

. DIE  
**BEFRUCHTUNG DER PFLANZEN**

DURCH

**HÜLFE DER INSEKTEN**

UND

DIE THEORIE DARWIN'S  
VON DER ENTSTEHUNG DER ARTEN.

.....

**INAUGURAL-DISSERTATION**

ZUR ERLANGUNG

DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE  
IN GÖTTINGEN

VON

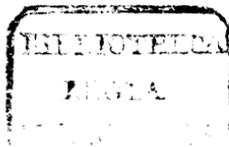
**FRITZ LUDWIG**

AUS MÜLHEIM A. MOSEL.

---

BIELEFELD,  
DRUCK VON VELHAGEN & KLASING.

1867.



**Herrn Carl Bozi**

in

**Bielefeld**

in dankbarer Liebe und Verehrung

gewidmet

vom

Verfasser.



## Einleitung.

---

Das Bewusstsein einer geschlechtlichen Verschiedenheit oder vielmehr eines geschlechtlichen Gegensatzes der Individuen bei Thieren und Menschen ist aus nahe liegenden Gründen gewiss so alt als das Menschengeschlecht selbst.

Um in Bezug auf die Pflanzen nur einigermassen zu einer sexualen Anschauung zu kommen, bedurfte es einer Reihe von Beobachtungen der emsigsten und scharfsinnigsten Forscher viele Jahrhunderte hindurch. Schon um 500 v. Chr. Geb. spricht der griechische Philosoph Empedocles in poetischer Form die Ansicht aus, dass auch in den Pflanzen zweierlei Geschlecht vorhanden, doch seien beide mit einander vermischt; und in naiver Naturanschauung sagt er: „Eier auch legen die Bäume, die stämmigen, erst die Olive.“<sup>1)</sup>

Wenn auch die Schrift des Aristoteles „*Θεωρία περί φυτῶν*“, welche er selbst in seiner Thiergeschichte citirt, verloren gegangen ist, so kennen wir doch seine Ansichten über das Geschlecht und die Zeugung der Pflanzen, da er sich in seinen andern naturwissenschaftlichen Werken darüber ausgelassen hat. Während er die Geschlechtlichkeit der Thiere besonders hervorhebt, hält er in Bezug auf die Pflanzen wesentlich an der Anschauung des Empedocles fest, nach welcher in ihnen beide Ge-

---

1) Lommatzsch: Weisheit des Empedocles. S. 210.

schlechter gemischt sind, wie dies ja auch bei den Thieren in der Zeugung geschehe, so dass die Letztern gleichsam als getrennte Pflanzen betrachtet werden könnten. <sup>1)</sup> Eingehendere Kenntnisse über diesen Gegenstand besitzt schon sein vorzüglichster Schüler Theophrastus Eresius. Von dem zwiefachen Geschlechte der Pflanzen war er überzeugt, kannte schon die männlichen Blüthen bei den Melonen, unterschied bei den Palmen die Männchen von den Weibchen und berichtet ausführlich über die Caprification der Feigen durch Hülfe der Insekten. Trotz der Bekanntschaft mit diesen vereinzelt Fällen geschlechtlicher Trennung im Pflanzenreiche war es ihm doch noch nicht möglich, sich zu einer allgemeinen sexuellen Anschauung zu erheben, und manche hierher einschlagende Erscheinungen wurden von ihm gänzlich missverstanden und verkehrt aufgefasst: wie er denn beispielsweise die Kätzchen von *Corylus Avellana* mit den Gallauswüchsen der Eiche identificirte. (C. Sprengel, *historia etc.*: *Quam parum lucida fuerit Theophrasti sententia de sexu plantarum, vel inde effici potest, quod amenta masculina avellanae cum gallis Quercus cocciferae comparat nec essentialia habet partes aut flores* [hist. 3, 7. 8]).

Auf dieser Stufe blieb nun die Kenntniss von der Geschlechtlichkeit und Befruchtung der Gewächse Jahrhunderte lang stehen. Die Römer, die Erben macedonischer Macht und griechischer Bildung, die mit Ausnahme der Kriegskunst und Rechtswissenschaft aus sich selbst nichts Wissenswertes wissen, und Alles in Kunst und Wissenschaft von den Griechen geerbt haben, hatten auch kein Interesse an rein wissenschaftlichen Untersuchungen. Ihr Sinn war vorzüglich auf's Praktische gerichtet, und es galten ihnen die Pflanzen nur insofern, als sie dem Menschen nütz-

1) Curt Sprengel, *historia rei herbariae*: *Sexus differentiam in plantis nullam agnovit Aristoteles, ut gradus iterum ad minus perfecta animalia statuat; namque ut in his jam connubium sexus utriusque in eodem individuo observatur* (gener. animal. 1, 23). *Mixtio haec utriusque sexus ab Empedocle jam adsumpta, axiomatis loco ab Aristotele collocatur* (gener. anim. 3, 10).

lich oder schädlich sind. Daher finden wir es denn auch begreiflich, wenn Dioskorides und Plinius der Aeltere dieselben nur nach dieser Seite hin betrachten. Die herrschende Geistesrichtung der ersten Jahrhunderte nach Christi und auch des Mittelalters, also der patristischen und scholastischen Zeit, war der Beschäftigung mit der Natur nicht besonders günstig, sah man die Erde doch als ein Jammerthal an, aus dem baldmöglichst fortzukommen man für das grösste Glück halten musste. Mit dem Bekanntwerden der physischen und metaphysischen Schriften des Aristoteles im Abendlande wandte sich der Eifer mancher Philosophen und Gelehrten wieder den Erscheinungen der Natur, insbesondere auch der Pflanzenwelt zu. Albertus Magnus ist als Wiederbegründer der botanischen Wissenschaft zu betrachten. <sup>1)</sup> Ueber die Frage, ob den Pflanzen Geschlechtlichkeit zukomme oder nicht, lässt er seine eigne Meinung nicht hören, er führt nur an, darüber belehre uns Aristoteles am besten in seinem Werke über die Thiere. Auch die *patres rei herbariae* kamen trotz ihres Fleisses, trotz ihres eifrigen Sammelns nicht über diese Stufe hinaus.

Nachdem aber durch Conrad Drebbel die Vergrößerungsgläser erfunden worden waren, wurde auch endlich zu Anfang des 17. Jahrhunderts durch Grew, Malpighi und Camerarius die Lehre vom Bau und der Natur der Gewächse, also die Pflanzen-Anatomie und Physiologie, begründet. <sup>2)</sup> Letzterer ist auch zugleich Entdecker und Begründer der Sexualität der Pflanzen, nachdem schon vorher Moorland und Ray (Rajus) in England die Theile der Befruchtungsorgane erkannt und beschrieben hatten. Der Vater der Systematik, der grosse Schwede Linné, verschaffte durch Aufstellung seines Pflanzensystems hauptsächlich nach den Befruchtungstheilen der Lehre von der Sexualität der Pflanzen in der Wissenschaft officiële Anerkennung. Erheben sich auch gleichzeitig und bald die Gegner dieser Ansicht, wie Tournefort und Pontedera, so diente das doch nur dazu, die

1) Ernst Mayer: Geschichte der Botanik Bd. IV. S. 44.

2) Curt Sprengel: Geschichte der Botanik Bd. II S. 25.

Gegner von der andern Seite zu neuen Untersuchungen anzuregen und die einmal aufgestellte Lehre durch Experimente in immer helleres Licht zu setzen. So liess um 1749 der Gärtner Michelmann am botanischen Garten in Berlin Pollenstaub von einer männlichen Dattelpalme aus Leipzig kommen, um damit das einzige weibliche Exemplar im Berliner Garten zu befruchten, und das Experiment gelang vollständig. Ebenso beweist Kölreuter in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts mit klarem Blick und durch scharfsinnig angestellte Versuche die Sexualität der Pflanzen; dringt tiefer ein in das Wesen des Pollenstaubs, in den Bau der Narbe und die Beschaffenheit und Bedeutung der auf derselben sich absondernden Feuchtigkeit. Er ist auch der Erste, der die Ueberzeugung ausspricht, dass bei vielen Pflanzen die Befruchtung lediglich und allein durch die Hilfe der Insekten vor sich gehen könne, wenn er auch diese Ansicht noch nicht weitläufiger beweist und auseinandersetzt, da ja der Hauptzweck seiner Versuche war, für die Geschlechtlichkeit der Pflanzen, die damals noch von vielen Seiten angefochten wurde, überhaupt in die Schranken zu treten. Auf seine derartigen Untersuchungen werden wir im Verlaufe unserer Betrachtung mehrfach Gelegenheit haben zurück zu kommen. <sup>1)</sup> Tiefer, umfassender und allseitiger hat gerade diese Seite der Pflanzenbefruchtung der Rector in Spandau Konrad Sprengel erkannt und erfasst. <sup>2)</sup> Sein Werk ist so reich an Thatsachen, so angefüllt mit neuen, interessanten und zutreffenden Beobachtungen, dass es mit Unrecht fast ein halbes Jahrhundert lang so viel wie nicht beachtet wurde. Erst in der neuesten Zeit ist man wieder auf seine Untersuchungen zurückgekommen, hat der Sache weiter nachgeforscht und aus den erlangten Resultaten die folgenreichsten, weittragendsten Schlüsse ziehen wollen.

