

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

Herr Nägeli legt eine Abhandlung vor:

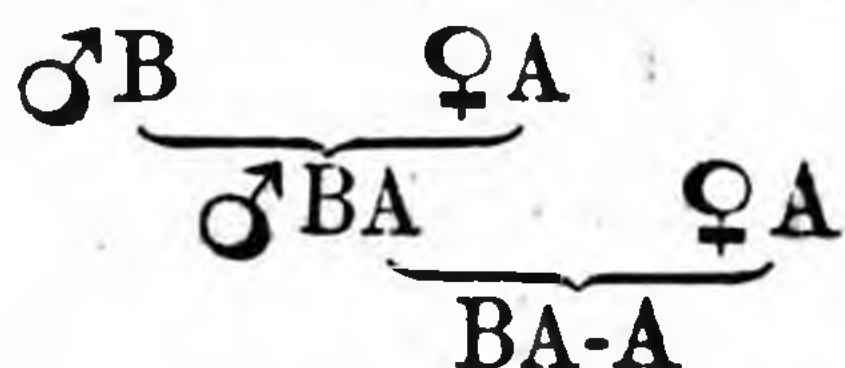
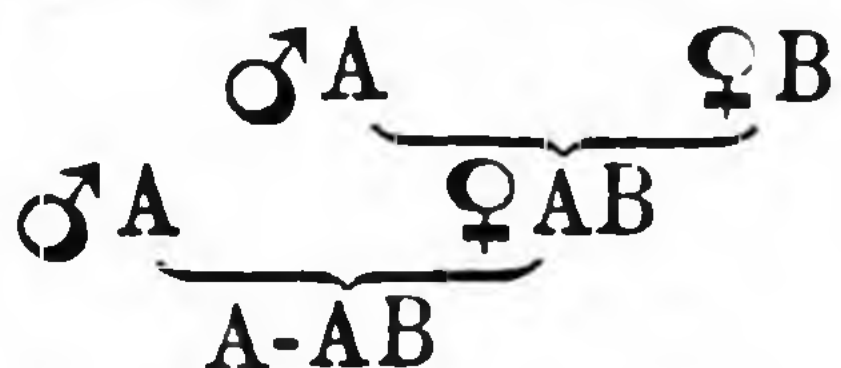
„Ueber die abgeleiteten Pflanzenbastarde“.

In meiner Mittheilung vom 15. Dezember 1865 über die Bastardbildung im Pflanzenreiche habe ich von den hybriden Formen gesprochen, welche unmittelbar aus den reinen Arten und Varietäten hervorgehen und nur insofern es nothwendig war, um die Eigenschaften dieser Hybriden besser ins Licht zu stellen, habe ich hie und da auch ihrer Abkömmlinge erwähnt. Die Fortpflanzung der Bastarde, vorzüglich die Verbindung derselben mit ihnen ungleichen Formen und das Verhalten ihrer Nachkommen, bietet einige interessante Verhältnisse dar, welche das Bild der hybriden Befruchtung vervollständigen. Diese Nachkommen der Bastarde bezeichne ich im Allgemeinen als abgeleitete Bastarde, gegenüber jenen ursprünglichen, welche bloss reine Formen als Eltern haben. Ich werde mich übrigens hier ausschliesslich an die aus Speciesbastarden abgeleiteten Formen halten, indem man über die Nachkommenschaft der Varietätenbastarde allzu wenig Sicheres weiss.

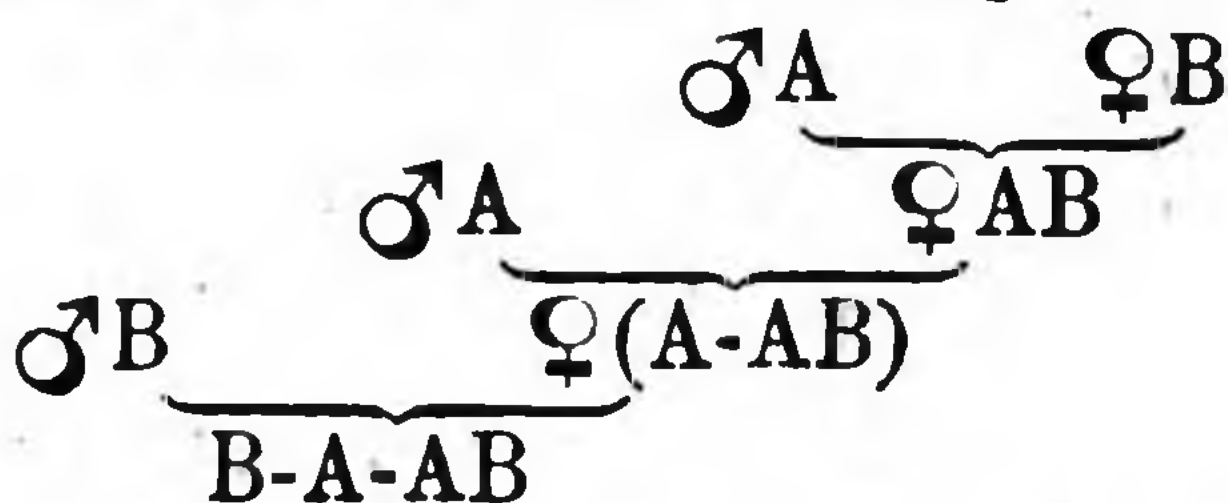
Da die vegetabilischen Artbastarde meistens zeugungsfähig und conceptionsfähig sind, so wurde die Paarung derselben mit ungleichen Formen sehr häufig ausgeführt. Vorzüglich wurde dazu eine der beiden Stammarten benutzt. Es hat aber auch schon Kölreuter in einem einzigen Bastarde 3, Gärtner 4 und endlich Wichura selbst 6 verschiedene Arten vereinigt. Man hat die Paarungen der abgeleiteten Bastarde mit reinen Arten, ursprünglichen und abgeleiteten Bastarden durch mehrere Generationen in mannigfaltigen Combinationen und Verschlingungen fortgesetzt. Leider ist aber nicht zu läugnen, dass die Versuche oft mehr aus wissenschaftlicher Neugierde, ob eine neue Combination wohl gelingen und welches Produkt sie liefern werde, als nach einem bewussten wissenschaftlichen Plane

angestellt wurden, und dass sie daher nicht so viel und oft auch nicht so sicher beweisen, als es bei richtigerer Methode der Fall sein müsste.

