welcher an der Außenseite mit Deckblättchen besetzt ist und im Inneren die Nüsse birgt; die Rose (*Rosa*; s. Abbildung, S. 193, Fig. 1 und 2) besitzt gleichfalls einen krugförmigen, die Nüsse umschließenden Blütenboden, aber derselbe ist an der Außenseite glatt und nur obenauf mit fünf Kelchblättern besetzt. Bei den Äpfeln, Birnen, Quitten und anderen Pomazeen gestaltet sich der becherförmige Blütenboden zu einer saftreichen, fleischigen Masse, welche mit dem eingeschlossenen Samengehäuse ganz verwachsen ist (s. Abbildung, S. 193, Fig. 4—6, und oben, Fig. 2). Bei der Erdbeere (*Fragaria*) ist der hügelartig gewölbte Blütenboden zu einem fleischigen Körper umgewandelt, welcher die Früchtchen trägt. Die kleinen gelblichen Körnchen, welche der roten Oberfläche des fleischig gewordenen Blütenbodens aufsitzen, sind nicht etwa die Samen, sondern kleine Nüsse, deren jeder einen Samen umschließt. Übrigens wird der Blütenboden nicht immer saftreich und fleischig; in manchen

Fällen vertrocknet derselbe, und es geht aus ihm eine sehr feste Hülle der Nüßchen hervor, wie beispielsweise bei dem auf S. 498, Fig. 3 und 4, abgebildeten, zur Familie der Rosazeen gehörigen Odermennig (*Agrimonia Eupatoria*), dessen grubenförmig vertiefter Scheibenboden zu einer ringsum mit widerhaftigen Stacheln besetzten harten Scheibe auswächst.

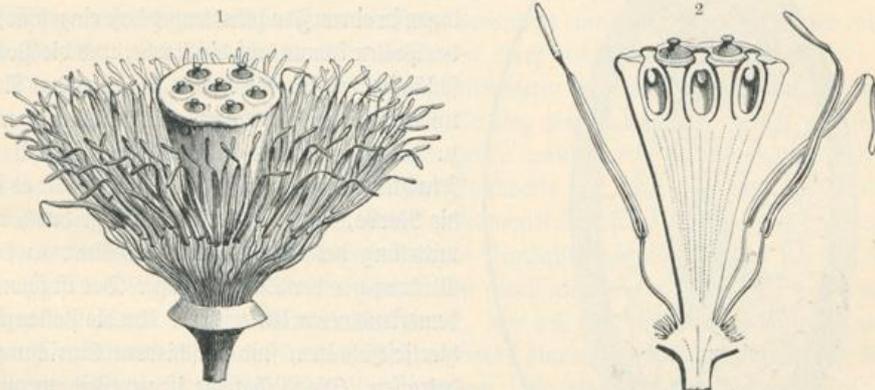


Nelumbium speciosum mit Früchten. (Zu S. 503.)

Weit seltener kommt es vor, daß der Blütenstiel in die Bildung der Frucht einbezogen wird, was namentlich bei einigen lorbeerartigen Gewächsen, bei Anacardiaceen und Rhamnaceen, der Fall ist. Beim tropischen *Anacardium* (s. Abbildung, S. 501, Fig. 1) schwillt der Blütenstiel zur Größe einer Birne an und wird als saftreiches Obst genossen; auf dem Ende dieses seltsamen Stieles sitzt die trockene Frucht mit dem eingeschlossenen Samen. Bei den mit unseren Wegdornen verwandten Hovenien (*Hovenia*) werden alle Verzweigungen des

trugdolbigen Blütenstandes fleischig, und es bilden diese Stiele ein in China und Japan beliebtes, wohlgeschmeckendes Obst. An diese Hovenien reihen sich noch die Feigenfrüchte an, wo der ganze in eine urnenförmig ausgehöhlte Masse metamorphosierte Blütenstengel an der Bildung der Frucht teilnimmt (s. Abbildung, S. 380, Fig. 10 und 11). Die Blüten sitzen in der Ausbuchtung; aus den Fruchtblüten gehen kleine Nüsschen hervor, während sich das Zellgewebe der Urne vergrößert und mit süßem Saft füllt. Die kleinen gelblichen Körnchen in der fleischigen, als Obst genossenen Feige, welche gemeinhin für Samen gehalten werden, sind in Wirklichkeit kleine Nüsschen, also Früchte, und jedes Nüsschen birgt in seinem Inneren einen Samen.

