

Bav. 2469

B66, 1

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1866. Band I.

München.

Druck von F. Straub (Wittelsbacherplatz 3).

1866.

In Commission bei G. Franz.

630

purpurea und *A. canadensis* von der Form C-CA weniger fruchtbar als A-CA, und doch ist $a < c$.

Herr Nägeli legt ferner im Anschluss an seine Mittheilungen über die vegetabilischen Bastarde einen Aufsatz vor, betreffend

„die Theorie der Bastardbildung“.

Kaum würde ich daran gedacht haben, den Mittheilungen über die hybride Befruchtung im Pflanzenreiche eine allgemeine theoretische Betrachtung folgen zu lassen, wenn nicht neulich von Wichura eine solche Theorie veröffentlicht worden wäre. Da die Ansichten, die ich über diesen Punkt hege, von denen des genannten verdienstvollen Beobachters abweichen, und wie ich glaube, den Thatsachen besser entsprechen, so halte ich es für Pflicht, dieselben ebenfalls mitzutheilen.

Schon Darwin suchte die Erscheinungen, welche die Bastarde darbieten, zu verallgemeinern. Er knüpft dabei an die Schwächung der Geschlechtsorgane an, welche in seiner Transmutationslehre überhaupt eine grosse Rolle spielt. Bei den Bastarden entstehe dieser Schwächezustand aus der unnatürlichen Vereinigung von nicht zusammengehörigen Individuen. In analoger Weise leiden Pflanzen und Thiere, welche aus ihren natürlichen Verhältnissen gerissen werden, vorzugsweise in der Geschlechtssphäre und werden dadurch mehr oder weniger unfruchtbar. Eine gemeinsame Folge der verminderten Fortpflanzungsfähigkeit sei bei den Bastarden und bei den unter ungünstige Einflüsse gebrachten reinen Formen die grosse Neigung zum Variiren.

Doch gesteht Darwin selbst zu, dass diese Theorie nichts erkläre, und dass er nur zwei Erscheinungen, die offenbar verwandt seien, habe in Parallele bringen wollen. Die Unfruchtbarkeit der Bastarde leitet er davon her, dass, wenn zwei Organisationen in Eine verbunden werden, dabei nothwendig einige Störungen in der Entwicklung oder in der periodischen Thätigkeit oder in den Wechselbeziehungen der verschiedenen Theile und Organe zu einander oder endlich in den Lebensbedingungen veranlasst werden. Für die Sterilität der reinen Formen, welche unnatürlichen Lebensbedingungen ausgesetzt werden, weiss er keinen Grund anzugeben.

Abgesehen davon, dass manche Eigenthümlichkeiten der Bastarde, wie Darwin selbst sagt, aus seiner Theorie sich nicht erklären lassen, ist dieselbe im Allgemeinen unvollständig, weil sie nur ein beschränktes Gebiet von Thatsachen umfasst. So lässt sie die grosse Fruchtbarkeit der Varietätenbastarde und die verminderte Fruchtbarkeit der durch Inzucht fortgepflanzten Racen unberücksichtigt. Weil sie diess thut, vermag sie auch nicht den Grund für die Sterilität der Artbastarde auf überzeugende Weise darzuthun. Denn die Vereinigung von zwei verschiedenen Naturen erklärt uns nicht, warum so viele hybriden Pflanzen in vegetativer Hinsicht selbst besser gedeihen als die Eltern, in der Reproduction aber sich weniger fähig erweisen.

Die Theorie von Wichura hat zur Grundlage die Darwin'sche Anpassung der Organismen an die äussern Verhältnisse. Wenn zwei Arten zusammen einen Bastard bilden, so gehen die Eigenschaften, in denen die Eltern von einander abweichen, nicht vollständig auf ihn über, sondern sie vereinigen sich zu mittlern Eigenschaften, welche nur unvollkommen accomodirt seien. Es verhalte sich damit immer wie etwa mit einem Bastard zwischen Fisch und

Vogel, wenn ein solcher möglich wäre; er würde im Wasser nicht recht schwimmen, in der Luft nicht recht fliegen können. Aus dieser Theorie erkläre sich die Thatsache, dass Bastarde nahe verwandter Species, die also nur in einer geringen Zahl von Merkmalen differiren, vollkommener sind als solche von entfernten Arten; — ferner die Thatsache, dass die Bastarde um so unfruchtbarer werden, je mehr Species in ihnen verbunden sind; — und endlich der Umstand, dass nur solche Species sich hybrid vereinigen können, die in verhältnissmässig vielen Eigenschaften und dem entsprechend in vielen Lebensbedingungen mit einander übereinstimmen.

Wichura sagt ferner, die Eigenthümlichkeiten einer Pflanze seien auch in ihren Zellen enthalten, da diese zu gleichen Zweigen auswachsen können. Keimbläschen und Pollenschlauch tragen als Zellen ebenfalls den Typus des Individuums an sich, und bilden daher nothwendig ein Mittelding zwischen Vater und Mutter. Bei der Fortpflanzung kommen aber häufig Varietäten zum Vorschein; es müsse der Keim dazu in der Pollenzelle oder im Keimbläschen gelegen haben. Diesen Geschlechtszellen müsse man also nicht bloss die Function zuschreiben, das Individuum fortzupflanzen, sondern auch die Fähigkeit, abweichende Neubildungen hervorzubringen.

Was zuerst die Theorie im Allgemeinen betrifft, so bin ich mit Wichura vollkommen einverstanden, dass die Bastarde sich dem Gesetze der Accomodation an die äussern Verhältnisse ebensowohl fügen müssen, als die reinen Formen. Allein gegen die Art seiner Anwendung hege ich folgende zwei Bedenken.

1) Es ist zwar richtig, dass der Bastard als eine Mittelbildung zwischen zwei Formen den Existenzbedingungen der einen und der andern Form unvollkommen angepasst ist. Daraus folgt aber bloss, dass er an dem einen

Ort von der väterlichen, an einem andern von der mütterlichen Pflanze überwunden und verdrängt wird, nicht aber, dass er an einem dritten Orte unter mittlern Bedingungen nicht vollkommen existenzfähig sei und selbst seine Eltern zu verdrängen vermöge. — Es giebt ferner in einzelnen Gattungen Mittelformen zwischen den Arten, welche ebenso kräftig sich entwickeln und ebenso fruchtbar sind als diese Arten. Sind sie auch nicht hybriden Ursprungs, so könnte doch ein Bastard zwischen den betreffenden Arten mit Hinsicht auf Formbildung und auf Anpassung an die äussern Verhältnisse nicht anders ausfallen. — Endlich ist zu berücksichtigen, dass bei den künstlich erzogenen Bastarden die Anpassung eigentlich gar nicht in Betracht kommt. Die väterliche und die mütterliche Art befinden sich in Kultur und gedeihen ganz gut. Sie sind beide den Verhältnissen des Gartens hinreichend angepasst; es ist somit nicht denkbar, warum diese Accomodation einer mittlern Bildung mangeln sollte.

2) Die ungenügende Anpassung an die äussern Lebensbedingungen kann sich erst offenbaren, wenn das hybride Produkt mit diesen Bedingungen in Conflict kommt, also beim Keimen des Samens und beim Aufwachsen der jungen Pflanze. Die Abneigung zweier differenten Arten gegen die geschlechtliche Vereinigung zeigt sich aber schon bei der Befruchtung, welche bald gar nicht, bald langsam und vereinzelt eintritt, und bei der Bildung des Embryo, welcher sich kümmerlich entwickelt und oft in frühen Stadien zu Grunde geht. Die Annahme, dass diese Erscheinungen Folge der mangelhaften Accomodation seien, ist eine rein teleologische, denn sie muthet der Pflanze zu, dass sie zum Voraus alles das unterlasse oder lässig betreibe, was sich doch späterhin unter den gegebenen äussern Verhältnissen als unzweckmässig erweisen würde.