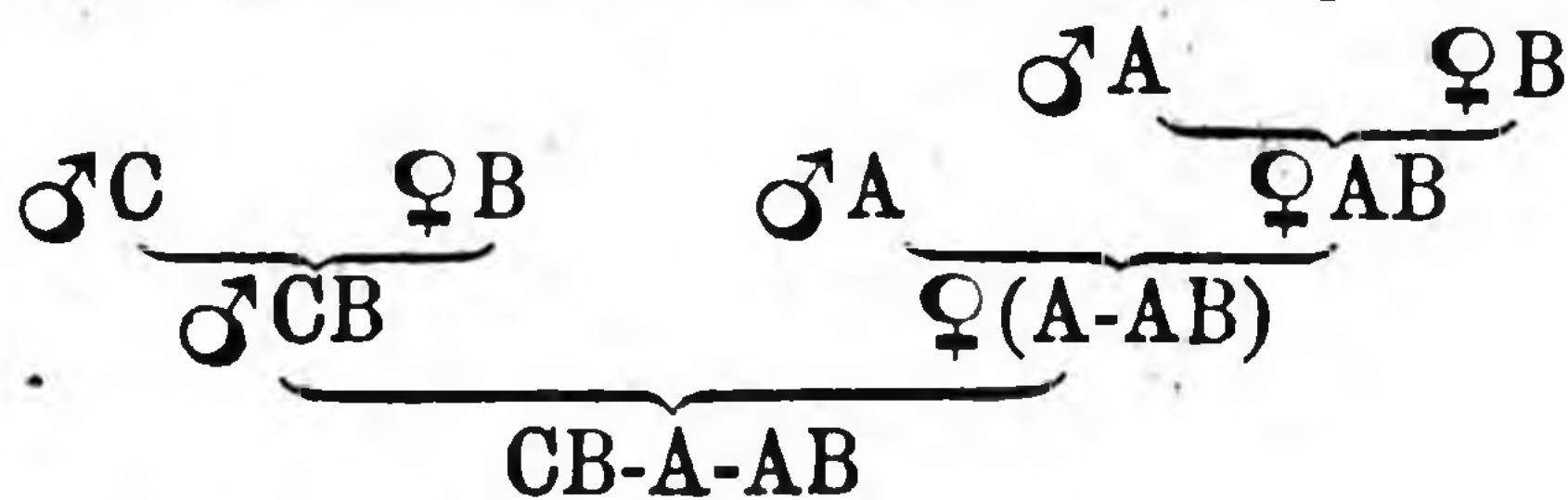
Zuerst will ich die Bezeichnungsweise dieser abgeleiteten Bastarde erörtern. Ich habe die ursprünglichen hybriden Verbindungen durch die Formeln AB und BA ausgedrückt und darin der väterlichen Pflanze die erste, der mütterlichen die zweite Stelle gegeben (§ 2 in der vorhergehenden Mittheilung). Eine consequente Anwendung dieser Regel dürfte auch die kürzesten und übersichtlichsten Abstammungsformeln für die complizirten Bastarde ergeben. So ist A—AB aus dem weiblichen einfachen Bastard AB und der männlichen Pflanze A entstanden, BA—A dagegen aus dem männlichen Bastard BA und der weiblichen Pflanze A. Die Form des Stammbaumes macht diess noch anschaulicher; er ist für die eben genannten 2 Verbindungen ¹⁾:



Die Verbindung B-A-AB ist aus dem weiblichen Bastard A-AB und der männlichen Pflanze B entsprungen:

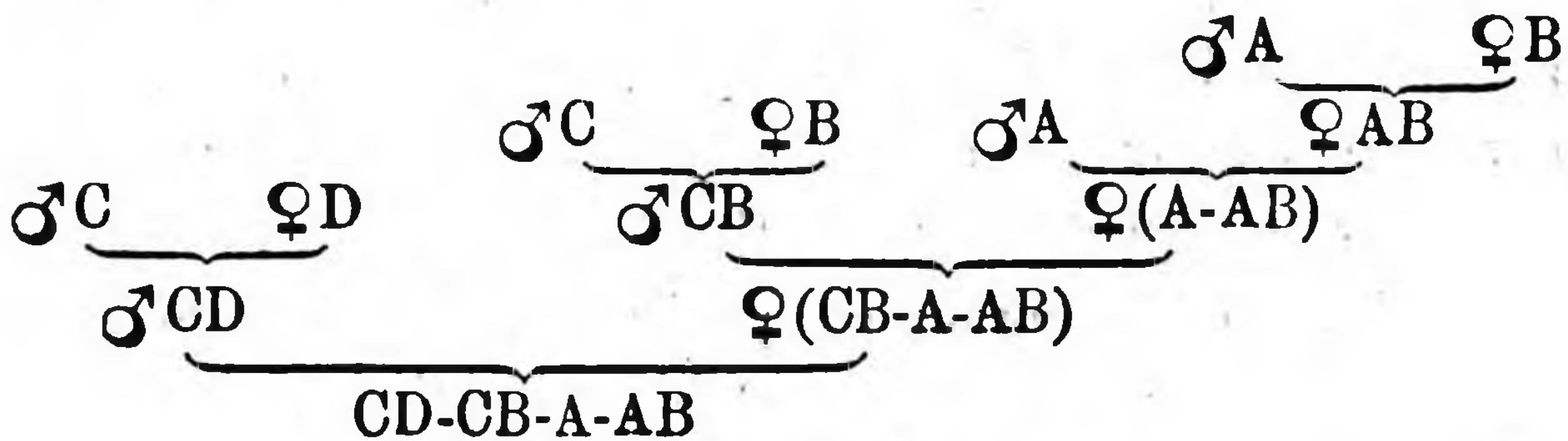


Der Bastard CB-A-AB ist aus dem weiblichen Bastard A-AB und dem männlichen CB hervorgegangen:

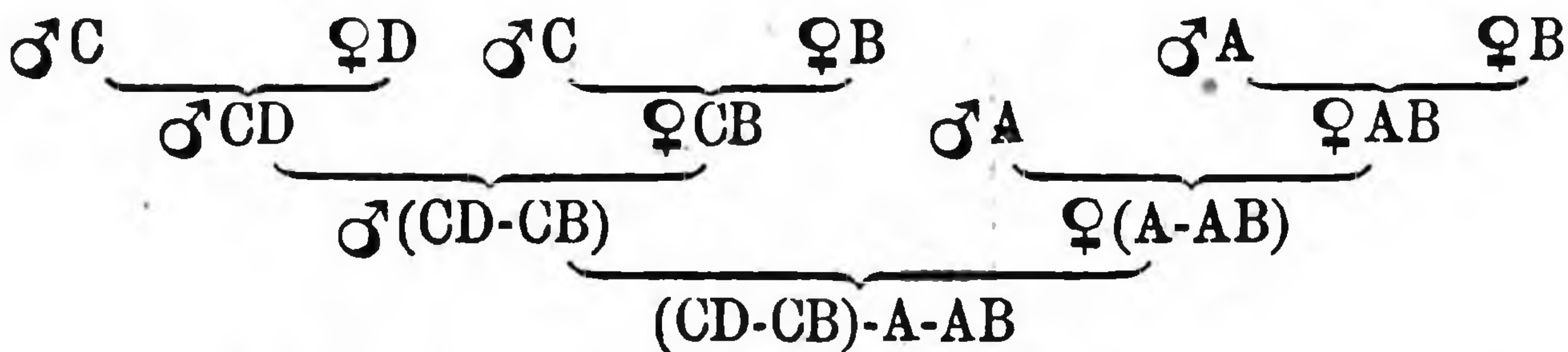


1) Das Zeichen ♂ drückt bekanntlich das männliche, ♀ das weibliche Geschlecht aus.

