am Rande derselben zwischen Rinde und Holz eingesetzt wird, zu welchem Zweck es an seinem untern Ende bis auf die Hälfte quer und von da ab nach unten keilförmig auslaufend zugeschnitten wird.

Das *Absäugen* oder *Ablactiren* endlich besteht darin, dass man Zweige zweier noch auf ihren Wurzeln stehender Pflanzen zur Verwachsung bringt, indem man einen Theil ihrer Rinde bis zum Splint wegnimmt, die Wundflächen fest vereinigt und mit einem Verbande schützt. So verwächst dann an dieser Stelle das Edelreis mit dem Wildling und zieht wenigstens einen Theil seiner Nahrung aus diesem; trennt man dasselbe dann allmählig von seiner Mutterpflanze, so übernimmt jener, der Wildling, nach und nach die Ernährung, und das Resultat nach vollendeter Trennung ist dasselbe wie beim Pfropfen. Da bei diesem Verfahren das Edelreis fast bis zur Vollendung der Ueberpflanzung mit seiner Wurzel in Verbindung bleibt, so ist sein Eingehen kaum zu befürchten, daher man das Ablactiren hauptsächlich zur Vermehrung seltener Topf- und Treibhauspflanzen anzuwenden pflegt.

6. Kapitel. Von der Fortpflanzung der Phanerogamen.

§. 321. Die *Fortpflanzung* ist die Erzeugung neuer, selbstständiger Pflanzen-Individuen durch die eigens hierzu bestimmten Organe, welche in ihrer Gesammtheit Befruchtungs- oder Zeugungsorgane (organa fructificationis, s. generationis) genannt werden. Die Fortpflanzung stimmt mit der Vermehrung (welche im vorhergehenden Kapitel betrachtet wurde) darin überein, dass das Resultat beider Vorgänge eine Erzeugung neuer Pflanzen oder eine Vervielfältigung der Individuen ist. Dieser Zweck wird aber bei der Vermehrung durch die vegetativen Organe erreicht, indem durch blosse Wachsthumsvorgänge ein integrirender Theil der Mutterpflanze zu selbstständiger Existenz gelangt; bei der Fortpflanzung entsteht ein neues Individuum aus dem Zusammenwirken der zu diesem Zweck eigenthümlich ausgebildeten Zeugungsorgane. Daraus erklärt sich auch leicht, dass bei der Vermehrung alle, auch die zufälligen Eigenschaften der Mutterpflanze auf die jungen Individuen übergehen, so dass auf diesem Wege auch Spielarten und zufällige Abweichungen sich erhalten und vervielfältigen lassen, während bei der Fortpflanzung die junge Pflanze nur in den wesentlichen, specifischen Kennzeichen mit der Mutterpflanze übereinstimmt (vergl. auch das 1. Kapitel der speciellen Botanik).

§. 322. Bei den *Blüthenpflanzen* oder *Phanerogamen* sind die Fortpflanzungsorgane zur Blüthe vereinigt; sie erzeugen den Samen, der sich dadurch von der Spore der blüthenlosen Pflanzen (Cryptogamen) unterscheidet, dass er von Samenhüllen umgeben ist und in seinem Innern als wesentlichen Theil den Keimling oder Embryo, nämlich die vorgebildete Anlage des jungen Pflänzchens, enthält. Die Ausbildung des Samens und insbesondere die Erzeugung des Embryo geschieht nur in Folge des Actes der *Befruchtung*. Diese besteht in einem Zusammenwirken der wesentlichen Befruchtungsorgane, wobei sich die einen — die Staubgefässe — activ, anregend verhalten, während die anderen — die Fruchtblätter und ihre Theile — die Anlage des künftigen Pflänzchens: den Keimling oder Embryo, in sich ausbilden. Die ersten nennt man daher nach der Analogie des Thierreichs *männliche*, die letzten *weibliche* Generationsorgane.

Die Lehre von der Geschlechtsverschiedenheit in den wesentlichen Blüthenorganen oder von der *Sexualität* der Pflanzen ist zuerst von Linné vollständig durchgeführt worden, und steht jetzt durch zahlreiche directe Beobachtungen und bestätigende Erfahrungen unzweifelhaft erwiesen da. Am deutlichsten zeigen sich die Beweise für das Pflanzengeschlecht bei den diöcischen Pflanzen. Es sind viele Fälle bekannt, wo weibliche Individuen in Gärten lange Zeit unfruchtbar blieben, bis endlich männliche in hinlänglicher Nähe angepflanzt wurden, worauf sie sogleich Frucht ansetzten. Bei den Trauerweiden, deren so zahlreiche bei uns cultivirte Exemplare alle weiblichen Geschlechts sind, wird man, weil eben die Bestäubung mangelt, nie reife Samen antreffen, was übrigens ihrer Vervielfältigung, die so leicht durch Stecklinge geschieht, durchaus keinen Eintrag thut; nur erhält man bei dieser Vermehrung natürlich wieder lauter Individuen desselben Geschlechts wie die Stammpflanze, nämlich weibliche. Uebrigens ist zu bemerken, dass auch bei getrenntgeschlechtigen Pflanzen auf weiblichen Exemplaren sich abnorm einzelne männliche Blüthen ausbilden können. Wirkliche Samenerzeugung ohne vorhergehende Befruchtung („Parthenogenesis") scheint indessen auch im Pflanzenreich — wie im Thierreich vorkommen zu können; bestimmt nachgewiesen ist sie bei Coelebogyne ilicifolia, welche in unsern Treibhäusern durchaus nur in weiblichen Exemplaren vorhanden ist und dennoch fort und fort keimfähige Samen reift.

