

## Darwin's Werk:

„Ueber die Wirkungen der Kreuzung und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich“  
und seine Bedeutung für unser Verständniß der Blumenwelt

von

Dr. Hermann Müller.

**D**urch ein Werk, welches, wie das vorliegende, für die Erklärung eines unermesslich reichen Gebietes wunderbarer Erscheinungen zum ersten Male eine breite und sichere Grundlage sorgfältig festgestellter Thatsachen liefert, sehen wir uns unwillkürlich veranlaßt, auf die bisherigen Auffassungen dieses Gebietes und ihre Begründung zurückzublicken, die jetzt gewonnenen Grundlagen für ein Verständniß desselben, glatt herausgeschält, uns zu vergegenwärtigen, und die der Weiterforschung sich neu eröffnenden Pfade ins Auge zu fassen.

Bis zu Chr. Conr. Sprengel's Zeit war an eine Lösung der Räthsel der Blumenwelt, so viel wir wissen, nie gedacht worden. Das Wohlbehagen, welches die Blumen durch ihre bunten Farben, ihre Wohlgerüche und ihre unendlich mannigfaltigen, zierlichen Formen dem Menschen wohl von jeher verursacht haben mögen, konnte ihm, so lange er sich selbst als Mittelpunkt und alleinigen Zweck des Weltalls betrachtete, als hinreichender Grund ihrer Existenz

gelten. Die Frage, warum der einen Blume diese, der andern jene Eigenthümlichkeit der Farbe, des Geruches und der Gestalt zukomme, konnte erst auftauchen, nachdem dieser selbstbeschränkte Standpunkt überwunden war, nachdem man begonnen hatte, sich in das Einzelleben der Organismen zu vertiefen und ihnen einen eigenen Zweck zuzuerkennen. Dann mußte aber auch unausbleiblich die Beobachtung der den Blumen ihre Nahrung entnehmenden Insekten zu der Erkenntniß führen, daß die Bedeutung der Blumeneigenthümlichkeiten nicht durch eine Betrachtung derselben für sich, sondern nur im Zusammenhange mit der Thätigkeit der die Blumen besuchenden Insekten erkannt werden könne. Der erste Forscher, der sich mit so liebevoller Hingabe in das Leben der einzelnen Blumen und in die Thätigkeit der sie besuchenden Insekten versenkte, daß diese Wahrheit sich ihm erschließen mußte, war Chr. Conr. Sprengel, welcher seine wichtigen Entdeckungen unter dem Titel: „Das entdeckte Geheimniß der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen“ im Jahre 1793 veröffentlichte.

Sprengel hatte erkannt, daß viele honighaltige Blumen so eingerichtet sind, daß zwar die Insekten, welche sich von ihrem Honige nähren, sehr leicht zu demselben gelangen können, der Regen aber ihn nicht verderben kann, und daraus geschlossen, daß der Honig dieser Blumen wenigstens zunächst um der Insekten willen abgefordert werde. Es war ihm nicht entgangen, daß die ihrer Nahrung wegen in der Luft umherschwebenden Insekten durch die bunten Farben der Blumen schon von weitem auf diese ihre Honigbezugsquellen aufmerksam werden, und daß besonders gefärbte Flecken und Linien an den Blumen sich immer da finden, wo ein Insekt seinen Kopf oder Rüssel hineinzustecken hat, um zum Honige zu gelangen. Auch diese Blumeneigenthümlichkeiten konnte er daher nur als, wenigstens zunächst, um der Insekten willen vorhanden, auffassen. Er hatte ferner direct beobachtet, daß die Insekten, indem sie dem Honige der Blumen nachgehen, sich gewöhnlich mit Blütenstaub derselben behaften und denselben zum Theil an den Narben absetzen, daß sie also, ohne es zu wissen und zu wollen, sehr häufig die Vermittler der Befruchtung werden. Er hatte endlich sich überzeugt, daß viele honighaltige Blumen von Natur schlechterdings nicht anders befruchtet werden können, als durch diese Vermittelung der Insekten.

Aus diesen Ergebnissen seiner Untersuchungen zusammengenommen folgte nun fast unabweislich seine Erklärung der Einrichtungen aller honighaltigen Blumen, deren Grundlage er, von seinem teleologischen Standpunkte aus, in folgende Worte faßte: 1) „Diese Blumen sollen (nach der Absicht des Blumenschöpfers) durch diese oder jene Art von Insekten oder durch mehrere Arten derselben befruchtet werden. 2) Dieses soll

also geschehen, daß die Insekten, indem sie dem Saft der Blumen nachgehen, nothwendig den Staub der Antheren abstreifen und auf das Stigma (die Narbe) bringen.“ Von dieser Grundlage aus erklären sich die Absonderung und Schützung des Honigs, die Augenfälligkeit und der Duft der Blumen als Einrichtungen, welche den Blumen unmittelbar Insektenbesuch und mittelbar, mittelst desselben, Befruchtung verschaffen, während die besondere Gestaltung der Blüthenheile, ebenso wie ihre gegenseitige Stellung und Entwicklungsreihenfolge, sich in der Regel als unmittelbar der Befruchtung durch die besuchenden Insekten dienend nachweisen lassen.