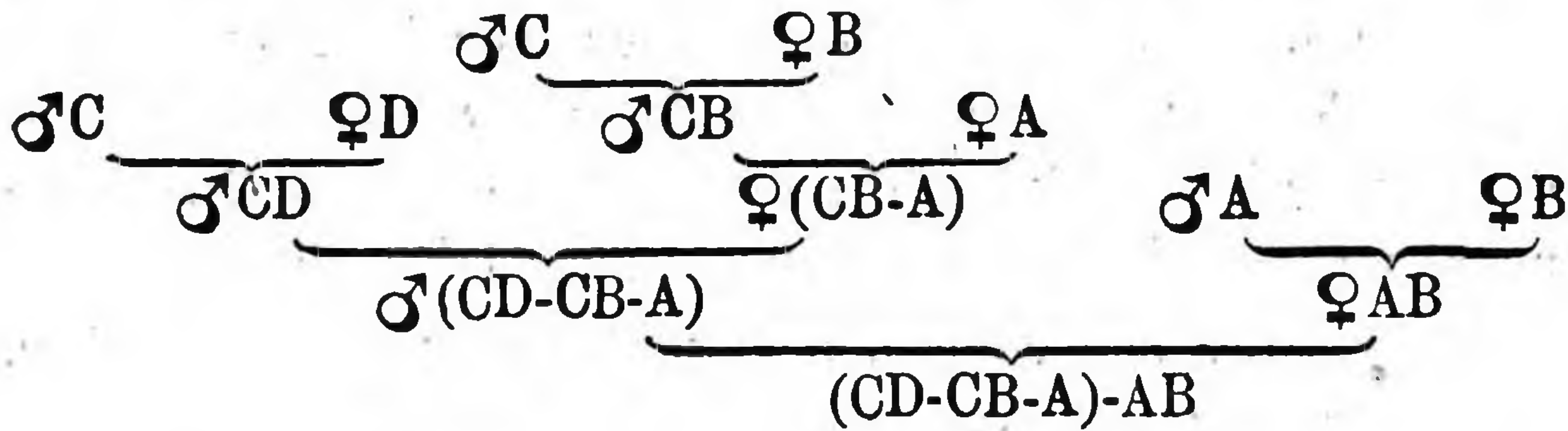
Der Bastard CD-CB-A-AB hat zur Mutter den Bastard CB-A-AB, zum Vater CD:



Die Verbindung (CD-CB)-A-AB ist aus dem männlichen Bastard CD-CB und aus dem weiblichen A-AB entstanden:



Die Verbindung (CD-CB-A)-AB ist aus dem männlichen Bastard CD-CB-A und aus dem weiblichen AB entsprungen:



Man könnte die drei letztgenannten Verbindungen, auch folgendermassen schreiben, was mir aber weniger empfehlenswerth scheint

$$\begin{aligned} &(\text{CD}) \{ (\text{CB}) [\text{A} (\text{AB})] \} \\ &[\text{CD} (\text{CB})] [\text{A} (\text{AB})] \\ &\{ (\text{CD}) [(\text{CB}) \text{A}] \} (\text{AB}) \end{aligned}$$

Es ist leicht, sich in den Formeln, wie ich sie vorschlage, zu orientiren, wenn man sich an die Regel hält, dass in der ganzen Verbindung der einfache oder zusammengesetzte Ausdruck links den Vater, der Rest die Mutter bei der letzten Zeugung darstellt, und dass das Nämliche für jeden zusammengesetzten Ausdruck gilt.

Die Abstammung der complizirten Bastarde wurde von den verschiedenen Autoren in verschiedener Weise ausgedrückt, wobei bald die Uebersicht und Verständlichkeit, bald die Einfachheit und Bequemlichkeit beeinträchtigt waren. Kölreuter baut seine Formeln nach folgendem Beispiel auf:

$$\text{Nicotiana} \left\{ \begin{array}{l} \text{rustica } \text{♀} \\ \text{paniculata } \text{♂} \end{array} \right\} \text{♀} \left\{ \begin{array}{l} \text{rustica } \text{♀} \\ \text{paniculata } \text{♂} \end{array} \right\} \text{♀} \left\{ \begin{array}{l} \text{paniculata } \dots \text{♂} \end{array} \right\} \text{♀} \left\{ \begin{array}{l} \text{paniculata } \dots \text{♂} \end{array} \right\}$$

In dieser Gestalt sind die Formeln sehr übersichtlich, aber für die Schrift und den Druck weitläufig und unbequem. Nach meiner Bezeichnungsweise würde ich sagen: der Bastard von *Nicotiana rustica* (R) und *N. paniculata* (P) nach der Abstammungsformel P-P-PR-PR.

Gärtner bezeichnet den einfachen Bastard durch einen zusammengesetzten Namen, in welchem die mütterliche Pflanze die erste, die väterliche die zweite Stelle einnimmt. *Geum urbano-rivale* ist aus der Befruchtung von *Geum urbanum* durch *G. rivale* entstanden. Die sogenannten väterlichen Bastarde, d. h. solche, welche aus der Befruchtung des einfachen Bastards durch den Vater gefallen sind, bezeichnet er nach dem Grade z. B. als *Dianthus barbato-carthusianorum*², *D. barbato-carthusianorum*³, nach meiner Bezeichnung C-CB und C-C-CB. Ein

sogenannter mütterlicher Bastard dagegen ist *Mirabilis Jalapolongifloro-Jalapa*, nach meiner Bezeichnung J-LJ²). Für sehr complizirte Vereinigungen, wo die Namen unaussprechbar werden, sagt Gärtner z. B. *Nicotiana rusticopaniculato-angustifolia* befruchtet durch *rusticoangustifolio-rustica* oder *Lobelia cardinalifulgenti-fulgens* befruchtet durch *fulgenticardinalifulgentisyphilitica*. Doch würde dieses Aushilfsmittel für eine noch weiter gehende Zusammensetzung nicht mehr ausreichen, denn dieselbe hiesse *Lobelia (cardinalifulgenti-fulgenti)-(fulgenticardinali-fulgentisyphilitica)* befruchtet durch x. Ich sage statt dessen: der Bastard von *Nicotiana rustica* (R), *N. paniculata* (P) und *N. angustifolia* (A) nach der Abstammungsformel

$$(R-AR)-A-PR$$

und der Bastard von *Lobelia cardinalis* (C), *L. fulgens* (F) und *L. syphilitica* (S) nach der Formel

$$(SF-CF)-F-FC.$$

Wichura macht die Abstammung seiner complizirten Weidenbastarde theils in der Form von Stammbäumen übersichtlich, theils drückt er sie durch Formeln von folgendem Bau aus:

♀ *Salix* { ♀ [♀ (*Lapponum* + *Silesiaca*) + ♂ (*purpurea* + *viminalis*)] + ♂ (♀ *caprea* + ♂ *daphnoides*) } + ♂ *daphnoides*.

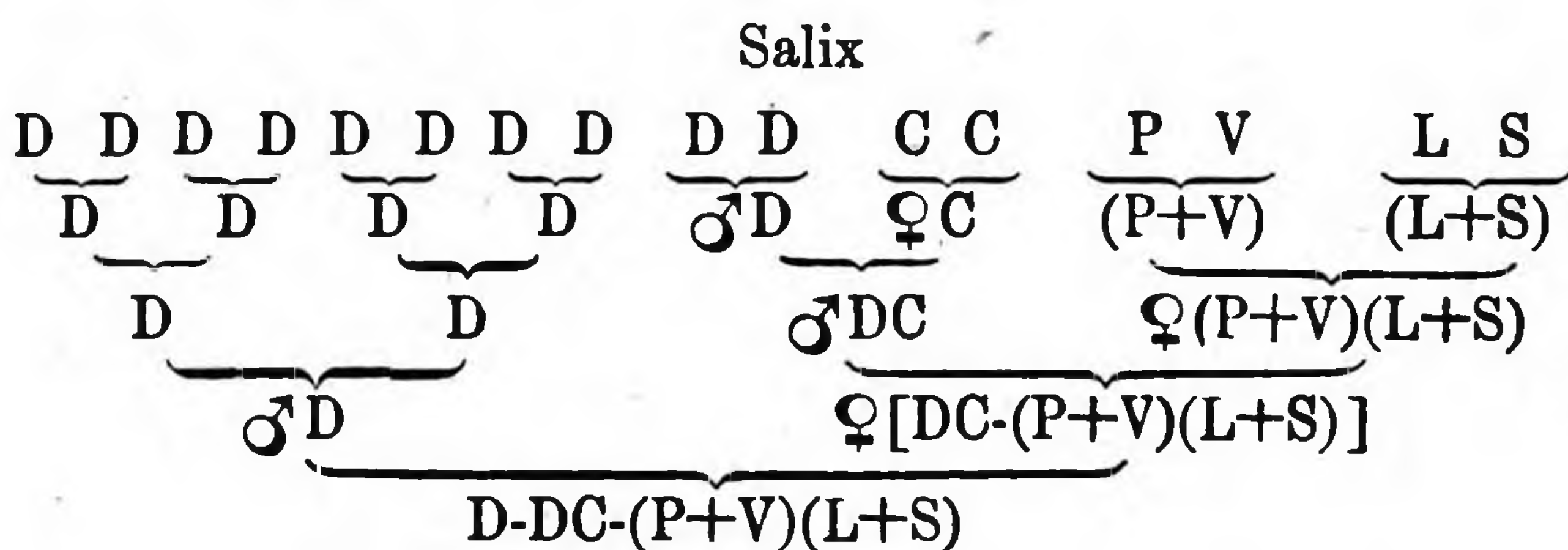
Diese Formeln, besonders wenn sie noch die verschie-