§. 323. Eine wesentliche Vorbedingung für das Zustandekommen der Befruchtung ist, dass der im Innern der Antheren erzeugte Blüthenstaub oder Pollen auf die Narbe gelange. Der Zeitpunct, in dem dieses geschieht, trifft in der Regel mit dem der vollständigsten Entfaltung der Blüthe zusammen; dann öffnen sich die Fächer der Anthere, und das aus den Pollenkörnern bestehende Pulver, welches ihren Inhalt bildete, verstäubt. Bei der grossen Mehrheit der zwitterblüthigen Pflanzen wird das Gelangen des Pollens auf die Narbe dadurch sehr erleichtert, dass die Staubgefässe unmittelbar um die in der Mitte der Blüthe befindlichen Fruchtblätter herumstehen, und zwar so, dass die Staubbeutel höher stehen als die Spitze der Stempel, wonach fast nothwendig von dem Inhalt jener beim Herausfallen Einiges auf die Narbe gelangen muss. Bei den hängenden, also verkehrt gestellten, Blumen wird derselbe Zweck dadurch erreicht, dass hier im Gegentheil die Staubgefässe kürzer als die Stempel zu sein pflegen. Bei den monöcischen Pflanzen stehen ganz allgemein die männlichen Blüthen oder Blüthenstände über den weiblichen — so z. B. beim Welschkorn (Zea), beim Rohrkolben (Typha) u. A. m. — offenbar ebenfalls darum, damit der Pollen beim Herabfallen von selbst auf die Narben gelange. Bedenken wir dabei noch, eine wie grosse Menge von Pollenkörnern gewöhnlich in einer Blüthe vorhanden ist, während schon einzelne oder wenige Körner, die wirklich von der Narbe aufgenommen werden, wie wir weiter unten sehen werden, zur Befruchtung hinreichen, und rechnen wir hinzu, dass dieser feine Staub bei seiner Leichtigkeit in der bewegten Luft sich schwebend erhält, und so leicht der Narbe zugetragen werden kann, so erscheint für die Mehrzahl der zwitterblüthigen Pflanzen die Bestäubung der Narbe, dieser erste zur Befruchtung nothwendige Act, hinlänglich gesichert.

§. 324. In manchen Fällen jedoch treten diesem Vorgang der Bestäubung mancherlei Hindernisse entgegen, so dass es besonderer Einrichtungen und Vorkehrungen bedarf, damit dieselbe doch zu Stande komme, und wirklich sehen wir stets und oft trotz anscheinend grosser äusserer Schwierigkeiten die Erfüllung dieser nothwendigen Vorbedingung der Befruchtung sichergestellt.

Bei manchen Pflanzen nähern sich die Staubgefässe zur Zeit ihrer Verstäubung abwechselnd den Stempeln, um ihre Antheren unmittelbar über der

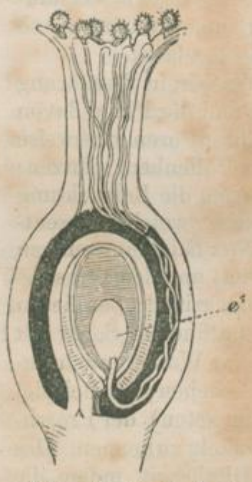
Narbe zu entleeren, und treten, nachdem dieses geschehen, wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Diese Erscheinung zeigen u. A. die Gartenraute (Ruta graveolens), die Parnassie (Parnassia palustris), sowie die oben (s. §. 309) erwähnten Pflanzen mit elastischen oder reizbaren Staubfäden, z. B. der Sauerdorn (Berberis). Wenn die Staubgefässe und Stempel ein und derselben Blüthe in der Zeit ihrer vollständigen Ausbildung nicht genau zusammentreffen, so kann natürlich keine unmittelbare Befruchtung der einen durch die anderen stattfinden; meist sind hiebei die Antheren der Narbe in der Ausbildung voraus, wie bei vielen Compositen; doch kommt auch der umgekehrte Fall vor, z. B. bei den Helleborus- und Luzula-Arten. Dieser Unterschied in der Entwickelung aber wird dadurch ausgeglichen, dass die verschiedenen Blüthen derselben Pflanze oder benachbarter Pflanzen derselben Art sich *gegenseitig* befruchten, in welchem Fall die Pflanzen *dichogamisch* genannt werden. Es geschieht das theils einfach durch Verstäubung des Pollens, unterstützt vom Wind, der denselben von Blüthe zu Blüthe trägt, theils wird diese Uebertragung, wie zuerst *Konr. Sprengel* (Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793) nachgewiesen hat, in vielen Fällen durch die die Blumen besuchenden Insecten bewerkstelligt. Diese, besonders die bienenartigen, gehen bekanntlich dem Honigsaft der Blumen, der von den Nectarien abgesondert wird, nach, um sich davon zu nähren; sie kriechen hiebei in's Innere der Blumen hinein, weil gewöhnlich die Honig-Absonderung auf deren Grund oder an inneren, verborgenliegenden Blüthentheilen stattfindet; dabei streifen sie dann mit ihrem behaarten Körper den Pollen von den Antheren ab und tragen ihn mit sich fort, so dass er bei dem Besuch einer andern Blume leicht theilweise auf deren Narbe abgesetzt werden kann. Namentlich ist bei den *Orchideen* und *Asclepiadeen*, wo der Inhalt der Antherenfächer nicht in einem losen Pulver besteht, sondern zu wachsartigen oder schleimigen Pollenmassen zusammenhängt, zum Zustandekommen der Befruchtung die Mitwirkung der Insecten durchaus nothwendig. Indem diese dem im Grund der Blume, und bei vielen unserer einheimischen Orchideen in dem Sporn des Lippchens abgesonderten Honig nachgehen, bringen sie durch den Druck im Vorbeistreifen jene Pollenmassen zum Austreten aus den Antherenfächern, was meist mit einer gewissen Schnellkraft geschieht. Da dieselben aber an dem einen Ende in den mit einer klebrigen Drüse versehenen sogenannten Halter auslaufen, so befestigen sie sich auf diese Weise meist sogleich an den benachbarten Theilen und zwar bei den Orchideen an der drüsigen Narbenfläche, die unmittelbar über dem Eingang in den Sporn liegt, bei den Asclepiadeen aber an besonderen, im Umfang der grossen scheibenförmigen Narbe befindlichen Drüsen. Wir sehen daher manche dieser Pflanzen ausserhalb ihres Vaterlandes unter Verhältnissen, wo die zur Vermittelung der Befruchtung geeigneten Insecten fehlen, nie Frucht und Samen ansetzen. Dahin gehört z. B. die Vanille, eine aus dem tropischen Mexico stammende Orchidee, deren wohlriechende Kapseln das bekannte Gewürz liefern. Sie blieb auch in unseren Treibhäusern unfruchtbar, bis man darauf verfiel, die Uebertragung des Pollens auf die Narbe künstlich zu bewerkstelligen. Dieses Verfahren der künstlichen Bestäubung wird überhaupt bei vielen exotischen Pflanzen, denen wie es scheint, die äusseren Bedingungen hierzu bei uns fehlen, mit bestem Erfolg angewendet.