---

1) Dr. Joseph Gottlieb Kölreuter: Vorläufige Nachrichten von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen. Leipzig 1761.

2) Christian Konrad Sprengel: Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. Berlin 1793.

In England hat sich der unermüdliche Charles Darwin durch sein Werk über die Befruchtung der Orchideen auch um diese Seite der Wissenschaft grosse Verdienste erworben, in Deutschland ist Hildebrand in Bonn in zerstreut veröffentlichten Abhandlungen als eifriger Schüler und Nashfolger würdig in seine Fussstapfen getreten.

## I. Befruchtung der Pflanzen durch Insektenhülfe.

### a) Dichogamie.

Sobald man die Geschlechtlichkeit der Pflanzen erkannt hatte, zweifelte man auch nicht mehr daran, dass der Pollenstaub der Antheren auf das Stigma des Pistills fallen müsse, wenn die Pflanze überhaupt keimfähigen Samen hervorbringen solle. Bei den zwitterblüthigen schien diese Art der Befruchtung auf keine Schwierigkeiten zu stossen, da ja die verschiedenen Organe in ein und derselben Blüthe beisammen stehen, und man nahm als selbstverständlich an, dass hier die Befruchtung regelmässig und ohne die geringste Störung von statten gehe.

Anders verhält es sich schon mit den Pflanzen getrennten Geschlechts, den Diklinen, die Linné in seiner Monoecia, Dioecia und Polygamia vereinigt hat. Stehen doch hier die männlichen und weiblichen Organe theils auf ein und derselben Pflanze, aber in ganz verschiedenen Blüthen, theils auch nach den Pflanzenstöcken getrennt wie bei allen Diöcisten. Für die Befruchtung dieser musste man andre Mittel in Anspruch nehmen. Zuerst wandte man sich an den Wind, der durch Ausstreuen des Pollenstaubs das Befruchtungsgeschäft verrichten sollte. So soll die Befruchtung nach Kölreuter bei Wachholder, Weiden, Pappeln, Hanf, Hopfen statt finden. Auch Sprengel ist geneigt, für diese Pflanzen nur den Wind als Mittel der Befruchtung anzunehmen.

Und doch wusste man schon seit alten Zeiten, dass die Fei-

---

Sprengel: Das entdeckte Geheimniss etc. (S. 29 u. 30).

gen durch die Insekten befruchtet würden, hielte man dieselben von den Pflanzen ab, so brächten letztere keine Frucht. Erzählte man doch von den Arabern, sie brächten den Pollenstaub der *Phœnix dactilifera* oft Meilenweit, um damit die Blüthen der weiblichen Pflanze zu befruchten, welche Thatsache ja auch, wenn wir nicht irren, durch neuere Untersuchungen und Nachforschungen bestätigt worden sein soll. Es liegt wohl schon nach diesen beiden Fällen nahe, anzunehmen, dass die Rolle der Insekten auch bei der Befruchtung dieser Pflanzen eine viel bedeutendere sei, als die obgenannten Forscher zugeben wollen. Folgende weitere Gründe dürften zu Gunsten unserer Annahme bedeutend in die Wagschale fallen: Die Befruchtung durch den Wind ist gewiss keine günstige und zweckmässige, und sie setzt einen ausserordentlich feinen Pollenstaub und reiche Massen desselben voraus. Dies trifft aber nach den Untersuchungen für eine grosse Anzahl der Pflanzen getrennten Geschlechts nicht zu, es wäre also ihre Befruchtungsfähigkeit bedeutend im Nachtheil. Die Befruchtung durch Hülfe der Insekten ist gewiss eine günstigere und erfolgreichere, und dürfte sie wohl in vielen Fällen dieser Art die allein mögliche sein, da die Pollenmassen in kleinen Aggregaten zusammenhängen, die nicht leicht durch den Wind fortgeführt werden können. Häufiger angestellte Beobachtungen in der Natur selbst werden gewiss geeignet sein, auch über diese Seite der Frage immer helleres Licht zu verbreiten. Es liegt also klar vor Augen, dass die Pflanzen getrennten Geschlechts, zunächst die Diöcisten, nur die Befruchtung zwischen je zwei verschiedenen Individuen vollziehen; die Monöcisten zwischen verschiedenen Blüthen, vielleicht auch, so lässt sich wenigstens mit vieler Wahrscheinlichkeit durch den Besuch der Insekten vermuthen, zwischen den Individuen verschiedener Pflanzenexemplare. Es findet also auf diese Weise regelmässig Kreuzung der verschiedenen Individuen statt.

Bei den Monoklinen hatte man nach der Entdeckung der Sexualität der Pflanzen geglaubt, es verstünde sich ganz von selbst, dass hier je ein Stigma einer Blüthe durch den betreffenden

Pollen der Staubbeutel derselben bestäubt und so die Befruchtung regelmässig vollzogen würde; bis Konrad Sprengel die Entdeckung der Dichogamie machte. Es blühen nämlich in den Blüthen vieler Pflanzen die beiden Organe nicht zugleich, sondern zu verschiedenen Zeiten, so dass es also unmöglich ist, dass der entwickelte Pollen auf das vollständig entwickelte Stigma fällt. Unter Dichogamie versteht man aber eigentlich Folgendes. 1)

„Nachdem die Blume sich geöffnet hat, so haben oder erhalten die Filamente, entweder alle zugleich oder eines nach dem andern, eine bestimmte Stellung, in welcher ihre Antheren sich öffnen und ihren Staub zur Befruchtung darbieten. Unterdessen aber befindet sich das Stigma in einer von den Antheren entfernten Stelle und ist noch klein und fest geschlossen. Es kann also der Staub der Antheren schlechterdings weder auf eine mechanische Art, noch durch ein Insekt auf das Stigma gebracht werden, weil es noch nicht existirt. Dieser Zustand währt eine bestimmte Zeit. Wenn nach Verfließung derselben die Antheren keinen Staub mehr haben, so gehen mit den Filamenten verschiedene Aenderungen vor, deren Resultat dieses ist, dass die Antheren nicht mehr die Stelle einnehmen, die sie bisher eingenommen haben. Unterdessen hat sich das Pistill so verändert, dass nun das Stigma grade an der Stelle sich befindet, wo vorher die Antheren waren, und, da es sich nun auch öffnet, oder die Theile, aus welchen es besteht, von einander breitet, nun öfters auch ungefähr den Raum einnimmt, welchen vorher die Antheren eingenommen haben. Indessen kann es von den Antheren keinen Staub erhalten, weil dieselben keinen mehr haben. Nun ist aber diejenige Stelle, wo anfänglich die blühenden Antheren und hernach das blühende Stigma sich befinden, in jeder Blume so gewählt, dass das Insekt, für welches die Blume bestimmt ist, nicht anders zum Saft gelangen kann, als dass es zugleich mit einem Theile des Körpers in der jüngern Blume die Antheren und in der ältern das Stigma berührt, den Staub von

---

1) Konrad Sprengel: Das entdeckte Geheimniss etc. S. 17.

jenen abstreift und auf dieses bringt, und auf solche Art die ältere Blume durch den Staub der jüngeren befruchtet.“

Die erste Art von Dichogamie ist also diejenige, nach welcher sich zuerst die Staubgefäße entwickeln und nachher erst die Stigmata, die Pflanzen sind im ersten Stadium des Blühens nur männlich, im zweiten nur weiblich. Dies ist nach Sprengel die männlich-weibliche Dichogamie (*Dichogamia androgyna*). Man könnte nun einwenden, dass der Pollenstaub derselben Blüthe auf ihrer unentwickelten Narbe haften bliebe und sie erst beim Aufbrechen befruchte. Darüber kann natürlich nur das Experiment entscheiden, und dieses hat sich entschieden gegen Selbstbefruchtung ausgesprochen, es bleibt also nur die Annahme wechselseitiger Befruchtung durch Hülfe des Windes oder der Insekten übrig.