2) Der Name väterliche und mütterliche Bastarde scheint mir in dieser Beschränkung nicht glücklich gewählt. Denn ein väterlicher oder mütterlicher Bastard, freilich mit anderer Abstammungsformel, wäre doch auch die aus der Befruchtung der väterlichen oder mütterlichen Pflanze durch den Bastard hervorgegangene Verbindung. Für die oben genannten Beispiele sind es die analogen Verbindungen CB-C, (CB-C)-C und LJ-J.

denen Bezeichnungen (Spont., Art., und die Autoren), die ihnen der Verfasser beigelegt hat, enthalten, machen immer viel Kopfzerbrechen, bis man sie enträthelt hat, während die Stammbäume zwar sehr übersichtlich, aber für Druck und Schrift weitschweifig sind. Nach meiner Bezeichnungsweise würde ich sagen; der Bastard von *Salix Lappinum* (L), *S. Silesiaca* (S), *S. purpurea* (P), *S. viminalis* (V), *S. daphnoides* (D) und *S. caprea* (C) nach der Abstammungsformel

D-DC-(P+V) (L+S).

Ich bemerke hiezu, dass P+V und L+S zwei wildwachsende Bastarde sind, bei denen es unbekannt ist, welche der beiden Arten Vater und welche Mutter war. Desswegen fehlen in der Formel von Wichura die Zeichen ♀ und ♂, und erscheinen in der meinigen die Zeichen +. Der Stammbaum dieses zusammengesetzten Bastards ist folgender, wenn wir für alle Factoren mit der gleichen Generation beginnen:



immer von zwei sich verbindenden Pflanzen jede gleichviel zur Bildung des Bastards beiträgt. Man hätte dann z. B. für folgende Bastarde folgende Erbschaftsformeln:

AB	$\frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B$
A-AB	$\frac{3}{4} A + \frac{1}{4} B$
A-A-AB	$\frac{7}{8} A + \frac{1}{8} B$
AC-BC	$\frac{1}{4} A + \frac{1}{2} C + \frac{1}{4} B$
(AC-BC)D	$\frac{1}{8} A + \frac{1}{4} C + \frac{1}{8} B + \frac{1}{2} D$
AC-BC-D	$\frac{1}{4} A + \frac{3}{8} C + \frac{1}{8} B + \frac{1}{4} D$
(A-C-BA)-CD	$\frac{5}{16} A + \frac{3}{8} C + \frac{1}{16} B + \frac{1}{4} D$

In dieser vollkommen rationellen Weise hat Wichura für die bestimmte Voraussetzung die Erbschaftsformeln entwickelt.

Ich habe in der vorhergehenden Mittheilung gesagt (§ 7), und ich werde sogleich noch darauf zurückkommen, dass eine Art zuweilen einen merklich grössern Einfluss bei der Erzeugung hybrider Verbindungen ausübt als eine andere, und dass vielleicht sogar in allen Fällen der Antheil der beiden elterlichen Formen etwas ungleich ist. Wir können also sicher in manchen und vielleicht in allen Fällen die Natur des Bastardes AB nicht durch die Erbschaftsformel $\frac{1}{2} A + \frac{1}{2} B$ ausdrücken. Vielleicht wäre die richtige Formel $\frac{3}{5} A + \frac{2}{5} B$ oder $\frac{4}{7} A + \frac{3}{7} B$ etc., aber wir wissen darüber meistens nichts Genaueres. Unter diesen Umständen scheint mir das richtigere Verfahren folgendes.

Wenn die beiden Arten A und B sich hybrid verbinden, so ist jede in dem Produkt mit einer eigenthümlichen Quantität vertreten, was wir durch a und b ausdrücken und die Bastardirungsäquivalente nennen können. Die Erbschaftsformel ist somit $a + b$. Verbindet sich der Bastard AB mit A, so hat das Produkt die Formel $3a + b$ d. h. der Antheil der Stammart A verhält sich zu dem von B

wie drei Aequivalente der erstern zu Einem der zweiten ($3a : b$). Den auf einander folgenden Generationen des durch wiederholte Befruchtung mit einer der beiden Stammarten zurückkehrenden Bastards entsprechen daher folgende Formeln:

Generation	Abstammungsformel	Erbschaftsformel ³⁾
I.	AB	$a + b$
II.	A-AB	$3a + b$
III.	A-A-AB oder 2A-AB	$7a + b$
IV.	A-A-A-AB „ 3A-AB	$15a + b$
V.	A-A-A-A-AB „ 4A-AB	$31a + b$
VI.	A-A-A-A-A-AB „ 5A-AB	$63a + b$
VII.	A-A-A-A-A-A-AB „ 6A-AB	$127a + b$

3) Ich habe hiezu noch zwei Bemerkungen zu machen. Die erste betrifft die mathematische Konstruktion der Formeln. Ich setzte den Antheil, den der Bastard von Vater und Mutter geerbt hat, oder vielmehr das Aequivalent dieses Antheils als Additionsgrösse an, wie man etwa sagt, dass die Mischlinge zwischen Europäern und Negern $\frac{1}{2}$ weisses und $\frac{1}{2}$ schwarzes oder $\frac{3}{4}$ weisses und $\frac{1}{4}$ schwarzes Blut etc. vereinigen. Der richtige mathematische Ausdruck wäre wohl $F(a, b)$, $F(3a, b)$, $F(7a, b)$, d. h. eine noch unbestimmte Function aus den Grössen a und b , $3a$ und b , $7a$ und b u. s. w.