§. 325. Die Bestäubung der Narbe bei monöcischen und diöcischen Pflanzen bietet offenbar grössere Schwierigkeiten als bei den Zwitterblüthen, wo die betreffenden Organe unmittelbar nebeneinander liegen. Sie erscheint aber auch hier hinlänglich gesichert, theils ebenfalls durch die Mitwirkung der Insekten, theils durch die bei diesen Pflanzen meist ausserordentlich grosse Menge von Pollen, welcher dann durch Vermittelung der Winde auf die benachbarten weiblichen Blüthen übergetragen wird. So sieht man im Mai um die Kiefernwälder manchmal ganze Wolken des Blüthenstaubs (der von heftigen Regengüssen niedergeschlagen den sogenannten „Schwefelregen" bildet), und auch die übrigen Kätzchenbäume, die entweder monöcisch oder diöcisch sind, erzeugen stets eine sehr grosse Menge von Blüthenstaub, so dass die Befruchtung durch die Vermittelung der Winde stattfinden kann. Auch ist es in Bezug auf gewisse getrenntgeschlechtige Culturpflanzen eine alte Erfahrung, dass die Erzeugung der Früchte von der Nähe männlicher Bäume abhängig ist, daher man z. B. beim Anbau der Pistazien, der Terebinthen und der Dattelpalme stets einzelne derselben unter den Fruchtbäumen cultivirt. Bei der Dattelpalme pflegt man, um der Bestäubung, von welcher die Ausbildung der Früchte abhängt, sicher zu sein, diesen Act künstlich vorzunehmen; die Araber im nördlichen Afrika haben seit alter Zeit die Gewohnheit, die Blüthenrispen der männlichen Bäume kurz vor dem Verstäuben abzuschneiden und auf die blühenden weiblichen Bäume zu hängen, so dass der Pollen bei seiner Entleerung direct auf die Narbe gelangt.

§. 326. Wenn die Pollenkörner unmittelbar mit Wasser in Berührung kommen, so saugen sie die Feuchtigkeit sehr rasch ein und die Folge davon pflegt zu sein, dass sie ihren Inhalt entweder aus einer ihrer Poren stossweise entleeren, oder dass sie durch Sprengung der äussern Pollenhaut platzen; es wird daher durch den Zutritt des Wassers in die Blüthen die Befruchtung verhindert, weil dann das Auswachsen der Pollenschläuche, welches wesentlich für dieselbe ist, nicht zu Stande kommen kann. Nur bei ganz wenigen Wasserpflanzen wie z. B. beim Hornblatt (Ceratophyllum) und dem Wasserriemen (Zostera) wird der Pollen vom Wasser nicht angegriffen; bei diesen kann daher die Befruchtung im Medium des Wassers stattfinden. Sonst gilt es allgemein als Regel, dass die ganz oder theilweise im Wasser wachsenden Pflanzen wenigstens ihre Blüthen über das Wasser erheben; als Beispiel sind die Seerosen (Nymphaea), die Laichkräuter (Potamogeton), der Froschbiss (Hydrocharis) und die weissblühenden Wasser-Ranunkeln zu nennen. Das Schlauchkraut (Utricularia) erhebt sich während der Blüthezeit, indem die früher beschriebenen und abgebildeten Blasen (s. S. 38, Fig. 107.) die Pflanze schwimmend erhalten, mit seiner Blüthenrispe über die Wasserfläche; sobald aber die Befruchtung geschehen ist, sinkt das Ganze durch Entweichen der Luft aus jenen Organen wieder zu Boden. In gleicher Weise steigt die Wassernuss (Trapa natans) zur Blüthezeit durch ihre blasig angeschwollenen, mit grossen Lufthöhlen versehenen Blattstiele an die Oberfläche des Wassers herauf. Wenn aber in manchen Fällen die Tiefe des Wassers es unmöglich macht, dass die Blüthen sich aus demselben hervorheben, so ist doch noch dadurch eine Befruchtung möglich, dass sich zwischen den zusammengeneigten Blumenblättern durch einen Lebensact der Pflanze eine Luftblase absondert, innerhalb derer die Bestäubung ungestört vor sich gehen kann; dieses ist z. B. bei manchen Elatine- und Alisma-Arten beobachtet worden. Der

merkwürdigste hierhergehörige Fall aber findet sich bei einer in den Sümpfen und stehenden Gewässern Südeuropa's nicht selten vorkommenden diöcischen Pflanze, der Vallisneria spiralis, welche im schlammigen Boden meist mehrere Fuss vom Wasser bedeckt wurzelt, wodurch allerdings die Bestäubung der weiblichen Blüthen durch die männlichen sehr schwierig erscheint. Diese, die Staubblüthen, kommen in kurzgestielten, von einer gemeinschaftlichen Blüthenscheide umgebenen Köpfchen am Grunde der Blätter hervor, die weiblichen aber sitzen auf einem langen, anfangs spiralig aufgewundenen Blüthenstiel, ebenfalls zwischen den einen Rasen bildenden Blättern. Wenn nun die Befruchtung vor sich gehen soll, so werden letztere durch Aufrollung der Spirale bis zur Oberfläche des Wassers emporgehoben, so dass sie sich in der Luft entfalten können; die männlichen Blüthenstände aber reissen sich um diese Zeit von ihren Stielen los und schwimmen, ihren Pollen ringsumher verstäubend, zwischen den geöffneten weiblichen Blüthen umher, so dass die Bestäubung nun ohne Schwierigkeit vor sich gehen kann. Hat diese und somit die Befruchtung stattgefunden, so rollt sich die Spirale des weiblichen Blüthenstiels wieder auf, wodurch die reifende Frucht unter das Wasser zwischen die Blattbüschel zurückgezogen wird.

