

8. Die Parthenogenese.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts wurde die Aufmerksamkeit der Botaniker auf eine Wasserpflanze gelenkt, welche in der Alten Welt von Irland bis China und von Finnland bis zum Küstenraume des nördlichen Afrikas verbreitet ist, nirgends aber häufiger auftritt als in der Umgebung und auf den Inseln der Ostsee. Diese Wasserpflanze führt den Namen *Chara crinita*, gehört in die Gruppe der Armleuchtergewächse, wächst besonders gern in der Nähe des Meeres in brackischem Wasser und nur stellenweise auch in schwach salzigen, stehenden Gewässern im Inneren der Kontinente. Wo sie sich in Gräben, Tümpeln und Seen angesiedelt hat, erscheint sie stets in großer Menge und bildet mitunter, ähnlich den stammverwandten Arten, ausgedehnte reine Bestände. Sie ist einjährig. Im Herbst stirbt die ganze Pflanze ab. Aus den abgefallenen, den Winter hindurch im schlammigen Grund eingebetteten Dogonien wachsen im nächsten Frühlinge junge Pflanzen hervor, welche im folgenden Herbst gerade so wie die Mutterpflanzen wieder zugrunde gehen, nachdem ihre Dogonien abgefallen sind. *Chara crinita* ist zweihäufig, d. h. das eine Individuum entwickelt nur Dogonien, das andere nur Antheridien (vgl. S. 247 f.). Während aber von anderen zweihäufigen Armleuchtergewächsen beiderlei Geschlechter zusammen in derselben Gegend zu wachsen pflegen, kommt eine solche Nachbarschaft bei *Chara crinita* nur äußerst selten vor. Bisher wurden nur bei Courteison, unweit Orange, im südlichen Frankreich, bei Gurjew am Kaspiischen Meere, bei Salzburg nächst Hermannstadt in Siebenbürgen, in kleinen Tümpeln mit salzigem Wasser bei Soroksar südlich von Budapest und im Hafen von Piräus in Griechenland Individuen mit Antheridien beobachtet. In Norddeutschland, zumal in der Umgebung der Ostsee, wo *Chara crinita* besonders häufig ist, wurde dagegen nicht ein einziger Stock derselben mit Antheridien gefunden. Der Laie könnte auf die Vermutung kommen, daß diese Gegenden vielleicht doch zu wenig durchforscht seien, um schon jetzt behaupten zu können, daß *Chara crinita* mit Antheridien im Ostseegebiete vollständig fehle. Aber wenn irgendwo eine solche Behauptung gewagt werden kann, so ist es hier der Fall. Auf das seltsame Verhalten dieser Pflanze einmal aufmerksam geworden, haben es die Botaniker an den eingehendsten Untersuchungen in dem genannten Gebiete nicht fehlen lassen. Der Daffower See bei Lübeck, die Umgebung von Warnemünde nächst Rostock, der große und kleine Jasmunder Bodden auf der Insel Rügen und das Wanger Wieck bei Stralsund, wo *Chara crinita* in ungeheurer Menge vorkommt, wurden zu wiederholten Malen eigens mit Rücksicht auf das Vorkommen von Antheridien an diesem Armleuchtergewächse untersucht. Insbesondere wurden auch Nachforschungen angestellt, ob vielleicht an einzelnen mit Archegonien ausgestatteten Individuen irgendwo einige Antheridien ausgebildet seien, weil bekanntlich bei zweihäufigen Pflanzen mitunter eine solche Abweichung von der gewöhnlichen Verteilung der Geschlechter vorkommt. Aber die sorgfältigsten Nachforschungen waren vergeblich, und es kann als feststehend gelten, daß im Ostseegebiete von dem in Rede stehenden Armleuchtergewächse keine Antheridien und somit auch keine Spermatozoiden ausgebildet werden. Der Versuch, die Sache so zu erklären, daß zur Zeit, wenn die Dogonien befruchtungsfähig werden, aus den Wassertümpeln des südlichen Frankreichs, aus Ungarn oder aus dem Kaspiisee männliche Geschlechtszellen der *Chara crinita* durch Wasservögel in das Ostseegebiet gebracht werden könnten, ist gleichfalls abzulehnen, und es ergibt sich aus alledem, daß im Ostseegebiete die Eizellen in den Dogonien der *Chara crinita* unbefruchtet bleiben. Wenn dennoch die im Herbst abfallenden