Ein ausgezeichneter männlich-weiblicher Dichogamist ist *Geraanium pratense*.<sup>1)</sup> Sobald die Blumenblätter beim Aufblühen auseinander gehen, breiten sich mit ihnen auch die Filamente aus, die Staubbeutel sind aber noch ungeöffnet. Nach kurzer Zeit öffnen sich die Antheren der Staubgefäße, welche mit den Blumenblättern abwechseln, die Filamente richten sich in die Höhe und die Staubbeutel neigen sich über die Narbe, die aber noch unentwickelt ist, also nicht befruchtet werden kann. Bald folgen auch die übrigen Staubgefäße nach. Wenn die Antheren ihren Staub verloren haben, bewegen sich die Filamente wieder abwärts. Nun beginnt die Narbe sich zu entfalten und ihre innere, pappilöse Seite kommt zum Vorschein, sie ist jetzt fähig, den Pollenstaub aufzunehmen. Bienen besuchen die Pflanze, stecken ihren Saugrüssel zwischen dem Grunde der Blumenblätter hindurch zu dem Honig führenden Nectarium und streichen dabei von den über der Narbe zusammengeneigten Antheren den Staub ab. Fliegen sie darauf zu einer älteren Pflanze, bei welcher die Staubgefäße schon verwelkt sind, die Narbe aber auf-

---

1) Hildebrand: Experimente zur Dichogamie und zum Dimorphismus. Botanische Zeitung von Mohl und Schlechtendal. Jahrg. 1865 No. 1.

geblüht ist und sich nun an der Stelle befindet, an welcher früher die Antheren waren, so streifen sie auf derselben den Pollen genau auf derselben Stelle wieder ab und vollziehen so die Befruchtung.

Wahrscheinlich verhalten sich alle Geraniaceen ähnlich. Dieselbe Art des Aufblühens zeigen auch die Umbelliferen. Die jüngern Blumen derselben haben zwar Antheren, aber keine Stigmata, die ältern haben Stigmata, aber keine Antheren mehr; es muss also eine wechselseitige Befruchtung durch Insekten in der Weise eintreten, dass die Stigmata der ältern mit dem Staube der jüngern Blüthen befruchtet werden. Sehr schön wiederholt sich dieselbe Erscheinung bei *Saxifraga granulata*, bei welcher Pflanze sie schon gründlich und klar von Sprengel beobachtet worden ist. <sup>1)</sup> Wenn die Blume aufgebrochen ist, sind die Filamente insgesamt noch kurz und die Antheren ungeöffnet. Nachher aber verlängern sich 2 Staubgefäße und nehmen eine schiefe Stellung an; dadurch kommen ihre Antheren, die sich unterdessen geöffnet haben, grade über die Narbe zu stehen. Nachdem sie zurückgetreten sind, treten 2 oder 3 andere an ihre Stelle, und so wechseln sie sich ab, bis alle Antheren über der Narbe gestanden haben. Die beiden Pistille sind während dieser Zeit noch kurz und die Narbe nur mit einer Spalte versehen. Jetzt fangen sie an sich zu verlängern, die Spalte öffnet sich und die Narben treten zur Aufnahme des Pollens frei heraus. So streifen die Bienen in jüngern Blumen den Pollenstaub ab und in ältern umfasst die Narbe ihren Kopf und der an jenem hängende Staub bleibt nun auf ihr sitzen. Eben so verhalten sich mehrere *Epilobium*-Arten, *Digitalis purpurea*, viele Compositen, die *Campanulaceen* und Umbelliferen. Bei den letzteren hatte übrigens schon *Pontedera* die Kürze des Griffels zur Zeit der Entwicklung der Antheren bemerkt, wollte diese Erscheinung aber als Beweisgrund gegen die Geschlechtlichkeit der Pflanzen geltend machen.

---

1) Das neu entdeckte Geheimniss.

Die Stigmata der jüngsten, also zuletzt blühenden Blumen der männlich-weiblichen Dichogamisten können nicht mehr bestäubt werden, da sie ihren eignen Staub ältern Blumen abgegeben haben, Staubtragende aber nicht mehr auf sie folgen. Das Stigma ist also für sie nutzlos, darum ist es von Interesse zu bemerken, wie das Pistill bei ihnen auch in der That verkümmert, sie können keine Frucht ansetzen, sind immer unfruchtbar.

Weiblich-männliche Dichogamie heisst nach Sprengel <sup>1)</sup> diejenige Art des Aufblühens, nach welcher sich zuerst das Pistill entwickelt, darnach erst die Antheren. Sie findet Statt bei *Euphorbia Cyparissias* und *Euphorbia helioscopia*. Zuerst entwickeln sich hier die Stigmata, nachdem diese abgeblüht, treten auch die Staubgefässe, eins nach dem andern hervor, und sie nehmen insgesamt die Stelle ein, welche vorher das Stigma inne hatte. Hier werden also die Insekten den Staub von den Antheren der ältern Blumen nehmen und ihn auf die Narben der jüngern tragen, um sie zu befruchten. Da hier bei den zuerst blühenden Blumen sich zuerst die Stigmata entwickeln, so finden sie noch keinen Pollen vor, mit dem sie befruchtet werden könnten; sie sind also eigentlich nutzlos, und wir sehen schon wieder den merkwürdigen, aber sehr lehrreichen Umstand eintreten, dass die Pistille der ältesten Blumen, also derjenigen, die zuerst aufgeblüht sind, verkümmern.

Sowohl die männlich-weiblichen als auch weiblich-männlichen Dichogamisten verhalten sich, wie aus obigen Thatsachen klar hervorgeht, in geschlechtlicher Beziehung genau ebenso wie die Diöcisten; sie sind zu gewissen Zeiten nur Blüthen männlichen, zu andern weiblichen Geschlechts. Durch das verschiedenzeitige Aufblühen der Befruchtungsorgane ist Selbstbefruchtung ganz und gar ausgeschlossen; sie können nur fruchtbare Samen bringen, wenn die Wechselbefruchtung der entsprechenden Individuen durch Insektenhülfe vollzogen wird, also regelmässige Kreuzung Statt findet. Abgesehen davon, dass der Pollenstaub auf der

---

1) Das neu entdeckte Geheimniss etc. S. 266.

unentwickelten Narbe schwerlich so lange Zeit seine befruchtende Kraft behält, ist auch diese Art der Befruchtung äusserst unwahrscheinlich.

Einen eigenthümlichen und ganz besondern Fall der Befruchtung bieten die *Aristolochia*-Arten, namentlich die *Aristolochia Clematidis*. Auch er ist zur Dichogamie zu zählen, ohne dass er im Einzelnen mit den dort beobachteten Erscheinungen übereinstimmt. Schon Konrad Sprengel machte diese Pflanze viel zu schaffen, und endlich glaubte er die Art und Weise des Befruchtungsvorganges bei ihr entdeckt zu haben. Er wusste wohl und sah ein, dass nach dem Bau der Blume Selbstbefruchtung unmöglich sei. Nun fand er, dass mittelst einer nach innen gehenden Haarreuse, die wie ein nach einwärts gehendes Ventil wirkt, zur Zeit, wenn Antheren und Pistill noch nicht entwickelt sind, viele kleine Fliegen und Ameisen, die in die Blüthe hineinkriechen, zurückgehalten werden. Dieser Zustand soll 4—6 Tage dauern. Mittlerweile öffnen sich dann, so sagt Sprengel, die Antheren und die Narbe; die Insekten laufen in ihrem dunklen Kerker ängstlich umher und vollziehen so die Befruchtung. Ist dieses Geschäft vollendet und beginnt sich die Frucht zu entwickeln, so fällt auch die Haarreuse ab, die kleinen Thiere werden dadurch aus ihrer Haft befreit und wieder dem rosigen Tageslichte zurückgegeben. Nach den neuesten Untersuchungen verhält sich die Sache aber doch etwas anders.<sup>1)</sup> Die Blüthe ist ein weiblich-männlicher Dichogamist, entwickelt also zuerst die Narbe. Kriecht ein Insekt in eine ältere Blüthe hinein, so sind darin schon die Antheren entwickelt, die Narbe ist abgestorben, die Haarreuse abgefallen und unbehindert kann es aus derselben zurückkehren. Nun fliegt es zu einer jüngern und bestäubt die Narbe, wird aber hier noch durch das Haarventil eingeschlossen, bis die Frucht sich zu entwickeln beginnt und die Narbe abstirbt. Um diese Zeit öffnen sich auch zugleich die

---

1) Hildebrand: Ueber die Befruchtung der *Aristolochia Clematidis* und anderer *Aristolochia*-Arten. Pringsheim Jahrbücher für Botanik Bd. V.

Antheren, während die Haarreuse abfällt, und das Insekt kehrt mit Staub beladen aus der Blume zurück, um nun den Befruchtungsprozess an einer andern noch jüngern Pflanze oder vielmehr deren Blüten zu vollziehen. Gewiss staunen wir ob dieser sinnreichen Einrichtung und fast finden wir es begreiflich, wie manche Naturforscher durch derartige Erscheinungen eifrig in teleologischer Naturanschauung befangen waren und noch befangen sind.