417.



§. 327. Die auf die Narbe gelangten Pollenkörner kommen dort unter dem Einfluss der schleimigen, von den Narbenpapillen ausgesonderten Narbenflüssigkeit gleichsam zum Keimen, indem sie nämlich die obenerwähnten Pollenschläuche (s. ob. S. 136.) bilden, wobei die innere Pollenhaut aus den Poren der äussern hervorbricht. Diese Schläuche drängen sich zwischen den oberflächlichen Zellen der Narbe hindurch und wachsen so in das leitende Zellgewebe (s. ob. §. 216.) hinein, welches im Umfang des Griffelkanals durch den Griffel bis zum Ursprung der Eichen in der Fruchtknotenhöhle hinabsteigt. Gewöhnlich entwickelt ein Korn nur je *einen* Schlauch, manchmal auch mehre, selbst bis zu 20. In der Regel genügen, wo nicht sehr zahlreiche Eichen vorhanden sind, wenige Pollenkörner zur Befruchtung, da jedes Eichen nur *einen* Pollenschlauch erhält. Einige Zeit nach der Bestäubung findet man die Körner durch die in das leitende Gewebe hineingewachsenen Pollenschläuche auf der Narbe befestigt; die letzteren wachsen dann in dem leitenden Zellgewebe immer weiter fort, wobei sie aus den mit schleimigem Saft erfüllten Zellen desselben, zwischen denen sie sich durchdrängen, das Material zu ihrer Vergrösserung schöpfen, und gelangen so endlich bis zum Keimmund des Eichens. Hierbei beobachtet man, dass die in dem absteigenden Pollenschlauch enthaltene Fovilla (s. ob. §. 221.) eine sehr lebhafte Molecularbewegung zeigt, der man aber mit Unrecht eine besondere Rolle bei der Befruchtung zugeschrieben. Sie ist vielmehr nur das Symptom einer lebhaften Vegeta-

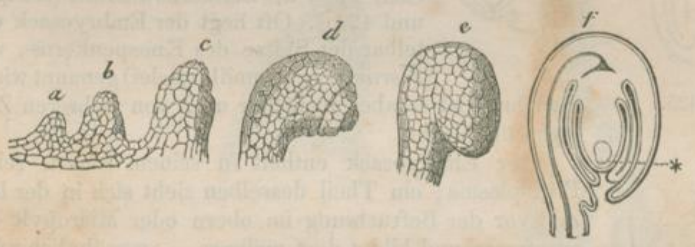
Fig. 417. Schematische Figur, das Herabsteigen der Pollenschläuche durch das leitende Zellgewebe und das Eindringen eines solchen in den Keimmund zeigend.

tions-Thätigkeit, wie sie hier natürlich eintreten muss, da bei der Länge des Griffels in vielen Fällen die Pollenschläuche, um zu den Eichen zu gelangen, oft hundertmal und mehr an Länge den Durchmesser des Pollenkorns übertreffen müssen. In vielen Fällen ist es gelungen, den Pollenschlauch von seinem Austritt und dem Korn an bis zum Eintritt in den Keimmund zu verfolgen. Doch müssen wir nach Allen das Eindringen des Pollenschlauchs in den Keimmund ganz allgemein für die wesentliche Vorbedingung zum Zustandekommen der Befruchtung halten. Sobald dieses geschehen, stirbt der obere Theil der Pollenröhre, welcher die Verbindung mit dem auf der Narbe zurückgebliebenen Pollenkorn vermittelte, allmählig ab.

Früher glaubte man, die Pollenkörner platzten auf der Narbe und nur ihr so entleerter Inhalt gelange zu den Eichen, um diese zu befruchten. Nach Entdeckung der Pollenschläuche durch Amici (1823) wurde ihre Bildung und ihr Verhalten durch A. Brongniart und R. Brown weiter verfolgt und durch Letztern, besonders aber durch Schleiden ihr Eindringen in die Micropyle nachgewiesen.

§. 328. Gehen wir nun zu der Bildung des Eichens zurück, so sind zunächst seine Entstehung und seine Entwickelung bis zum Moment der Befruchtung zu betrachten. Das Eichen oder die Samenknospe wächst bei ihrem ersten Auftreten als eine rundliche zellige Hervorragung aus der Samen-

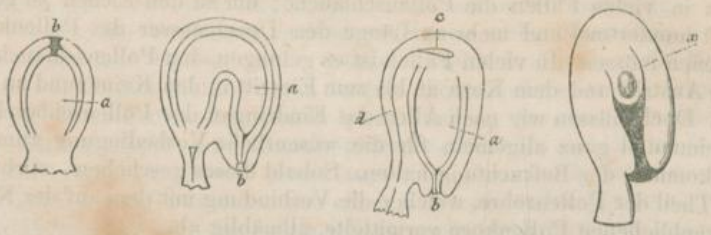
418.