und in Schlamme überwinterten Dogonien im darauffolgenden Jahr eine weitere Entwicklung erfahren, wenn dann die unbefruchtete Eizelle sich teilt und zum Ausgangspunkte für ein neues Individuum wird, so liegt hier einer jener Fälle vor, welchen die Zoologen Parthenogenese genannt haben. Wiederholt angezweifelt, ist doch jetzt mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß aus den unbefruchteten Eiern der Tannenlaus (*Chermes*) und der Blattlaus (*Aphis*), ebenso aus jenen verschiedener gesellig lebender Bienen, Wespen und Blattwespen lebensfähige Individuen hervorgehen. Auch von der Mottengattung *Solenobia* und von dem Seidenspinner ist es bekannt, daß aus unbefruchteten Eiern Raupen auskriechen, welche sich weiter entwickeln und verpuppen, wozu noch bemerkt zu werden verdient, daß aus solchen Puppen immer wieder nur Weibchen hervorgehen. Es ist dies insofern interessant, als auch aus den unbefruchteten Dogonien der *Chara crinita* immer nur Individuen mit Dogonien entspringen. Unter den im Wasser lebenden Saprolegniaceen gibt es mehrere, bei welchen Parthenogenese regelmäßig beobachtet wird, z. B. *Achlya*-Arten, *Saprolegnia hypogyna*, *molinifera* und *uniseta*, bei welchen unvollkommene oder gar keine Antheridien gebildet werden, und trotzdem bilden die Eizellen ohne Befruchtung neue Pflanzen.

Es liegen aber mehrere andere Fälle vor, wo die Parthenogenese bei phanerogamen Pflanzen über allen Zweifel erhaben ist. Einen solchen besonders lehrreichen Fall bildet *Gnaphalium alpinum* oder *Antennaria alpina*, ein ausdauernder Korbblütler, welcher mit dem in Deutschland unter dem Namen Regenpöfchen bekannten und im mittleren Europa sehr häufigen *Gnaphalium dioicum* und dem in den Karpathen und Alpen verbreiteten *Gnaphalium carpaticum* eine große Ähnlichkeit zeigt. Diese Pflanze findet sich in Skandinavien von Telemarken bis Havojund ($59^{\circ} 52'$ bis 71° nördl. Br.), in Rußland vom nördlichen Finnland bis zur Halbinsel Kola, weiterhin im arktischen Sibirien und arktischen Amerika, in Labrador, auf der Melville-Insel, durch den ganzen arktischen Archipel, auf Grönland von $60-72^{\circ}$ nördl. Br. und auch noch auf Island, also in einem Gürtel, der im Durchmesser von ungefähr 12 Breitengraden den Nordpol umgibt. Sie fehlt dagegen vollständig den mittel- und südeuropäischen Hochgebirgen und ist auch auf den Gebirgen des mittleren Asiens nicht mit Sicherheit nachgewiesen worden. In dem ungeheuren nordischen Verbreitungsbezirke ist *Gnaphalium alpinum* nicht selten und kommt dort an vielen Tausenden von Standorten und in Milliarden von Stöcken vor. Aber merkwürdig, weder im arktischen Amerika noch im arktischen Asien wurde jemals ein Stock gesehen, welcher Pollen entwickelt hätte. In der skandinavischen Flora wurde angeblich einmal im Jahre 1842 die pollentragende Pflanze gefunden; aber auch dieser Fund wird angezweifelt, und die vielen Botaniker, welche die skandinavische Flora auf das sorgfältigste in alter und neuer Zeit durchforscht haben, sagen einstimmig aus, daß sie nur Stöcke des *Gnaphalium alpinum*, welche Blüten mit Fruchtanlagen, aber niemals solche, welche Blüten mit Pollen trugen, gesehen haben. Durch diese Umstände angeregt, wurden Stöcke von *Gnaphalium alpinum* vom Dovrefjeld in Norwegen unter Berücksichtigung aller möglichen Vorichtsmaßregeln im Innsbrucker Botanischen Garten gezogen und zum Blühen gebracht. Sämtliche Blüten zeigten zwar Fruchtanlagen, aber keinen Pollen, und eine Belegung der Narben mit Pollen war ganz unmöglich gemacht. Trotzdem entwickelten sich aus einem Teile der Fruchtanlagen Früchte mit wohlausgebildeten Samen, und aus diesen gingen, nachdem sie in sandige, humusreiche Erde gelegt worden waren, junge Pflanzen hervor, welche mit der Stammpflanze vollständig übereinstimmten, alsbald auch zur Blüte gelangten, aber in ihren Blüten wieder nur Fruchtanlagen zeigten. Nach diesem Ergebnisse kann es nicht