Bei jenen Pflanzen, deren Blüten dicht gedrängt beisammenstehen, kommt es vor, daß die in den Blüten entstandenen Früchte, indem sie an Umfang zunehmen, sich gegenseitig drücken und abplatteln und dann eine einzige klumpige Masse bilden; bisweilen sind die einzelnen Fruchtanlagen schon von Anfang an teilweise miteinander verwachsen, oder es ist die Spindel,

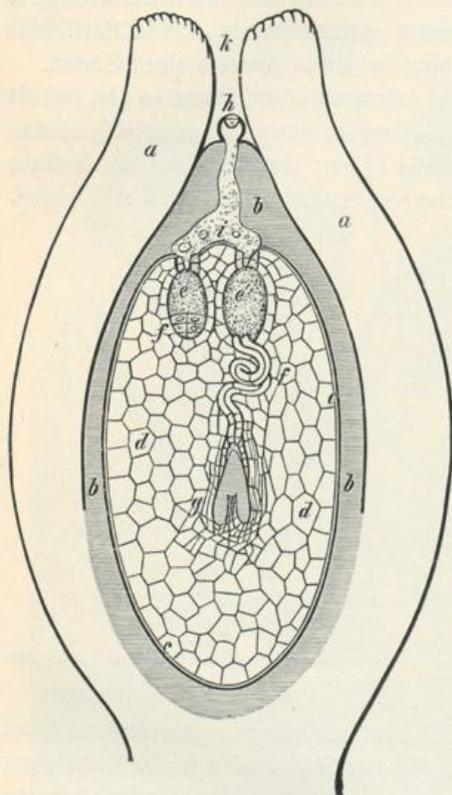


Nelumbium speciosum: 1) Blüte, von welcher die Blumenblätter entfernt wurden, 2) Längsschnitt durch eine solche Blüte und durch drei in den Regel eingesetzte Fruchtanlagen. (Nach Baillon.)

welche die Beeren trägt, oder die Urne, welche die Nüsschen birgt, fleischig geworden und bildet ein Verbindungsglied für die einzelnen Beeren, Nüsse oder Bälge. Ein solcher Fruchtstand wird Sammelfrucht (syncarpium) genannt. Von den im vorhergehenden schon besprochenen Fruchtformen gehören die Maulbeere, die Brombeere, die Frucht von *Mlicium*, *Clematis*, *Ranunculus* hierher. Außerdem sind noch die Ananas (*Ananassa*), die Magnoliaceen und Anonaceen (z. B. *Anona muricata* und *squamosa*; s. Abbildung, S. 500, Fig. 1—3), die Himbeere (*Rubus Idaeus*), die Piperaceen (z. B. *Piper Betle*; s. S. 500, Fig. 4) und die Artocarpeen (z. B. *Artocarpus incisa*) durch solche Sammelfrüchte ausgezeichnet. Eine ganz absonderliche Sammelfrucht zeigt auch die in der Abbildung, S. 502, nach der Natur dargestellte indische Lotosblume, *Nelumbium speciosum*. In der Mitte der Blüte erhebt sich ein Gewebekörper, welcher die Form eines umgekehrten Kegels hat und oben wie eine Bienenwabe von mehreren Grübchen ausgehöhlt ist. In jedem dieser Grübchen ist ein Stempel eingesenkt, welcher später zu einer kleinen Nuß wird, wie die obige Abbildung zeigt.

In mehrfacher Beziehung weichen die Befruchtungsvorgänge der Gymnospermen, unter welchem Namen man die Zykadeen, Koniferen und Gnetazeen zusammenfaßt, von denen der Blütenpflanzen ab, obwohl auch die Gymnospermen als Produkt der Befruchtung einen Samen bilden. Schon die Gestalt der Blüten bei den Gymnospermen, z. B. bei unseren

Nadelhölzern, ist eine ganz andere. Sie haben keine Zwitterblüten, sondern eingeschlechtige Blüten, und deren Gestalt gleicht schon wegen gänzlichen Mangels der Blumenkrone mehr den Sporangienständen mancher Kryptogamen, wenn sie diese auch an Stattlichkeit übertreffen. Das Fehlen der Blumenkrone deutet schon darauf hin, daß die Bestäubung der Gymnospermen vom Wind besorgt wird. In der That sieht man im Mai, wie die Luft in einem Fichtenwalde ganz von



Schematischer Längsschnitt durch die Samenknope einer Gymnosperme, aus Sachs, Vorlesungen. a Hülle der Samenknope, b Knospenstern, k Öffnung in der Hülle am Scheitel der Samenknope (Mikropyle), h Blütenstaubtrichter, i aus demselben hervorgewachsener Schlauch, dessen Ausfüllungen hängen sich in die Archegonien ein. Nach der Befruchtung beginnen im Grunde der befruchteten Eizelle Teilungen. Indem die so entstandenen scheibenförmigen Zellen f sich strecken (bei o'), drängen sie den am unteren Ende des Archegoniums aus den dort vorhandenen kleinen Zellen sich bildenden Embryo g in das Gewebe des Prothalliums (Endosperm) d hinein. e Haut des Embryosacks.

aus den Bäumen herabrieselnden Pollenkörnern erfüllt ist, die, vom Wind getragen, durch den Raum schweben und oft weit entfernt vom Walde niederfallen. Ihre Menge ist oft so groß, daß, wenn ein Regen eintritt, sie in Form gelber Massen am Boden zusammengetrieben werden, die das Volk irrtümlich als „Schwefelregen“ bezeichnet.