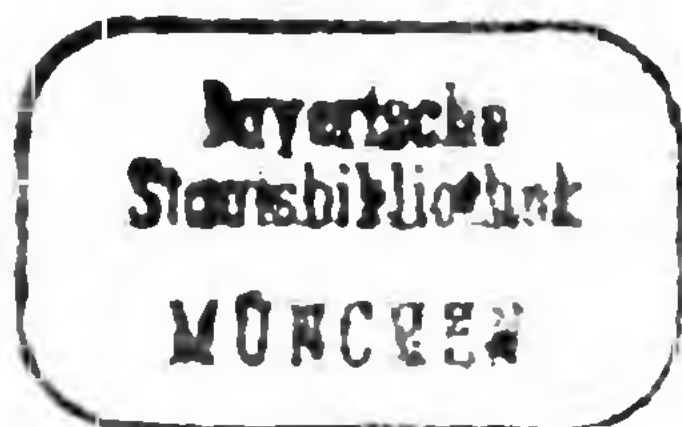
Mit Rücksicht auf die zweite Theorie von Wichura

bin ich zwar ebenfalls der Ansicht, dass die Eigenthümlichkeit einer Pflanze sich mehr oder weniger vollständig in jeder Zelle ausdrücke, somit auch in der Pollenzelle und im Keimbläschen. Allein ich bin geneigt, andere Folgerungen daraus zu ziehen. Wichura sagt: Vater und Mutter liefern bei der Zeugung einen numerisch gleichen Theil, nämlich eine Zelle und da diese Zellen den Typus des Individuums, von dem sie stammen, an sich tragen, so müsse das Produkt genau die Mitte halten und das Nämliche bleiben, wenn man in wechselseitiger Kreuzung Vater und Mutter vertausche. Diese Theorie wäre nach meiner Ansicht dann berechtigt, wenn die beiden sich vereinigenden Zellen quantitativ und qualitativ sich gleich verhielten; und ich glaube, dass gegen ihre strenge Anwendung, was den väterlichen und mütterlichen Einfluss betrifft, bei den Conjugaten (die ihre Samen durch Conjugation gleichwerthiger Zellen bilden) nichts einzuwenden sei. Allein bei allen geschlechtlichen Pflanzen (Cryptogamen und Phanerogamen) ist die materielle Betheiligung des Vaters und der Mutter eine ungleiche, sowohl in der Menge als in der Beschaffenheit der zur Zeugung verwendeten Substanz. Daraus folgt, wie mir scheint, unabweislich, dass die Uebertragung der Eigenschaften eine ungleiche sein muss, und dass die beiden hybriden Formen AB und BA nicht identisch sein können. Dem entsprechend zeigt, wie ich in den vorhergehenden Mittheilungen angeführt habe, die Beobachtung, dass auch in den Fällen, wo AB und BA sich durch keine wahrnehmbaren äussern Merkmale unterscheiden, innere Verschiedenheiten vorhanden sind, die sich in den folgenden Generationen geltend machen.

Ebenso wenig ist die andere Folgerung gerechtfertigt, dass die zwei sich bastardirenden Pflanzenformen, weil sie sich je mit einer Zelle betheiligen, gleich viel an das hybride Produkt beitragen. Denn es ist ja nicht gesagt, dass zwei

[1866. I. 1.]

7



verschiedene Pflanzen ihre Fortpflanzungszellen quantitativ und qualitativ gleich ausstatten. Im Gegentheil, wir dürfen wohl annehmen, dass die Fortpflanzungszellen verschiedener Arten, Varietäten und selbst der Individuen immer ungleich constituirt sind, und dass daher diejenige Pflanze, welche den wirksamen Stoff in grösster Menge und in bester Qualität bildet, bei der Zeugung stets das Uebergewicht erlange.

Wenn ich Wichura recht verstehe, so legt er die Varietätenbildung in die Geschlechtszellen. Das würde aber mit der Annahme im Widerspruche stehen, dass dieselben den Typus des Individuums an sich tragen, von dem sie gebildet wurden. Mir scheint es rationeller, anzunehmen, dass die Veränderung in allen Zellen vor sich gehe und dass die Pollenzellen sowie die Keimbläschen darin keinen Vorzug besitzen, dass also die Fortpflanzungszellen in Wirklichkeit immer das Symbol der ganzen Pflanze sind. Auf den Nachweis, wie sich hieraus die grössere Variabilität bei der Fortpflanzung als bei der geschlechtslosen Vermehrung erklären lässt, will ich hier nicht eintreten, da ich davon später noch sprechen werde.

Nach meiner Ansicht ist es nicht die Accommodation an die äussern Existenzbedingungen, welche die eigenthümlichen und sich scheinbar widersprechenden Erscheinungen der Bastardbildung wie die Steigerung oder Schwächung in den vegetativen und reproduktiven Functionen, sowie die vermehrte Variabilität der hybriden Produkte bedingt. Dieselbe war nur bei der Constituirung der Bastardeltern, d. h. der reinen Formen massgebend. Bei der Bildung der Bastarde selbst kommt nur die innere Anpassung, wenn ich mich so ausdrücken darf, oder vielmehr die innere Zusammenpassung, d. h. die gegenseitige Abhängigkeit der Organisations- und Functionsverhältnisse in Betracht; und die

Eigenschaften der Bastarde sind uns der schönste Beweis dafür, dass eine solche Abhängigkeit besteht.

Unter den nächst verwandten Organisationsformen giebt es immer eine, welche den gegebenen äussern Verhältnissen am vortheilhaftesten accommodirt ist und welche daher die andern verdrängt. Es ist die Varietät oder die Art, die auf einem Standort Constanz gewonnen hat. Eine bessere Anpassung ist, solange eine äussere Veränderung nicht eintritt, unmöglich, sonst würde sie sich gebildet haben.

Die Anpassung wird aber nicht bloss durch die äussern Verhältnisse, sondern auch durch alle innern Momente bedingt. Der Organismus ist einer äusserst complizirten Maschine zu vergleichen, deren Theile alle in einander greifen und sich gegenseitig bedingen. Kein Theil kann sich verändern, ohne dass auch eine entsprechende Modification in allen übrigen Theilen erfolgt. Wenn z. B. eine Pflanze sich so in ihren Blattorganen umbildet, dass sie eine grössere Menge Wasser verdunstet als früher, so müssen auch die Wurzeln und Stengel modifizirt werden, jene dergestalt, dass sie mehr Wasser aufnehmen, diese, dass sie mehr Wasser leiten. Dazu kommt eine grössere Verdunstungskälte, eine lebhaftere Bewegung der Flüssigkeit, ein leichter Transport von gelösten Stoffen nach oben, eine vermehrte Aufnahme von unorganischen Stoffen. Alle diese Ursachen werden unmittelbar eine Reihe von Veränderungen im Gewebe und in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit nach sich ziehen; diese werden andere Modificationen hervorrufen, und so kann am Ende bloss aus der grössern Verdunstung eine innere und äussere Umbildung von unabsehbarer Tragweite hervorgehen. Für die Pflanze, welche von den brennenden Sonnenstrahlen leidet, wäre eine vermehrte Verdunstung sehr zuträglich; aber die Folgen, welche diese nach sich zieht, bringen ihr in anderer Beziehung Nachtheile von grösserem Belange. Desswegen verzichtet sie auf jene vortheilhafte

partielle Anpassung an die äussern Verhältnisse, weil in Folge der nothwendigen innern Beziehungen die äussere Gesamtanpassung leiden würde. Wenn ich sage, sie verzichte darauf, so verstehe ich natürlich darunter nichts anderes, als dass die Veränderungen, die sich allenfalls in jener Richtung bilden, wegen ihrer geringern Existenzfähigkeit verdrängt werden.

Wir haben also neben der äussern Anpassung auch noch die innere Zusammenpassung aller Organisations- und Functionsverhältnisse, von denen die eine die andere beschränkt. Wir können uns denken, dass bei der besten innern Anpassung zwischen allen wirksamen Kräften ein gewisses Gleichgewicht bestehe. Dasselbe kann gestört werden und die Pflanze kann dadurch leiden, ohne dass die äussere Accommodation sich änderte. Es ist möglich, dass die kranke und sterbende Pflanze nicht besser an die äussern Verhältnisse angepasst sein könnte; sie geht zu Grunde, weil das Zusammenwirken der verschiedenen Functionen in irgend einer Weise unterbrochen wurde. Dass äussere Accommodation und inneres Gleichgewicht nicht identisch sind, sehen wir namentlich auch deutlich an den verschiedenen Arten einer Gattung, welche man in Kultur bringt. Obgleich sie ungleichen Verhältnissen angepasst wurden, gedeihen sie auf dem nämlichen Gartenbeet, wo sie dem Kampfe um das Dasein entzogen sind, gleich gut. Wenn einzelne Individuen der einen oder andern Arten kümmerlich, wenn einzelne üppig gedeihen, so ist es, weil das innere Gleichgewicht in jenen besonders gestört, in diesen besonders vollkommen ist. Ich will dieses Gleichgewicht fortan mit dem Ausdrücke Zusammenpassung oder Concordanz bezeichnen.

Wir müssen zwei Arten der Zusammenpassung oder der Concordanz unterscheiden, die vegetative und die reproductive oder geschlechtliche, entsprechend den beiden Hauptfunctionen des

Organismus: die eine darin bestehend, dass er in der Wechselwirkung mit den äussern Einflüssen sich selbst erhält, die andere, dass er Keime für neue Individuen bildet. Beide Functionen können ganz ungleich entwickelt sein, woraus hervorgeht, dass sie nicht von den nämlichen Bedingungen abhängen. Es giebt Pflanzen, die eine sehr üppige vegetative Entwicklung zeigen, aber wenig Samen bilden. Es giebt andere, welche sehr reichlich Samen tragen, aber in vegetativer Hinsicht sich kümmerlich entwickeln. Bei den meisten Gewächsen besteht selbst ein gewisser Gegensatz zwischen den beiden Functionen, so dass die eine um so mehr zurücktritt, je lebhafter die andere von statten geht. Pflanzen, die sehr stark ins Holz und Laub treiben, können gänzlich unfruchtbar, solche, die viele Früchte und Samen ansetzen, können bis zur Erschöpfung fruchtbar sein.