### b) Dimorphismus und Trimorphismus.

Eine grosse Anzahl Pflanzen zeigt beim Aufblühen keine dichogamische Aufeinanderfolge der Organe, und obgleich Sprengel geneigt war, auch für viele von diesen wechselseitige Befruchtung anzunehmen, so blieb er doch bei der blossen Vermuthung stehen, einen Beweis konnte er nicht liefern. Ihm waren die Erscheinungen des Dimorphismus und Trimorphismus gänzlich unbekannt. Der scharfsinnige Darwin hat auch diese zuerst entdeckt. Freilich kannte man schon früher bei manchen der zu erwähnenden Pflanzen die verschiedenen Formen, ohne aber eine Ahnung von dem Verhältnisse zu haben, in welchem dieselben zu einander in Bezug auf die Befruchtung stehen. Je nach den Exemplaren finden sich bei *Primula officinalis*<sup>1)</sup> zwei Formen von Blüten. Bei einigen ist gleich unter dem ausgebreiteten Kronsaume eine bauchige Erweiterung, bis dahin reichen auch die Staubgefässe, der Griffel ist aber bei dieser Form kurz. Bei andern ist die bauchige Erweiterung tief unten an der Kronröhre, bis dahin reichen auch blos die Staubgefässe, der Griffel aber ist lang. So hat man also zwei Formen, eine kurzgriffelige und eine langgriffelige. Die Befruchtung geschieht durch Insekten. Besucht ein solches die langgriffelige Form mit kurzen Staubgefässen, um aus dem Grunde der Blüthe Honig zu saugen,

---

1) On the two forms, or Dimorphic Condition, in the Species of *Primula*, and on their remarkable Sexual Relations. Proc. of the Lin. Soc. VI, 77—99. Vergl. Botanische Zeitung 1863. Treviranus: über Dichogamie.

so streift es mit seinem Kopfe den Pollen ab. Beim Besuche der kurzgriffligen Form berührt es mit derselben Stelle des Kopfes die Narbe und muss diese so befruchten. Der Staub der Antheren der langen Staubgefässe setzt sich aber bei der Berührung an den hintern Theil seines Körpers ab, und beim Besuche der langgriffligen Form wird die Narbe derselben hierdurch bestäubt. Die Theile gleicher Länge sind in den entsprechenden Pflanzen bei der Befruchtung auf einander angewiesen, so dass die langgrifflige Form durch den Staub der Antheren ihrer kurzen Staubgefässe die Narbe der kurzgriffligen, umgekehrt aber die kurzgrifflige mit dem Pollen der Staubgefässe ihrer langen Filamente die langgrifflige befruchtet. Diese Art der Befruchtung heisst Heteromorphie. Wird der Zeugungsstoff von dem Pollen derselben Pflanze genommen, so heisst dieser Vorgang Homomorphie. Die heteromorphen Verbindungen erweisen sich bei *Primula officinalis* und bei *Primula sinensis* von viel grösserer Fruchtbarkeit als die homomorphen. 1) *Hottonia palustris* zeigt genau dieselbe Art der Dimorphie, was um so interessanter ist, da diese Pflanzenspecies zu den Primulaceen gehört. *Pulmonaria officinalis* zeigt ebenfalls die Erscheinungen des Dimorphismus. Wird bei dieser Pflanze jede Form mit ihrem eignen Pollen bestäubt, so bringt sie keine Frucht; dies ist nur der Fall, wenn die langgrifflige Form mit der kurzgriffligen und umgekehrt die kurzgrifflige mit der langgriffligen gekreuzt wird. Fast dasselbe ist der Fall bei einigen *Linum*-Arten. 2) Bei *Linum grandiflorum* tragen die beiden Formen vorzüglich gute Früchte, wenn sie sich wechselseitig befruchten, bei homomorphischer Zeugung ist die kurzgrifflige etwas fruchtbarer. Dasselbe Ver-

---

1) Hildebrand: Experimente zur Dichogamie und zum Dimorphismus. Bot. Zeit. 1865.

2) On the existence of two forms, and on their reciprocal sexual relation, in sexual species of the genus *Linum*. By Charles Darwin (Journal of the Proc. etc. 1863). Vergl. Treviranus: Botan. Zeitung 1864.

Hildebrand: Experimente zum Dimorphismus von *Linum perenne* und *Primula sinensis*. Bot. Zeitung 1864 No. 1.

hältniss zeigt sich auch bei *Linum perenne*. Obgleich also diese Blüten Zwitter sind mit gleichzeitig ausgebildeten Organen, so findet doch vorzüglich nur Kreuzung Statt. Ein Analogon zu diesen Erscheinungen findet sich auch im Thierreich; auch hier gibt es gewisse hermaphroditische Thiere, namentlich in der Klasse der *Mollusca*, die nie Selbstbegattung vornehmen, sondern sich nur durch gegenseitige Vermischung der Zeugungssubstanz einzelner Individuen fortpflanzen.

*Lythrum Salicaria* zeigt sogar 3 verschiedene Formen, die zu einander in gegenseitiger geschlechtlicher Beziehung stehen.<sup>1)</sup> In diesem Sommer hatte ich Gelegenheit, auf einer sumpfigen Wiese in der Nähe des Spandauer Bocks bei Berlin diese 3 verschiedenen Formen genauer zu beobachten und zu studiren; sah denn auch, wie dieselben häufig von Insekten besucht werden. Man hat diese wechselseitige Befruchtung dreier verschiedener Formen Trimorphismus genannt. Die drei verschiedenen hermaphroditischen Blütenformen der *Lythrum Salicaria* sind schon von Vaucher und Wirtgen erkannt und beschrieben worden, beide Forscher ahnten aber die Beziehungen nicht, in welchen dieselben zu einander stehen. Man kann hier eine lang-, mittel- und kurzgrifflige Form unterscheiden, jede hat 2 Staubgefässkreise von je 6 Staubgefässen. Bei der langgriffligen Form finden sich 6 längere und 6 kürzere Staubgefässe, doch ragt der Griffel noch über die längern hervor, so dass die Narbe ganz frei über den Antheren liegt. Diese 6 längern Staubgefässe correspondiren mit dem Griffel der mittelgriffligen Form, die 6 kürzern entsprechen der Länge des Griffels in der kurzgriffligen. Die Narbe der mittelgriffligen Form liegt zwischen den Antheren der längsten und kürzesten Staubgefässe und die Höhe der letzteren entspricht der Höhe des Pistills in der kurzgriffligen Form, während die Länge der ersteren genau der Höhe der Narbe in der

---

1) On the Sexual Relations of the Three Forms of *Lythrum Salicaria* by Charles Darwin of the *Lin. Soc. Botany VIII* 169. Siehe Treviranus: Bericht in der *Botanischen Zeitung*.

langgriffligen Form zu entsprechen scheint. Die Staubgefäße der kurzgriffligen Form sind in ihren beiden Kreisen von der Höhe der Narbe der mittelgriffligen, beziehungsweise der langgriffligen Form. Nur die längsten Staubgefäße befruchten die längsten Pistille vollständig, in demselben Wechselverhältniss stehen die mittleren Staubgefäße zu dem Griffel von mittlerer Länge und die kürzesten Organe zu einander. So wird also durch die Länge der einzelnen Theile einer Blüthe verursacht, dass eine Narbe nur gegen denjenigen Theil eines Insektenkörpers gerieben wird, der an den Staubbeuteln in gleicher Höhe den für jene günstigen Pollen abgestreift hat. Die Befruchtung gewährt um so schlechtere Resultate, je grösser die verschiedene Länge der Zeugungstheile ist, die zu einander in Beziehung gesetzt werden. Anderweitige Erscheinungen von Trimorphismus zeigen sich namentlich in der Gattung *Oxalis* <sup>1)</sup> und werden sich auch wohl noch bei weiteren Untersuchungen in andern Gattungen und Familien auffinden lassen.

### c) Befruchtungsvorgang bei den Orchideen und Asklepiadeen.

Mit den angeführten Beispielen sind die Fälle wechselseitiger Befruchtung aber bei Weitem noch nicht erschöpft, vielmehr gibt es noch viele Arten von Pflanzen, namentlich ganze Gruppen, deren Bau eine Befruchtung durch Insekten nothwendig macht. Die Umstände sind dabei der Art, dass durchschnittlich nur eine Wechselbefruchtung stattfinden kann; Selbstbefruchtung scheint als seltene Ausnahme vorzukommen.

Wir haben hier zunächst von der merkwürdigen Familie der Orchideen zu handeln. <sup>2)</sup>

---

1) Hildebrand: Ueber den Trimorphismus in der Gattung *Oxalis*. Monatsbericht der Berl. Akademie. 1866, p. 352.

2) Charles Dawin, über die Einrichtungen zur Befruchtung Britischer und ausländischer Orchideen durch Insekten und über die günstigen Erfolge der Wechselbefruchtung. Aus dem Englischen übersetzt von Bronn. K. Sprengel, das entdeckte Geheimniss etc. S. 401—417.