Bei den Blütenpflanzen sind die Samenanlagen in einem Fruchtknotengehäuse eingeschlossen; der Pollen kommt auf die Narbe, und die Pollenschläuche müssen durch das Gewebe der Narbe und des Griffels wachsen, um zur Samenanlage zu gelangen. Den Gymnospermen fehlt das Fruchtknotengehäuse; es fehlt der Griffel, es fehlt die Narbe, und der Pollen gelangt durch Vermittelung des Windes unmittelbar auf die Mikropyle der Samenanlage. Das ist schon ein bemerkenswerter Unterschied. Um die Pollenzellen hier festzuhalten, sind verschiedene Einrichtungen getroffen. Die Mikropyle ist zur Zeit, wenn der Pollen ausstäubt, weit geöffnet, und die oberflächlichen Zellen sind durch einen ausgeschiedenen Zuckertropfen klebrig. Die darauffallenden Pollenzellen bleiben hier haften und werden mit dem Flüssigkeitstropfen in die trichterförmige Vertiefung der Mikropyle hineingezogen. Die Samenanlage hat zwar einen ganz ähnlichen Umriß wie bei den Blütenpflanzen, besteht aus dem Knospenstern und einem Integument (vgl. nebenstehende Figur), aber die Vorgänge im Embryosack sind bei den Gymnospermen auffallend verschieden von den bei den Blütenpflanzen geschilderten.

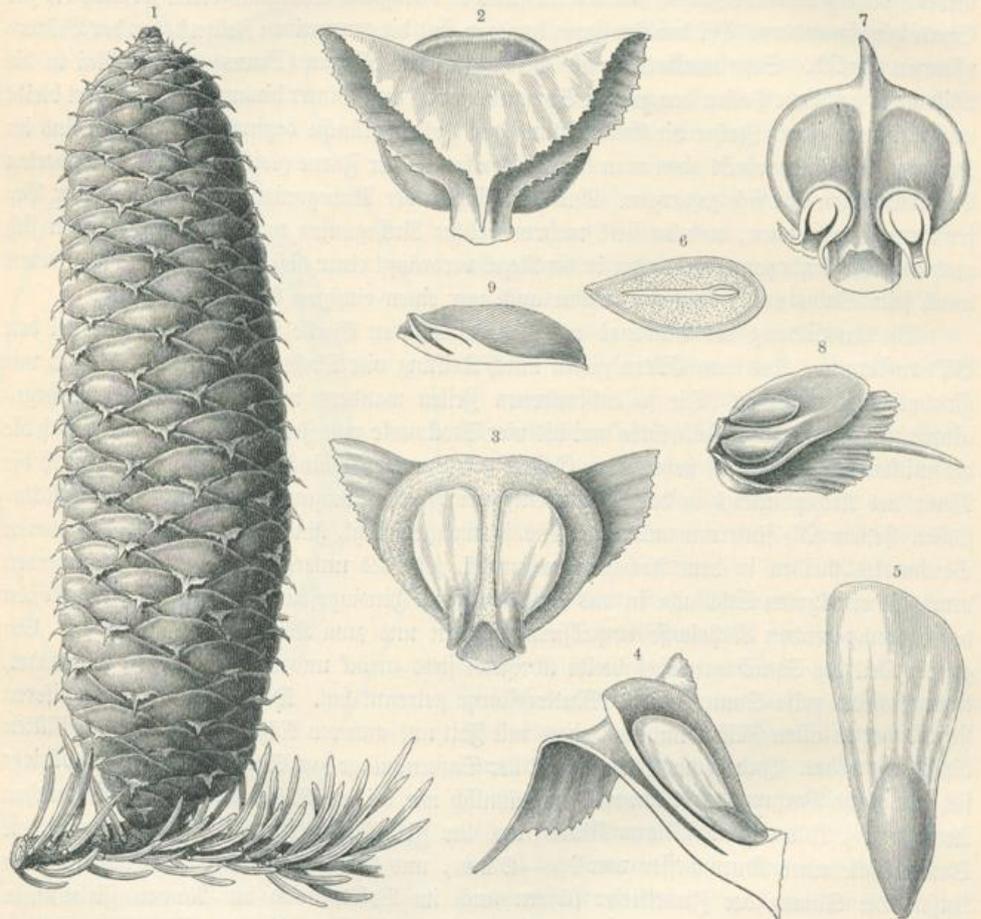
Im Embryosack der Gymnospermen entsteht kein Eiapparat vor der Befruchtung, sondern jener wird ganz mit einem Gewebe ausgefüllt, welches an der Mikropylenseite zwei oder mehrere zarte, kurzhalbige, flaschenförmige Behälter bildet, die je eine Eizelle enthalten. Diese Gebilde gleichen den Archegonien mancher Farne und werden daher auch bei den Gymnospermen ebenso genannt. Das Gewebe, welches bei den Farnen die Archegonien erzeugt, heißt Prothallium, und so ist man geneigt, auch das im Embryosack der Gymnospermen gebildete Gewebe als Prothallium anzusehen, zumal es gewisse