leiste (placenta) hervor (s. Fig. 418 a). Später erhebt sich unter ihrer Spitze im ganzen Umfang eine doppelte, seltener eine einfache Kreisfalte (s. ebend. b—d), woraus, indem sie allmählig über den zelligen Kern hinauswächst, die Eihäute oder Eihüllen entstehen. Diese bleiben an der Stelle, welche der früher freiliegenden Spitze des Knospenkerns entspricht, offen, und dadurch wird der Keimmund oder die Micropyle gebildet. Geht dieser Entwickelungsgang des Eichens an allen Theilen desselben gleichmässig vor sich, so entsteht das *geradläufige* Eichen (s. Fig. 419.). Entwickeln sich dagegen die beiden Seiten des Eichens ungleich, so dass die eine die andere vollkommen überwächst und die Spitze nach der Basis zurückgekrümmt wird, so wird das Eichen *krummläufig* (s. Fig. 420.). Endlich wird häufig durch Verlängerung des Knospenträgers das Eichen allmählig umgedreht (s. Fig. 418 c—f.) und erscheint schliesslich demselben in verkehrter Stellung seitlich angewachsen (s. ebend. f.); dieses ist das *gegenläufige* Eichen (s. Fig. 421.); die hierbei dem Eichen seitlich anwachsende Fortsetzung des Knospenträgers heisst *Naht* (raphe).

Fig. 418. a—e. Darstellung der allmähligen Entwickelung eines gegenläufigen Eichens von seiner ersten Erhebung aus der Samenleiste an. f. schematische Figur, den Durchschnitt eines solchen darstellend. * Embryosack.

419. 420. 421. 422.



§. 329. Schon einige Zeit vor der Befruchtung, und demnach unabhängig von ihr, entsteht in dem Kern der Samenknospe durch Vergrösserung einer der zunächst am Keimmund gelegenen Zellen und durch allmählige Resorption des benachbarten Zellgewebs der *Keim-* oder *Embryosack* (sacculus embryonalis s. Fig. 418 f*. und 422. bei x.). Er stellt eine rundliche oder cylindrische, mit Flüssigkeit erfüllte Zelle dar, die oft einen sehr beträchtlichen Theil des Zellkerns ausfüllt (s. Fig. 423. und 424.). Oft liegt der Embryosack unmittelbar der Spitze des Knospenkerns, welche *Kernwarze* (mamilla nuclei) genannt wird, an; manchmal ist er aber auch hier noch von mehreren Zellenlagen überdeckt.

423. 424.

425.

Der Embryosack enthält in seinem Innern reichlich Protoplasma; ein Theil desselben zieht sich in der letzten Zeit vor der Befruchtung im obern oder Micropyle-Ende zusammen und bildet dort mehrere — gewöhnlich zwei — Zellen, welche *Keimbläschen* genannt werden (s. Fig. 425.). Auch am entgegengesetzten Ende des Keimsacks treten manchmal einzelne später wieder verschwindende Zellen auf.

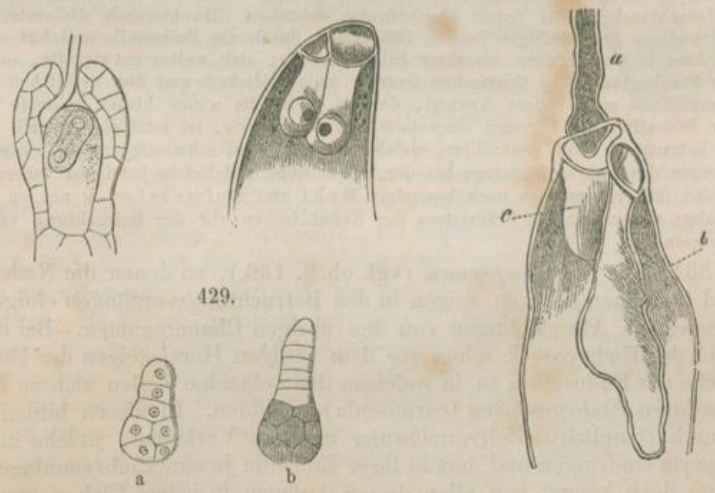
§. 330. Der wesentlichste Theil der Befruchtung, der eigentliche Befruchtungsact, ist bedingt durch das Zusammentreffen des in den Keimmund eingedrungenen Befruchtungsschlauchs mit der Spitze des Embryosacks, wodurch wahrscheinlich in Folge einer endosmotischen Durchschwitzung eines Theils der Fovilla ein Keimbläschen zur weitern Entwickelung angeregt wird und so den Embryo erzeugt. Wenn die Pollenröhre den Keimsack erreicht hat, so steht ihr Wachsthum still und ihr unteres Ende legt sich der Haut des Embryosacks

---

Fig. 419. Schematische Durchschnittsfigur eines geradläufigen oder orthotropen Eichens.
„ 420. „ „ „ krummläufigen (campylotropen) Eichens.
„ 421. „ „ „ gegenläufigen (anatropen) Eichens.
„ 422. Gegenläufiges Eichen mit einfacher Eihülle von Adoxa. x. Embryosack.
„ 423. Durchschnitt des Eichens von Euphorbia.
„ 424. Eichen von Spergula im Durchschnitt, in der vorigen Fig. ist in der Mitte des Eikerns der Embryosack sichtbar.
„ 425. Eichen von Orchis; in der Spitze des Embryosacks liegen zwei Keimbläschen.

genau an (s. Fig. 426.), wobei es öfter unregelmässig anschwillt; manchmal wird diese Haut auch nach innen eingestülpt oder in seltenen Fällen durchbohrt. In dem schleimigen Inhalt des Pollenschlauchs oder der Fovilla, der um diese Zeit in seinem obern mit dem Pollenkorn zusammenhängenden Theil allmählig abstirbt, beobachtet man lebhafte Molecularbewegung. Die im Embryosack schon vor beginnender Befruchtung gebildeten Keimbläschen liegen zur Zeit des Herabsteigens der Pollenschläuche, deren in der Regel nur je einer in ein Eichen eindringt, der Spitze des Embryosacks in der Art an, dass die Ansatzstellen ihres obern Endes dort als ein scharf begrenzter doppelter Ring erscheinen (s. Fig. 427.). Sobald nun der Pollenschlauch sich dieser Stelle angelegt hat, so verlängert sich eines der beiden Keimbläschen zu einem schlauchartigen Körper, der *Vorkeim* genannt wird (s. Fig. 428.), während das andere nicht weiterwächst und allmählig verschwindet. Dieser Vorkeim, der oft weit in die Höhle des Embryosacks hinein sich verlängert, wird bald durch Scheidewandbildung mehrzellig und aus seiner Endzelle entsteht durch Zellenvermehrung eine kugelige Zellmasse, welche *Embryokügelchen* genannt wird, während der obere verdünnte