Die andere Bemerkung betrifft die Coeffizienten 3, 7, 15, 31 der Bastardirungsäquivalente in obigen Formeln. Wenn zwei Individuen der gleichen Varietät mit einander sich bastardiren, so wirken sie natürlich, abgesehen von individuellen Verschiedenheiten, in gleichem Maasse bei der Erzeugung des Bastards. Wenn dagegen zwei Individuen verschiedener systematischer Formen (A und B) sich verbinden, so verhalten sich die Antheile, die sie am Produkt haben, abgesehen von den individuellen Abweichungen, wie $a : b$. Der Bastard AB hat die Erbschaftsformel $a + b$, und in analoger Weise müssten wir einem Produkte von zwei Pflanzen der Form A die Abstammungsformel AA und die Erbschaftsformel $a + a$ geben. Verbindet sich nun AB mit A oder, um eine vollkommene Analogie

Ich habe in § 7 der vorhergehenden Mittheilung angegeben, dass nach den Erfahrungen Gärtner's einige Bastardformen nach einer ungleichen Zahl von Generationen zu der einen und andern Stammart zurückkehren, wenn sie fortwährend mit dem Pollen der letztern bestäubt werden. Ich habe zugleich bemerkt, dass man daraus die Grösse der Bastardirungsäquivalente berechnen könne und rücksichtlich der Berechnung hieher verwiesen. Es gehe der Bastard AB nach 4 Generationen vollständig in A, nach 6 Generationen in B über. Damit sagen wir, es ist die hybride Form mit der Abstammungsformel 3 A-AB und der Erbschaftsformel $15a + b$ der Stammart A so ähnlich geworden, dass man sie von ihr nicht mehr unterscheiden kann; und eine eben solche Aehnlichkeit mit der Stammart B hat die andere hybride Form, deren Abstammungsformel 5 B-AB und deren Erbschaftsformel $63b + a$ ist, erlangt. Es ist also b neben $15a$ und ebenso a neben $63b$ verschwindend klein; daraus erhalten wir die Gleichung

$$\frac{b}{15a} = \frac{a}{63b}$$

somit $63b^2 = 15a^2$ oder $b\sqrt{63} = a\sqrt{15}$; also nahezu $8b = 4a$ und $2b = a$. Mit Worten: der Bastard AB hat von A doppelt so viel geerbt als von B.

Auf gleiche Weise lassen sich die Bastardirungsäquivalente für alle übrigen Fälle, wo man das Zurückkehren zu den beiden Stammarten beobachtet hat, berechnen. Ich stelle die Ergebnisse in der folgenden Tabelle zusammen:

der Generation zu haben, mit AA (was natürlich dasselbe ist), so bedingt der Theil a des Bastards einen gleichen Theil a der reinen Pflanze AA und sein Theil b bedingt den ihm äquivalenten Theil a von AA. Die Erbschaftsformel von A-AB ist demnach $3a + b$. In gleicher Weise werden die übrigen Formeln abgeleitet.

Zahl der Generationen, welche erforderlich sind			Verhältniss der Bastardirungs- äquivalente	
	zur Rückkehr zu A	zur Rückkehr zu B		
1)	3	3	$b = a$	
2)	5	5	$b = a$	
3)	4	4—5	$b = a \sqrt[15]{23}$	nahezu $b = \frac{4}{5} a$
4)	4	5	$b = a \sqrt[15]{31}$	„ $b = \frac{7}{10} a$
5)	3	4	$b = a \sqrt[7]{15}$	„ $b = \frac{7}{10} a$
6)	4	6	$b = a \sqrt[15]{63}$	„ $b = \frac{1}{2} a$
7)	3	4	$b = a \sqrt[7]{31}$	„ $b = \frac{1}{2} a$

Wie 1 verhalten sich *Malva mauritiana* Lin. und *M. sylvestris* Lin., wie 2 *Dianthus barbatus* Lin. und *D. chinensis* Lin.; wie 3 verhalten sich *Oenothera nocturna* Jacq. (B) und *Oe. villosa* Thunb. (A); wie 4 und 5 *Nicotiana paniculata* Lin. (B) und *N. rustica* Lin. (A); wie 5 *Lychnis vespertina* Sibth. und *L. diurna* Sibth., ferner *Aquilegia atropurpurea* Willd. und *A. canadensis* Lin.; wie 6 und 7 *Dianthus barbatus* Lin. und *D. superbus* Lin., ferner *Dianthus chinensis* Lin. und *D. Caryophyllus* Lin. Ich habe hiebei von den zwei mit einander verglichenen Arten immer diejenige mit dem kleinern Bastardirungsäquivalent vorangestellt. Die Beispiele sind alle den Versuchen Gärtner's entnommen.

Die richtige Bestimmung der Bastardirungsäquivalente hängt von der richtigen Bestimmung der Generationenzahl ab, welche erfordert wird, um den Bastard in die eine und die andere Stammart überzuführen. Es giebt dafür zwei Fehlerquellen. Einmal verhalten sich die verschiedenen Bastardindividuen etwas verschieden, und es ist daher wünschbar, dass nicht nur eine, sondern mehrere zurückkehrende Reihen beobachtet werden. Ferner gestattet die subjektive Auffassung, ob eine hybride Form schon bei der Stammart angelangt sei oder nicht, ebenfalls einigen Spielraum. —

Doch ist diese Methode, um den Einfluss der beiden Stammarten bei der Bastardbildung zu ermitteln, weitaus genauer als die Schätzung nach dem Aussehen des Bastards. Bei letzterer hat die subjective Auffassung einen viel grössern Spielraum, und überdem können wichtige innere Eigenschaften durch äussere Merkmale verdeckt sein, welche das Urtheil irreführen. Diese inneren Merkmale müssen sich aber bei der Umwandlung der hybriden Pflanze geltend machen.

Eine weitere Frage, betreffend das Bastardirungsäquivalent wäre die, ob es in den Verbindungen mit verschiedenen Arten constant bleibt oder ob es ungleiche Grössen darstellt. Zwei Arten M und N bastardiren sich, die Aequivalente sind m und n; M bastardirt sich auch mit O, die Aequivalente sind m und o. Es fragt sich nun, ob in der hybriden Verbindung von N mit O die Aequivalente die nämlichen seien wie n und o, die schon durch die andern Bastardirungen bestimmt sind. Wäre diess der Fall, so würden sich die Bastardirungsäquivalente unter einander verhalten wie die chemischen Aequivalente. Doch spricht schon zum Voraus die Wahrscheinlichkeit dagegen. Es lässt sich ferner aus den Angaben Gärtner's über die Generationenzahl, welche für die Rückkehr der verschiedenen *Dianthus*-Bastarde zu ihren Stammarten erforderlich ist, durch Rechnung zeigen, dass eine Art gegenüber verschiedenen andern Arten nicht das nämliche Aequivalent behauptet. Ich will die Rechnung, die sich nicht kurz abthun lässt, hier nicht ausführen, da der Gegenstand ein geringeres unmittelbares Interesse und vorerst auch keine weitere Anwendung für andere Fragen gewährt.

Es ist leicht aus der Abstammungsformel eines aus zwei Arten zusammengesetzten Bastards die Erbschaftsformel zu entwickeln. Ich füge hier einige Beispiele bei.

[1866. I. 1.]

Abstammungsformel Erbschaftsformel

AB	a + b
B-A-AB	3a + 5b
A-AB-B	5a + 3b
AB-A-B-AB	9a + 7b
B-(AB-A)-AB	5a + 11b
A-AB-AB-B	11a + 5b

Ich habe die Beispiele so gewählt, dass wie Gärtner sagt, die beiden Factoren in gleicher Zahl darin vertreten sind. In der That kommt in dem ersten Beispiel A und B je einmal, in dem zweiten und dritten je zweimal, in den drei letzten je dreimal vor. Gärtner schliesst daraus, dass diese Verbindungen gleich sein müssen, weil an ihnen A und B gleichen Theil haben. Die Erbschaftsformeln zeigen, wie unrichtig dieser Schluss war. Diese irrthümliche Anschauungsweise ist bei verschiedenen Angaben Gärtner's in Anschlag zu bringen, und dafür die nöthige Correctur anzuwenden. Ich will zum Beweis einen bestimmten Fall anführen.