Farnabteilungen gibt (Wasserfarne, Isoëten, Selaginellen), bei denen das Prothallium gleichfalls in einer Zelle (der Makrospore) ganz eingeschlossen ist. Die Befruchtung erfolgt bei den Gymnospermen, indem die Pollenzelle den Pollenschlauch bis in die Halsteile der Archegonien treibt. Es findet aber hierbei eine bemerkenswerte Abweichung von den Blütenpflanzen statt, insofern bei einigen Gymnospermen (*Cycas* und *Gingko*) der Protoplast der Pollenzelle nicht in unbewegliche generative Zellen, sondern meistens in bewegliche Spermatozoiden zerfällt, die zur Eizelle hinabwandern. Bei den Koniferen dagegen sind die generativen Zellen denen der Blütenpflanzen ähnlich. Sehr merkwürdig ist es, daß bei den Kiefern (*Pinus*) der im Mai in die Mikropyle gefallene Pollen den ganzen Sommer, Herbst und Winter hindurch unverändert bleibt und erst nach einem Jahre die Entwicklung der Pollenschläuche beginnt. Inzwischen sind im Inneren des Embryosacks (den man der Makrospore der Farne gleichachtet) die geschilderten Veränderungen vor sich gegangen. Aus den Eizellen der Archegonien entstehen nach der Befruchtung Embryonen, und da stets mehrere solcher Archegonien vorhanden sind, bilden sich auch mehrere Embryonen aus, aber in der Regel verdrängt einer dieser Embryonen die anderen durch sein Wachstum, so daß der Same auch nur einen einzigen Embryo enthält.

Die Ausbildung des Embryos aus der befruchteten Eizelle ist verwickelter als bei den Blütenpflanzen. Aus dem Eikern gehen durch Teilung vier Tochterkerne hervor, die sich mit Protoplasma umgeben. Die so entstandenen Zellen wandern in den Grund des Archegoniums und bilden durch Zellwände drei bis vier Stockwerke von Zellen. Hierauf strecken sich die des mittleren Stockwerkes, nehmen die Gestalt gekrümmter Schläuche an und wachsen durch die Wand des Archegoniums in das darunterliegende Prothalliumgewebe, welches sich mit Nährstoffen (fetttem Öl) füllt und nun dem Endosperm gleichsteht, hinein. Die Zellen des oberen Stockwerkes bleiben in dem Archegonium zurück, jene des unteren Stockwerkes aber werden durch die erwähnten Schläuche in das Speichergewebe hineingeschoben, wo sie sich auf Kosten der sie umgebenden Nährstoffe vergrößern, fächern und zum Keimling heranwachsen. Ein großer Teil des Speichergewebes bleibt übrigens stets zurück und wird erst später verwendet, wenn sich der reife Same von der Mutterpflanze getrennt hat. Der Keimling der Koniferen liegt daher in allen Fällen inmitten eines mit Fett und anderen Nährstoffen reichlich gefüllten Speichergewebes. Indem das Integument der Samenanlage zur Samenschale wird, vollzieht sich der ganze Vorgang der Samenbildung ähnlich wie bei den Blütenpflanzen. Bei manchen Arten, wie z. B. der Pinie (*Pinus Pinea*) und der Zirbelkiefer (*Pinus Cembra*), erreicht die Samenschale einen Durchmesser von 1,4—2 mm, und der Same macht den Eindruck einer Nuß. Die Samen der Zirbelkiefer führen auch im Volksmunde den Namen Zirbelnüsse. Die Samen der Kiefern, Tannen und Fichten sind mit einem einseitig sich verlängernden Flügel besetzt (s. Abbildung, S. 506, Fig. 3—5), welcher bei der Verbreitung durch den Wind eine Rolle spielt. Bei *Gingko biloba* wächst das Integument zu einer fleischigen Masse heran, und der reife Same hat das Ansehen einer gelben, saftigen Pflaume (s. Abbildung, S. 507, Fig. 7). Auch bei *Cycas revoluta* (s. Abbildung, S. 267, Fig. 1 und 2) wird das Integument fleischig, färbt sich rot und erreicht die Größe eines Taubeneies.

Die Samenanlagen der Tannen und Zypressen sitzen auf flachen, schüsselförmigen oder schildförmigen Schuppen, deren Ausgangspunkt eine bald sehr verlängerte, bald sehr verkürzte Achse bildet (s. Abbildung, S. 506, Fig. 7—9, und Abbildung, S. 507, Fig. 3, 4 und 6). Diese Schuppen gestalten sich nach der Befruchtung ganz auffallend um und werden als Fruchtschuppen beschrieben. In vielen Fällen, so namentlich bei der Tanne