Sprengel veröffentlichte diese Blumentheorie nicht, ohne sie an mehreren hundert Blumenarten mittelst bewunderungswerth genauer Beobachtung ihrer Befruchtungseinrichtung und ihrer thatsächlich durch Insekten vermittelten Befruchtung auf die Probe gestellt zu haben. Sein Werk bildet daher eine reiche Fundgrube lichtvoller Einblicke in ein bis dahin absolut dunkles Gebiet, und wir würden ihm noch heute die vollste Verechtigung zu dem hohen Titel, mit welchem es auftrat, zuerkennen müssen, wenn nicht in der Grundlage seiner Erklärung ein schwacher Punkt vorhanden wäre, der wohl schon seinen Zeitgenossen aufgefallen sein mag, und der allein es erklärlich macht, daß ein so prächtiges Werk 70 Jahre hindurch fast unbeachtet und wirkungslos bleiben konnte. Wenn nämlich, wie es nach der Sprengel'schen Blumentheorie scheint, die Befruchtung der Blumen durch Insekten nichts anderes bewirkt, als was auch schon die unmittelbare Vereinigung des Blütenstaubes mit der Narbe derselben Blüthe bewirken würde, so ist sie nur eine nutzlose Weitläufigkeit,

ebenso widersprechend der Vorstellung eines weisen Blumenschöpfers, als unerklärlich durch Naturzüchtung. Nur wenn die Insekten als Befruchtungsvermittler den Pflanzen einen Vortheil zuführen, der ihnen durch die unmittelbare Vereinigung des Blüthenstaubes mit der Narbe derselben Blüthe nicht zu Theil werden kann, nur dann kann Demjenigen, der sich einen Blumenschöpfer vorstellt, die von Sprengel demselben zugeschriebene Absicht vernünftig und daher glaubhaft erscheinen; nur dann ist zugleich die Ausprägung aller jener Blumeneigen thümlichkeiten, welche Insektenbesuch und mittelst desselben Befruchtung herbeiführen, durch Naturzüchtung erklärlich. Dem Entdecker der Bedeutung der Naturzüchtung, Charles Darwin, blieb es vorbehalten, in der günstigen Wirkung der Kreuzung getrennter Individuen den Vortheil der durch Insekten vermittelten Befruchtung zu erkennen und dadurch die störende Lücke in der Grundlage der Sprengel'schen Blumentheorie auszufüllen.

Schon in seinem Hauptwerke „Über die Entstehung der Arten im Thier- und Pflanzenreiche“ (1859) hob Darwin die bereits vorliegenden Erfahrungen der Thier- und Pflanzenzüchter hervor, welche darauf hinweisen, daß enge Inzucht von Nachtheil ist, Kreuzung dagegen kräftigere oder fruchtbarere Nachkommen hervorbringt, betonte nachdrücklich die Thatsache, daß ganz allgemein bei allen organischen Wesen der Bau und die Lage der Geschlechts theile eine derartige ist, daß sie, oft mit ungeheurer Verschwendung von männlichen Befruchtungskörpern, eine Kreuzung getrennter Individuen derselben Art ermöglicht, und stellte es als ein vermuthlich allgemeines Naturgesetz hin, daß kein organisches Wesen eine unbegrenzte Zahl von Generationen

hindurch sich selbst befruchte, daß vielmehr jedes zu dauernder Erhaltung gelegentlicher Kreuzung mit getrennten Individuen derselben Art durchaus bedürfe. Ebenso erläuterte er bereits in demselben vierten Kapitel, wie, unter der Voraussetzung des Vortheils der Kreuzung, alle diejenigen Blumeneigen thümlichkeiten durch Naturausslese erhalten werden konnten und mußten, welche, wie z. B. die Honigabsonderung, den Besuch der Insekten veranlassen, oder welche, wie z. B. die Trennung der Geschlechter, eine Kreuzung durch die besuchenden Insekten unvermeidlich machen.

Was Darwin hier in den allgemeinsten Zügen erwähnte, um die Wirkung der Naturzüchtung an einem bestimmten erdachten Beispiele zu veranschaulichen, die Anpassung der Blumen an Fremdbestäubung, das hatte er bereits mehr als 20 Jahre hindurch seit (1839) ins Auge gefaßt und durch eine große Masse von Beobachtungen für sich selbst fest begründet. Anstatt jedoch diese mannigfachen Beobachtungen gemischt und zum Theile unvollendet zu veröffentlichen, erschien es ihm zweckmäßiger, eine einzelne Pflanzengruppe so sorgfältig als möglich zu bearbeiten. Er wählte dazu die an höchst verschiedenen räthselhaften Blumenformen so wunderbar reiche Familie der Orchideen und zeigte in seinem 1862 erschienenen Werke („Ueber die Einrichtungen zur Befruchtung britischer und ausländischer Orchideen durch Insekten“, übersetzt von H. G. Brown, Stuttgart 1862) mit überwältigender Klarheit, daß bei fast allen von ihm untersuchten Arten dieser Familie, nur einige wenige sich regelmäßig selbst befruchtende ausgenommen, die Blüthen mit erstaunlicher Vollkommenheit und bis in die kleinsten Einzelheiten des Baues derartig eingerichtet sind, daß sie gewisse Insekten

zum Besuche veranlassen, daß sie ferner nur durch diese besuchenden Insekten befruchtet werden können, und daß sie endlich durch deren Besuche unausbleiblich mit Pollen getrennter Individuen befruchtet werden müssen. Hierdurch erschien nun mit einem Male, wie durch einen Zauberschlag, das Wunderreich der Blumen dem Verständnisse erschlossen. Denn sobald eine vortheilhafte Wirkung der Kreuzung als in allen Fällen stattfindend vorausgesetzt werden darf, braucht man ja nur, wie es Darwin bei den Orchideen in so meisterhafter Weise gethan hat, alle Eigenthümlichkeiten einer Blume als mittelbar oder unmittelbar der Kreuzung dienend nachzuweisen, um die Entstehung derselben als einen ganz natürlichen Vorgang begreifen zu können. Und umgekehrt müßte die durchgängige Erklärbarkeit der Blumen aus der Voraussetzung vortheilhafter Wirkung der Kreuzung dieser Voraussetzung selbst den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit verleihen.