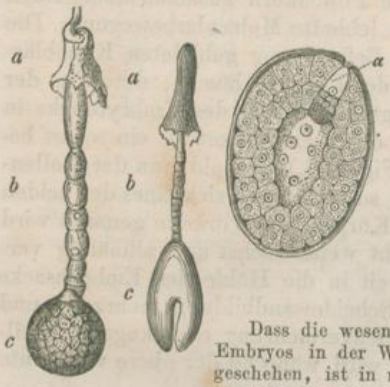
426. 427. 428.



Theil *Träger* oder *Aufhängefaden* (s. Fig. 430.) heisst. Aus dem Embryokügelchen sprossen dann nach unten zu die Sammenlappen und zwar bei den Monocotyledonen als ein einziges stengelumfassendes, bei den Dicotyledonen als zwei gegenüberstehende Blattrudimente, während die nach unten gerich-

Fig. 426. Eichen von Orchis mit dem in den Keimmund eingedrungenen Pollenschlauch.
„ 427. Spitze des unbefruchteten Pollenschlauchs von Euphrasia mit zwei derselben angehefteten Keimbläschen.
„ 428. Zusammentreffen des angeschwollenen Endes des Pollenschlauchs (a) mit der Ansetzstelle des einen Keimbläschens (c); das andere (b) verlängert sich zum Vorkeim.
„ 429. Zellenbildung im Vorkeim von Orchis; in b ist das untere Ende desselben zum Embryokügelchen entwickelt.

tete Spitze das Knöspchen des Keimlings bildet. Das Wurzelende desselben wird von dem obern Ende des Vorkeims, das sich von dem Träger abschnürt und abrundet, gebildet. Aus dieser Bildungsweise des Embryo's geht hervor, dass, welches auch sonst seine relative Lage im Samen sein mag, doch sein Würzelchen stets der Micropyle anliegen oder ihr zugewendet sein muss. Die Höhlung des Embryosacks füllt sich bei vielen Pflanzen, soweit sie nicht von Embryo eingenommen wird, allmählig mit einem durch freie Zellbildung entstehenden Zellgewebe an (s. Fig. 432.), welches dann zum Perisperm wird (vgl. den folgenden §.).



Dass die wesentlichen Vorgänge bei der ersten Entstehung des Embryos in der Weise aufzufassen sind, wie es im Vorstehenden geschehen, ist in neuester Zeit durch Radlkofer (die Befruchtung der Phanerogamen. Leipzig. 1856.) überzeugend nachgewiesen worden. Nach Schleiden, dessen Theorie an Schacht einen Vertheidiger gefunden, sollten die ersten Zellen des Embryos in dem in den Keimsack eingedrungenen Ende des Pollenschlauchs selbst durch Abschnürung entstehen. Da hiernach die erste materielle Grundlage des künftigen jungen Pflänzchens durch die Pollenzelle geliefert würde, welche dann in dem Eichen, als ihrer Bildungsstätte, sich weiter entwickelte, so würden die Staubgefässe den thierischen Ovarien zu vergleichen und den weiblichen Organen zuzurechnen sein. Diese Ansicht, der zu Folge die ganze bisher geltende Lehre von der Sexualität der Pflanzen umgestaltet werden müsste, ist jetzt als gänzlich beseitigt zu betrachten. Von Botanikern, welche diese äusserst schwierig anzustellenden Beobachtungen des wahren Hergangs bei der Befruchtung mit Erfolg betrieben haben, sind ausser den früher genannten noch besonders Mohl und Hofmeister zu nennen, welcher letztere namentlich die Präexistenz der Keimbläschen vor der Befruchtung vielfach nachgewiesen hat.

§. 331. Die *Gymnospermen* (vgl. ob. §. 136.), zu denen die Nadelhölzer und Cycadeen gehören, zeigen in den Befruchtungsvorgängen einige bemerkenswerthe Abweichungen von den übrigen Phanerogamen. Bei ihnen füllt sich der Embryosack schon vor dem völligen Herabsteigen der Pollenschläuche mit Endosperm an, in welchem dann einzelne Zellen sich zu 5 bis 8 *secundären Embryosäcken* (corpuscula) ausbilden. In diesen bilden sich nun durch complicirte Zellvermehrung mehrere Vorkeime, welche in das Endosperm eindringen und dort in ihrer Endzelle je eine Embryoanlage entwickeln; doch kommt von allen diesen Anlagen in jedem Eichen nur *eine* zur Entwickelung. Das Wurzelende des Embryo schliesst sich dabei nie ab, sondern endet in lose Zellen.

§. 332. Im Verfolg der weitern Ausbildung oder *Reifung des Samens* vergrössert sich der Keimling durch Zellvermehrung und erlangt so die ihm je nach der Abtheilung, wozu die Pflanze gehört, zukommende Gestalt, deren

---

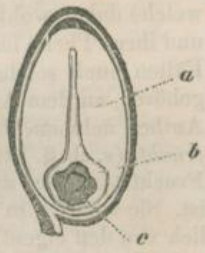
Fig. 430. Entwickelung des dicotyledonischen Embryos. a. Oberes Ende des durch Präparation entfernten Embryosacks. b. Träger oder Aufhängefaden. c. Embryokügelchen, junger Embryo.