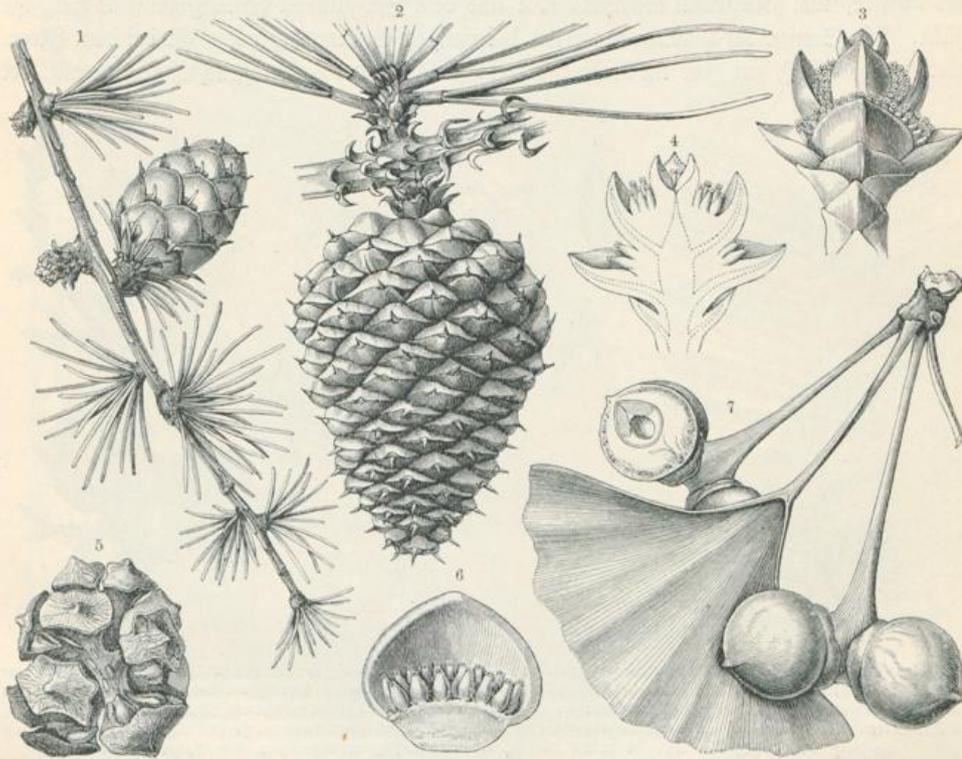
(*Abies pectinata*; s. unten, Fig. 1—4) und der Lärche (*Larix*; s. unten, Fig. 8), stehen unter diesen Fruchtschuppen noch andere deutlich getrennte blattartige Gebilde, welche als Deckschuppen angesprochen werden. Bei den Kiefern (*Pinus*) sind diese Deckschuppen mit den Fruchtschuppen verschmolzen, und man deutet den warzenförmigen, unter dem Namen *Apophyse* bekannten Fortsatz an der Rückseite der holzigen Fruchtschuppe als angewachsene



Zapfen, Fruchtschuppen und Samen der Koniferen: 1) Zapfen der Edeltanne (*Abies pectinata*), 2) Deckschuppe und Fruchtschuppe aus diesem Zapfen, von der Außenseite, 3) die beiden von der Fruchtschuppe getragenen geflügelten Samen und dahinter die Deckschuppe, 4) Längsschnitt durch die Fruchtschuppe und Deckschuppe; auf der Fruchtschuppe einer der geflügelten Samen, 5) geflügelter Same, 6) Längsschnitt durch den Samen; 7) eine einzelne Fruchtschuppe der Kiefer (*Pinus silvestris*); 8) eine einzelne Fruchtschuppe der Lärche (*Larix europaea*) mit der darunterliegenden Deckschuppe, 9) Längsschnitt durch die Fruchtschuppe der Lärche. Fig. 1 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert. (Zu S. 505—507.)

Deckschuppe (s. Abbildung, S. 507, Fig. 2). Bei den Tannen ordnen sich die Fruchtschuppen entlang einer um die spindelförmige Achse herumlaufenden Schraubenlinie (s. oben, Fig. 1), bei den Zypressen sind sie in zwei- oder dreigliederige Wirtel geordnet (s. Abbildung, S. 507, Fig. 3—5). Sowohl bei den einen als bei den anderen legen sich die Ränder der Fruchtschuppen aufeinander, und die Samen ruhen in den eng begrenzten Räumen zwischen den sich deckenden Schuppen versteckt (s. Abbildung, S. 508, Fig. 6, und S. 507, Fig. 5). Es entsteht

auf diese Weise eine Art Sammelfrucht, welche Zapfen (conus) genannt wird. Werden die Schuppen trocken, fest und holzig, so spricht man von einem Holzzapfen (s. Abbildung, S. 506, Fig. 1, und unten, Fig. 1, 2 und 5), wird das Gewebe der Schuppen saftig, so nennt man die Sammelfrucht Beerenzapfen. In dem Aufbau der Beerenzapfen beteiligen sich nur zwei oder drei Viertel von Fruchtschuppen; die Fruchtschuppe ist sehr kurz, und der ganze kleine Zapfen hat das Ansehen einer rundlichen Beere. Ein allbekanntes Beispiel hierfür sind die