Zahlreiche Forscher begannen daher, dieses von Darwin eröffnete Gebiet zu bearbeiten. Aber während sie einerseits die mannichfachen Blütheneinrichtungen der verschiedensten Familien als der Kreuzung durch die natürlichen Uebertrager des Pollens (Insekten, honigsaugende Vögel, Wind und Wasser) dienend nachweisen konnten, stellten sich andererseits ungewollt in mindestens gleichem Verhältnisse auch immer zahlreichere Beispiele regelmäßiger oder wenigstens überwiegend häufiger Selbstbefruchtung heraus, so daß zwar die Voraussetzung stets vortheilhafter Wirkung der Kreuzung nicht an Wahrscheinlichkeit verlor, die Nothwendigkeit gelegentlicher Kreuzung aber durch alle auf das Darwin'sche Orchideenwerk folgenden Blumenuntersuchungen zusammengenommen der Gewisheit um keinen Schritt näher

geführt wurde. Um sowohl die beobachteten Anpassungen der Blumen an Kreuzung, als auch die zahlreichen Fälle regelmäßiger Selbstbefruchtung erklären zu können, konnte es daher nicht mehr ausreichen, Kreuzung als stets vortheilhaft und gelegentlich nothwendig voranzusetzen; vielmehr mußte man durchaus auch der Bedeutung der Selbstbefruchtung ausdrückliche Zugeständnisse machen. Den früher geglaubten Satz: „Selbstbefruchtung wirkt schädlich, Kreuzung vortheilhaft auf die Nachkommenschaft ein“ mußte man dahin abändern: „Kreuzung ist vortheilhafter als Selbstbefruchtung; diese aber immer noch unendlich vortheilhafter als gänzlich Ausbleiben der Befruchtung. In vielen Fällen scheint auch Selbstbefruchtung von Generation zu Generation für die Fortpflanzung der Art genügen zu können. In Bezug auf die Wirkung der Selbstbefruchtung scheint die Blumenwelt alle möglichen Abstufungen darzubieten zwischen durchaus selbst-unfruchtbaren und durchaus selbst-fruchtbaren Pflanzen.“

Ein derartiges Zugeständniß an die möglichen Wirkungen der Selbstbefruchtung mußte indeß, so lange es nicht unmittelbar auf Versuche gestützt, sondern nur mittelbar aus den Blütheneinrichtungen gefolgert war, erhebliche Bedenken erregen, da es der Erfahrung der Viehzüchter, welche eine positiv nachtheilige Wirkung enger Inzucht nachgewiesen hatten, direct zu widersprechen schien.

Der weitere Fortschritt der Blumenuntersuchungen, weit entfernt, die der Erklärung zu Grunde liegenden Voraussetzungen zur Gewisheit zu erheben, legte daher nur immer klarer die Nothwendigkeit an den Tag, durch directe Beobachtung der Wirkungen der Kreuzung und Selbstbefruchtung

im Pflanzenreiche über die Richtigkeit oder Unrichtigkeit jener Voraussetzungen zu entscheiden. Die in dieser Richtung nebenbei bereits angestellten Versuche und Beobachtungen waren dazu viel zu vereinzelt; nur mit äußerster Sorgfalt und Umsicht angestellte, durch viele Generationen hindurch fortgesetzte und über zahlreiche Pflanzen der verschiedensten Familien und Länder sich erstreckende Selbstbefruchtungs- und Kreuzungsversuche und genauer Vergleich ihrer Wirkungen konnten im günstigsten Falle so umfassende Voraussetzungen hinreichend sicher begründen. Ja es mußte von vornherein sogar sehr zweifelhaft erscheinen, ob die kurze Spanne Zeit, welche einem Einzelnen zur Beobachtung zu Gebote steht, die Verschiedenheit der Wirkungen beider Befruchtungsarten hinlänglich klar zu Tage treten lassen werde; ob diese nicht vielmehr so geringfügig sein könne, daß sie erst nach langen Reihen von Generationen das Unterliegen der aus der unwerthlicheren Befruchtungsart hervorgegangenen Nachkommenschaft bewirkt. Darwin selbst wurde durch dieses Bedenken lange Jahre hindurch zurückgeschreckt, sich der fast aussichtslosen Niesenarbeit des directen Versuchs zu unterziehen. Er entschloß sich zu derselben erst, als er zufällig die überraschende Entdeckung machte, daß bei mehreren Blumen, von denen er zu einem ganz anderen Zwecke aus Kreuzung und aus Selbstbefruchtung hervorgegangene Pflanzen in großen Beeten neben einander aufzog, schon in der ersten Generation die ersteren merklich größer und kräftiger wurden als die letzteren. Eine lange Reihe von Versuchen wurde nun von Darwin in Angriff genommen und die nächsten 11 Jahre hindurch fortgesetzt, wobei er im Allgemeinen folgendes Verfahren beobachtete.

Es wurden an einer oder einigen, durch ein darüber gestülptes Netz vor Insektenzutritt gesicherten Pflanzen eine gewisse Anzahl Blüthen gezeichnet und mit eigenem Pollen befruchtet, und an denselben Pflanzen zu gleicher Zeit eine gleiche Anzahl Blüthen in anderer Weise gezeichnet und mit Pollen eines getrennten Individuums befruchtet. Die durch beiderlei Befruchtungsarten erhaltenen Samenkörner wurden völlig reif eingeerntet, in feuchtem Sande, auf entgegengesetzten Seiten desselben, durch eine Glasplatte bedeckten, Glasgefäßes zum Keimen gebracht, und, so oft ein aus Selbstbefruchtung und ein aus Kreuzung hervorgegangener Same gleichzeitig keimten, die Keimpflänzchen auf die entgegengesetzten Seiten eines Blumentopfes gepflanzt und unter möglichst sorgfältig gleich hergestellten Lebensbedingungen (Boden, Feuchtigkeit, Wärme, Licht) heranwachsen gelassen. Auf diese Weise wurden jedesmal mehrere, oft über ein Duzend gleichaltrige Paare dem Vergleiche der Wirkungen der beiden Befruchtungsarten unterworfen. Verglichen aber wurden die einzelnen Concurrenten, und dann, nach Berechnung der Durchschnittszahlen, die beiden Parteien, regelmäßig in Bezug auf die Höhe, die sie in erwachsenem Zustande erreichten, oft auch in Bezug auf ihre Höhe in früherem Lebensalter und bisweilen in Bezug auf das Gewicht der erwachsenen Pflanze. Auch ein verschiedenes Verhalten beim Keimen, ein ungleichzeitiges Aufblühen beider Parteien und eine verschiedene Fruchtbarkeit derselben, wie sie sich in der Zahl der hervorgebrachten Samenkapseln und der Durchschnittszahl der in jeder Kapsel enthaltenen Samenkörner zu erkennen gibt, wurde häufig beobachtet und aufgezeichnet.