Halten wir uns zum Verständnisse des Blütenbanes zunächst eine einfache, allgemein verbreitete und wohlbekanntere Art *Orchis latifolia* vor. Die Blüthe ist unregelmässig, aber doch nach zwei dreizähligen Kreisen angeordnet. Zum äussern Perigon gehören die 3 hintern Blätter; das innere Perigon hat zwei seitliche Blätter und nach vorn das Labellum mit einem Sporn. Das, was der Stiel der Blüthe zu sein scheint, ist nichts anderes, als der Fruchtknoten. Von den sechs Staubgefässen, die nun eigentlich auf die Blumenblätter folgen sollten, ist nur eins ausgebildet, und zwar von dem äussern Kreise mit zwei deutlichen Staubbeutel-fächern. Dieser Theil ist von hinten von den beiden innern Blüthenhüllblättern umgeben. Er hängt zusammen mit dem Stempel und bildet so die Genitalien- oder Befruchtungssäule, auch *Columna*, *Gynostemium* genannt. Unter dem Staubgefässe befindet sich an der hintern Wand, gerade an derjenigen Stelle, wo es in den Sporn hineingeht, eine glänzende klebrige Fläche; es ist die Narbe, deren oberer schenkelförmiger Fortsatz *Rostellum* genannt wird. Aus jedem Staubbeutel-fache lässt sich eine kolbenförmige Masse (*Pollinarium*) ziehen, beide sitzen an Stielchen oder Haltern (*Retinacula*) auf Klebdrüsen und sind mit Hilfe der letztern an das *Rostellum* festgewachsen. Vermittelst einer feinen Nadel kann man diese *Pollinarien* leicht herausziehen. In der Natur wird dieses Geschäft durch Insekten, namentlich von Schmetterlingen und Bienen besorgt. Das Insekt setzt sich auf das Labellum und senkt seinen Saugrüssel in den Sporn hinein; mit den Haaborsten des Kopfes berührt es dann das *Rostellum*, von welchem sich die *Pollinarien* auf ihren *Disci* oder Klebdrüsen loslösen und an dem Kopfe sitzen bleiben. Schon oft sind Motten und Bienen mit diesem Kopffutze bemerkt worden. Anfänglich stehen die Halter senkrecht, durch die *Contractilität* der *Disci* nehmen sie aber bald eine horizontale Lage an, und wenn nun das Insekt eine andere Pflanze derselben Art besucht und den Kopf in den Sporn steckt, so werden die *Pollinarien* diesmal an der unter dem *Rostellum* liegenden Narbe abgesetzt und diese wird dadurch befruchtet. Nur theilweise setzen sich bei dieser

Berührung die Massen des Pollinariums ab, und dadurch wird es möglich, dass ein und dasselbe Insekt mit demselben Pollinarium eine ganze Anzahl verschiedenster Blüten derselben Art bei seinem Besuche befruchten kann. Selbstbefruchtung ist also nicht gut möglich, sondern nur regelmässige Kreuzung zwischen verschiedenen Individuen. Mehr oder weniger ist der Vorgang der Befruchtung derselbe bei *Orchis maculata*, *Orchis mascula*, *Orchis morio* und *Orchis fusca*. Wenn auch bei den übrigen Orchideen durch besondere Vor- und Einrichtungen der Vorgang der Befruchtung im Einzelnen modifizirt wird, so bleibt im Wesentlichen das Prinzip immer dasselbe: Wechselbefruchtung ist die Regel, Selbstbefruchtung die Ausnahme.

Eine eben so ausgezeichnete, als durch ihren Blütenbau merkwürdige Familie ist diejenige der Asklepiadeen. Lange war der Blütenbau derselben, wie Konrad Sprengel sagt <sup>1)</sup>, ein gordischer Knoten. Köhreuter und Jacquin hatten sich an seiner Erklärung versucht; auch die Pollenmassen erkannt, während Sprengel selbst noch die Identität der Narbe feststellte; eigentliche Klarheit über den Vorgang der Befruchtung erlangte aber auch er nicht. Erst Robert Brown war es vorbehalten, diese Verhältnisse mit dem diesem Forscher eigenthümlichen Scharfsinne klar darzulegen.

Die Blumenkrone der Asklepiadeen ist fünftheilig, mit einer fünftheiligen Nebenkrone. Die Narbe ist verbreitert, fünfkantig und an beiden Griffeln gemein; auf jeder Kante befindet sich eine Drüse. Während die fünf Staubgefäße dem Grunde der Blumenkrone eingefügt sind, hängen die Staubmassen zusammen, bilden also Pollinarien wie bei den Orchideen. Dieselben sind an die Drüsen der Narbe angeheftet. Sie müssen also, da sie ihren Staub beim Zerreißen nicht ausstreuen können, herausgezogen werden, und das geschieht durch Insekten. Soll nun wirkliche Befruchtung eintreten, so müssen sie noch in eine Spalte zwischen je zwei Antheren eingezwängt werden. Das kann nun

---

1) Das entdeckte Geheimniss, S. 141.

schon an derselben oder auch erst an einer andern Pflanze geschehen, es ist also sowohl Selbstbefruchtung, als auch Wechselbefruchtung wahrscheinlich.

Einige Jahre hindurch habe ich *Cynanchum Vincetoxicum* während meines Aufenthaltes in Bielefeld in Westphalen, wo diese Pflanze auf dem Muschelkalk des Teutoburger Waldes in reichlichster Menge vorkommt, nach dieser Seite hin beobachtet. Zu ihrer Blüthezeit, wenn die Pflanze den eigenthümlich süßlichen Duft entwickelt, wimmelt es auf ihr von Insekten. Häufig fand ich darauf die Käfer *Elater murinus* und *Elater segetis*, eine kleine schwarze Ameisenart, die sehr zahlreich vertreten war, und die sehr gewöhnliche und häufige Goldfliege (*Musca Caesar*). Beim Ergreifen dieser Insekten war auch oft zu sehen, wie sie an ihren Füßen noch Pollinarien schlepten, die sie gewiss absetzen müssen, wenn sie mit ihren Beinen zwischen die oben erwähnten Spalten gerathen, die ja die receptionsfähigen Stellen der Narbe enthalten.

d) Selbstbefruchtung der Pflanzen durch Insektenhülfe und einige andere Fälle, in welchen nur Selbstbefruchtung vorkommen kann.

Auch bei solchen Pflanzen, in welchen nur Selbstbefruchtung stattfindet, kann dieselbe nicht immer ohne Hülfe der Insekten vor sich gehen. Dies ist besonders bei der grossen Familie der Papilionaceen der Fall <sup>1)</sup>. Die 10 Staubgefässe sind hier in zwei Bündel verwachsen (*Decandria Diadelphia* L.) und schliessen den Griffel mit der Narbe ein. Die Biene setzt sich beim Besuche der Pflanze auf ein Flügelblatt der Krone, dieses beugt sich nieder und die Narbe tritt in Folge dessen aus der mitgezogenen Carina hervor. Durch die Haare des Griffels werden beim Emporschnellen desselben einige Pollenkörner abgerissen, welche auf das Stigma fallen und selbiges bestäuben. Hält man die Insekten

1) Charles Dawin: On the Agency of Bees in the Fertilisation of Papilionaceous Flowers and on the Crossing of Kidney-Beans. *Treviranus, Ueber Dichogamie. Bot. Zeit. 1863.*

vom Besuche der Papilionaceen ab, so tritt totale Unfruchtbarkeit ein. Etwas Aehnliches kommt auch bei vielen Compositen vor, namentlich bei den Distelarten. Durch das Aufsetzen des Insekts wird der Griffel aus dem verwachsenen Staubbeutelkreise herausgeschnellt und so die Narbe durch den dabei losgerissenen Pollen befruchtet. <sup>1)</sup> Schon Kölreuter war bekannt, dass bei den Irideen die Befruchtung nur durch Insekten möglich sei. <sup>2)</sup>

Die Narbe ist bei *Iris Pseud-Acorns* blattartig, und zwar besteht sie aus 3 Blättern. Jedes hat oben einen Einschnitt, und das ist das eigentliche Stigma. Unterhalb jedes Blattes befindet sich ein Staubgefäss, so dass noch die Anthere von den Narbenlappen bedeckt wird. Der Pollenstaub kann unmöglich von selbst auf die Aufnahmestelle des weiblichen Organs gelangen, wenn er nicht durch Insekten beim Besuche der Blumen dahingetragen wird. Aehnliche Verhältnisse, wonach die Selbstbefruchtung nur durch Insekten zu Stande kommt, zeigen sich auch bei den Cucurbitaceen und Malvaceen.

Die Staubgefässe der Blüthen etlicher Pflanzen zeichnen sich durch ihre grosse Reizbarkeit aus, und es scheint dieselbe in einer gewissen Beziehung zum Befruchtungsgeschäfte zu stehen. <sup>3)</sup> Linné war diese Thatsache ebenfalls schon bekannt. Am ausgezeichnetsten verhalten sich in dieser Hinsicht die Staubgefässe bei dem bekannten Sauerdorn, *Berberis vulgaris*. Die Blüthe besteht aus 3 . 3 Kelchblättern, 2 . 3 Blumenblättern, 2 . 3 Staubgefässen und 1 Fruchtblatte. Wenn man die innere Basis eines Staubgefässes, also zwischen Pistill und jenem, mit einer Stecknadel reizt, so springen sie nach dem Pistill hin; nach einiger Zeit treten sie wieder zurück, und man kann diese Reizversuche mehrmals wiederholen. Dieses Anspringen findet ohne Reiz gewöhnlich nur einmal statt und zwar zu der Zeit, wenn der Pollen-

1) Kölreuter: Vorläufige Nachrichten, Th. III, S. 125, kennt schon diese Reizbarkeit der Compositen.