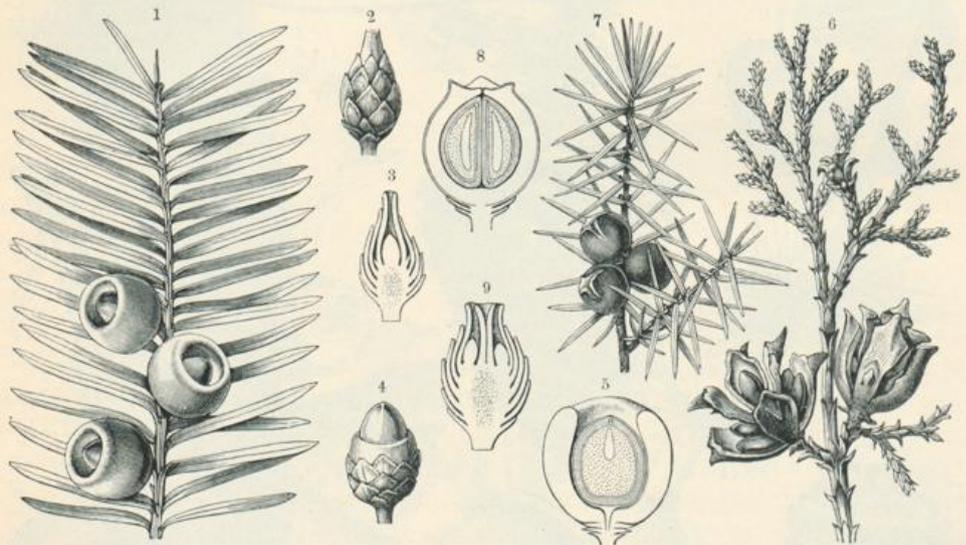
Zapfen, Fruchtschuppen und Samen der Koniferen: 1) Zweig der Lärche (*Larix europaea*) mit reifem Zapfen; 2) Zweig der *Pinus serotina* mit reifem Zapfen, 3) junger Zapfen der Zypresse, 4) Längsschnitt durch diesen Zapfen; 5) aufgesprungener Zapfen der Zypresse (*Cupressus sempervirens*), 6) einzelnes Fruchtblatt der Zypresse; 7) Zweig von *Ginkgo biloba* mit unreifen Samen. Fig. 1, 2, 5 und 7 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert. (Zu S. 505.)

„Wacholderbeeren“, mit welchem Namen der Volksmund die Beerenzapfen des Wacholders (*Juniperus communis*; s. Abbildung, S. 508, Fig. 7 und 8) bezeichnet.

Die unter dem Namen Taxaceen zusammengefaßten Gymnospermen entwickeln keine Zapfen. Die Samen derselben stehen gepaart oder vereinzelt am Ende besonderer kurzer Sprosse, oder aber sie entspringen von der Fläche kleiner Fruchtschuppen. Die pflaumenartigen Samen des Ginkgo (*Ginkgo biloba*) stehen zu zweien am Ende eines dünnen Stieles, welcher an einen Kirschstiel erinnert (s. obenstehende Abbildung, Fig. 7). Die Samen der Eibe (*Taxus baccata*) stehen vereinzelt am Ende eines kurzen, mit kleinen Schüppchen besetzten Sprosses und sind zur Zeit der Reife bis über die Mittelhöhe von einem fleischigen, saftreichen, scharlachroten Gewebe unwallt (s. Abbildung, S. 508, Fig. 1, 4 und 5). Diese fleischige Masse, welche sich als ringförmige Wucherung vom Ende des Stielchens der Samenanlage

erhebt (s. untenstehende Abbildung, Fig. 2—4), ist als Samenmantel (arillus) aufzufassen. Auch bei den Arten der in Australien, Ostasien und Amerika heimischen Gattung *Podocarpus* kommt ein eigentümlicher Samenmantel zur Entwicklung.

Die Samen der Zykadeen sitzen bei einigen Arten an zapfenförmig gruppierten Fruchtschuppen und haben eine holzige Schale, bei anderen stehen sie an den Rändern der Fruchtschuppen oder an Stelle der unteren Fiedern der Fruchtblätter (s. Abbildung, S. 267, Fig. 1) und besitzen, wie schon oben erwähnt, eine aus dem Integument hervorgegangene fleischige Hülle. Die Samen der Gnetazeen werden bei einigen Gattungen, wie z. B. bei dem Meersträucher (*Ephedra*), zur Zeit der Reife von dem fleischig gewordenen Fruchtblatt unwallt, bei



Weibliche Blüten, Zapfen und Samenanlagen von Koniferen: 1) Zweig der Eibe (*Taxus baccata*) mit reifen Beerenzapfen, 2) weibliche Blüte, 3) Längsschnitt durch diese Blüte, 4) junger Beerenzapfen, 5) Durchschnitt durch die reifen Beerenzapfen und Samen der Eibe; 6) Zweig mit Blüten und reifen aufgesprungenen Zapfen des Lebensbaumes (*Thuja orientalis*); 7) Zweig des Wacholders (*Juniperus communis*) mit Beerenzapfen, 8) Längsschnitt durch einen Beerenzapfen des Wacholders und 9) durch die junge Blüte. Fig. 1, 6 und 7 in natürl. Größe, die anderen Figuren vergrößert. (Zu S. 507 und 508.)