Von den in feuchten Sand gesäten

Samenkörnern beider Parteien blieben nach dem Herausnehmen der gleichartigen Paare zahlreiche, theils in keimendem, theils in noch nicht keimendem Zustande übrig, und diese wurden dann dicht gedrängt auf die entgegengesetzten Seiten eines oder einiger großer Blumentöpfe oder bisweilen in zwei lange Reihen ins freie Land gesät und in strengstem Wettkampfe um die Daseinsbedingungen heran wachsen gelassen. Zahlreiche Individuen gingen dabei frühzeitig zu Grunde; von den am Leben bleibenden wurden dann die größten, wenn sie ausgewachsen waren, gemessen.

Die gleichartigen Paare wurden zu einem Vergleiche der in den folgenden Generationen hervortretenden Unterschiede der beiden Befruchtungsarten in folgender Weise benutzt: Einige Blüthen der aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Pflanzen wurden wiederum selbstbefruchtet, und einige Blüthen der aus Kreuzung hervorgegangenen Pflanzen wurden wiederum mit Pollen getrennter Individuen derselben Zucht gekreuzt, und dieselbe Methode bei einigen Arten nicht weniger als 10 Generationen hindurch fortgesetzt, indem die Samenkörner und die aus ihnen erzielten Pflänzchen jedesmal genau in der schon beschriebenen Weise behandelt wurden.

Da alle dem Vergleich unterworfenen Pflanzen immer möglichst gleichen Lebensbedingungen ausgesetzt und die aus Kreuzung hervorgegangenen von Generation zu Generation immer nur wieder unter sich gekreuzt wurden; so mußten auch die letzteren immer enger unter einander einander verwandt, und ursprüngliche Eigenthümlichkeiten der Einzelnen immer mehr ausgeglichen werden. Die angedeutete, von Darwin in der Regel angewandte Methode war also sehr wohl geeignet die Frage zu entscheiden, ob Kreuzung

an sich, unabhängig von der constitutionellen Verschiedenheit der sich Kreuzenden, von Vortheil sei. Um dagegen die vortheilhaften Wirkungen einer Kreuzung nicht verwandter Individuen, welche bei der Naturzüchtung der Blumen wohl in der Regel den Ausschlag gegeben haben mag, in ihrem vollen Umfange hervortreten zu lassen, hätten von Generation zu Generation die aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Pflanzen einerseits wieder selbstbefruchtet, andererseits aber mit nicht verwandten Individuen derselben Art und Varietät gekreuzt werden müssen. Dieser Versuch wurde nur einige Male den oben angegebenen regelmäßig angestellten hinzugefügt und lieferte überraschende Resultate; nicht nur in den oben angegebenen Beziehungen, sondern ganz besonders auch in der verschiedenen Widerstandsfähigkeit beider Parteien gegen feindliche Einflüsse (plötzliches Verpflanzen ins freie Land, Aufwachsen im Gedränge anderer Pflanzen u. s. w.).

Was den Umfang der von Darwin 11 Jahre hindurch fortgesetzten grundlegenden Versuche anbetrifft, so beläuft sich die Zahl der aus Kreuzung und ebenso die Zahl der aus Selbstbefruchtung erzielten Pflanzenindividuen, die er vom Keime bis zur fertigen Entwicklung verfolgte und auf Grund sorgfältiger Messungen verglich, auf mehr als 1000; sie gehören 57 Arten, 52 verschiedenen Gattungen, 30 großen Familien des Pflanzenreichs an und sind in verschiedenen Erdtheilen zu Hause.

Die wichtigsten allgemeinen Ergebnisse der Darwin'schen Versuche sind etwa folgende:

A. 1) Werden Pflanzen derselben Art viele Generationen hindurch unter möglichst gleichen Lebensbedingungen gehalten und von Generation zu Generation durch Selbstbe-

fruchtung fortgepflanzt, so gewährt eine darauf folgende Kreuzung zwischen denselben wenig oder gar keinen Vortheil.

B. 2) Werden Pflanzen derselben Art viele Generationen hindurch unter möglichst gleichen Lebensbedingungen gehalten und von Generation zu Generation immer nur unter sich gekreuzt, so läßt die aus solcher Kreuzung hervorgehende Nachkommenschaft wohl während der ersten Generationen in der Regel einige Ueberlegenheit in Kräftigkeit und Fruchtbarkeit über die aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Nachkommen erkennen, nach einer geringen Anzahl von Generationen jedoch hört der vortheilhafte Einfluß dieser Art von Kreuzung fast vollständig oder vollständig auf und

3) auch die Kreuzung der aus steter Selbstbefruchtung derselben Zucht erhaltenen Pflanzen mit den aus Kreuzung unter sich erhaltenen liefert kaum mehr ein günstigeres Resultat als Selbstbefruchtung, wogegen

4) Kreuzung der aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Pflanzen mit einem frischen Stocke außerordentlichen Vortheil gewährt