Gärtner sagt, die typische Uebermacht der *Nicotiana paniculata* spreche sich in dem Bastard *Nicotiana rusticopaniculato-paniculata* ♀ — *rustica* ♂ aus, indem bei gleicher Anzahl der beiden Factoren (d. h. *rustica* und *paniculata*) keine völlige *N. rustico-paniculata* sondern ein der *paniculata* näher stehender Typus entstanden sei. Der Bastard hat nach meiner Bezeichnungsweise die Abstammungsformel R-P-PR und somit die Erbschaftsformel $5r + 3p$. Er kann also unmöglich der einfachen Verbindung PR gleich sein, welcher die Erbschaftsformel $r + p$ hat.

Dieses Beispiel zeigt aber, wie wichtig in der Lehre von der Bastardbildung die richtige Anwendung der Erbschaftsformel ist, d. h. die richtige Bestimmung des Antheils, den die Stammformen an der hybriden Verbindung haben. Wenn

man mit diesem Criterium die so zahlreichen Angaben von Kölreuter und Gärtner über die ursprünglichen und abgeleiteten Bastarde von *Nicotiana rustica* und *N. paniculata* mit einander vergleicht, so findet man zwar manche scheinbare Widersprüche, so dass man zunächst geneigt ist, an Irrthümer bei der Bestimmung oder an Verwechslungen bei den durch viele Jahre sich hinziehenden Versuchen zu denken. Da der vorhin genannte Gärtner'sche Bastard mit der Erbschaftsformel $5r + 3p$ der *N. paniculata* ähnlicher war als der *N. rustica*, so könnte man daraus schliessen wollen, dass *N. paniculata* ein starkes Uebergewicht über *N. rustica* habe, denn $3p > 5r$; während aus den zurückkehrenden Bastardformen, wie ich früher zeigte, die Gleichung $10p = 7r$ folgt. Indessen muss man mit der Bestimmung des Erbschaftsantheils aus der Aehnlichkeit der Bastarde sehr vorsichtig sein, da, wie ich schon gesagt habe, innere Eigenschaften vorhanden sein können, welche mit den äussern Merkmalen in Widerspruch stehen und welche die eigentliche Verwandtschaft bedingen. Dieselben bleiben oft in einzelnen Generationen verborgen und geben sich erst in andern durch die äussern Merkmale kund. — Dass bei der hybriden Befruchtung von *Nicotiana rustica* mit *N. paniculata* die erstere das Uebergewicht hat, geht auch aus verschiedenen Angaben Kölreuter's hervor. So fand er constant, dass die Verbindungen mit der Erbschaftsformel $3r + p$, nämlich R-PR und R-RP ziemlich fruchtbar, die Verbindungen mit der Erbschaftsformel $3p + r$, nämlich P-PR und P-RP dagegen fast ganz unfruchtbar waren.

Besondere Schwierigkeiten bieten sich bei der Entwicklung der Erbschaftsformeln für Bastarde von 3 und mehreren Arten dar, da das Verhältniss der Bastardirungsäquivalente unbekannt ist. Ich habe bereits bemerkt, dass wenn zwischen A und B und zwischen A und C die Ver-

hältnisse $a:b$ und $a:c$ bestehen, das Verhältniss zwischen B und C nicht etwa $b:c$ sein wird. Wir dürfen also aus der Abstammungsformel C-AB nicht die Erbschaftsformel $a + b + 2c$ ableiten, denn C verbindet sich mit A in AB durch einen andern Antheil als mit B. Die Formel muss somit durch $a + b + c + c'$ ausgedrückt werden, worin c' das Bastardirungsäquivalent von C in Verbindung mit B bedeutet. — Mit dem eben genannten Bastard verbinde sich D zu einem sogenannten quaternären Bastard. Die Aequivalente von D seien in den Verbindungen mit A, B und C gleich d, d' und d'' . Ist die Abstammungsformel D-C-AB, so wird die Erbschaftsformel $a + b + c + c' + d + d' + d'' + d'' \frac{c'}{c}$. Für andere Abstammungsformeln der quaternären Bastarde werden die Erbschaftsformeln noch viel verwickelter.

Es ist überflüssig, dass ich auf solche verwickelte Verhältnisse eintrete, ebenso dass ich noch von den quinären und senären Bastarden spreche, deren Erbschaftsformeln Ausdrücke von nicht zu bewältigender Complication darstellen. Es war mir nur darum zu thun, einerseits zu zeigen, auf wie unsichern theoretischen Grundlagen die Beurtheilung der aus 3 und mehr Species zusammengesetzten Bastarde ruht, und ferner auf den Schlüssel hinzuweisen, der uns über manche Angaben betreffend diese Bastarde Aufschluss giebt, welche nach der gewöhnlichen Annahme der gleichen Betheiligung verschiedener Species bei der Bastardbildung sich nicht erklären lassen⁴⁾.

4) Für Letzteres möge hier ein Beispiel folgen. Wichura vergleicht folgende zwei Weidenbastarde mit einander: Salix [$\text{♀} (\text{♀} \text{viminalis} + \text{♂} \text{daphnoides}) + \text{♂} \text{caprea}$] und Salix [$\text{♀} (\text{♀} \text{caprea} + \text{♂} \text{daphnoides}) + \text{♂} (\text{♀} \text{viminalis} + \text{♂} \text{caprea})$] Dieselben haben nach seiner Annahme ganz die gleichen Erbschafts-

Die abgeleiteten Bastarde bestätigen im Allgemeinen alle Regeln, welche aus dem Verhalten der einfachen Bastarde festgestellt wurden; nur dass die Ausnahmen und Abweichungen bei jenen noch häufiger auftreten als bei diesen, dass also die Regeln sich innerhalb weiterer Grenzen bewegen. Es ist vor Allem hervorzuheben, dass ein Bastard, vorausgesetzt dass er fruchtbar ist, die hybride Befruchtung mit einem andern Bastard oder mit einer reinen Form in gleicher Weise vollzieht, wie es die reinen Formen unter einander thun, und dass er mit allen seinen Eigenthümlichkeiten auf die Bildung der neuen Verbindung in gleicher Weise einwirkt, wie es eine reine Form thut. Nur ist im Auge zu behalten, dass der Bastard in bestimmten Dingen wesentlich von den reinen Formen verschieden ist, und dass daher auch seine Abkömmlinge von den Bastarden der reinen Formen sich gewissermaassen unterscheiden müssen.

Die Verbindung zwischen den Bastarden erfolgt gemäss ihrer sexuellen Affinität, welche verschieden ist von der systematischen oder äussern und der chemisch-physikalischen oder innern Verwandtschaft. Wie zuweilen zwei reine Formen

formeln nämlich $\frac{1}{4}$ daphnoides + $\frac{1}{4}$ viminalis + $\frac{1}{2}$ caprea. Er giebt aber an, dass sie keineswegs gleich seien. Nach meiner Bezeichnungsweise hat die erste Verbindung die Abstammungsformel C-DV, die zweite CV-DC. Die Erbschaftsformel für die erstere ist $c + c' + d + v$; d und v sind nämlich die Bastardirungsäquivalente zwischen D (daphnoides) und V (viminalis), d und c die Aequivalente zwischen D und C (caprea), v und c' zwischen V und C. — Die Erbschaftsformel für CV ist $c' + v$, diejenige für DC ist $d + c$ und die Erbschaftsformel von CV-DC vereinigt die Aequivalente $c + c + c' + c' + d + d \frac{c'}{c} + v + v \frac{c}{c'}$. Sie ist daher eine andere als die Formel für C-DV, und es können die beiden zusammengesetzten Bastarde nicht gleich sein.

A und B leicht sich zu AB, aber schwer zu BA verbinden, so kommt es auch vor, dass zwei Bastarde $A + B$ und $C + D$ sich leichter zu $(A+B)(C+D)$ als zu $(C+D)(A+B)$ vereinigen.