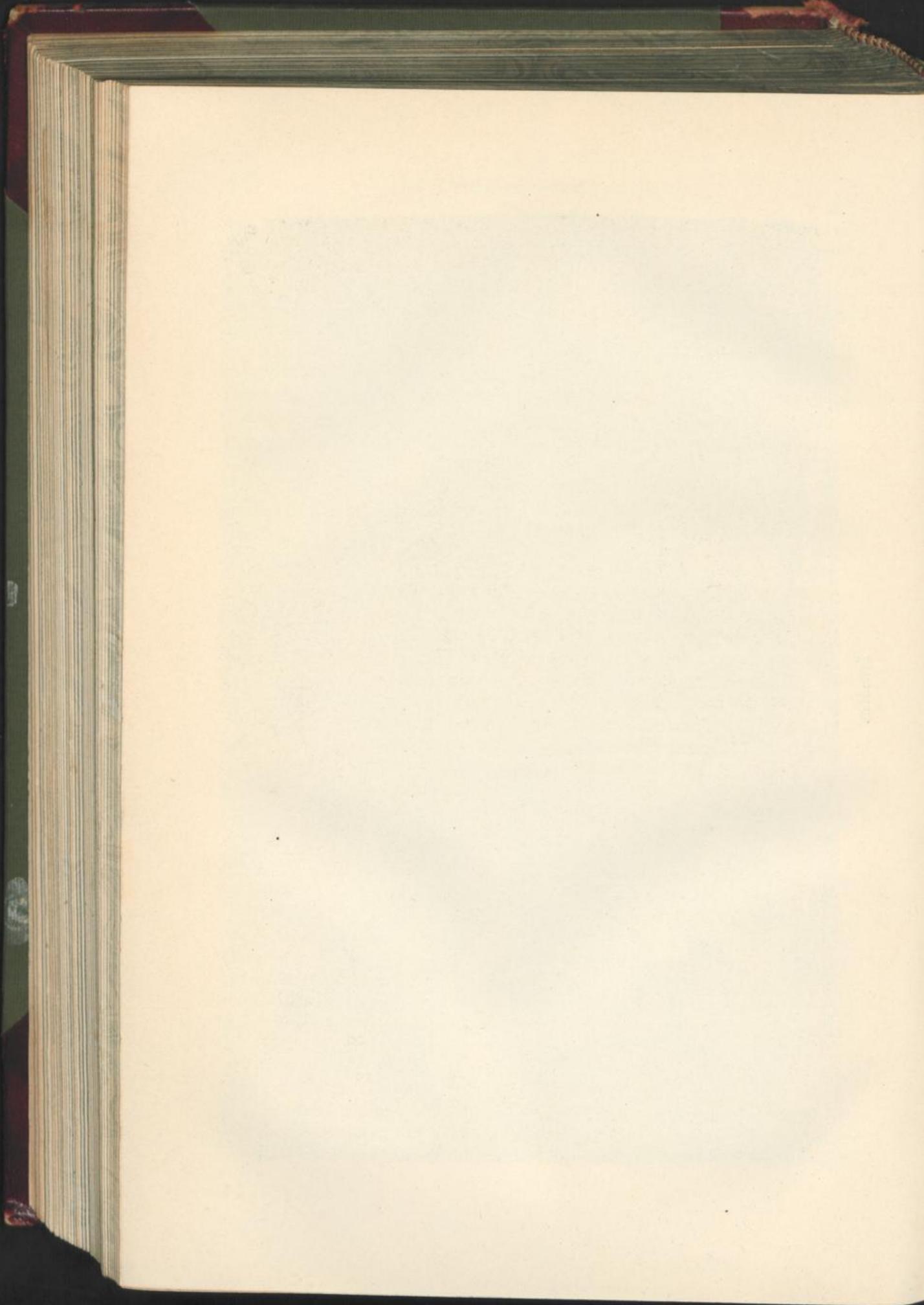
anderen dagegen entstehen zapfenförmige Sammelfrüchte, und wieder bei anderen erscheinen die unterhalb der Samenanlagen stehenden Blattgebilde zu einem Becher verwachsen.

Wie schon aus diesen kurzen Bemerkungen hervorgeht, ist die Fruchtbildung der nacktsamigen Phanerogamen von einer fast unerschöpflichen Mannigfaltigkeit und dabei doch in allen Fällen von jener der bedecktsamigen Phanerogamen verschieden. In einem Punkte herrscht aber Übereinstimmung. Das Ziel des Entwicklungsganges ist bei allen Phanerogamen das gleiche: die Erzeugung eines kräftigen Keimlings, die Ausbildung von Schutzmitteln desselben gegen nachteilige äußere Einflüsse und die Herstellung von Ausrüstungen zur Verbreitung der von der Mutterpflanze sich trennenden Samen, welche den Keimling enthalten.