Bezeichnen wir, um diese kaum ohne Weitichweisigkeit in Worte zu fassenden Verhältnisse mit einem Blicke übersehen zu können, die aus (mehrere Generationen hindurch) fortgesetzter Selbstbefruchtung hervorgegangenen Pflanzen mit  $S$ , die aus fortgesetzter Kreuzung (mehrere Generationen hindurch) unter sich hervorgegangenen und möglichst gleichen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesenen Pflanzen mit  $I$  (Zuzucht), Pflanzen eines frischen Stockes, d. h. nicht verwandte und unter abweichenden Lebensbedingungen aufgewachsene Individuen mit  $F$  (Fremde), die neue Kreuzung mit  $\times$ , annähernd gleiche Kräftigkeit und Fruchtbarkeit mit  $=$ , bedeutend überlegene mit  $>$ , bedeutend nachstehende mit  $<$ , so können

wir hier die obigen Sätze in die einfachen Formeln fassen:

$$A. \quad 1) \quad S \times S = S$$

$$B. \quad 2) \quad I \times I = S$$

$$3) \quad S \times I = S$$

$$\text{Dagegen } 4) \quad S \times F > S.$$

C. Werden dagegen aus andauernder Selbstbefruchtung oder aus andauernder Inzucht hervorgegangene Pflanzen mit einem frischen Stocke gekreuzt, so ergibt dies immer viel kräftigere und fruchtbarere Nachkommen, als weitere Inzucht; insbesondere folgt aus den Darwin'schen Versuchen:

$$5) \quad S \times F > S \times I$$

$$6) \quad S \times F > I \times I$$

$$7) \quad I \times F > I \times I,$$

oder, wenn man diese Ergebnisse vom entgegengesetzten Gesichtspunkte aus ins Auge faßt:

$$5^*) \quad S \times I < S \times F$$

$$6^*) \quad I \times I < S \times F$$

$$7^*) \quad I \times I < I \times F,$$

das heißt mit Worten:

5) Der Vortheil, welchen eine Kreuzung aus andauernder Selbstbefruchtung hervorgegangener Pflanzen mit aus Inzucht hervorgegangenen und gleichen Lebensbedingungen ausgesetzt gewesenen Pflanzen gewährt, ist unbedeutend im Vergleich zu den vortheilhaften Wirkungen einer Kreuzung derselben Pflanzen mit einem frischen Stocke. Ebenso liefert

6) weitere Kreuzung der aus Inzucht hervorgegangenen Pflanzen unter sich sehr viel schlechtere Resultate, in Bezug auf Kräftigkeit und Fruchtbarkeit der Nachkommen, als Kreuzung der aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen mit einem frischen Stocke; und nicht minder hat 7) Kreuzung der aus Inzucht hervorgegangenen Pflanzen unter sich sehr viel we-

niger vortheilhafte Ergebnisse als ihre Kreuzung mit einem frischen Stöcke.

Aus dem ersten und den drei letzten Sätzen zusammengenommen folgt in unzweideutiger Weise, daß der Vortheil einer Kreuzung niemals darin liegen kann, daß überhaupt die geschlechtlichen Elemente getrennter Individuen sich vereinigen, daß er vielmehr nur durch die innere Verschiedenheit der sich kreuzenden Individuen und ihrer geschlechtlichen Elemente bedingt sein kann. Dieser von vornherein wahrscheinliche, nun auch durch die Erfahrung bestätigte Satz macht uns zugleich die unter B aufgestellten Sätze verständlich. Denn wenn Pflanzen immer unter möglichst gleichen Lebensbedingungen gehalten und dabei immer nur unter sich gekreuzt werden, so werden sie unausbleiblich immer enger verwandt, und die anfangs vorhandenen individuellen Verschiedenheiten müssen sich von Generation zu Generation mehr und mehr ausgleichen.

In allen den bisherigen Sätzen handelt es sich nur um eine vergleichsweise Werthschätzung der Kreuzung und Selbstbefruchtung. Darwin stellt jedoch als wichtigstes allgemeines Ergebnis seiner gesammten Versuche die beiden nicht relative, sondern absolute Geltung beanspruchenden Sätze hin: „Kreuzung ist im Allgemeinen vortheilhaft und Selbstbefruchtung schädlich.“ (Cross-fertilisation is generally beneficial and self-fertilisation injurious.) Es ist nöthig, die Begründung dieser beiden Sätze ins Auge zu fassen, um sich vor einer Ueberschätzung ihrer absoluten Geltung zu bewahren.

Wenn Besenstrauch, die großblumige Form des Stiefmütterchens und andere Blumen, welche in freier Natur regelmäßig eine Kreuzung getrennter Stöcke durch besuchende Insekten erfahren, bei den Dar-

winschen Selbstbefruchtungs- und Kreuzungsversuchen schon in der ersten Generation ein bedeutendes Zurückbleiben der aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Nachkommen hinter den aus Kreuzung hervorgegangenen, in Bezug auf Kräftigkeit und Fruchtbarkeit, erkennen lassen, so kann dieser Unterschied offenbar nicht dadurch hervorgebracht worden sein, daß die von Darwin vorgenommene Kreuzung die Kräftigkeit und Fruchtbarkeit dieser Pflanzen vermehrt hätte, da sie ja während zahlloser vorhergehender Generationen beständig solche Kreuzung erfahren haben. Die Selbstbefruchtung muß also in diesen Fällen positiv nachtheilig auf die Kräftigkeit und Fruchtbarkeit der Nachkommen eingewirkt haben, und wir sind zur Aufstellung des Satzes berechtigt:

8) Pflanzen, welche viele Generationen hindurch der Kreuzung mit fremden Stöcken unterworfen gewesen sind, werden durch Selbstbefruchtung (in manchen oder allen Fällen?) in Bezug auf Kräftigkeit und Fruchtbarkeit ihrer Nachkommen erheblich geschädigt.

Andererseits kennen wir zahlreiche Pflanzen, die sich in der Regel durch Selbstbefruchtung fortpflanzen, und bei denen die sich von Neuem wiederholende Selbstbefruchtung eine Verminderung der Kräftigkeit und Fruchtbarkeit durchaus nicht erkennen läßt, für die also der zweite der beiden obigen Sätze (Selbstbefruchtung wirkt schädlich) nicht gilt. Gerade auf solche, viele Generationen hindurch durch Selbstbefruchtung fortgepflanzte Arten aber (wie z. B. die Gartenerbse) findet, soweit die bisherigen Versuche ein Urtheil gestatten, der erste der beiden obigen Sätze (Kreuzung wirkt vortheilhaft) seine Anwendung; gerade sie werden durch Kreuzung mit einem



frischen Stöcke in Kräftigkeit und Fruchtbarkeit in der Regel außerordentlich gesteigert; ebenso freilich auch Pflanzen (z. B. *Ipomaea purpurea*), welche zahlreiche (9) Generationen hindurch durch Kreuzung unter sich fortgepflanzt worden sind und dann mit einem frischen Stöcke gekreuzt werden, so daß wir ferner behaupten dürfen:

9) Pflanzen, welche viele Generationen hindurch immer durch Selbstbefruchtung oder Kreuzung unter sich fortgepflanzt worden sind, werden durch Kreuzung mit einem frischen Stöcke (in manchen Fällen oder in der Regel?) kräftiger und fruchtbarer.