Die vegetative Zusammenpassung, welche der Pflanze das lebhafteste Wachsthum gestattet, ist somit verschieden von der sexuellen Concordanz, welche eine reichliche Befruchtung und Samenbildung veranlasst. Es können nicht beide zugleich vollkommen sein; sie bedingen sich gegenseitig und stehen im umgekehrten Verhältnisse zu einander; wird die eine vollkommen, so muss die andere sehr gestört werden. Die Pflanzenformen bedürfen zu ihrer Erhaltung bald mehr einer kräftigen vegetativen Entwicklung, bald mehr der Erzeugung von zahlreichen Samen. Daher bildet sich im Kampfe um das Dasein in jeder Species und Varietät die vortheilhafteste Combination zwischen Vegetation und Reproduction aus. Selten giebt die Pflanze die eine zu Gunsten der andern fast ganz preis, wie zum Beispiel in einigen kümmerlichen einjährigen Formen, die eine Unmasse von Samen erzeugen, oder in einigen Formen mit reichlicher Laubspross- oder Stolonenbildung, die es aber selten zur Fructification bringen. Meistens bildet sich ein mittlerer Zustand aus, so dass sowohl die vegetative als die repro-

duktive Zusammenpassung unvollkommen ist. Die Kultur, welche die Gewächse dem Kampfe um das Dasein entzieht, kann die eine auf Kosten der andern vervollkommen, je nachdem ihr Zweck Samenbildung oder irgend eine Seite des vegetativen Lebens (Bildung von Blättern, Wurzeln, Zweigen etc.) ist.

Ich habe bloss zwischen vegetativer und geschlechtlicher Concordanz unterschieden, weil dadurch der wichtigste und folgenreichste Gegensatz ausgedrückt wird. Von der vegetativen Concordanz giebt es verschiedene Modificationen, welche sich in der Steigerung gewisser Processe kundgeben und welche ebenfalls in einem gewissen Gegensatze zu einander stehen. Doch haben diese Unterscheidungen für die wildwachsenden Pflanzen eine geringere Bedeutung als für die Kulturgewächse, und bei der Theorie über die Bastardbildung finden sie ohnehin keine Anwendung, da es sich hier vorerst nur um den tiefgreifenden Widerspruch von vegetativer und sexueller Zusammenpassung handelt. — Noch füge ich die Bemerkung bei, dass, wie schon der Name ausdrückt, die sexuelle Concordanz bloss auf die Bildung der Pollenzellen und der Keimbläschen sowie deren Mutterorgane, der Staubgefässe und Eichen, abzielt. Alles Uebrige gehört der vegetativen Sphäre an, selbst die Bildung der Blumenblätter und der Fruchtwandungen, ebenso die geschlechtslose Vermehrung; denn alle diese Erscheinungen bilden den gleichen Gegensatz gegenüber der Samenbildung und werden durch die nämlichen Ursachen bedingt. Eine Pflanze, die sich üppig entwickelt, hat in der Regel auch die Neigung zu einer lebhaften geschlechtslosen Vermehrung u. s. w.

An dem Organismus unterscheiden wir zwei Kategorieen von Eigenschaften, die individuellen und die allgemeinen; letztere bilden die Varietät oder die Species. In gleicher Weise müssen wir auch zwei Arten der Zusammenpassung

unterscheiden. Die allgemeine oder generelle Concordanz ist in allen Pflanzen einer systematischen Form die nämliche, aber sie ist in verschiedenen Varietäten und Species ungleich. Daher rührt das ungleiche Wachsthum und Gedeihen, die ungleiche Fruchtbarkeit der verschiedenen Pflanzenarten. Die ungünstiger zusammengepassten müssten denen mit günstigerer Concordanz weichen, wenn nicht eine ungleiche Accommodation an die unendlich manigfaltig combinirten äussern Verhältnisse einer jeden da oder dort eine bedingte Existenz sicherte.

Die individuelle Zusammenpassung ist in den einzelnen Pflanzen der gleichen Art oder Varietät verschieden. Die einen Individuen sind glücklicher zusammengepasst als die andern; sie werden üppiger und stärker, oder sie bringen mehr und bessere Samen hervor.

Da die Zusammenpassung der Organisations- und Functionsverhältnisse im Organismus eine überaus complizirte und künstliche ist, so wird sie auch durch äussere Einwirkungen sehr leicht gestört. Wenn in irgend einem Individuum die Concordanz einmal vollkommen wäre, so müsste sie im nächsten Augenblicke durch hundert verschiedene Eindrücke gelitten haben. Sie könnte nur dann unverändert bleiben, wenn die Kräfte, die von aussen auf das Individuum wirken, und die Gegenwirkung des letztern sich constant aufheben würden. Diess ist jedoch nicht der Fall, weil die Reaction der Pflanze nach aussen ganz anderer Art ist, als die Eindrücke, die sie empfängt.

Die Störungen geschehen aber, ebenfalls in Folge der äusserst complizirten Zusammenpassung, in den verschiedenen Individuen in verschiedener Weise. Denken wir uns, die Individuen einer Art oder einer Varietät wären einmal alle gleich, so müssten die äussern Einflüsse auch gleiche Störungen hervorrufen. Aber die Einflüsse, die zu gleicher Zeit auf mehrere Pflanzen einwirken, sind nie vollkommen

identisch, und wenn sie auch noch so geringe Verschiedenheiten zeigen, so müssen in entsprechendem Masse auch die Störungen, die sie veranlassen, verschieden sein. Die letztern lassen aber dauernde innere Veränderungen zurück, und so sind die Individuen, die in einem Momente vollkommen gleich waren, in kurzer Zeit schon innerlich verschieden.

Von diesen innern Veränderungen haben einzelne die Neigung, sich weiter auszubilden; sie nehmen den Charakter von Dispositionen oder Gewohnheiten an. Die Eigenschaft des Organismus, welche ihn am meisten befähigt, seine Individualität auszuprägen und sich von den andern Individuen zu entfernen, ist die, dass gewisse innere Bewegungen oder Veränderungen, die einmal eingetreten sind, sich nicht bloss bei gleicher Veranlassung sondern auch bei Veranlassungen wiederholen, die nur in bestimmten Beziehungen analog, in andern aber verschieden sind. Der Organismus äussert auf ungleiche äussere Eindrücke die nämliche Reaction, was wir seine Disposition nennen; er giebt unter ungleichen Verhältnissen die nämlichen Lebenserscheinungen kund, was wir seine Gewohnheit heissen. Es handelt sich nicht darum, für diese Thatsache eine Erklärung zu geben, welche ohne Zweifel in der complizirten Vermittelung, welche äussere und innere Ursachen im Organismus erfahren, zu suchen wäre, wesswegen auch Disposition und Gewohnheit um so ausgeprägter auftreten, je complizirter der Organismus ist. Es genügt für den vorliegenden Zweck an die allgemeine Verbreitung der Thatsache in der organischen Welt zu erinnern. Wenn wir sie auch vorzugsweise im Thierreich und beim Menschen kennen, so ist es doch gewiss, dass die Pflanzen eben so gut ihre Dispositionen und Gewohnheiten haben. Es kommt jedem Individuum eine eigenthümliche chemisch-physikalische Constitution zu, vermöge welcher eine ganze Gruppe von äussern oft sehr verschiedenen Ursachen die nämliche Störung, die nämliche

dauernde Veränderung und somit die Ausbildung und Steigerung eines bestimmten Charakters veranlassen, während in einem andern Individuum mit anderer Disposition auf die nämlichen Einflüsse Störungen und Veränderungen in anderer Richtung erfolgen und ein anderer Charakter sich entwickelt ⁵⁾.

Die ursprünglich gleichartigen Individuen einer systematischen Form haben also die Tendenz, immer ungleicher zu werden. Eine Veränderung des Individuums selbst ist bei den Pflanzen leicht möglich, da dieselben in ihrer grossen Mehrzahl fortwährend wachsen und das Leben unausgesetzt in neue Organe übergeht. Aber alle Gewächse haben eine begrenzte Dauer; sie erzeugen neue Individuen, die an ihre Stelle treten. Diese besitzen die gleichen Eigenschaften und Dispositionen wie die Mutterpflanzen und sind somit im Stande, die in denselben begonnenen Veränderungen fortzusetzen und weiter auszubilden. Wir können eine Reihe von Generationen gewissermassen einem langlebigen Individuum gleich setzen. Doch ist diess nur bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung in aller Strenge richtig; bei der geschlechtlichen Befruchtung tritt eine gewisse Modification ein.

Die Fortpflanzung besteht darin, dass ein Theil von dem Individuum sich löst und zu einem neuen vollständigen Individuum sich entwickelt. In dem Organismus sind alle Theile aufs innigste verbunden. Eine Störung der Zusammenpassung und eine dadurch bewirkte Veränderung in der chemisch-physikalischen Constitution macht sich überall in der ganzen Pflanze in annähernd gleicher Weise

5) Die Varietätenbildung ist immer die Weiterführung einer individuellen Veränderung und, wie diese, in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit den äussern Verhältnissen, wie ich in der Mittheilung vom 18. November nachgewiesen habe.

geltend. Der zum Behufe der Fortpflanzung sich lostrennende Theil, er mag eine Zelle, ein Zellencomplex oder ein Complex von Organen sein, hat daher die Eigenthümlichkeiten der Mutterpflanze. Die Tochterpflanzen sind der letztern ganz ähnlich, ob man ein Wurzelstück, ein Stengelstück, ein Blatt, einen Ausläufer oder eine Brutknospe zur Vermehrung benutze.

