

Bastardierungsversuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre.

Von **Erich von Tschermak.**

Vorbemerkung zur Problemstellung.

Die Tatsache, daß aus Bastardierung anscheinend neue Merkmale bzw. neue völlig oder zum Teil konstante Elementarformen, und zwar in gesetzmäßigen Zahlenverhältnissen verglichen mit den Ausgangsmerkmalen oder Stammformen, hervorgehen können, ist heute allgemein anerkannt. Die bezüglichen Erscheinungen, wie die daraus abgeleiteten Schlußfolgerungen, welche die Vererbung nicht unmittelbar merkbarer, jedoch reaktionsfähiger Anlagen betreffen, bezeichnen ein besonders interessantes vielbearbeitetes Gebiet des Mendelismus der Gegenwart.

Die bezüglichen Arbeiten knüpfen sich speziell an die Aufstellung der Lehre von der Kryptomerie (E. v. Tschermak) sowie der Faktorenlehre (W. Bateson, E. R. Saunders, R. C. Punnett).

So ansprechend und geeignet die Faktorenlehre¹⁾ zu nennen ist für die Aufklärung zahlreicher, bisher nicht oder nicht so glatt erklärbarer Vererbungsfälle, so muß doch meines Erachtens der hypothetische Charakter jener Lehre im Auge behalten werden. Es erscheint durchaus nicht zweckmäßig, die rein empirischen Beobachtungsdaten und die rationell-hypothetischen Erklärungen in der Darstellung zu verquicken oder gar die ersteren zugunsten der letzteren zurücktreten zu lassen.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich in der oben zitierten allgemein orientierenden Darstellung die äußere oder scheinbare

1) Vgl. meine Darstellung der innerlichen oder wesentlichen Vererbungsweise nach der Faktorenlehre in Bd. IV der Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen von C. Fruwirth. II. Aufl. 1910. S. 88—105.

Vererbungsweise, welche durch rein empirische Schemata illustriert wird, und die innere oder wesentliche Vererbungsweise, auf welche sich die rationellen oder Faktorenformeln beziehen, getrennt behandelt. Ebendort wurde auch bereits die detaillierte Faktorenerklärung dargestellt für die einfachsten Fälle mendelnder Hybridnova, also für das Auftreten eines Novums als dominierend, d. h. als allein ausgeprägt in der I. und als an erster Stelle vertreten bei der Spaltung in der II. Generation im Verhältnisse $9 : 3 : 4$, als „mitdominierend“ (kondominant), d. h. an zweiter Stelle in der gleichen Spaltungsrelation stehend $9 : 3 : 4$, als „rezessiv“, d. h. an zweiter Stelle stehend im Verhältnisse $12 : 3 : 1$, endlich als mitrezessiv (korrezessiv), d. h. an letzter Stelle stehend in der Relation $12 : 3 : 1$. Diese vier Formen gestatten eine Zurückführung auf eine Bastardierung von dihybridem oder bifaktoriellem Charakter.

Das Auftreten eines Bastardierungsnovums als „dominierend“ oder als „mitrezessiv“ ist auf eine Synthese von zwei Faktoren zu beziehen, welche in den beiden Elternformen alternativ verteilt waren, und zwar beruht die dominierende Rolle auf einer Kombinationswirkung der beiden Faktoren. Die „mitrezessive“ Rolle hingegen entspricht dem Fehlen beider Faktoren bzw. dem Hervortreten eines bisher verdrängten dritten Faktors. Andererseits läßt das Auftreten eines „mitdominierenden“ oder eines „rezessiven“ Novums auf eine Analyse eines Paares von Faktoren schließen, welche in der einen Elternform vereint sind, in der anderen fehlen. Die „mitdominierende“ Rolle beruht auf isolierter Wirkung des ersten Faktors bei Wirkungsloswerden des abgetrennten zweiten, die „rezessive“ Rolle hingegen auf Hervortreten des zweiten Faktors infolge der Trennung von dem verdrängenden oder verdeckenden ersten Faktor. Bezüglich des Begriffes der Kryptomerie sei hier bemerkt, daß derselbe keineswegs — wie von einer Seite¹⁾ gemeint wurde — nunmehr aufzugeben ist, wohl aber bedarf er im Sinne der Faktorenlehre einer Erweiterung dahin, daß Kryptomerie ganz allgemein den Besitz an reaktionsfähigen Faktoren bedeutet, d. h. an Faktoren, welche infolge geänderter Gruppierung (Zusammenwirken mit anderen Faktoren oder Trennung von solchen) sinnfällige, neu erscheinende Merkmale bedingen können. Speziell sind damit solche Faktoren gemeint, welche in der betreffenden Elternform überhaupt keine sinnfälligen Effekte, keine Merkmale bedingen, also in jeder Hinsicht verborgen sind.