Die Einschränkung, welche Darwin seinen beiden Sätzen: „Kreuzung wirkt vortheilhaft und Selbstbefruchtung schädlich“ durch das hinzugefügte „im Allgemeinen“ (generally) gibt, läßt sich hiernach durch ausdrückliche Hinzufügung folgender beiden Sätze näher bestimmen:

10) Pflanzen, welche bereits viele Generationen hindurch immer durch Kreuzung mit frischen Stöcken fortgepflanzt worden sind, werden durch fernere Kreuzung mit frischen Stöcken in ihrer Kräftigkeit und Fruchtbarkeit nicht weiter gesteigert.

11) Ob Pflanzen, welche bereits viele Generationen hindurch nur durch Selbstbefruchtung oder enge Inzucht fortgepflanzt worden sind, durch fernere Selbstbefruchtung oder enge Inzucht noch eine Abnahme ihrer Kräftigkeit und Fruchtbarkeit erleiden, wissen wir nicht.

Der Umstand, daß alle Pflanzen, ebenso wie alle Thiere, derartig eingerichtet sind, daß eine gelegentliche Vereinigung der geschlechtlichen Elemente getrennter Individuen mindestens möglich bleibt, macht es allerdings wahrscheinlich, daß, abgesehen von den einfachsten, nur durch Theilung sich vermehren-

den Urwesen (Protisten), jedes organische Wesen gelegentlicher, wenn auch erst nach langen Zeiträumen erfolgreicher Kreuzung mit einem getrennten Individuum seiner Art bedarf. Eine Gewißheit darüber liegt aber nicht vor, und auch die Wahrscheinlichkeit ist durch die umfassenden Darwin'schen Versuche nicht gesteigert worden. Im Gegentheil legen diese die Vermuthung nahe, daß eine Anpassung an stete Selbstbefruchtung möglich ist. Bei denjenigen beiden Blumen nämlich, bei denen Darwin die vergleichenden Selbstbefruchtungs- und Kreuzungsversuche die größte Zahl von Generationen hindurch fortgesetzt hat (*Ipomaea purpurea* und *Mimulus luteus*), traten in den späteren Generationen in der aus steter Selbstbefruchtung hervorgegangenen Zucht einzelne Individuen auf, welche die aus steter Kreuzung unter sich hervorgegangenen an Kräftigkeit und Fruchtbarkeit erheblich übertrafen, und ihre überraschende Kräftigkeit und Fruchtbarkeit von Generation zu Generation, soweit die Beobachtung sich erstreckt hat, auch auf ihre Nachkommen vererbten. In einem dieser beiden Fälle, bei *Ipomaea purpurea*, schien ein solches, aus steter Selbstbefruchtung hervorgegangenes Individuum (welches Darwin deshalb Herotauft) von seiner Stammform sogar in der Art abgewichen zu sein, daß es — und ebenso seine Nachkommen — nicht nur Nachkommen von großer Kräftigkeit und gesteigerter Fruchtbarkeit lieferte, wenn es durch Selbstbefruchtung fortgepflanzt wurde, sondern daß sogar Kreuzung mit einem getrennten Stöcke gar nicht mehr vortheilhaft darauf einzuwirken schien. Es muß indeß ausdrücklich hervorgehoben werden, daß dieses seltsamste aller Darwin'schen Untersuchungsergebnisse nur an einer einzigen Generation und unter abnormen Verhältnissen erhalten

wurde, so daß es wohl als Anregung zu weiteren Versuchen in dieser Richtung, aber keineswegs als bereits constatirte Ausnahme der Regel, daß Kreuzung gerade nach andauernder Selbstbefruchtung von besonderem Vortheil ist, dienen kann. In dem anderen Falle, bei *Mimulus luteus*, hatten die durch Kräftigkeit und Selbstfruchtbarkeit auffallenden Individuen der aus steter Selbstbefruchtung hervorgehenden Zucht im Gegentheil von einer Kreuzung mit einem frischen Stocke ganz bedeutenden Vortheil.

Noch zwei andere für das Verständniß der Blumenwelt sehr wichtige Ergebnisse dürfen hier nicht unerwähnt bleiben.

12) Wenn Blumen, welche in ihrer Blütenfarbe variiren, von Generation zu Generation immer nur durch Selbstbefruchtung fortgepflanzt werden, so entsteht nach wenigen Generationen eine durchaus gleichartig gefärbte Nachkommenschaft.

Dies erklärt uns z. B. in einfachster Weise die an sich befremdende Thatsache, daß die kleinblumige Form des Stiefmütterchens in ihrer Färbung ganz gleichartig und constant, die großblumige dagegen sehr verschiedenartig und variabel ist; denn die erstere befruchtet sich (wie ich in der „Nature“ vom 20 Nov. 1873 nachgewiesen habe) regelmäßig selbst, die letztere dagegen wird ausschließlich oder vorwiegend durch Kreuzung fortgepflanzt.

13) Wenn Blüten mit anderen Blüten derselben Pflanze oder auch mit Blüten auf getrennten Wurzeln wachsender, aber demselben Stocke als Schößlinge entstammender Pflanzen gekreuzt werden, so wirkt solche Kreuzung entweder gar nicht oder nur sehr unbedeutend günstiger als Befruchtung mit eigenem Blütenstaube. Zahlreiche Blumeneinrichtungen, welche eine

Kreuzung getrennter Stöcke veranlassen oder begünstigen, lassen sich daraus erklären.