Die gewöhnliche Ansicht geht dahin, dass bei der geschlechtslosen Fortpflanzung bloss Gewächse gebildet werden, welche der Mutterpflanze selbst in den individuellen Merkmalen gleichen, und dass neue Varietäten einzig durch geschlechtliche Fortpflanzung hervorgebracht werden. Wir begreifen, dass aus Ablegern, Pfropfreisern, Stecklingen u. s. w. Pflanzen erwachsen, die mit dem Mutterindividuum beinahe identisch sind, da sie dasselbe in morphologischer Continuität fortsetzen. Aber die Annahme, dass die geschlechtslose Vermehrung keine Varietäten bilden könne, scheint mir nicht gegründet. Es ist unzweifelhaft, dass unsere Obst- und Weinsorten ⁶⁾ nur zum kleinsten Theil aus Samen entstanden sind, und dass diese Sorten nur einer hinreichend langen Zeit bedürften, um sich zu Varietäten auszubilden, die auch bei der Fortpflanzung durch Samen sich constant erweisen würden. Die Frage ist bloss, ob einer Pflanzenform, die sich allein auf geschlechtslosem Wege vermehrt, eine so lange Dauer vergönnt sei; ich werde hierauf später noch zurückkommen.

Die Angabe, dass aus Samen eine formenreiche und variable, aus Stecklingen eine einförmige Nachkommenschaft erwachse, ist für eine Menge von Fällen unbestreitbar. Daraus folgt aber noch nicht mit Nothwendigkeit, dass nur

6) A. de Candolle (Géogr. bot. 1081) nimmt an, dass alle Sorten der Weinrebe sich auf dem Wege der ungeschlechtlichen Vermehrung gebildet haben.

auf dem erstern Wege Varietäten gebildet werden. Denn es darf nicht übersehen werden, dass die Ursache der Variabilität bei der Fortpflanzung durch Samen fast ohne Ausnahme die Kreuzung mit andern Individuen derselben Varietät oder selbst mit andern Varietäten ist. Diess ist um so wahrscheinlicher, da durch den Wind und besonders durch die blüthenbesuchenden Insekten fortwährend Blütenstaub von einer Pflanze auf die andere übertragen wird, und da die Pollenkörner eines andern aber verwandten Individuums gewöhnlich die Wirksamkeit des eigenen Pollens ausschliessen.

Es handelt sich aber nicht darum, auf welchem Wege in der gegenwärtigen Zeit, nachdem verschiedene Varietäten bereits bestehen, neue und namentlich mittlere Varietäten gebildet werden, sondern wie die Varietäten ursprünglich aus einer einzigen Form, wo also von Kreuzung noch nicht die Rede sein konnte, entstanden seien. Die Frage ist also in ihrer einfachsten Fassung, ob ein Individuum bei der Samenbildung durch Selbstbefruchtung eine variablere Nachkommenschaft gebe als durch geschlechtslose Vermehrung? — und in complizirterer Fassung, ob die Nachkommenschaft eines einzigen Individuums, deren Stammbaum durch strenge Inzucht aber durch gegenseitige Befruchtung zwischen den verschiedenen Individuen aufgebaut wurde, vielförmiger sei als eine andere ebenso zahlreiche Nachkommenschaft, die in einer gleichen Zahl von Jahren durch wiederholte Bildung von Ausläufern, Brutzwiebeln, Knollen u. d. gl. entstanden ist?

Ich glaube nicht, dass man diese Frage auf Thatsachen gestützt bejahen, und dass man irgend einen empirischen Beweis für die varietätbildende Kraft der geschlechtlichen Befruchtung geben könnte. Versuche zu diesem Zwecke sind zwar nicht angestellt worden; aber man weiss, dass die Nachkommenschaft vorzugsweise nach stattgefundener Kreuzung manigfaltig ist, und dass sie bei Selbstbefruchtung ziem-

lich einförmig ausfällt. Andererseits führt die geschlechtslose Vermehrung oder die Sprossbildung des Pflanzenstockes hin und wieder zu sehr bedeutenden Abweichungen. Es sind verschiedene Beispiele bekannt, wo an einem Baum oder Strauch plötzlich ein Zweig mit anderer Blattbildung, Blütenbildung, Behaarung, Färbung oder Verzweigung hervorbricht. Im Münchener botanischen Garten steht eine Buche mit geschlitzten Blättern, an welcher ein Ast gewöhnliche ungetheilte und ganzrandige Blätter trägt. Ich zweifle daran, dass eine Aussaat von Samen, die durch Selbstbefruchtung erzeugt wurden, je grössere Abweichungen aufzuweisen im Stande ist.⁷⁾

Betrachten wir die Sache von der theoretischen Seite, so dürfte die Wahrscheinlichkeit ebenfalls nicht der gewöhnlichen Ansicht zur Seite stehen. Die Pollenzelle sowie das Keimbläschen sind Theile des Individuums und können somit keine andern Eigenschaften an sich haben als dieses. Die Theile einer Pflanze werden aber unter einander etwelche Verschiedenheiten zeigen; so ist es denkbar, dass, wenn eine Pflanze einerseits durch Wurzelstecklinge, andererseits durch

7) Bei den Farnen vollzieht sich eine solche Veränderung einer Varietät in die andere an dem nämlichen Blatt, indem der untere und innere Theil desselben normal gebaut ist und der gewöhnlichen Form entspricht, während der peripherische Theil sich abnormal verhält, so bei *Scolopendrium vulgare laceratum* und *Sc. v. Cristagalli*. Nach den interessanten Beobachtungen von Kencely Bridgman (*Annals and Magazine of Natural History* VIII, 490) gehen aus Sporen, die auf dem normalen Theil des Blattes erzeugt wurden, durchgängig Pflanzen der gewöhnlichen Form auf: aus Sporen von dem abnormen Theil der Blattspreite dagegen reproducirt sich die Varietät. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Sporenbildung der Gefässcryptogamen, weil sie ohne geschlechtliche Befruchtung erfolgt, mit Rücksicht auf die vorliegende Frage nicht der Samenbildung der Phanerogamen analog gesetzt werden kann.

Blätter vermehrt, und wenn die nämlichen Vermehrungen durch eine Reihe von Generationen wiederholt würden, man zuletzt zwei verschiedene Formen erhielte. Wir dürfen ferner wohl annehmen, dass die grösste Verschiedenheit, die innerhalb eines Individuums möglich ist, zwischen Pollenzellen und Keimbläschen sich kund giebt. Bei der Befruchtung muss aber immer eine mehr oder weniger mittlere Bildung zwischen denselben herauskommen, und wenn wir die Pollenkörner unter sich und die Keimbläschen unter sich gleich voraussetzen, so können die Differenzen zwischen den Tochterpflanzen eines Individuums nur insofern erklärt werden, als an den einen die Pollenschläuche, an den andern die Keimbläschen einen grössern Antheil haben. Es sind zwar gewiss auch individuelle Verschiedenheiten zwischen den Pollenkörnern einer Pflanze, ebenso zwischen ihren Keimbläschen vorhanden. Sie kommen aber hier nicht in Betracht, weil gleiche individuelle Verschiedenheiten auch den Zellen, welche die geschlechtslose Vermehrung einleiten, zugeschrieben werden müssen.

Somit ergibt uns die Theorie durchaus keinen Grund, um der Fortpflanzung durch Samen eine grössere Variabilität beizumessen als der geschlechtslosen Vermehrung. Nur in einer Beziehung ist jene vielleicht bevorzugt. In den Organismen schlummern Anlagen und Dispositionen, welche durch innere Veränderungen bedingt werden und unter fördernden äussern oder innern Verhältnissen sich entwickeln. Wir beobachten nun, dass die Ausbildung solcher Anlagen vorzugsweise dann eintritt, wenn der morphologische Aufbau der Pflanze neue Abschnitte beginnt. Ein Spross, der einmal angefangen hat, verändert sich nicht mehr wesentlich, wenn er noch so lange fortwächst; dagegen kann ein neu beginnender seitlicher Spross, wie ich vorhin erwähnte, mit ganz anderen Merkmalen auftreten. Diess scheint nun in erhöhtem Masse bei der geschlechtlichen Fortpflanzung statt zu finden; die-

selbe vermag zwar in der einzelnen Veränderung nicht mehr zu leisten als die geschlechtslose Vermehrung. Aber die Ausbildung von innern Anlagen, die auf geschlechtslosem Wege nur langsam gefördert wird, tritt viel schneller und leichter bei der Samenbildung ein, kann sich also hier auch öfter in der gleichen Zeit wiederholen.