2) Vorläufige Nachrichten, Th. I, Sprengel: Neuentdeckte Geheimniss, S. 73.

3) Kölreuter: Vorläufige Nachrichten, Th. III, S. 131.

staub reif zum Ausstreuen ist. Durch das Anfahen der Antheren gegen die Narbe wird der Staub auf diese geschleudert und die Selbstbefruchtung vollzogen. Dies schliesst aber keineswegs die Wechselbefruchtung aus. Es ist wohl möglich, ja sogar höchst wahrscheinlich, dass der Reiz, den wir mit einer Nadel ausüben, sonst öfter den Staubgefässen durch Insekten, wenn sie im Grunde der Blume nach süssem Saft fahnden, verursacht wird. Der ausgestreute Blumenstaub besät das Insekt und dieses kann ihn leicht zu den Blüthen anderer Pflanzenstöcke tragen. Dasselbe findet sich bei den *Cistus*-Arten.

Haben wir so eine grosse Anzahl von Pflanzen der verschiedensten Familien kennen gelernt, in welchen die Wechselbefruchtung mit Hilfe der Insekten fast nur Regel, Selbstbefruchtung Ausnahme zu sein scheint, und die den Beweis zu liefern scheinen, dass die Befruchtung des Pistills einer hermaphroditen Blüthe mit dem Pollen einer andern Blüthe für die Entwicklung des Samens wesentlich vortheilhafter sei, als die Befruchtung durch den Pollen derselben Blüthe, und dass eine solche, wenigstens periodenweise eintretende Kreuzung eine Art Nothwendigkeit sei zur Erhaltung der Art, so hat die fortgesetzte Beobachtung auch gelehrt, wie auch noch viele andere Fälle vorkommen, in welchen die Natur keine Kreuzung mit dem Pollen anderer Blüthen beabsichtigt, sondern dieselbe ganz und gar ausgeschlossen, zur Unmöglichkeit gemacht hat. Schon dem Laien ist es aufgefallen, dass bei dem wohlriechenden Veilchen, *Viola odorata*, zweierlei Blüthen vorkommen, die grossen schön blauen Blumen, die uns im beginnenden Lenze durch ihren Frühlingsduft erfreuen, und kleinere, knospenartige, die nie zur Entwicklung einer Blumenkrone gelangen. Die ersten sind unfruchtbar, die zweiten fruchtbar. Dasselbe Verhältniss zeigt sich bei *Oxalis acetosella*.<sup>1)</sup> Die kleinen geschlossenen Blüthen haben einen Kelch von quincuncialer Deckung, dazwischen drängen sich einige Blumenblätter

---

1) Hugo v. Mohl: Einige Beobachtungen über dimorphe Blüthen. Bot. Zeit. 1863.

mit der Spitze ein wenig hervor. Die 5 äussern Filamente sind etwa halb so lang als die Ovarien und haben äusserst kleine Antheren, die 5 innern, die sich durch grössere Antheren auszeichnen, sind bald so lang, bald etwas kürzer als die Ovarien. Die Befruchtung findet in der geschlossenen Blüthe statt. Niemals fallen die Pollenkörner aus den Antheren heraus, sondern sie treiben ihre Röhren, so lange sie noch in jenen sind. In buntem Gewirre kriechen dieselben dann aus den Seiten jener hervor und streben zwischen den Filamenten in die Höhe, um zur Narbe zu gelangen. Dieselbe Art der Befruchtung findet sich an den kleinen Blüthen von *Impatiens nolitangere*, *Specularia* (*Campanula*) *perfoliata*, bei vielen Cistineen, namentlich den nordamerikanischen *Helianthemum*-Arten. Bei den *Violaceen* (*Viola mirabilis*, *elatior* und *carina*) scheinen die Pollenkörner nicht unter allen Umständen in den Antheren eingeschlossen zu bleiben.

Die Organisation der kleineren Blüthen der genannten Pflanzen ist also darauf berechnet, dass die Ovarien derselben unter absolutem Ausschlusse des Pollens anderer Pflanzen durch denjenigen der eigenen Blüthe, durch diesen aber ganz sicher befruchtet werden. Immer sind, so weit die Untersuchungen bis jetzt reichen, diese Blüthen fruchtbar; sie kommen bei einigen Pflanzen nur, bei andern aber in grosser Zahl vor und sind dann gewöhnlich die Fruchttragenden.

Auch bei den *Fumariaceen* scheint es nicht möglich, dass der Pollen einer Blüthe zu dem Pistill einer andern gelangen kann, Selbstbefruchtung ist auch hier die Regel.

Fassen wir nun die Resultate unserer Betrachtung zusammen, so sehen wir, wie allerdings bei vielen Pflanzen Kreuzung durch Insektenhilfe der allein mögliche Fall zu sein scheint, wie aber auch noch bei vielen die Selbstbefruchtung durch Insekten sehr leicht und sehr sicher vollzogen werden kann. Hinwiederum aber gibt es auch noch eine ganze Anzahl von Pflanzen, die vielleicht durch genauere Beobachtung noch leicht vermehrt werden könnte, bei welchen Kreuzung absolut unmöglich ist.

Kreuzung ist also nicht immer von der Natur bezweckt, sondern sowohl der eine als der andere Weg, je nach der Organisation der Pflanze möglich. Und es ist gewiss die Ansicht derjenigen Forscher, die mit Vorliebe Kreuzung durch Insekten annehmen, eine viel zu einseitige, als gehe die Natur planmässig darauf aus, die Selbstbefruchtung durch alle möglichen Mittel auf das gewissenhafteste und ängstlichste zu verhindern; als bringe sie die passendsten Individuen in der Zeugung mit einander in Contact, etwa wie Plato in seiner Lehre vom Staate von demselben verlangt, dass derselbe die passendsten Eltern mit Ueberlegung zusammengeben müsse, um kräftige, schöne und gesunde Kinder zu erhalten. Gewiss muthen sie mit dieser Auffassung der Natur zu viel zu und tragen Absichten und Zweckmässigkeiten in sie hinein, die nicht in ihr vorhanden sind.

Und nicht nur bei Sprengel tritt diese teleologische Anschauung bis zum Uebermasse hervor, bei Darwin und vielen seiner Anhänger ist dasselbe der Fall. Die gefärbten Blumenblätter sollen einen Reiz auf den ästhetischen Schönheitssinn der Insekten ausüben und sie dadurch anlocken; darum gäbe es keine grünen Blumenblätter. Nun gibt es aber doch nicht wenige Pflanzen mit Blumenblättern von so zweifelhafter Natur, dass sie der Laie nie für Blüthen ansprechen wird, manchen fehlen auch diese Blüthentheile ganz, und obgleich sie getrennten Geschlechts, sind sie doch regelmässig fruchtbar. Wenn Nägeli<sup>1)</sup> für die Zweckmässigkeit anführt, er habe Blumen von Papier gemacht, sie mit ätherischen Oelen besprengen und aufhängen lassen und gefunden, wie die Bienen gerade diejenigen besucht hätten, deren Geruch am penetrantesten gewesen wäre, wie der Besuch aber bald unterblieben sei, nachdem sie zum ersten Male keinen Honig gefunden hätten, so beweist das weiter nichts, als dass die Bienen durch den starken Geruch angelockt werden und dass sie Honig sammeln wollen, nicht aber, dass die Blüthe gerade darum so

---

1) Entstehung und Begriff der naturhistorischen Art. München, 1865. S. 22.

ist, wie sie ist, damit sie zum Zwecke der Befruchtung von den Insekten besucht werde. Es ist dies eine reine Annahme, aber kein wissenschaftlicher Beweis. Obgleich er von einem intelligenten Urheber der organischen Wesen nichts wissen will, kann er doch nicht umhin, die Natur mit planmässiger Intelligenz auszurüsten. Denn die Alpenpflanzen sollen nach ihm grössere und intensiver gefärbte Blüten besitzen, weil dort die Insektenwelt spärlicher vertreten ist; die Anstrengungen, sie anzulocken, mussten darum vermehrt werden. Obwohl nicht in jeder derartigen frischen, gesunden Gebirgsregion die Blüten der Pflanzen dieselbe Beschaffenheit haben auch ohne das spärliche Auftreten der Insektenwelt? Solche Anschauungen treiben die Zweckmässigkeit der Natur doch ein wenig zu weit und stehen ganz und gar nicht im Einklang mit den modernen Prinzipien der exacten Naturforschung, die ja gerade den genannten Forschern so viel zu verdanken hat.

## II. Die Theorie Darwins von der Entstehung der Arten im Lichte der oben angeführten Thatsachen.

### a) Ansichten Darwins.

Sehen wir nun zu, in welchem Verhältnisse diese Art und Weise der geschlechtlichen Befruchtung der Gewächse zu der Lehre Darwins von der Entstehung der Arten steht? Sind die bis jetzt dargelegten Erscheinungen ein Zeugniß für oder wider diese Lehre?