Die sonstigen interessanten Ergebnisse der Darwin'schen Versuche und die Fülle wichtiger allgemeiner Betrachtungen, welche in den letzten Kapiteln dieses Werkes niedergelegt sind, übergehe ich hier. Die herausgegriffenen 13 Sätze scheinen mir als Grundlagen der heutigen Blumentheorie von hervorragender Wichtigkeit zu sein, und die Voraussetzungen, welche ich in meinem Buche „Die Befruchtung der Blumen durch Insekten“ meiner Erklärung von Blumeneinrichtungen zu Grunde gelegt habe (vgl. Seite 443—448) nur durchaus zu bestätigen. Ich fasse deshalb diese Voraussetzungen hier nochmals in den Worten zusammen: „So oft aus Selbstbefruchtung hervorgegangene Nachkommen mit aus Kreuzung hervorgegangenen in Wettkampf um die Daseinsbedingungen gerathen, werden die ersteren von den letzteren überwunden; es werden daher vorwiegend Kreuzung befördernde Blumeneigenthümlichkeiten durch Naturzüchtung ausgeprägt. Tritt dagegen dieser Wettkampf nicht ein, so vermag in vielen Fällen auch Selbstbefruchtung eine unbekannte, vielleicht unbegrenzte Zahl von Generationen hindurch der Fortpflanzung zu genügen und zahlreiche, gesunde und fruchtbare Nachkommen zu liefern; in solchen Fällen, in welchen eine Kreuzung durch die natürlichen Transportmittel des Pollens (Wind, Insekten u. s. w.) unsicher wird oder dauernd verloren geht, prägen sich daher häufig Selbstbefruchtung befördernde Eigenthümlichkeiten aus.“

Das einzige Bedenken, welches sich von Seiten der Darwin'schen Versuche gegen die Wichtigkeit dieser Voraussetzungen erheben ließe, ist das oben erwähnte Verhalten der *Hero*, jenes auffallend selbstfruchtbaren In-

dividuums von *Ipomaea purpurea*, ein Verhalten, welches durch die abnormen Umstände, unter welchen es, und zwar nur ein einzigesmal, beobachtet wurde, seine Beweiskraft verliert, welches aber allerdings, wenn es sich bei weiteren Versuchen in dieser Richtung bestätigen sollte, die Allgemeingültigkeit des ersten Satzes meiner Voraussetzungen umstoßen würde. Von den mannichfachen neuen Untersuchungsrichtungen, zu welchen das vorliegende Werk Anregung und Ausgangspunkte geben könnte, scheint mir deshalb eine der dankbarsten die weitere Verfolgung der an Hero und an den auffallend selbstfruchtbareren Exemplaren von *Mimulus luteus* gemachten Erfahrungen zu sein. Es müßten durch eine größere Zahl mit Darwin'scher Umsicht, Sorgfalt und Ausdauer ausgeführter Versuchsreihen die Fragen entschieden werden: Kommt es nur ausnahmsweise vor oder ist es vielleicht sogar die Regel, daß bei steter Selbstbefruchtung eine völlige Anpassung an diese Befruchtungsweise stattfindet? Geht diese Anpassung wirklich in einigen Fällen so weit, daß Kreuzung mit einem getrennten Stocke der Pflanze gar keinen Vortheil mehr bringt? Oder ist Kreuzung mit einem getrennten Stocke in allen Fällen, auch nach viele Generationen hindurch fort-

gesetzter Selbstbefruchtung, noch von Vortheil? In diese Versuchsreihen müßten namentlich auch diejenigen Blumenarten aufgenommen werden, von denen ich nachgewiesen habe, daß sie in zwei Formen existiren, einer mit augenfälligen, der Kreuzung angepaßten, einer andern mit unauffälligen, sich regelmäßig selbstbefruchtenden Blumen (*Viola tricolor*, *Rhinanthus crista galli* u. s. w.)

Nächst dem dürfte es eine sehr lohnende Aufgabe sein, vergleichende Selbstbefruchtungs- und Kreuzungsversuche viele Generationen hindurch in der Weise anzustellen, daß jedesmal die aus Selbstbefruchtung hervorgegangenen Pflanzen einerseits wieder selbstbefruchtet, andererseits aber mit einem frischen Stocke gekreuzt und die aus beiderlei Befruchtungsarten hervorgegangenen Nachkommen in Bezug auf Keimfähigkeit, Blüthezeit, Fruchtbarkeit, Kräftigkeit und Widerstandsfähigkeit gegen feindliche Einflüsse mit einander verglichen würden. Darwin selbst bedauert, erst im Verlauf seiner Versuche erkannt zu haben, daß diese Methode hätte eingeschlagen werden müssen, um die Vortheile der Kreuzung mit einem frischen Stocke in ihrem vollen Betrage zu Tage treten zu lassen.

das Mittel zur Erhaltung des Ganzen.“ „Wer hierin nicht die vollkommen entwickelte Lehre vom Kampfe ums Dasein erkennen kann,“ ruft der Verfasser mit Ekstase, „den verweise ich auf Darwin's „Natural selection“, um sich das Wesentlichste ins Gedächtniß zurückzurufen.“ Der Ref. ist in der höchst schmerzlichen Lage, trotz alledem in dieser Stelle nichts finden zu können, als eine Paraphrase des fünftausendjährigen Gemeinplatzes, daß das Leben ein Kampf ist. Empedokles, als er philosophirte, daß die Welt aus dem Widerstreit der Dinge hervorgegangen sei, daß einfachere und unvollkommene Pflanzen und Thiere den vollkommeneren vorausgegangen seien, daß auch der Mensch von Thieren abstamme, daß das Bestreben aller Wesen, mit ihrer Umgebung in ein Gleichgewicht zu gelangen, die Ursache der Zweckmäßigkeit sei, war offenbar der Darwin'schen Theorie viel näher, als Herder, der in dem Kampfe Aller gegen Alle nur ein Mittel zur Erhaltung des Ganzen sah. Ebenso verhält es sich mit allen übrigen angeführten Stellen aus Herder's Werken; sie beweisen nichts weiter, als daß sich der große Humanist die Wege Kant's und anderer Forscher seiner Zeit über Welt und Natur angeeignet hatte, um sie in anmuthender Form und guter Ordnung wieder zu geben; einen Originaldenker aus ihm machen zu wollen, müssen wir für gänzlich verfehlt halten. K.