Wir können somit, um auf unser Thema zurückzukommen, eine Reihe von Generationen, welche durch geschlechtslose Vermehrung oder durch Samenbildung vermittelt Selbstbefruchtung aus einander hervorgehen, einem Individuum von derselben Dauer gleichsetzen. Wie in dem Individuum die Störung der Zusammenpassung Dispositionen schafft, die sich immer weiter ausbilden, so muss der gleiche Process auch durch eine Reihe von Generationen sich vollziehen; — und wie in mehreren ursprünglich gleichen Individuen die Veränderungen nothwendig in verschiedenen Richtungen erfolgen, so müssen mehrere Generationenreihen, die von einem einzigen, ursprünglichen Individuum ausgehen, ebenfalls ungleichartige Störungen der Concordanz ausbilden.

Wenn eine Störung der Zusammenpassung unaufhörlich gesteigert wird, so gelangt sie einmal dahin, dass sie mit der Fortdauer des Lebens unverträglich wird. Daher muss das Individuum und die durch Selbstbefruchtung fortgesetzte Generationenreihe endlich aussterben. Wenn dagegen verschiedene Individuen sich mit einander paaren, so ist die grösste Wahrscheinlichkeit vorhanden, dass die Störung der Concordanz sich vermindert. Nur wenn dieselbe zufällig in den beiden sich paarenden Individuen dieselbe wäre, so hätte die Nachkommenschaft die gleichen ungünstigen Dispositionen wie die Eltern. Diess wird aber höchst selten und wohl nur dann eintreten, wenn sich Geschwister geschlechtlich verbinden. Gewöhnlich hat die Störung in der Zusammenpassung bei den elterlichen Individuen eine ungleiche Richtung eingeschlagen und sie vermindert sich daher bei den Kindern

durchschnittlich auf die Hälfte. In günstigen Fällen, wenn nämlich die Störungen in den Eltern in theilweise oder vollkommen entgegengesetzten Richtungen sich bewegten, heben sie sich in den Nachkommen grossentheils und selbst ganz auf.

In dem eben Gesagten liegt die Erklärung, warum die Selbstbefruchtung für die Gesundheit und Stärke so wie für die Fortpflanzungsfähigkeit der Nachkommenschaft weniger zuträglich ist als die Befruchtung durch ein anderes Individuum der gleichen Varietät; warum die Kreuzung mit einer anderen Varietät, unter Umständen selbst mit einer andern Species vortheilhafter ist als die Inzucht innerhalb der gleichen Varietät (vgl. § 4 in der Mittheilung vom 15. Decemb. 1865). Bei der Erzeugung einer Race ist oft die strenge Inzucht nöthig, um ein besonderes Merkmal durch Häufung, d. h. durch Weiterbildung der in einzelnen Individuen vorhandenen Disposition zur vollen Ausbildung zu bringen. Innerhalb der Race ist aber die Paarung von Individuen mit der entferntesten Verwandtschaft, und sobald es ohne Gefahr für das Racenmerkmal geschehen kann, hin und wieder auch die Kreuzung mit andern Racen vortheilhaft, um die einseitige Fortbildung einer Störung in der Concordanz zu mildern und abzulenken.

Bei der geschlechtslosen Vermehrung ist eine Vereinigung verschiedener Individuen nicht möglich. Die Störung der Zusammenpassung, die in einem Individuum in einer bestimmten Richtung begonnen hat, wird daher in den folgenden Generationen sich zwar langsam aber unaufhörlich steigern und zuletzt zu einem sichern Untergang führen, wenn nicht etwa die Bewegung durch innere und äussere Ursachen abgelenkt wird. Daraus folgt mit Nothwendigkeit, dass die Kulturracen, welche durch Stecklinge, Knollen, Pfropfreiser etc. conservirt werden, wie die Obstsorten, die Weinsorten, die Kartoffeln, viele Zierpflanzen mit der Zeit eine krankhafte Degeneration eingehen und endlich aussterben. Von Pflanzen-

züchtern ist diese Ansicht wiederholt ausgesprochen worden. Wechsel der Kultur, des Bodens und Klimas kann das Uebel vermindern, unter Umständen vielleicht heilen. Da die Störung der Zusammenpassung durch äussere Einflüsse verursacht wird, so folgt zwar nicht nothwendig, dass entgegengesetzte Einflüsse die Störung aufheben, weil dieselbe möglicher Weise durch innere Veränderungen eine Disposition geschaffen hat. Aber es kann durch neue Veränderungen die Richtung der Störung abgelenkt und somit wenigstens theilweise gehoben werden. Mit dem Wechsel des Bodens und Klimas für die Kulturracen verhält es sich wie mit dem Luftwechsel, und was Alles damit verknüpft ist, für den Menschen. Das Uebel wird um so weniger geheilt, je älter und eingewurzelter es ist, mit andern Worten, je grösser die innern Veränderungen und Dispositionen sind, welche die Störung der Zusammenpassung bereits verursacht hat.

Die geschlechtliche Befruchtung stellt sich also als die entschieden vollkommnere Einrichtung dar, insofern als sie es vermittelt der Kreuzung möglich macht, die Samen durch Verschmelzung zweier Individuen zu bilden. Wir begreifen daher, dass sie bei fast allen Pflanzen und Thieren im Kampfe um das Dasein sich neben der geschlechtslosen Vermehrung einen Platz erobert oder dieselbe selbst vollständig verdrängt hat. Da die Möglichkeit für eine Störung der Zusammenpassung und für die Ausbildung von schädlichen Dispositionen um so näher liegt, je complizirter der Organismus ist, so begreifen wir ferner, dass wir die geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung in den zwei organischen Reichen sehr ungleich vertheilt finden. Nur die einfachsten Pflanzen (hauptsächlich einzellige) entbehren vielleicht gänzlich der Geschlechtsdifferenz. Bei den andern niedern Gewächsen (Zellencryptogamen) ist neben der geschlechtlichen Befruchtung die geschlechtslose Vermehrung noch sehr häufig und regelmässig als Gonidien- oder Brutkörnerbildung

vorhanden. Die Gefässpflanzen haben alle neben der geschlechtlichen Befruchtung auch Vermehrung durch Theilung des Wurzelstockes oder durch Ausläufer, Knollen, Zwiebeln u. s. w., wenn diese auch im Allgemeinen viel weniger häufig und regelmässig auftritt. Bei den Thieren endlich greift, mit Ausnahme der allerniedrigsten, die Fortpflanzung auf geschlechtlichem Wege allein Platz.

Bei der Kreuzung nahe verwandter Varietäten werden zwei verschiedene Naturen vereinigt, deren individuelle Zusammenpassungen ungleich gestört sind und daher ihre Störungen mehr oder weniger gegenseitig aufheben, und deren allgemeine Concordanzen so nahe verwandt sind, dass sie einander nicht widersprechen. Je weiter die sich bastardirenden Varietäten und Species von einander entfernt stehen, desto ungleicher sind ihre Organisationen, desto mehr ist die allgemeine Zusammenpassung in dem hybriden Produkt gestört. Daher erklärt sich die allmähliche Abstufung in der Lebensfähigkeit des hybriden Produkts. Zwei Arten verschiedener Gattungen oder verschiedener Sectionen der gleichen Gattung bringen gewöhnlich nicht einmal die erste Zelle des Embryos zu Stande; es bleibt die Befruchtung ganz resultatlos. Sind die sich bastardirenden Arten wenig näher verwandt, so wird der Embryo bloss wenigzellig und stirbt dann ab. Bei noch näherer Verwandtschaft bildet sich der Embryo zwar aus, aber er keimt nicht; oder er keimt, bildet aber ein sehr schwächliches, bald zu Grunde gehendes Pflänzchen; oder er bildet eine schwächliche Pflanze, die es wohl zur Blüthen-, aber nicht zur Samenbildung bringt. Nimmt die Verwandtschaft der elterlichen Formen noch mehr zu, so steigert sich auch die Lebensfähigkeit des Bastards und erreicht ihr Maximum in der Regel, wenn nahe verwandte Varietäten sich gegenseitig befruchten.

Wir können also die ungleiche Lebensfähigkeit, welche die Selbstbefruchtung, die Inzucht, die Kreuzung der Varietäten

und die Bastardirung der Species ihren Produkten mittheilen, aus dem grössern oder geringern Grad der Störungen in der individuellen und allgemeinen Zusammenpassung erklären. Das Leben besteht aber aus zwei wesentlich verschiedenen Functionen, der Vegetation und der Reproduktion, und wir müssen, wie ich früher zeigte, zwei Zusammenpassungen in der Pflanze unterscheiden, die vegetative und die sexuelle. Keine derselben ist vollkommen, indem eine die andere theilweise ausschliesst; eine innere Veränderung, welche die eine vervollkommnet, beeinträchtigt meistens die andere. Es besteht auch darin eine Verschiedenheit, dass die sexuelle Concordanz viel leichter gestört wird als die vegetative; daher eine Pflanze unter allgemein schädlichen Einflüssen gewöhnlich zuerst ihre Reproduktionsfähigkeit durch Samen und erst lange nachher die Möglichkeit des vegetativen Gedeihens einbüsst⁸⁾.