Charles Darwin hat versucht, in seinem berühmten Buche<sup>1)</sup> die alte Ansicht von der Constanz und ewigen Dauer der Arten

1) Charles Darwin: Ueber die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreiche durch natürliche Züchtung oder Erhaltung der vervollkommneten Rassen im Kampfe um's Dasein. Aus d. Engl. von Bronn. 2. Auflage. 1863.

über den Haufen zu werfen. Die meisten Arten sollen nach Art der Varietäten entstanden sein und so eigentlich alle jetzt auf der Erde vorkommenden zahlreichen Species sich aus wenigen Urformen entwickelt haben. Diese Urformen setzt er mit gewissen Eigenschaften begabt als gegeben voraus und beschränkt so seine Untersuchung, indem er über die erste Entstehung der Organismen hinweggeht, auf die Veränderung und Umbildung der vorhandenen organischen Wesen. Alle Wesen haben nach ihm die Eigenschaft zu variiren, sich abzuändern, wie wir das namentlich an unsern Hausthieren und Kulturpflanzen sehen. Wählt man die nützlichen Abänderungen aus, so erhält man durch künstliche Züchtung, da die einmal vorhandenen nützlichen Eigenschaften auch ausgebildeter auf die Nachkommen übergehen, immer bessere Formen, während die nutzloseren oder gar schädlichen zu Grunde gehen. Eine Gränze der Abänderung ist nicht zu bestimmen, und man kann die künstliche Züchtung und Abänderung so weit treiben, als man will. In der Natur soll nun eine Kraft vorhanden sein, die der künstlichen Züchtung analog wirkt und dadurch dieselben Resultate erzielt. Die häufigste Ursache dieser Abänderung ist in den Einflüssen zu suchen, die das männliche oder weibliche Reproductionsorgan schon vor der Befruchtung erfahren haben. Dadurch variiren auch wesentliche Organe, nicht wie viele Naturforscher behaupten, nur die unwesentlichen. Auch Nichtgebrauch der Organe wirkt in nebensächlicher Beziehung verändernd, dieselben verkümmern dadurch. Da nun alle Formen das Bestreben haben, sich in unbegrenzter Zahl zu vermehren, so sind sie gezwungen, einen Kampf um's Dasein zu führen. In diesem werden beständig die schwächern Zwischenformen ausgerottet werden, die übrigen um so günstigeres Terrain für ihre Existenz gewinnen. Der Kampf um's Dasein erzeugt so mit der Eigenschaft der Veränderlichkeit, die den organischen Wesen selbst eigen ist, immer neue Formen. Die nützlichen Abänderungen werden hierbei erhalten und durch Vererbung werden die nützlichen Eigenschaften immer mehr gehäuft und diese Abänderungen befestigt. Gelingt diese Befestigung

der Abänderungen irgend einmal, so werden die Varietäten zu Arten. Unfruchtbarkeit der Arten und Fruchtbarkeit der Varietäten unter einander sind nämlich nach Darwin kein strenges Kriterium für die Unterscheidung beider von einander, da es ebensowohl Arten gibt, die mit einander fruchtbar, als Varietäten, welche mit einander unfruchtbar sind. Die Art ist also nicht ursprünglich, sondern nur durch natürliche Züchtung im Kampfe um's Dasein entstanden und dauert nur so lange, als sie hierdurch erhalten wird. Dies kann bei verschiedenen Arten längere oder kürzere Zeit der Fall sein, einige überdauern mehrere geologische Perioden, andere gehen schon in viel kürzeren Zeiträumen zu Grunde. So ist denn nach Darwin anzunehmen, dass die Arten einer Klasse wohl gleicher Abstammung sind, vielleicht alle Thiere und Pflanzen von wenigen Urformen, möglicherweise von einer Urform abstammen.

#### b) Einwürfe gegen die Theorie Darwin's.

Was nun zunächst die Neigung der Organismen zur Abänderung betrifft, so lässt sich dieselbe keineswegs leugnen, an zahlreichen Beispielen liesse sie sich nachweisen. Auch lässt sich nicht in Abrede stellen, dass auch wesentliche Organe von dieser Veränderung betroffen werden. Wesentliche Organe sind jedenfalls die Staubgefäße und Pistille, die Befruchtungsorgane, und doch haben wir in unserer frühern Betrachtung gesehen, dass sie bei Pflanzen derselben Art in mancherlei Weise variiren. Bei gewissen männlich-weiblichen Dichogamisten verkümmern die Pistille der blühenden Pflanzen und es liesse sich wohl im Darwin'schen Sinne annehmen, dass nach und nach sich durchaus eine Form entwickeln könnte, die nur Staubgefäße hätte; da bei den zuletzt blühenden Staubgefäße keinen Zweck mehr haben, so können sie ebenfalls durch Verkümmern verschwinden, und so hätten wir eine neue Form getrennten Geschlechts erhalten. Diese Annahme scheint noch um so mehr an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, wenn wir sehen, wie wirklich bei den Pflanzen getrennten Geschlechts die einen oder andern Organe nicht etwa

nicht vorhanden, sondern nur in verkümmertem Zustande sind. Demnach liesse sich denken, ursprünglich seien alle Formen Zwitterblüthen gewesen, durch Verkümmern des einen oder andern Organes hätten sich die Diklinen gebildet. Scheinen doch auch fast die verschiedenen Formen ein und derselben Art, die wir bei den Erscheinungen des Dimorphismus und Trimorphismus gewisser Pflanzen kennen gelernt haben, einen Fingerzeig nach dieser Richtung zu geben. Die bis jetzt bekannten naturwissenschaftlichen Thatsachen enthalten aber auch nicht den Schatten eines Beweises für diese Annahme, mit gleichem Rechte liesse sich die Behauptung aufstellen, die verkümmerten Organe, also die Anlage zu denselben sei ursprünglich vorhanden und unter günstigen äussern Bedingungen kämen sie nur zur Entwicklung und dann würden die diklinen Blüthen durch vollständige Entwicklung aller vorhandenen Anlagen zu Zwitterblüthen.

Das Wesentliche liegt nun für uns in dem Akte der Befruchtung selbst und auf diesen haben wir unser Hauptaugenmerk zu richten.

Was die künstliche Züchtung in Bezug auf die Abänderung der Formen vermag, soll die natürliche in noch viel höherem Grade vollbringen können. Zunächst ist dagegen einzuwenden, dass die Natur keine intelligente Person ist, die mit einer bestimmten Absicht nach einem vorgesezten Plane handelt, wie solches der Mensch bei der künstlichen Züchtung thut. Wer soll im natürlichen Zustande die günstigsten und für einander passenden Formen zur Befruchtung auswählen? Sollen das etwa die Insekten thun? Wir haben zwar früher gesehen, wie eine grosse Anzahl von Pflanzen, vielleicht die grössere Zahl derselben, durch Insekten befruchtet wird. Denselben wird es aber höchst gleichgültig sein, zu welcher andern Blüthenform sie den Pollenstaub tragen und sie können ihn gewiss ebenso häufig zu der nicht passenden, denn zu der passenden bringen. Wie oft mögen sie sogar den Pollenstaub einer Pflanzenart zu den Blüthen einer ganz andern Art tragen und ihn da absetzen. Besuchen doch namentlich die Bienen die verschiedensten zu derselben Zeit blü-

henden Pflanzen. Daraus wäre zu folgern, dass die Zahl der Bastarde in der Natur eine viel grössere sei, wenn nicht die Unfruchtbarkeit der Arten trotz aller Argumente Darwin's, eine ziemlich allgemeine wäre. Haben doch schon die schönen Versuche Kölreuters gezeigt, dass eine Pflanze es liebt, sich mit Pollen derselben Art zu befruchten, dass aber die Bastarde immer die Neigung haben, auf die Form der Stammeltern zurückzukehren. Darwin<sup>1)</sup> ist der Meinung, die Natur habe die Kreuzung der meisten Pflanzen beabsichtigt, die Selbstbefruchtung aber verhindert, weil die letztere nachtheilig und schädlich sei. Die zahlreichen Fälle von Dichogamie, die Erscheinungen des Di- und Trimorphismus machen, wie wir oben gesehen haben, eine Kreuzung der Individuen nothwendig. Dies spricht aber ganz und gar gegen die Theorie der Entstehung der Arten durch natürliche Züchtung im Kampfe um's Dasein. Denn dadurch wird die Abänderungsfähigkeit eines Theils oder die schon in ihm vorhandene nützliche Abänderung nach irgend einer Seite hin durch das Zeugungselement des andern Theils geschwächt oder gar aufgehoben. Die Pflanze mit kurzem Griffel und langen Staubgefässen gibt ihren Pollen an die mit langem Griffel und kurzen Staubgefässen, und gibt also so schon ein Gegengewicht durch das männliche Zeugungselement gegen die Neigung der Staubgefässe sich zu verkürzen; ebenso ist das Umgekehrte der Fall. Daher könnte auf diese Weise eine Mittelform zwischen beiden entstehen, die aber durch Wechselbefruchtung mit den übrigen Formen bei ihrer Abänderungsneigung in's Unbegrenzte wohl bald wieder auf eine Form der Stammeltern zurückkehren müsste. Eine Häufung der durch Abänderung entstandenen nützlichen Eigenschaften ist also hier auf natürlichem Wege eine absolute Unmöglichkeit. Ebenso unmöglich aber ist es bei der Selbstbefruchtung, neue, nach und nach zu constanten Formen

---

1) Ueber die Einrichtung zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insekten und über die günstigen Erfolge der Wechselbefruchtung. Uebersetzt von Bronn 1862.

fortschreitende Abänderungen zu erhalten; die Varietäten würden sich im natürlichen Zustande wieder mit den Formen der Stammeltern vermischen und so auf die eine oder die andere derselben zurückkehren.