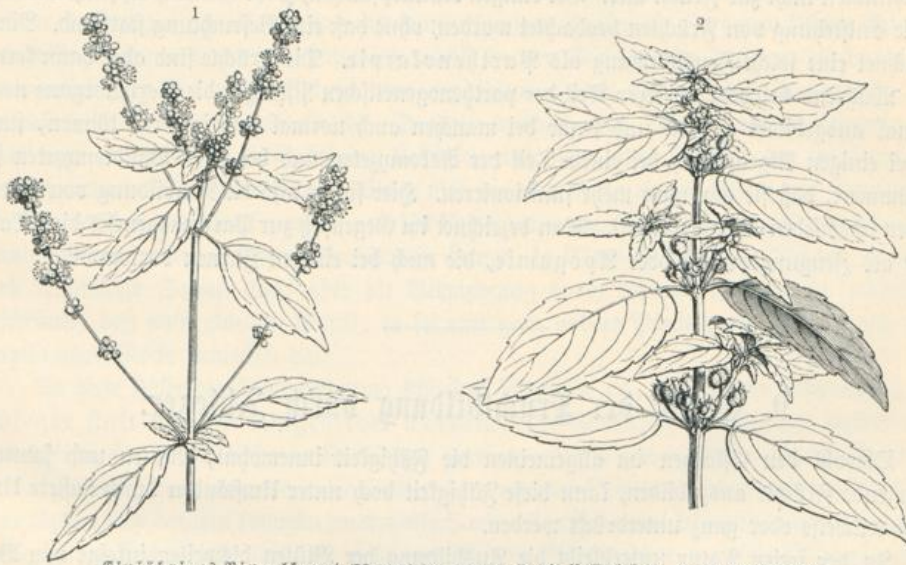
zweifelhaft sein, daß sich *Gnaphalium alpinum* auch in seinem weit ausgedehnten nordischen Verbreitungsbezirke durch Parthenogenese vermehrt, und daß seine Fortpflanzung durch das Fehlen pollentieliefernder Stöcke nicht verhindert wird.

Weitere interessante Fälle von Parthenogenese finden sich in der sehr artenreichen Gattung *Alchimilla*. Zahlreiche nord- und mitteleuropäische Arten der Abteilung *Eualchimilla* bilden keimfähige Samen mit vollkommenem Embryo aus, ohne daß sie befruchtet werden. Dabei wurde entdeckt, daß die Parthenogenese hier eine Forderung des Fortbestehens der Pflanzen ist, da sie meistens verkümmerte Samenanlagen und gar keine oder verkümmerte Pollenkörner ausbilden. Von den *Thalictrum*-Arten ist *Th. purpurascens* und vielleicht auch noch andere parthenogenetisch. Ferner zeigen diese Eigenschaft eine ganze Reihe Arten der zu den Korbblütlern gehörigen Gattung *Taraxacum*. Man hat sie bis jetzt bei zwölf Arten Parthenogenese festgestellt, darunter auch bei dem gemeinen Löwenzahn, *Taraxacum officinale*, und bei *Taraxacum vulgare*. Interessant sind auch die Verhältnisse bei den Hierazien, bei denen man trotz künstlicher Entfernung der Antheren und Narben, also ohne Befruchtung, keimfähige Samen erhält. Daß auch unter natürlichen Bedingungen bei Hierazien Parthenogenese eintreten muß, ergibt sich daraus, daß bei manchen, z. B. *Hieracium excellens*, die Antheren gar keinen Pollen enthalten. Endlich ist ein indischer Strauch hier aufzuführen, *Wikstroemia indica*, eine Thymeläazee, welche ohne Befruchtung normale Samen bildet. Auch bei dieser Pflanze stellte sich heraus, daß die Pollenbildung gestört ist. Es ist also eine ziemlich allgemeine, wenn auch nicht ausnahmslose Regel, daß bei parthenogenetisch sich vermehrenden Pflanzen entweder gar kein oder nur sehr wenig normaler Pollen entsteht.

Während die hier erwähnten Fälle von Parthenogenese sichergestellt sind, finden sich auch Angaben über eine Reihe von Pflanzen, bei denen jedoch noch nähere Untersuchungen nötig sind. So soll auch bei dem Hanf und bei dem Hopfen (*Cannabis sativa*, *Humulus Lupulus*) die Fortpflanzung durch Parthenogenese vorkommen können.