Charles Darwin, Die Wirkungen der Kreuz- und Selbstbefruchtung im Pflanzenreich. Aus dem Englischen übersezt von J. Victor Ca-

rus. Stuttgart, E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung (Ed. Koch), 1877.

Da wir eine ausführliche Analyse dieses grundlegenden Werkes aus der berufensten Feder bereits im ersten Hefte dieser Zeitschrift gebracht haben, bleibt uns heute nur noch übrig, darauf hinzuweisen, daß nunmehr die deutsche Uebersetzung desselben, von der Hand des nämlichen Naturforschers, der sich durch eine mustergültige Uebersetzung der sämtlichen Werke Darwin's um die Ausbreitung seiner Lehre in Deutschland so hochverdient gemacht hat, vorliegt. Die Ausstattung ist eine würdige.

Charles Darwin und seine deutschen Anhänger im Jahre 1876. Eine Geschichte der deutschen Ehrengabe zu Darwin's 69. Geburtstage von E. Rade. Straßburg im Elsaß. J. Schneider'sche Buchhandlung, 1877.

Der Nendant des Westphälischen Provinzialvereins für Wissenschaft und Kunst, Rechnungsrath Rade in Münster, regte im vorigen Jahre den Gedanken an, dem großen Reformator der Naturwissenschaften sobald als möglich von seinen deutschen Anhängern ein Zeichen ihrer Verehrung und Liebe in Gestalt eines schmuckvoll ausgestatteten photographischen Albums darzubringen. Dieser Gedanke fand den größten Beifall in — außerdeutschen Ländern, in Oesterreich und in den Niederlanden, welche ihrerseits eine entsprechende Ovation veranstalteten. Aus der deutschen Gelehrten-Republik blieben nicht wenige der namhaftesten Vertreter zurück, und nur der Opferwilligkeit einer kleineren Schaar, vor Allen des oben genannten Urhebers, des Malers und Dichters Arthur Fißer in Bre-

men, einiger namhafter Verlagsfirmen u. A. ist es zu danken, daß die 176 Gratulanten am 12. Februar c. in würdiger Ausstattung vor dem Gefeierten erscheinen konnten. Der in vorliegender Schrift niedergelegte Rechenschaftsbericht ist durch die angedeuteten Verhältnisse zu einem Zeitbilde geworden, in welchem es neben dem erwarrenden Lichte auch an dem „Schatten der Wissenschaft“ nicht mangelt. Für das Nähere verweisen wir Wißbegierige auf das Schriftchen selbst, aus welchem wir uns erlauben, das schöne Widmungsgedicht mitzutheilen, welches das Album, ebenso wie das künstlerisch ausgeführte Titelblatt. Herrn A. F i z e r verdankt.

### An Charles Darwin.

Wie lag im kindlichen Entzücken  
Der Mensch im Arme der Natur!  
Sie liebend nah ans Herz zu drücken  
Füllt er mit Göttern Berg und Flur:  
Die Dryas in des Haines Sausen,  
Die Nymphe grüßt aus Born und Bach,  
Und ernstes Vaterwort im Brausen  
Des Donners der Kronide sprach.

Da ging in heilig großen Schlägen  
Ein ein'ger Puls durch alle Welt,  
Und Schmerz und Lust, und Fluch und Segen  
Hielt alle Wesen eng gefellt.  
Wohl wob der Mythus seine Hülle  
Um des Gesetzes dunkle Norm,  
Doch des Lebend'gen reiche Fülle  
War eines Geistes klare Form.

Wie längst verscherzt! Wie längst verloren!  
Das brüderliche Band zerriß. —

Zum Frevler ward der Mensch, zum Thoren,  
Verstoßen aus dem Paradies.

Er, den zu seinem Ebenbilde  
Ein Gott erschuf in ew'ger Huld,  
Ein Sünder irrt er im Gefilde  
Des Jammers und der Todeschuld.

Und rings entgeistert starrt nun blöde,  
Getroffen von des Dogmas Fluch  
Natur in schauervoller Dede,  
Ein Saitenspiel, das man zerschlug;  
Vom Messer der Systeme grimmig  
Zerfleischt und mumienhaft verdorrt,  
Die lebenglühend, tausendstimmig  
Emporgejauchzt als Ein Akkord.

Da kamst Du — und im Getrennten  
Die Einheit fand Dein Forscherblick;  
Den tief entzweiten Elementen  
Gabst Du die Harmonie zurück.  
Du sahst im ewigen Verwandeln  
Der Dinge weitverknüpftes Netz,  
Und in dem räthselvollen Handeln  
Des Weltalls sahst Du das Gesetz.

Nicht mehr vom Paradies vertrieben  
Schweift nun des Menschen banger Lauf;  
Er geht im Hassen wie im Lieben  
In der Geschwister Reigen auf.  
Und tobt mit ungeheurem Wüthen  
Endlos ums Dasein Krieg auf Krieg:  
Die Schmerzen wird ein Gott vergüten,  
Denn sieh! — Die Besten frönt der Sieg.

Die Muse scheut vor Weihrauchspenden,  
Vor breiten Lobgesanges Prunk;  
Doch zu den Bildern, die wir senden,  
Fügt sie die schlichte Huldigung.  
Empfang' in ihnen wen'ge Zeugen —  
Der Tausende so wen'ge nur —  
Die Deinem Genius sich beugen  
Erkenner Du der All-Natur!