Daraus erklärt sich die merkwürdige Thatsache, dass so viele Speciesbastarde in vegetativer Hinsicht sich sehr üppig entwickeln und darin selbst ihre Eltern übertreffen, während sie in der Samenbildung weit hinter denselben zurückbleiben. Die Verbindung zweier Arten bringt die sexuelle Zusammenpassung meist gänzlich in Verwirrung, indess sie in vegetativer Hinsicht noch günstig wirken kann, da in letzterer Beziehung die gegenseitige Aufhebung der in verschiedenen Richtungen vorhandenen Störungen mehr ins Gewicht fällt, als die neue Störung, die aus der Vereinigung zweier specifisch-ungleicher Concordanzen hervorgeht.

8) Die sexuelle Zusammenpassung soll eine Aufgabe erfüllen, die offenbar viel schwieriger ist und einen kleinern Spielraum gestattet. Sie soll zwei ungleiche Elemente bilden, von denen jedes die vegetative Concordanz in sich schliesst, und die für sich nicht lebensfähig sind (mit Ausnahme der Parthenogenesis), aber zusammen eine lebensfähige Verbindung darstellen.

Von der Selbstbefruchtung und der Inzucht bis zur Kreuzung der Varietäten und bis zur Bastardirung von Arten und Gattungen entfernen sich die Eltern immer mehr von einander. Die Selbstbefruchtung giebt Tochterpflanzen, welche in vegetativer und in geschlechtlicher Beziehung geschwächt sind. Sowie die Verwandtschaft der Eltern abnimmt, verbessert sich die vegetative Zusammenpassung der Tochterpflanzen und erreicht ihr Maximum in den Bastarden von entferntstehenden Varietäten und nahestehenden Arten, von wo bei fortgehender Divergenz der Eltern sie wieder allmählich unvollkommner und zuletzt ganz vernichtet wird. In gleicher Weise vervollkommnet sich die sexuelle Concordanz der Tochterpflanzen mit der Divergenz der Eltern und erlangt ihr Maximum in den Bastarden nahestehender Varietäten, von wo sie bei dauernder Abnahme der elterlichen Verwandtschaft bis zu gänzlicher Störung sich vermindert. Es kommen bei jeder der beiden Zusammenpassungen zwei entgegengesetzte Processe mit einander im Conflict. Je weiter sich die Eltern von einander entfernen, um so ungleicher wird die Form ihrer allgemeinen (varietätlichen oder spezifischen) Concordanzen und um so grösser die Störung bei einer Verschmelzung in eine einzige Concordanz. Je mehr die elterlichen Formen in der Verwandtschaft auseinander weichen, um so ungleichartiger werden aber zugleich die Störungen, mit der die individuelle und allgemeine Zusammenpassung einer jeden behaftet ist, und um so vollständiger heben sich diese Störungen in der Tochterpflanze auf. Die nothwendige Folge dieser Verhältnisse ist die, dass die Zusammenpassung in der Tochterpflanze mit der Divergenz der Eltern bis zu einem gewissen Punkt vollkommner und von da wieder unvollkommner wird. Dieser Wendepunkt ist für die Pflanzen verschiedener Gattungen und Ordnungen, ebenso für die beiden Zusammenpassungen verschieden.

Bei der Bastardbildung müssen zwei Dinge, die man

oft unter dem Titel der hybriden Unfruchtbarkeit zusammengeworfen hat, streng unterschieden werden, der Erfolg der hybriden Befruchtung einer systematischen Form durch die andere und die Fähigkeit des Bastards zu geschlechtlichen Functionen. Beide können im Widerspruche zu einander sich befinden. Es kommt nicht selten vor, dass A und B sich leicht bastardiren und aus ihrer Verbindung viele fruchtbare Samen erzeugen, während der Bastard $A + B$ männlich und weiblich nahezu unfruchtbar ist.

Die Unfruchtbarkeit des Bastards hängt von der Störung der sexuellen Zusammenpassung ab, der Erfolg der hybriden Befruchtung seiner Eltern aber von dem Verhalten der vegetativen Zusammenpassung. Der Erfolg der Bastardirung geht im Allgemeinen mit der vegetativen Lebensfähigkeit des daraus entstehenden Bastards parallel. Denn Beides hängt davon ab, ob der Pollenschlauch der einen und das Keimbläschen der andern Form eine wohl zusammengepasste und entwicklungsfähige Vereinigung bilden. Diesem Grundsatz scheint jedoch der Umstand zu widersprechen, dass die Pollenkörner der gleichen Spezies gewöhnlich die Wirksamkeit aller fremden Pollenkörner ausschliessen (§ 5 in der Mittheilung vom 15. Decemb.), auch wenn die letztern stärkere Pflanzen liefern würden. Indessen wissen wir noch nicht, wie die Momente zu taxiren sind, welche jene Ausschliessung bedingen. Die letztere wird zunächst dadurch herbeigeführt, dass die Pollenkörner der eigenen Art in kürzerer Zeit ihre Schläuche bis zu den Eichen senden, und dieselben befruchten. Damit ist aber nicht gesagt, dass die Befruchtung einer andern Art nicht einer grössern Verwandtschaft entspreche, wie sie auch, wenn sie möglich wird, kräftiger vegetirende Pflanzen erzeugt.

Nach meiner Ansicht hat die Ausschliessung des fremden Pollens durch den eigenen folgende Bedeutung. Die Pollenkörner, die auf der Narbe ihre Schläuche treiben, und die

Pollenschläuche, die durch den Griffelkanal hinunterwachsen, werden von dem Gewebe des Griffels und der Narbe ernährt. Ein fremdes Pollenkorn auf dem weiblichen Organ verhält sich wie ein fremdes Pfropfreis, das auf einen Baum geimpft wird. Ob das Pfropfreis besser oder weniger gut anschlage und gedeihe, hängt vorzüglich von dem Grade ab, in welchem die fremdartige Nahrung, die es erhält, seine vegetative Zusammenpassung beeinträchtigt. Es sind also für die Entwicklung der Pollenschläuche ganz andere Verhältnisse massgebend als für die Befruchtung, und es ist sehr leicht denkbar, dass die Erfolge bei der einen und der andern sich widersprechen.

Bei der Bastardbildung ist es zuweilen der Fall, dass die Pollenschläuche von A zu den Keimbläschen von B eine andere sexuelle Verwandtschaft haben als die Pollenschläuche von B zu den Keimbläschen von A. Es kommt selbst vor, dass B ziemlich leicht von A, aber A durchaus nicht von B befruchtet wird. Dieses Factum erklärt sich aus dem Verhalten der beiden Geschlechtszellen zu einander. Beide repräsentiren die Mutterpflanze zwar in gleicher Weise, insofern als sie ein gleiches Aequivalent auf den Bastard übertragen; denn AB und BA unterscheiden sich nicht in der Erbschaftsformel. Aber Pollenzellen und Keimbläschen sind materiell ungleich constituirt und stellen daher in den Verbindungen AB und BA ungleiche Zusammenpassungen dar. Daher kann AB eine lebensfähigere Combination der gleichen erbschaftlichen Form darstellen als BA. Daher können auch AB und BA, wenn beide in vegetativer Beziehung scheinbar gleich lebensfähig sind, sammt ihren Nachkommen in Fruchtbarkeit und Variabilität von einander abweichen.

Eine allgemeine Eigenschaft, die den Bastarden zukommt, ist die, dass sie zum Variiren viel mehr geneigt sind als die reinen Formen. Die Abänderungen der Pflanzen überhaupt

haben, abgesehen von der Bastardbildung, einen doppelten Ursprung. Die einen werden unmittelbar durch die äussern Einflüsse hervorgebracht und verschwinden wieder mit dem Aufhören dieser Einflüsse. Die eigentlichen oder constanten Varietäten aber gehen, wie ich in der Mittheilung vom 18. Novemb. 1865 gezeigt habe, aus innern Ursachen hervor: aus Dispositionen oder chemisch-physikalischen Veränderungen, welche sich allmählich, möglicherweise durch eine ganze Reihe von Generationen ausbilden, um endlich sich zu entfalten und in äussern Merkmalen kund zu geben. Diese innern Veränderungen waren ursprünglich die Folge von localen und partiellen Störungen in der bisherigen Zusammenpassung, welche die Pflanze durch eine neue Form der Concordanz zu tilgen sucht, indem sie alle Organisations- und Functionsverhältnisse, soweit es nöthig ist, modifizirt und wieder ins Gleichgewicht bringt. Daher ist es eine gewöhnliche Erscheinung, dass Pflanzen und Thiere, die man in neue Lebensverhältnisse bringt und in denen man somit ernstlichere Störungen der Concordanz veranlasst, zu variiren anfangen. Dabei können aber die Abänderungen in verschiedenen Richtungen erfolgen, wie ich in der frühern Mittheilung erörtert habe, indem die Störungsursache nur im Allgemeinen den Anstoss zur Bewegung giebt, die Bewegungsrichtung aber von der Constitution des Organismus abhängt.