Eine andere Pflanze, an welcher seit langer Zeit das Entstehen von Keimlingen in nicht befruchteten Samenanlagen beobachtet wurde, ist das zu den Euphorbiaceen gehörende einjährige Bingelkraut (*Mercurialis annua*; s. nebenstehende Abbildung), eine Pflanze, welche auf Feldern, in Gemüsegärten, an Hecken und Zäunen und auf Schuttplätzen im mittleren Europa sehr verbreitet ist. Im freien Lande wachsen von dieser Pflanzenart Stöcke, die nur Fruchtblüten, und solche, die nur Pollenblüten tragen, bunt durcheinander. Der stäubende Pollen gelangt durch Vermittelung der Luftströmungen leicht zu den Narben, und an den Stöcken mit Fruchtblüten reift stets eine große Menge keimfähiger Samen, welche als das Ergebnis der vorhergegangenen Befruchtung gelten. Man hat nun zu verschiedenen Zeiten Stöcke mit Fruchtblüten für sich allein in Töpfen herangezogen, und diese entwickelten gleichfalls keimfähige Samen, wenn auch in geringerer Zahl als jene, welche im freien Lande in Gesellschaft der Stöcke mit Pollenblüten aufgewachsen waren. Dieses Ergebnis wurde von vielen Seiten bezweifelt und auf Ungenauigkeit bei den Kulturversuchen zurückzuführen gesucht. Es wurde eingewendet, daß stäubender Pollen von fern her durch den Wind in die zu den Kulturversuchen benutzten Räume geweht sein konnte, und, was noch mehr ins Gewicht fiel, es wurde darauf aufmerksam gemacht, daß manche Stöcke des Bingelkrautes neben vielen Fruchtblüten auch vereinzelt Pollenblüten tragen. Der Widerspruch regte zu neuen Versuchen an, bei welchen auf alle möglichen Fehlerquellen die entsprechende Rücksicht genommen wurde. Besonders günstig erschienen zu erneuten Kulturversuchen solche Gelände, wo auf viele Meilen in der

Runde kein Bingelkraut wild wachsend vorkommt, und wo die Möglichkeit der Zufuhr von Pollen aus der Umgebung vollständig ausgeschlossen war, so z. B. irgendein Punkt im mittleren Tirol, wo sowohl das einjährige als das ausdauernde Bingelkraut vollständig fehlen. Auf einem solchen Gelände in dem hochgelegenen tirolischen Schnitztale wurden die schon im Jahre 1833 von Ramisch in Prag mit so großer Ausdauer durchgeführten Versuche wiederholt, und es wurden dabei alle jene Fehler, welche den Versuchen von Ramisch vorgeworfen wurden, vermieden. Insbesondere wurden alle Stöcke, an welchen sich Knospen von Pollenblüten zeigten, sofort vernichtet und auch sorgfältig darauf geachtet, ob nicht vielleicht an dem einen oder anderen mit Fruchtblüten ausgestatteten Stock irgendwo eine vereinzelt Pollen- oder Zwitterblüte versteckt sei. Zur Zeit, als nun die Narben des Bingelkrautes belegungsfähig waren,



Einjähriges Bingelkraut (*Mercurialis annua*): 1) mit Pollenblüten, 2) mit Fruchtblüten.

fanden sich auf viele Meilen in der Runde ganz bestimmt keine Pollenzellen dieser Pflanze vor, und es konnte daher eine Belegung mit solchem Pollen auch nicht stattfinden. Dennoch schwoilen alsbald die Fruchtknoten an, aus den Samenanlagen entwickelten sich Samen mit einem Keimling, und aus diesen Samen gingen nach der Aussaat wieder neue, kräftige Stöcke hervor.

Es muß hier hervorgehoben werden, daß die Entscheidung, ob Parthenogenese vorliegt, nicht bloß durch Ernte keimfähiger Samen von Pflanzen, die augenscheinlich nicht befruchtet werden, zu erlangen ist, sondern daß mikroskopische Untersuchung des Fortpflanzungsapparates, unumgänglich ist, um nicht zu falschen Schlüssen zu gelangen. Von Parthenogenese kann nur geredet werden, wenn der Embryo wirklich aus einer unbefruchteten Eizelle hervorgeht. Unter Umständen kann im unbefruchteten Samen auch ohne Beteiligung der Eizelle ein Embryo entstehen, indem dieser aus Zellen des Samenknochenkernes entsteht und in den Embryosack hineinwächst. Solche Embryonen nennt man Adventivembryonen, sie haben mit der Eizelle überhaupt nichts zu tun, sondern sind nur rein vegetative Erzeugnisse. Eine zu den Euphorbiaceen gehörige Pflanze, die wild in den Gebüschdickichten des östlichen Australiens wächst und 1829 nach Europa in die botanischen Gärten kam, *Caelebogyne ilicifolia*, hat