Man hat vielfach die Lehre Darwin's so aufgefasst, als leugne er überhaupt das Vorhandensein von Arten in der Natur, als glaube er an keine Begränzung derselben und als halte er die Begriffe Art, Gattung für reine Abstractionen unsres Verstandes, welchen die Wirklichkeit ganz und gar nicht entspreche. Er stellt aber keineswegs in Abrede, dass heut zu Tage eine sehr grosse Zahl ziemlich fest umschriebener Arten mit Constanz für eine gewisse Zeit vorhanden ist. Die unüberwindliche Schwierigkeit liegt aber für ihn darin, diese nach seiner Entwicklungstheorie entstehen zu lassen. Es ist ihm nach seiner Lehre unmöglich, sie einigermaßen Bestand gewinnen zu lassen. So leicht Abänderungen entstehen können, so leicht vergehen sie auch wieder, denn die immerwährende Kreuzung führt sie in zusammenhängender Reihe in immer wieder veränderte Formen über. Wenn auch in zahlreichen Arten zahlreiche Umbildungen entstehen, so müssen sie auch durch die daselbst ebenso zahlreich vorkommende Kreuzung sich in eben dem Masse wieder verändern können. Es ist also gar nicht voranzusehen, wie eine Abänderungsform, sei sie auch noch so nützlich, einmal Bestand gewinnen kann.

Abänderungen kommen vor in der Natur, doch sind sie alle der Art, dass sie fast immer wieder durch die Einfüsse der Zeugung auf die ursprünglichen Formen zurückkehren.

Es ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen, irgend eine Art so abzuändern, dass man sie für eine ganz andere Art gehalten hätte. Dies liegt in der Natur der Pflanze selbst begründet. Jede hat etwas Specificisches, Charakteristisches für sich und in sich, was sich durch keine Einfüsse ändern lässt, die Pflanze geht eher zu Grunde, als dass sie diesen angeborenen Artcharakter, so wollen wir das Specificische nennen, aufgeben oder ändere. Dem entspricht es denn auch, dass die Arten nicht bloß Abstractionen,

leere Verstandesbegriffe ohne realen Hintergrund sind, sie sind wirklich in der Natur vorhanden. In einzelnen Dingen hat Darwin gewiss Recht; so wenn er gegen die frühere Annahme der ewigen Dauer der Art behauptet, dass dieselbe zeitlich sei. Von vielen Arten wissen wir ganz bestimmt, dass sie wirklich ausgestorben sind, dass sie nur während bestimmter Perioden gelebt haben. Er ist ferner theilweise im Rechte, wenn er die alte Ansicht verwirft, als sei der Mangel der Fruchtbarkeit bei der geschlechtlichen Vermischung ein unzweifelhaftes Kriterium der Art.

Sein Hauptfehler liegt darin, dass er etwas beweisen wollte, was zur Zeit noch nicht zu beweisen ist. Er kehrt in seinem Buche das Verhältniss von Thatsache und Hypothese um; er ersinnt nicht eine Hypothese zur Erklärung von Thatsachen, sondern er nimmt Thatsachen an zur Erklärung einer ersonnenen Hypothese. <sup>1)</sup> Er hat die Grenzen der exacten Naturforschung überschritten und das Gebiet der Speculation in allzu kühner Weisse betreten. Die neuere Naturwissenschaft will aber nicht glauben, sie will bewiesen haben und zwar bewiesen durch das Experiment. Ihr Gebiet reicht zunächst nicht hinaus über die Erforschung der Thatsachen. Da hat sie aber noch viel, sehr viel zu thun, bis sie daran denken kann, die grossen Fragen mit Erfolg lösen zu wollen, die Darwin in seinem Werke in Angriff genommen hat.

Kant hat in seiner Kritik der reinen Vernunft die Grenzen der Naturwissenschaft mit scharfsinniger Klarheit bestimmt. Seine Worte über den Werth der Hypothese mögen als Mahnung dienen, nicht zu leicht den realen Boden gründlich erforschter und in ihrem causalen Zusammenhange klar erkannter Thatsachen zu verlassen und in geistreicher Weise phantastischen Gebilden nachzuhängen. Sie lauten <sup>2)</sup>: „Zur Erklärung gegebener Erscheinungen können keine andre Dinge und Erklärungsgründe,

---

1) Jürgen Bona Meyer: Ueber den Darwinismus.

2) Kritik der reinen Vernunft 3. Aufl. S. 800.

als die, so nach schon bekannten Gesetzen oder Erscheinungen mit den gegebenen in Verbindung gesetzt worden, angeführt werden. Eine transscendentale Hypothese, bei der eine blosser Idee der Vernunft zur Erklärung der Natur gebraucht würde, würde daher gar keine Erklärung sein, indem das, was man aus bekannten empirischen Prinzipien nicht hinreichend versteht, durch etwas erklärt werden würde, was man gar nicht versteht. — Ein erforderliches Stück zur Annehmungswürdigkeit einer Hypothese ist die Zulänglichkeit derselben, um daraus a priori die Folgen, welche gegeben sind, zu bestimmen. Wenn man zu diesem Zwecke hülfeleistende Hypothesen herbeizurufen genöthigt ist, so geben sie den Verdacht einer blossen Erdichtung, weil jede derselben an sich dieselbe Rechtfertigung bedarf, welche der zum Grunde gelegte Gedanke nöthig hatte, und daher keinen tüchtigen Zeugen abgeben kann. — Meinungen und wahrscheinliche Urtheile von dem, was Dingen zukommt, können nur als Erklärungsgründe dessen, was wirklich gegeben ist, oder Folgen nach empirischen Gesetzen von dem, was als wirklich zum Grunde liegt, mithin nur in der Reihe der Gegenstände der Erfahrung vorkommen. Ausser diesem Felde ist Meinen so viel, als mit Gedanken spielen, es möchte denn sein, dass man von einem unsichern Wege des Urtheils bloss die Meinung hätte, vielleicht auf ihm die Wahrheit zu finden.“

---

### S c h l u s s .

Fassen wir nun noch einmal die Resultate unserer Betrachtung zusammen, so ergibt sich Folgendes:

1) Eine grosse Anzahl von Pflanzen kann nur durch Beihülfe von Insekten befruchtet werden und zwar kann nur Wechselbefruchtung stattfinden.

2) Bei einer Gruppe von Pflanzen findet Selbstbefruchtung durch Insektenhülfe statt, Wechselbefruchtung ist nicht ausgeschlossen.

3) Eine Reihe von Pflanzen kann nur sich selbst befruchten, Wechselbefruchtung ist ausgeschlossen.

4) Die häufige Wechselbefruchtung (Kreuzung im engeren Sinne) in der Natur ist für die Gewächse eine vortheilhafte Thatsache.

5) Die Fähigkeit der Organismen zur Abänderung ist eine nicht zu bezweifelnde Thatsache.

6) Beide aber, Kreuzung und Abänderungsfähigkeit, sind die entschiedensten Beweise gegen die Lehre Darwins von der Entstehung der Arten.

7) Jede Pflanzenart hat in sich etwas Absolutes, Specificsches, das durch keine Einflüsse geändert werden kann, sie geht eher zu Grunde.

8) Es ist also der Darwin'schen Entwicklungstheorie nicht möglich, aus dem ewigen Fluss der Arten unter und durch einander zum zeitweiligen Bestande zu kommen.

9) Somit reicht sie nicht aus, die Entstehung der Arten wissenschaftlich auf natürlichem Wege zu erklären.

10) Die heutige Naturwissenschaft ist überhaupt nicht vermögend, nach dem derweiligen Stand ihrer Kenntnisse und Erfahrungen von der Entstehung der Arten eine genügende Erklärung zu geben.

11) Der einzig richtige Weg zur Lösung dieser tief gehenden Frage ist der der Beobachtung und Erforschung der Vorgänge in der Natur, namentlich der Befruchtung der Arten untereinander, so wie der Varietäten unter sich, also der Bastard- und Racenerzeugung.