Bei der Bastardirung findet ein analoger Vorgang statt. In dem Bastard ist die allgemeine Zusammenpassung immer mehr oder weniger gestört. Er wird somit das Bestreben haben, die Störung durch Modification seiner Eigenschaften zu beseitigen. Diese Modification geschieht durch Veränderungen der chemisch-physikalischen Constitution und erfordert, bis sie sich in den äussern systematischen Merkmalen kund giebt, um so mehr Zeit, je grösser die Störung ist. Dem entsprechend tritt die Variabilität bei den Varietätenbastarden

schon in der ersten Generation, bei den Speciesbastarden erst in der zweiten oder einer spätern Generation ein.⁹⁾

Es giebt noch einen andern Grund für das Variiren der Bastarde in der zweiten und den folgenden Generationen. Bekanntlich sehen die Kinder zuweilen nicht den Eltern sondern den Grosseltern ähnlich, und kommen in einer spätern Generation zuweilen Merkmale zum Vorschein, die in frühern Generationen vorhanden waren, nachher aber verschwunden sind. Es werden also Dispositionen durch eine oder mehrere Generationen fortgeerbt und entwickeln sich unter günstigen Verhältnissen. Der Organismus kann gleichzeitig mehrere Dispositionen beherbergen, von denen die einen früher, die andern später, die dritten niemals zur Ausbildung gelangen. Es ist nun begreiflich, dass vor Allem aus zwei Dispositionen in den Bastard gelegt werden, die eine, dass er dem Vater, die andere, dass er der Mutter ähnlich werde. Dem entsprechend stehen die Veränderungen in der zweiten und den folgenden Generationen vorzüglich darin, dass sich Formen bilden, die einer der beiden Stammformen sehr ähnlich sind. Es giebt auch Bastarde, die in einer Generation sich der einen, in einer folgenden Generation der andern Stammart nähern, und solche, die fortwährend ihre ursprüngliche mittlere Bildung behaupten (§ 9 in der Mittheilung vom 15 Decemb.). Die beiden Disposi-

9) Ich habe eingangs erwähnt, dass Darwin die Variabilität der Bastarde von der Angegriffenheit der Geschlechtsorgane herleitet, da auch die reinen Formen, die unter unnatürlichen Verhältnissen leben, zugleich unfruchtbarer werden und stärker variiren. Mir scheint es, dass diese beiden Erscheinungen coordinirt und beide Folge der gestörten Concordanz sind. Die Störung in der vegetativen Zusammenpassung veranlasst die Pflanze zu versuchen, die verschobenen und verwirrten Organisations- und Functionsverhältnisse wieder ins Gleichgewicht zu setzen; die Störung in der sexuellen Zusammenpassung vermindert die Fruchtbarkeit.

tionen können also entweder so in ein Bastardindividuum gelegt sein, dass die eine überwiegt und allein sich ausbildet, oder so, dass die eine früher, die andere später zur Entwicklung kommt, oder endlich so, dass beide sich von Anfang an und durch alle Generationen hindurch das Gleichgewicht halten.

Es sind somit zwei allgemeine Ursachen vorhanden, warum der Bastard in der ersten oder den folgenden Generationen sich verändert: weil er die bei der hybriden Zeugung gestörte Concordanz wieder herzustellen sucht und weil er die bei dem gleichen Anlass in ihn gelegten Dispositionen ausbildet. Die Ursachen dagegen, warum auch die Bastard-Pflanzen der gleichen Generation meistens verschieden ausfallen, sind individueller Natur. Wenn einerseits die Pollenkörner, die von der Form A herkommen, und anderseits die Ovula, welche der Form B angehören, unter sich identisch wären, so müssten alle Bastarde der ersten Generation einander gleich sein, und es bestände kein Grund, warum nicht auch die der zweiten Generation unter sich gleich würden, ebenso die der dritten und der folgenden. Aber die Pollenkörner sind ungleich unter sich, ebenso die Eichen ihrerseits. Es müssen somit auch die Bastardpflanzen der ersten Generation von einander abweichen, und wenn man auch keinen Unterschied äusserlich wahrnimmt, so sind doch ihre innern Anlagen und Dispositionen ungleich und die Differenzen treten äusserlich in den folgenden Generationen hervor.

Die Ungleichheit der Pollenkörner, ebenso diejenige der Ovula geht daraus hervor, dass bei der Befruchtung durch die eigene Varietät und selbst durch das gleiche Individuum nicht alle Tochterpflanzen identisch ausfallen, sondern individuelle Verschiedenheiten an sich haben. Die Ungleichheit der Geschwister beweist uns, dass Vater und Mutter bei den verschiedenen Zeugungen sich ungleich betheiligen. Die Va-

riabilität in den Kindern muss aber um so grösser sein, je weiter die Eltern sich von einander entfernen. Eltern, die sich sehr ähnlich sehen, können nur Kinder erzeugen, die wenig verschieden sind. Weichen die Eltern weit von einander ab, so ist auch ein grosser Spielraum für die Verschiedenheit der Kinder geboten. Mit dieser theoretischen Forderung übereinstimmend finden wir im Allgemeinen die geringste Variabilität bei den Nachkommen der Bastarde von nahe stehenden Varietäten und die grösste bei den Nachkommen der Bastarde von entfernt stehenden Arten.¹⁰⁾ Bei den letztern bilden sich meist drei sehr ungleiche Varietäten, eine mittlere, welche von den beiden Stammarten ziemlich gleich weit entfernt ist, und zwei seitliche, welche sich der einen und der andern Stammart nähern.

Da in dem Art-Bastard verschiedene varietätbildende Ursachen zusammenwirken, die sich früher oder später geltend machen können, so zeigt sich in den auf einander folgenden Generationen häufig ein unsicheres Schwanken in der äussern Formbildung sowie in der Fruchtbarkeit. Die hybride Pflanze hat vor allem das Bestreben, die gestörte Concordanz in vegetativer und in reproduktiver Hinsicht wiederherzustellen; und sie setzt ihre Versuche hiezu, da dieselben von den sich ausbildenden Dispositionen gehemmt und abgelenkt werden, in verschiedenen Richtungen fort. Es gelingt ihr aber nur selten, eine genügende sexuelle Zusammenpassung zu gewinnen; daher kann zwar im Ver-

10) Man sagt häufig, dass die Varietätenbastarde variabler seien als die Speciesbastarde. Diess ist nur in gewisser Hinsicht richtig. Die erstern variiren schon in der ersten Generation, so dass oft nicht zwei Pflanzen ganz gleich sind; bei den letztern zeigt sich in der ersten Generation noch eine grosse Einförmigkeit, die Variation beginnt erst in der zweiten oder in einer noch spätern Generation. Aber bei den Speciesbastarden bewegt sich die Variation innerhalb viel weiterer Grenzen als bei den Varietätenbastarden.

laufe der Generationen die Fruchtbarkeit ab- und zunehmen, aber meistens schwindet sie bald gänzlich.

Von den Bastardzüchtern wird vielfach angegeben, dass Bastarde von Pflanzen, die schon lange in Kultur sich befinden, variabler sind als solche von Gewächsen, die eben erst aus der Wildniss geholt wurden, oder die wenigstens noch nicht lange in den Gärten leben. Diese Thatsache hat eigentlich unmittelbar nichts mit der hybriden Befruchtung zu thun. Sie erklärt sich einfach daraus, dass die seit langem in Kultur befindlichen Gewächse zum Variiren geneigter sind, ein Umstand, der von den Pflanzenzüchtern ebenfalls als ausgemacht angenommen wird und der schon von Kölreuter durch den Versuch erwiesen wurde. Derselbe giebt an, dass Kulturpflanzen, die mit ihren eigenen Pollen bestäubt werden, eine mannigfaltige, aus verschiedenen Sorten bestehende Nachkommenschaft geben.

Die grössere Neigung der Kulturpflanzen zum Variiren kann eine doppelte Ursache haben. Einmal mag bei ihnen durch eine lange Einwirkung von theilweise unnatürlichen Verhältnissen die Concordanz ernstlich gestört und daher eine Veranlassung zu innern Veränderungen gegeben sein. Wichtiger scheint mir der andere Umstand, dass bei ihnen eine Zuchtwahl entweder nicht stattfindet, oder dann bloss in einer den Kulturzwecken entsprechenden Richtung. Im wilden Zustande gehen fortwährend die beginnenden neuen Varietäten zu Grunde, indem in dem Kampfe um das Dasein nur die vortheilhafteste Varietät erhalten bleibt. Diese bildet daher durch lange Vererbung ihre Merkmale zu einer grossen Constanz aus. In der Kultur dagegen ist der Pflanze der Kampf um die Existenz erspart. Alle individuellen Veränderungen, insofern sie Samen bilden und nicht den Kulturzwecken widersprechen, haben Bestand, pflanzen sich fort, und erzeugen durch Kreuzung mit andern Abänderungen neue individuelle Modificationen. So hat also die Kultur-

pflanze aus einer doppelten Ursache die Disposition zur Varietätenbildung in sich, und es ist begreiflich, dass wenn sie sich mit einer andern Art bastardirt, diese Disposition auf den Bastard übertragen wird.