lange als das erste Beispiel von Parthenogenese im Pflanzenreich gegolten. Es waren nur weibliche Pflanzen vorhanden, und doch erzeugte die Pflanze Samen. Aber spätere Untersuchungen stellten fest, daß in diesem Falle die Eizelle nicht an der Keimbildung beteiligt war, sondern nur Adventivembryonen vorlagen. In diesem Falle, der auch bei *Funkia ovata*, *Evo- nymus latifolia*, *Citrus Aurantium* (Orange) vorkommt, bilden sich gewöhnlich viele Keim- linge auf diese Art, welche dann im Samen gedrängt nebeneinanderliegen. Man nennt diese Erscheinung Polyembryonie. Im allgemeinen kommt der Parthenogenese wohl keine große Bedeutung für die Erhaltung der Nachkommenschaft zu, sie könnte aber vielleicht noch einmal auf die Entwicklung der Sexualität bei den Pflanzen mehr Licht werfen.

Wenn keine Befruchtung der Samenknospen erfolgt, bildet sich in der Regel auch der Fruchtknoten nicht zur Frucht aus. Bei einigen Kulturpflanzen, z. B. Gurken, Äpfeln, Birnen, ist die Entstehung von Früchten beobachtet worden, ohne daß eine Befruchtung stattfand. Man bezeichnet eine solche Fruchtbildung als Parthenokarpie. Die Früchte sind aber dann kern- los. Während bei dem größeren Teil der parthenogenetischen Pflanzen die Sexualorgane noch normal ausgebildet werden und sogar bei manchen auch normal funktionieren können, sind sie bei einigen Algenpilzen, bei einem Teil der Askomyzeten und bei allen Basidiomyzeten so verkümmert, daß sie gar nicht mehr funktionieren. Hier findet also die Neubildung von Indi- viduen ohne jeden Sexualakt statt. Man bezeichnet im Gegensatz zur Parthenogenese diese Tat- sache als Zeugungsverlust oder Apogamie, die auch bei einigen Farnen vorkommt.

9. Ersatz der Fruchtbildung durch Ableger.

Obwohl den Pflanzen im allgemeinen die Fähigkeit innewohnt, Blüten und samen- erzeugende Früchte auszubilden, kann diese Fähigkeit doch unter Umständen durch äußere Un- gunst teilweise oder ganz unterdrückt werden.

In der freien Natur unterbleibt die Ausbildung der Blüten bisweilen infolge von Be- schattung; dagegen werden dann vegetative Vermehrungsorgane gefördert. Das schmalblättrige Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*) entfaltet nur an sonnigen, den Hummeln und Bienen zugänglichen Plätzen seine prächtigen Blüten. Je kräftiger der Sonnenschein, desto leb- hafter der Purpur der Blumenblätter. Hat sich die Pflanzenwelt in der Nachbarschaft solcher reichblühender Weidenröschenstauden in der Weise verändert, daß die bisher besonnten Stöcke dicht beschattet werden, so verkümmern an denselben die Blütenknospen viel früher, als sie sich geöffnet haben, und fallen als weißliche, vertrocknete Gebilde von der Spindel der Blütentraube ab. Während aber die reichlich blühenden Stöcke nur wenige kurze Ausläufer bilden, entstehen aus den in Schatten gestellten blütenlosen Stöcken lange unterirdische Sprosse, die als Aus- läufer weit und breit herumkriechen und dem Bereich des Schattens zu entgehen suchen.

Als eine weitere sehr merkwürdige Erscheinung verdient hier verzeichnet zu werden, daß ausdauernde Arten, die unter günstigen klimatischen Verhältnissen reichlich blühen und fruchten, in rauheren Gegenden gar nicht zum Blühen kommen, da- gegen dort reichliche Ableger bilden und sich durch diese ausnehmend stark ver- mehren und verbreiten. Über den größten Teil des arktischen Gebietes verbreitet, wächst ein mit unserer Pestwurz nahe verwandter Korbblütler namens *Nardosmia frigida*. Diese