„ 431. Entwickelung des dicotyledonischen Embryos; c. junger Embryo.

„ 432. Bildung des Endosperms innerhalb des Keimsacks. a. Der erst aus wenig Zellen bestehende Embryo.

hauptsächlichste Formen und Abänderungen in der Morphologie erwähnt wurden (vgl. oben §. 165. und 166.). Werden hierbei alle zur Ernährung des künftigen jungen Pflänzchens in seiner ersten Lebensperiode bestimmten überschüssigen Nahrungsstoffe im Embryo selbst abgelagert, so erfüllt er für sich das ganze Innere des Samens und dieses heisst *eiweisslos* (semen exalbuminosum). Wenn dagegen neben dem Embryo noch eine besondere Zellmasse als Ablagerungsstätte solcher Nahrungsstoffe sich findet, so heisst diese *Eiweiss* (Albumen vgl. ob. §. 164.). Dieses kann aber nach seiner Entstehungsweise verschieden sein; entweder bildet es sich nämlich aus dem Zellgewebe des Eikerns, also *ausserhalb* des Embryosacks, dann wird es *Perisperm* genannt, oder — und dieses ist der häufigere Fall — es entsteht *innerhalb* desselben durch freie Zellbildung und heisst dann *Endosperm*. Beide Arten von Eiweiss finden sich nebeneinander bei den Piperaceen und Nymphäaceen (s. Fig. 433.). Je nachdem die Ablagerung der assimilirten Stoffe in den Zellen des Eiweisses (wie im Embryo) unter der Form von Stärkemehl, fettem Oel oder Zellstoff auftritt, erscheint der Same mehlig, ölig oder fleischig. Manchmal erscheint die Zellmasse des Eiweisses durch Anlagerung von Verdickungsschichten fest, hornartig wie bei der Dattel, und selbst beinhart beim sogenannten „vegetabilischen Elfenbein", dem Samen einer amerikanischen palmenartigen Pflanze (Phytelephas macrocarpus), deren Eiweissmasse sich wie Elfenbein verarbeiten lässt. Eigenthümlich ist die Bildung des Endosperms bei der Cocosnuss, indem sich hier aus der im Keimsack enthaltenen Flüssigkeit nur eine mehr oder weniger dicke festfleischige Auskleidung der Steinschale ansetzt, die innere Höhlung aber mit flüssigem Bildungssafterfüllt bleibt, der unter dem Namen „Cocosmilch" als erquickendes Getränk benutzt wird.

433.



§. 333. Zugleich mit der Ausbildung der innern wesentlichen Theile des Samens gehen auch in seinen Hüllen mancherlei charakteristische Aenderungen vor; die äussere Schichte derselben verwandelt sich in die bald steinartig harte, bald krustenartig zerbrechliche oder zäh lederartige Testa oder Samenschale (s. ob. S. 161. u. 162.), welche die beim reifen Samen so verschiedenartig beschaffene Oberfläche des Samens bildet.

Gleichzeitig mit der allmähligen Ausbildung des Samens und seiner Theile begeben sich auch an den Fruchtblättern und den damit unmittelbar zusammenhängenden Blüthentheilen mancherlei Veränderungen und weitere Entwickelungen, die zusammen die *Reifung der Frucht*, welche also mit der Reifung der Samen parallel geht, ausmachen. Die männlichen Theile aber, die Staubgefässe, die mit geschehener Bestäubung ihre Bestimmung erfüllt haben, und mit ihnen die ebenfalls zart organisirten Blumenblätter (oft auch der Kelch) fallen ab, oder verwelken und verschwinden so allmählig, sobald nach geschehener Befruchtung die Vegetationskraft im Kreis der Fruchtblätter, der Bildungsstätte der Samen, einen neuen Aufschwung nimmt. Auch Narbe und in vielen Fällen Griffel pflegen bald nach der Befruchtung abzu-

Fig. 433. Reifer Samen der Seerose im Durchschnitt. a. Perisperm. b. Endosperm. c. Embryo.

welken oder wenigstens keine weitere Entwickelung zu erhalten. Somit nehmen bei der Entwickelung zur Frucht in der Regel hauptsächlich nur das Ovarium oder der Fruchtknoten, und die damit organisch zusammenhängenden Theile — namentlich bei Pflanzen mit unterständigem Fruchtknoten der Kelch — Antheil. Je nachdem in dieser Periode der Reifung die Substanz der Fruchtblätter entweder eine massige Entwickelung safthaltigen Zellgewebes, oder ein Schwinden des flüssigen Zellinhalts, meist unter beträchtlicher Verdickung der Zellwandung zeigt, oder aber diese beiden Bildungsprozesse in den verschiedenen Schichten ein und desselben Fruchtblatts nebeneinander auftreten, so entsteht eine fleischige, saftige Beere, eine häutige, lederartige oder holzige Kapsel, oder endlich eine Steinfrucht, und aus der Combination dieser Bildungen mit den verschiedenen Anordnungen der Theile des Fruchtblattkreises gehen alle die mannigfaltigen in der Morphologie beschriebenen Fruchtformen (s. ob. §§. 142—158.) hervor. Ueber die oft an der reifen Frucht ziemlich versteckte eigentliche Bedeutung der Theile kann uns eben nur ihre Bildungs- und Entwickelungsgeschichte Aufschluss geben, welche daher wohl zu beachten ist, wo es sich um die Deutung der Frucht und ihrer Theile handelt. Wir erkennen auf diese Weise, dass in manchen Fällen auch solche Organe, die nicht zu den eigentlichen Blüthenorganen gehören, an dem Ausbildungs- und Reifungsprozess von Frucht und Samen Antheil nehmen. Hierdurch entstehen die sogenannten *Schein-* und *Sammelfrüchte* (s. ob. §. 140 u. 158.), wie die Feige, welche als ein fleischig gewordener Fruchtstand, der zahlreiche kleine Steinfrüchtchen einschliesst, zu betrachten ist. Sie weichen in ihrer Entstehung und morphologischen Bedeutung wesentlich von den eigentlichen Früchten ab, während sie vom physiologischen Gesichtspunkt aus ganz mit diesen übereinstimmend erscheinen.