In der Regel ist der ganze Same, wenn er sich von der Mutterpflanze trennt, in allen seinen Teilen, Keim, Endosperm und Schale, vollkommen ausgebildet. Er ist reif, wie man sagt. In einigen Fällen aber findet die vollständige Ausbildung erst nach dem Abfallen des Samens, durch eine „Nachreife“ statt. Bei dem Ginkgo (*Ginkgo biloba*) ist zur Zeit, wenn der pflaumenartige Same abfällt, der Keimling noch gar nicht angelegt. Die Bestäubung hat

Zykadeen.





stattgefunden, aber nun tritt ein Stillstand der Entwicklung im Archegonium ein, und dieser Stillstand dauert so lange, bis der Same, dessen Schale inzwischen an Umfang ungewöhnlich zunahm und fleischig wurde, abgefallen ist. Erst jetzt befruchtet der Pollenschlauch die Eizelle, sie beginnt sich weiter zu entwickeln und wächst auf Kosten der Stoffe im Speichergewebe zu einem stattlichen Keimlinge mit Wurzeln und Keimblättern heran. Bei den Orchideen sowie bei mehreren Schmarotzern und Verwesungspflanzen, z. B. dem Teufelszwirn, der Sommerwurz, den Balanophoreen und dem Fichtenpargel (vgl. Bd. I, S. 357, 365, 369 und 413), enthält der von der Mutterpflanze abgetrennte Same bereits einen Keimling; derselbe besteht aber nur aus einigen gleichgestalteten Zellen und ist nicht gegliedert. Bei den anderen Phanerogamen ist an dem Keimlinge bereits eine deutliche Gliederung in ein Wurzeln und in einen Keimblattstamm, in die Anlage des Sproßblattstammes und in die Keimblätter zu erkennen. Bei dem Hornkraute (*Ceratophyllum*) ist der Sproßblattstamm bereits gestreckt und trägt sogar mehrere kleine Laubblättchen übereinander, und bei *Nelumbium* zeigen die vom Sproßblattstamm ausgehenden Laubblätter eine deutliche Gliederung in Blattstiel und Blattspitze. Bei den Mangrovebäumen wächst der Keimling sogar im Verbands mit der Mutterpflanze zu außergewöhnlicher Größe heran (vgl. S. 38). Endlich löst sich dieser Keimling vom Keimblatte und fällt in das Wasser oder in den schlammigen Grund am Strande des Meeres. Es löst sich demnach bei den Mangroven nicht der Same, sondern der Keimling von der Mutterpflanze ab.

Sehr verschieden ist die Größe der Samen und Früchte. Der Same unserer Wiesenorchidee *Gymnadenia conopsea* hat den Durchmesser von kaum 1 mm und wiegt 0,008 g; der Same der Kokosnuß erreicht einen Durchmesser von 11—22 cm und wiegt trocken 800—1400 g. Die Kornfrüchte des Windhalmes (*Apera spica venti*) sind 1,2 mm lang und 0,3 mm breit und wiegen 0,05 g; die Seschellenuß mißt 45 cm in der Höhe, 30—35 cm in der Breite, 22 cm in der Dicke und wiegt trocken 4200—5500 g. Die größten Früchte erzeugen die Kufurbitazeen. Auf üppigem Boden in warmen Sommern gezogene Kürbisse erreichen nicht selten im Durchmesser einen halben Meter, und einzelne Früchte des Riesenkürbis weisen einen Längendurchmesser von 1 m und ein Gewicht von 75—100 kg auf. Der Flaschenkürbis (*Lagenaria leucantha*) entwickelt unter günstigen Verhältnissen Früchte, welche einen Querdurchmesser von 30 cm und die Länge von 1,5 m besitzen.

7. Schutzmaßregeln für die Samen und Früchte.

Wir haben im 1. Bande mannigfache Schutzeinrichtungen der Organe kennen gelernt. Daß auch die für die Pflanzen so wichtigen Samen der Schutzmittel gegen tierische Angriffe und gegen Ungunst der Witterung bedürfen, ist einzusehen. Daher finden wir an den Samen häufig Dornen, Stacheln, stehende Borsten und Brennhaare, welche besonders am Samengehäuse, an den Fruchtdecken und Fruchthüllen angetroffen werden. Die Kapseln des Stechapfels (*Datura Stramonium*), die Kapsel der *Bixa Orellana*, die mit drei Klappen aufspringende Trockenfrucht der *Schrankia* (s. Abbildung, S. 510, Fig. 2), die Hülsen der russischen Süßholzstaude (*Glycyrrhiza echinata*), die aus dem Kelche gebildete Fruchtdecke der die Steppen bewohnenden *Arnebia cornuta* und die Fruchthülle der Kastanie (*Castanea vesca*; s. Abbildung, S. 510, Fig. 4) mögen hierfür als Beispiele dienen. Auch bei mehreren