Dieses Gesetz tritt aber bei der Befruchtung der Bastarde unter einander und mit reinen Arten nicht so deutlich hervor, weil ihre Sexualorgane in ungleichem Maasse geschwächt sind. Wir können die geschlechtliche Verwandtschaft verschiedener Pflanzen zu einander nur dann aus den Befruchtungserfolgen entnehmen, wenn ihre Fortpflanzungswerkzeuge einen annähernd gleichen Grad der Vollkommenheit besitzen. Ist diess nicht der Fall, so giebt die Lebenskräftigkeit der Sexualorgane, nicht die Verwandtschaft den Ausschlag. Desswegen wird der Bastard $A + B$ leichter durch A oder durch B, selbst leichter durch eine verwandte andere Art C befruchtet als durch sich selbst. Wenn man also auf die Narben des Bastards zugleich eigenen Pollen und solchen von A, B oder C bringt, so erhält man nicht etwa die Verbindung $(A+B)(A+B)$ sondern A $(A+B)$ oder B $(A+B)$ oder C $(A+B)$. Ebenso wird A $(A+B)$ leichter durch A bestäubt als durch sich selbst, und giebt also eher Samen von der Form A-A $(A+B)$ als von A $(A+B)$ -A $(A+B)$.

Es ist ferner häufig der Fall, dass der Bastard $A+B$ sich durch A oder B befruchten lässt, während er selber weder A noch B zu befruchten vermag. Auch diese Erscheinung dürfte nur in den seltensten Fällen ihren Grund in einer ungleichen geschlechtlichen Affinität haben, meistens aber in dem Umstande, dass die männlichen Organe von $A + B$ mehr geschwächt sind als die weiblichen.

Der grössern Neigung des Bastards, sich mit einer verwandten reinen Form als mit sich selbst zu verbinden, entspricht natürlich auch eine reichlichere Samenbildung bei dieser Verbindung. Bestäubt man die Narben von $A + B$ mit einer überflüssigen Menge Pollen, so wird eine grössere

Menge von Eichen befruchtet, wenn der Pollen von A oder B als wenn er von $A + B$ genommen wurde.

Die Fruchtbarkeit der abgeleiteten Bastarde, d. h. ihre Fähigkeit, zu befruchten und befruchtet zu werden, ist im Allgemeinen um so geringer, je mehr sie genaue Mittelbildungen sind, um so grösser, je mehr sie sich in ihrer Erbschaftsformel einer Stammart nähern. Desswegen ist die Verbindung $A(A+B)$ fruchtbarer als $A + B$, aber unfruchtbarer als $A-A(A+B)$. Wenn also ein einfacher Bastard $(A+B)$ durch wiederholte Befruchtung mit einer der beiden Stammarten in diese zurückgeführt wird, so nimmt die Fruchtbarkeit mit jeder folgenden Generation zu, wie auch die Pflanzen mit jeder Generation der Stammart ähnlicher werden. Bemerkt man keinen Unterschied mehr zwischen der hybriden Verbindung und der reinen Art, so so hat jene auch nahezu oder ganz die vollkommene Fruchtbarkeit wieder erlangt, was bei verschiedenen Speciesbastarden bald schon mit der dritten bald erst mit der siebenten Generation eintritt. — Kölreuter berichtet, dass der zurückkehrende Bastard von *Nicotiana rustica* und *N. paniculata* mit der Abstammungsformel $P-P-P-PR$ oder $3P-PR$ gar keine merkliche Differenz von *Nicotiana paniculata* erkennen liess, dass er aber noch nicht die vollkommene Fruchtbarkeit in den männlichen Organen erreicht hatte, indem der Pollen neben anscheinend normalen noch einige wenige verkümmerte Körner enthielt. Die Erbschaftsformel ist $15p + r$. — Die folgende Generation, abermals durch Befruchtung mit *N. paniculata* erhalten, mit der Abstammungsformel $4P + PR$ und der Erbschaftsformel $31p + r$ war in vegetativer und reproduktiver Beziehung identisch mit *N. paniculata*.

Doch gilt die Regel, dass der Bastard $A(A+B)$ fruchtbarer sei als $A + B$, und $2A(A+B)$ fruchtbarer als $A(A+B)$ nicht unter allen Umständen. Es giebt zwei Ursachen für

die nicht seltenen Ausnahmen. Die eine besteht darin, dass die Form $A-AB$ in der Regel unfruchtbarer ist als $A-BA$ und ebenso $2A-AB$ unfruchtbarer als $2A-BA$; ich werde auf diesen Punkt bei der Betrachtung des Einflusses von Vater und Mutter zurückkommen. Dabei trifft es sich zuweilen, dass die Fruchtbarkeit der beiden Formen $A-AB$ und $2A-AB$ so geschwächt ist, dass die erste Form durch AB und BA , die zweite durch $A-BA$ übertroffen wird. — Eine andere Ursache liegt in der Varietätenbildung; der Bastard $A(A+B)$ tritt häufig in zwei oder mehreren Formen auf, welche eine ungleiche Fruchtbarkeit besitzen und von denen die einen unfruchtbarer sind als $A + B$.

Diese Varietätenbildung zeigt uns auch, dass wir die allgemeine Regel über die Fruchtbarkeit der abgeleiteten Bastarde nicht so formuliren dürfen, wie es bisher geschehen ist, indem wir nämlich sagen, es seien dieselben um so fruchtbarer, je mehr sie sich in ihren Merkmalen einer Stammart nähern. Sie sind im Gegentheil nur insofern fruchtbarer, als sie durch die Erbschaftsformel ihr näher kommen. Wenn von den Bastarden AB oder $AB-AB$ einige Pflanzen der Stammart A oder B sehr ähnlich sind (während die übrigen einen mittlern Typus bewahren), so zeichnen sich dieselben meistens durch grössere Unfruchtbarkeit aus. Die hybriden Formen $A-AB$ und $B-BA$ sind den Stammformen ebenfalls sehr ähnlich, aber zugleich auch fruchtbarer als AB und BA .

Eine andere allgemeine Regel, die ich schon in meiner frühern Mittheilung (§ 3) erwähnt habe, ist die, dass ein Speciesbastard bei der Selbstbefruchtung von Generation zu Generation steriler wird. Er stirbt bald schon in der 2. und 3., bald erst in der 9. oder 10. Generation aus. Doch erleidet auch diese Regel ihre Ausnahmen, indem es Artbastarde giebt, deren Fruchtbarkeit von Generation zu Generation zunimmt und wieder vollkommen wird.

Letzteres ist um so eher der Fall, je mehr ein Bastard sich in der Erbschaftsformel einer reinen Art nähert. Ich erwähne nur des einen Beispiels, das in neuester Zeit viel besprochen wurde. Der ursprüngliche Bastard von *Triticum vulgare* Lin. und *Aegilops ovata* Lin. (nach der Formel VO), welcher den Namen *Aegilops triticoides* Requien führt, ist in hohem Grade unfruchtbar. Der abgeleitete Bastard nach der Formel V-VO (also aus der Befruchtung der ursprünglichen hybriden Verbindung durch *Triticum vulgare* erhalten), welcher *Aegilops speltaeformis* Jordan heisst, bildet dagegen zahlreiche Samen und pflanzt sich wie eine reine Form fort. — Godron giebt ähnliche Beobachtungen an Arten von *Linaria*, *Nicotiana* und *Primula* an.