§. 334. Schliesslich ist noch die Trennung der Samen von ihrer Mutterpflanze oder die Ausstreuung derselben als ein für das Zustandekommen der Fortpflanzung wichtiges Moment zu erwähnen. Hierdurch erst werden sie in den Stand gesetzt, die in ihnen enthaltene Anlage zu neuen Individuen unter günstigen Umständen zum selbstständigen Leben zu entwickeln. In der Regel ist schon in dem Bau und der sonstigen Bildung der Früchte das Ausstreuen der reifen Samen nothwendig begründet; bei denen, die sich durch Klappen, Löcher, Spalten u. dergl. öffnen, fallen die Samen, sobald dieses geschieht, natürlich leicht aus, und dieses um so mehr, als im Herbst, wo die meisten Früchte reifen, nicht selten anhaltende heftige Winde herrschen, die ganz geeignet sind, die Samenkapseln gleichsam auszuschütteln. Auch befördert die Elasticität, mit der manche Kapseln sich öffnen, das Umherstreuen und somit die Verbreitung der Samen wenigstens in der nähern Umgebung. Leichte Samen und namentlich solche, die mit einem häutigen Flügel oder einem Haarschopf versehen sind, wie z. B. die der Weiden und Pappeln, werden natürlich durch die Winde oft weit durch die Luft geführt und können, wenn sie bei ihrem Herabfallen günstigen Boden antreffen, oft an sehr entfernten Stellen wieder aufkeimen. Dasselbe ist der Fall bei den mit einer Federkrone (Pappus) versehenen einsamigen Früchtchen der Compositen, die in dieser Beziehung ganz wie Samen zu betrachten sind. Andere Samen und einsamige Früchtchen, namentlich auch solche von Compositen, sind durch die Beschaffenheit ihrer Oberfläche geeignet, sich überall leicht anzuhängen, und werden so durch Menschen und Thiere beim zufälligen Vorbei-

streifen mitgenommen, um oft erst in weiter Entfernung wieder abgesetzt zu werden; so ist es bei den Achenien der Gattung Bidens und den bekannten Köpfchen der Kletten (Lappa), welche mit ihren Widerhaken sich oft äusserst fest an die Kleider anhängen und dadurch verschleppt werden. Hieraus erklärt sich, wie manche Pflanzen oft plötzlich an weitentfernten Orten auftreten, wohin ihre Samen nur vermittelst zufälliger Verschleppung durch Menschen oder Thiere gelangt sein können. Wenn wir z. B. in einem neugegrabenen Teich, der von jedem andern Wasser beträchtlich entfernt liegt, nach und nach allerlei Wasser- und Uferpflanzen aufkeimen sehen, so können wir vermuthen, dass ihre Samen entweder durch den Wind oder aber durch Wasservögel, die solche Orte abwechselnd besuchen, aus vielleicht entlegenen Lokalitäten der Art zugetragen wurden. Gewisse, ursprünglich ausländische Pflanzen unserer Flora sind zuerst an solchen Stellen erschienen, wo fremde Wolle abgeladen worden war und haben sich von da allmählig weiter verbreitet und im Lande festgesetzt; offenbar sind sie mit der Wolle eingeführt worden, an die sich manche Samen oder Früchtchen ihrer Beschaffenheit nach leicht festhängen.

Bei den fleischigen Früchten, die sich nie öffnen, findet ein Ausstreuen der Samen natürlich in der Weise wie bei den mehrsamigen Trockenfrüchten nicht statt; dagegen pflegen sie bei der Reife abzufallen und so werden durch allmähliges Faulen der Fruchthüllen auch hier die Kerne oder Samen mit der Zeit frei. Nicht wenig tragen auch zur Verbreitung der Samen solcher Pflanzen die Thiere, welche sich von dem Fruchtfleisch nähren, bei. Ein Beispiel hiefür liefert die Muskatnuss, die auf den molukkischen Inseln durch die sogenannte Gewürztaube verbreitet wird, indem dieser Vogel die fleischigen Früchte verzehrt, die harten Kerne aber aus dem Kropf wieder von sich gibt, die dann überall, wohin sie die Taube auf ihren Zügen verschleppt, zu jungen Pflänzchen aufzukeimen im Stande sind.

7. Kapitel. Vermehrung und Fortpflanzung bei den Cryptogamen.

§. 335. Die Vermehrung oder Vervielfältigung der Individuen durch blosse Wachsthums-Vorgänge erscheint bei den Cryptogamen in ihrer einfachsten Form, indem hier häufig die einzelne Zelle für sich die Fähigkeit hat, ein selbstständiges Leben zu beginnen und zu einem neuen Individuum sich zu entwickeln. Hierher gehört zunächst die Vermehrung der einzelligen Algen, z. B. der Diatomaceen, Desmidiaceen und Protococcaceen durch *Theilung*. Dabei zerfällt jede einzelne Zelle durch Scheidewandbildung in zwei oder in vier neue Zellen, an denen sich der Theilungsprozess dann wiederholen kann. Diese neugebildeten Zellen trennen sich entweder oder sie bleiben, öfter in eine gemeinschaftliche, aus den aufgelösten Mutterzellen entstandene Schleimmasse eingebettet, in mehr oder weniger vollständigem Zusammenhang untereinander. Diese Vermehrung durch Theilung ist entweder die einzige Art der Vervielfältigung dieser Pflanzen, oder es tritt daneben auch noch Sporenbildung auf. Ganz ähnlich ist der Vorgang der Vermehrung durch *Abschnürung*, der ebenfalls bei den einfachsten Thallophyten sich findet, u. A. bei dem früher erwähnten Gährungspilze (Saccharomyces s. Fig. 305.).