Zum Schlusse erlaube ich mir noch eine allgemeine Bemerkung über das Verfahren bei theoretischen Betrachtungen wie die vorstehende. Ich habe zur Erklärung der bei der Bastardbildung zu Tage tretenden Erscheinungen mich nicht bloss an diese äussern Erscheinungen, sondern vielmehr an die innern Eigenschaften gehalten, aus denen wir sie ableiten müssen. Diess hat nach meiner Ansicht, soweit es möglich ist, überall da zu geschehen, wo es sich um die Vergleichung von Organismen handelt. Die äussern Merkmale, die unserer sinnlichen Wahrnehmung zugänglich sind, haben gewiss einen grossen Werth, aber sie geben uns noch kein vollständiges und richtiges Bild. Sie drücken die innern und wesentlichen Eigenschaften nur mangelhaft aus. Zwei Pflanzenformen können systematisch einander ähnlich sehen und doch in Wirklichkeit weiter von einander entfernt sein, als zwei andere, die in Bau und Habitus mehr von einander abweichen. Diess gilt namentlich für Varietäten, Racen, Arten, aber auch für Gattungen und Ordnungen.

Es ist hier nicht am Platz zu erörtern, wie die wahren Eigenschaften und somit die natürlichen Verwandtschaften der genannten Formen zu bestimmen sein möchten. Bei den Bastarden müssen vorzüglich die Veränderungen studirt werden, welche sie durch eine Reihe von Generationen erfahren. Handelt es sich um das Verhältniss einer hybriden Pflanze zu ihren Stammeltern, so geben uns ihre äussern Merkmale keinen genügenden Aufschluss, abgesehen davon dass dieselben ungleich taxirt werden. Sie kann genau in der Mitte zwischen beiden Stammformen zu stehen scheinen, und doch in ihren innern Eigenschaften mehr der einen

sich nähern. Diese innern Eigenschaften müssen durch eine Reihe von Generationen auch in den äussern Merkmalen sich offenbaren. Desswegen habe ich in meiner heutigen ersten Mittheilung das Bastardirungsäquivalent, welches den Vererbungsantheil der beiden Stammformen ausdrückt, aus der Zahl der Generationen berechnet, welche bis zur vollständigen Rückkehr zu der einen und andern Art erfordert wird. Ebenso darf aus der äussern Aehnlichkeit von AB und BA nicht auf ihre Identität geschlossen und nicht die Folgerung abgeleitet werden, dass A und B gleich viel zur Bildung des Bastards beitragen, und dass es gleichgültig sei, ob A die Stelle des Vaters oder der Mutter einnehme. Die folgenden Generationen zeigen uns, dass in AB und BA innere Verschiedenheiten vorhanden sind. Es verhält sich mit diesen und andern ähnlichen Beispielen analog wie mit zwei Brüdern, die einander so unähnlich sehen, dass niemand sie als solche erkennt, während dem einen derselben ein fremder Mensch so ähnlich ist, dass man ihn für den Bruder nimmt. In den Kindern wird die wahre Verwandtschaft sichtbar, denn die Kinder der wahren Brüder haben Familieneigenthümlichkeiten (körperliche, geistige, Krankheits-Anlagen) mit einander gemein, die denen des falschen Bruders mangeln.

Die Erkenntniss dieses Grundsatzes, dass das Wesen einer Pflanzenform durch die systematischen Merkmale noch nicht vollkommen ausgedrückt wird, dass dasselbe viel mehr in den gesammten innern Eigenschaften, d. h. in der chemisch-physikalischen Constitution begründet ist, muss auch auf die Methode der Bastardirungsversuche Einfluss gewinnen, wenn diese Lehre überhaupt einen nachhaltigen Fortschritt machen soll. Man muss hier, mehr als irgend anderswo, dem äussern Schein misstrauen. Eine scheinbare Aehnlichkeit sowohl als eine scheinbare Ungleichheit muss sich erst durch ein möglichst allseitiges analoges Verhalten

bestätigen, ehe sie als sicher angenommen werden darf. Die Erzeugung eines Bastards, die Beobachtung desselben bis zur Samenbildung und die Vergleichung mit andern Formen, womit manche neuere Forscher den Versuch als beendet betrachten, sollte erst den Ausgangspunkt zu einer ganzen Reihe von Versuchen bilden, welche den Bastard zwingen, seine wahren Eigenschaften zu offenbaren. Kölreuter und Gärtner sind in dieser Beziehung die noch unerreichten Vorbilder, obgleich in unserer Zeit die Versuche mit Rücksicht auf die von den genannten Forschern bereits gewonnenen Resultate und mit Rücksicht auf die Fortschritte der Physiologie viel planmässiger und demnach erfolgreicher angestellt werden könnten.

Als Beispiel dafür, wie wichtig es ist, dass man die innern Eigenschaften nicht als durch die äussern Merkmale gegeben betrachte, sondern durch den Versuch feststelle, will ich noch eine der merkwürdigsten Erscheinungen besprechen, die an Bastarden vorkommt und die ich früher nicht erwähnt habe, weil mir die Erklärung noch zweifelhaft ist. Es giebt Bastarde von strauchartigen Gewächsen, welche in ihren äussern Merkmalen die Mitte zwischen den Stammeltern halten, aber einzelne Aeste hervorbringen, die der einen oder andern Stammart sehr ähnlich sehen. Das bekannteste und zugleich interessanteste Beispiel ist *Cytisus Adami* Poiret, entstanden aus *Cytisus Laburnum* und *C. purpureus*. Einzelne Aeste, die an dem hybriden Strauch hervorbrechen, gleichen denen vom gewöhnlichen Goldregen (*C. Laburnum*) oder denen von *C. purpureus* so sehr, dass die Beobachter sie geradezu als identisch damit erklären. Auch bringen sie Samen hervor, während *C. Adami* steril ist.

Die Frage ist nun, ob man es hier mit einem wirklichen Zurückschlagen zu den Stammarten zu thun habe. Offenbar hat die Erscheinung die grösste Analogie mit der

Thatsache, dass die Artbastarde in der zweiten oder einer folgenden Generation nicht selten sich in drei Varietäten spalten, eine mittlere und zwei den Stammeltern sehr nahekommende Formen. Die letztern sind aber nicht identisch mit den Stammarten; sie sind häufig denselben innerlich selbst nicht näher verwandt als die ursprüngliche und in ihren äussern Merkmalen mittlere Bastardpflanze, da sie bei der Fortpflanzung wieder diese mittlere Form und selbst die der andern Stammart ähnliche Varietät hervorbringen können.

Bei *Cytisus Adami* muss also erst noch durch den Versuch erwiesen werden, ob die dem *C. Laburnum* und dem *C. purpureus* ähnlichen Zweige wirklich zurückgeschlagen sind, ob aus ihren Samen (die durch Selbstbefruchtung entstanden sind) Pflanzen aufgehen, die in den systematischen Merkmalen und namentlich auch in der vollkommenen Fruchtbarkeit sich nicht mehr von den reinen Arten unterscheiden, — oder ob nur eine äussere Aehnlichkeit vorhanden ist, und ob aus den Samen Pflanzen erwachsen, die noch mehr oder weniger als hybrid sich kundgeben und vielleicht gar wieder den *Cytisus Adami* darstellen. Wenn Letzteres auch unwahrscheinlich sein sollte, so kann es nach den vorliegenden Erfahrungen doch nicht als unmöglich bezeichnet werden. Gegen ein wirkliches und vollständiges Zurückgehen spricht auch der Umstand, dass die Veränderung nicht nur ganze Aeste trifft, sondern zuweilen bloss einzelne Blüthen oder bloss einzelne Blüthenblätter oder bloss die halben Blüthenblätter, so dass also in einer Blüthentraube von *C. Adami* einzelne Blüthen von *C. Laburnum* oder *C. purpureus* auftreten, oder dass eine Blüthe, ein Kelch- oder Blumenblatt halb dem Bastard, halb einer Stammart angehört. Letzteres erinnert an die gestreiften Blumenblätter von Varietätenbastarden, an die Weinreben, welche blaue und weisse Beeren in einer Traube

und blau- und weissgestreifte Beeren tragen, an die hell- und dunkelgelb gestreiften Orangen, an die gestreiften Aepfel u. s. w. Naudin berichtet von dem Bastard der *Datura Stramonium* und *D. laevis*, dessen Fruchtkapseln auf der einen Seite stachelig, auf der andern Seite glatt waren, und dessen Samen von der stacheligen Seite die *Datura Stramonium* hervorbrachten, während aus den Samen der glatten Seite *D. laevis* aufgieng. Auch hier fragt es sich, ob ein wirklicher und vollständiger Rückschlag erfolgt sei.

Die Ermittlung durch vollkommen beweisende Versuche ist um so wünschenswerther, als es sich nicht bloss um die Frage handelt, ob eine innere Umänderung so weit erfolgen kann, dass ein Speciesbastard zu einer der erzeugenden Species wird, sondern auch, darum, ob diese Umwandlung in beliebigen Zellen eintreten und sich auf beliebige Theile des Organismus erstrecken könne. Die Beantwortung dieser Frage hat auf die Lösung eines andern allgemeinen Problems Einfluss, nämlich in wie weit die Eigenschaften der väterlichen und mütterlichen Pflanze in dem hybriden Produkt unvermittelt neben einander bestehen und in wiefern sie, nachdem sie mit einander verschmolzen waren, wieder sich trennen können, was Alles durch die Gesetze der innern Zusammenpassung bedingt wäre.