Endlich können wir noch als allgemeine Regel aussprechen, dass ein abgeleiteter Bastard um so steriler ist, je mehr verschiedene Arten in demselben vereinigt sind. Der Bastard $(A+B)+C$ ist also unfruchtbarer als $A+B$, als $A+C$ und als $B+C$; und der Bastard $(A+B)+(C+D)$ ist steriler als die zwei- und dreigliedrigen Bastarde, die aus A, B, C und D zusammengesetzt sind. Dabei wird aber vorausgesetzt, dass die Arten ungefähr gleich nahe mit einander verwandt seien. Denn wenn A und C sich näher stehen als A und B, so kann $(A+B)+C$ an Fruchtbarkeit die ursprüngliche hybride Form $A+B$ übertreffen; und wenn A mit C näher verwandt ist als A mit B und C mit D, so kann $(A+B)+(C+D)$ fruchtbarer sein als $(A+B)+D$ und fruchtbarer als $B+(C+D)$.

Im Uebrigen wiederhole ich, dass die abgeleiteten Bastardpflanzen der gleichen Generation in ihrem Zeugungsvermögen sich oft sehr ungleich verhalten. Das schliesst jedoch nicht aus, dass es auch Beispiele giebt, wo alle Individuen einer Generation ziemlich gleich fruchtbar sind. Zu diesen Beispielen gehören nach Wichura die Weiden.

Wie mit der Fruchtbarkeit verhält es sich mit der Formbildung. Die abgeleiteten Bastarde sind meistens auch in ihren systematischen Merkmalen sehr variabel. Sie haben die Neigung Varietäten zu bilden, welche, wie bei den ursprünglichen Bastarden, vorzugsweise in einer Annäherung an eine der Stammarten bestehen, indess die Varietäten solcher Bastarde, welche einer Stammart ähnlicher geworden sind, häufig die Reproducirung der ursprünglichen hybriden Form darstellen.

Die Variabilität der abgeleiteten Bastarde zeigt einige Analogie mit der Sterilität; oft nimmt sie mit derselben in gleichem Maasse zu und ab, doch steht sie zuweilen mit ihr im Widerspruch. Im Allgemeinen vermehrt sich die Variabilität bei gleicher Erbschaftsformel, mit den Generationen. Ich habe schon in meiner frühern Mittheilung angeführt, dass der Bastard $A + B$ in der ersten Generation gewöhnlich einförmig ist, und dass er in den folgenden Generationen meistens vielförmig wird. Ebenso werden die hybriden Formen $A(A+B)$, $2A(A+B)$ und $C + (A+B)$, wenn sie sich durch Selbstbefruchtung oder Inzucht fortpflanzen, variabler.

Die abgeleitete Bastardform ist ferner um so einförmiger, je grösser die Aequivalentzahl, mit der eine Stammart in der Erbschaftsformel erscheint, wenn alles Uebrige namentlich die Generation sich gleich verhält. So ist $A(A+B)$, dessen Erbschaftsformel $3a + b$, weniger variabel als $(A+B) - (A+B)$, aber variabler als $A+B$, weil dieses ein Bastard der ersten, jenes ein Bastard der zweiten Generation ist; ebenso ist $2A(A+B)$ mit der Erbschaftsformel $7a + b$ weniger variabel als $(A+B)(A+B)$, ebenso weniger variabel als $A(A+B) - A(A+B)$, manchmal selbst als $A(A+B)$, obgleich dieses eine Generation weniger hat; letztere beiden haben die Formel $3a + b$.

Endlich kann noch als Regel ausgesprochen werden,

dass, unter übrigens gleichen Umständen, die Variabilität mit der Zahl der in einem Bastard vereinigten Arten zunimmt; indessen lässt sich diess auch auf die Regel zurückführen, dass die Variabilität mit der Abnahme der Aequivalentgrössen sich steigert. Denn wenn die hybride Form $(A+B)+(C+D)$ an Vielförmigkeit $(A+B)+(A+C)$ übertrifft, so kann diess mit dem Umstande zusammenhängen, dass in der erstern die Stammart A mit a, in der zweiten mit 2a enthalten ist. Es kommen auch noch andere Umstände hinzu, welche die Vergleichung erschweren. Wenn z. B. der genannte Bastard $(A+B)+(C+D)$ variabler ist als $(A+B)+C$, so muss ausser dem, dass dort die Species C mit c, hier mit 2c erscheint, noch berücksichtigt werden, dass in der erstern Verbindung die beiden Eltern Bastarde sind, in der zweiten nur der eine Theil.

Ich habe in der frühern Mittheilung über die Bastardbildung gezeigt, dass es nicht ganz gleichgültig ist, ob zur Bildung des Bastards $A+B$ die Stammart A als Vater oder als Mutter mitgewirkt habe. In den meisten Fällen lässt sich zwar AB äusserlich nicht von BA unterscheiden; aber das Verhalten der folgenden Generationen zeigt, dass innere Differenzen zwischen jenen Formen bestehen. Das Gleiche lässt sich an den abgeleiteten Bastarden nachweisen. Die wechselseitige Befruchtung zweier Formen ergibt namentlich Unterschiede in der Fruchtbarkeit und in der Variabilität.

Eine besonders bemerkenswerthe Erscheinung ist die, dass Bastarde, mit dem Pollen reiner Arten befruchtet, ein anderes Produkt geben, als wenn die reinen Arten von den Bastarden bestäubt werden. Die Verschiedenheit besteht darin, dass die Bastarde mit der Abstammungsformel A-AB und A-BA viel einförmiger und auch fruchtbarer sind als die Bastarde AB-A und BA-A. Ebenso ist A-BC einförmiger und fruchtbarer als BC-A; ebenso A-(BC-B) weniger variabel

als (BC-B)-A. Der hybride Pollen hat also in höherem Grade als das hybride Ovulum die Fähigkeit, seiner Nachkommenschaft eine grosse Vielgestaltigkeit und relative Sterilität zu verleihen.

Gärtner führt ferner mehrere Beispiele an, wo die Bastarde von der Form AB-BA absolut unfruchtbar sind, während einige davon in der Form AB-AB noch einige Fruchtbarkeit besitzen. So ist der Bastard von *Aquilegia atropurpurea* und *A. canadensis* von der Zusammensetzung AC-CA vollkommen steril, während CA ausgezeichnet fruchtbar ist und sich fast wie eine reine Art mit unverändertem Typus fortpflanzt.

Es scheint endlich allgemeine Regel zu sein, dass die hybride Form A-AB weniger fruchtbar ist als A-BA. — Hieher gehört ebenfalls die allgemeine Thatsache, dass A-AB viel steriler ist als B-AB d. h. dass ein Bastard (AB), durch seinen Vater (A) befruchtet, ein zur Fortpflanzung viel untauglicheres Produkt giebt, als wenn er von seiner mütterlichen Pflanze (B) bestäubt wird. Die Vermuthung liegt hier zwar nahe, dass das Resultat nicht durch den Einfluss des Vaters und der Mutter, sondern der beiden Stammarten bedingt werde. Wenn das Bastardirungsäquivalent von B grösser wäre als dasjenige von A (also $b > a$), so würde sich die grössere Sterilität von A-AB gegenüber von B-AB leicht begreifen. Denn die letztere Form würde sich B mehr nähern, als die erstere sich A nähert. Diese Voraussetzung trifft zwar für einige Fälle ein, nicht aber für alle. So ist der Bastard von *Nicotiana rustica* und *N. paniculata* von der Form P-PR weniger fruchtbar als R-PR, und, wie ich früher zeigte, ist $p < r$. Dagegen ist der Bastard von *Dianthus barbatus* und *D. superbus* von der Zusammensetzung S-SB viel steriler als B-SB und doch ist $b < s$; und ebenso ist der Bastard von *Aquilegia atro-*

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.