¹⁾ Johannsen, Elemente der Erblchkeitslehre 1909. S. 452.

Die ersten ausführlicheren Daten, wie sie auf dem Wege der Analyse im Sinne der Faktorenlehre an meinem Material von Erbsen, Levkojen, Getreidearten gewonnen wurden, habe ich meiner Darstellung der Bastardierung der Getreidearten¹⁾ einverleibt. Im nachstehenden sollen die auf diesem Wege gewonnenen Ergebnisse für meine Versuche an Levkojen, Erbsen und Bohnen detailliert dargestellt werden. Hingegen bleiben die Resultate an Getreidearten einer späteren ausführlichen Publikation vorbehalten, nachdem an der oben erwähnten Stelle die wichtigsten vorläufigen Daten bereits mitgeteilt wurden.

In der vorliegenden Arbeit soll nun zunächst die Analyse gemäß der Faktorenlehre für die früher von mir rein empirisch beschriebenen Hybridnova an Levkojen, Erbsen und Bohnen im Detail durchgeführt werden und dabei das bereits publizierte ältere Material durch neue Beobachtungsergebnisse ergänzt werden. Sodann aber hatte ich mir die Aufgabe gestellt, bezüglich der Faktorenlehre — ähnlich wie dies bei jeder anderen systematisch durchgearbeiteten Hypothese gefordert wird — jene Folgerungen, welche sich aus den theoretischen Formeln ergeben, experimentell zu prüfen. Der geeignetste Weg hiezu besteht in einer systematischen neuerlichen Bastardierung der einzelnen Hybrid-deszendenten entweder mit den Stammformen oder untereinander oder mit fremden Formen oder fremden Hybriden von sichergestelltem Faktorengehalt. Über solche Versuche von großer Ausdehnung soll im nachstehenden berichtet werden. Der bloße Nachweis, daß beispielsweise ein faktisch beobachtetes Spaltungsverhältnis sich unter Annahme von Faktoren von bestimmter Zahl, Verteilung und Wirkungsweise erklären lasse, soll meines Erachtens nach Möglichkeit durch eine solche Rückprobe, ein solches Experimentum crucis erhärtet werden. Von einer solchen ausgedehnten kritischen Prüfungsarbeit war im Falle des positiven Ergebnisses der Gewinn einer gewichtigen Stütze für die Faktorenlehre zu erwarten. Endlich wurde gesucht, in die speziellen Formen der anzunehmenden Wechselbeziehung einzelner Faktoren näheren Einblick zu gewinnen, fördernde und hemmende Faktoren zu unterscheiden und ihre Wirkung im Detail zu verfolgen.

¹⁾ In Fruwirths Züchtung Bd. 4. 1910. a. a. O.

Erstes Kapitel.

Über weitere Bastardierungsversuche an Levkojen und deren Faktorenanalyse.

Allgemeine Vorbemerkung.

Schon meine früher¹⁾ mitgeteilten Bastardierungsversuche an verschiedenen Levkojenrassen betrafen die Vererbungsweise der Blütenfarbe, aber auch der Samenfarbe und der Oberflächenbeschaffenheit der Blätter (Behaarung — Glätte). Auch meine weiteren Studien, über die hier zusammenfassend berichtet sei, behandeln das Verhalten der genannten Merkmale, stellen jedoch das der Blütenfarbe in den Vordergrund und erstrecken sich zudem auf die Vererbungsweise der Füllung.

Während meine bisherigen Mitteilungen wesentlich den Bastardierungsfall von rotblühender *M. incana* und weißblühender *M. glabra*²⁾ betrafen und mehr nebenbei über fünf weitere Bastardierungsfälle anderer Levkojenrassen berichteten, vermag ich heute zunächst eine vollständige Faktorenanalyse des ersteren Falles zu geben. Sodann sei über sehr umfassende Versuche von systematischer Rückkreuzung jener Verbindung berichtet. Durch diese Versuche wurde die Faktorenanalyse, welche sich zunächst nur auf die Spaltungsverhältnisse und auf die Deszendenz in der III. Generation stützte, erst verifiziert und gesichert. Daran sei eine systematische Übersicht der empirischen Ergebnisse wie der Faktorenanalyse anderer Levkojenbastardierungsfälle geschlossen, wobei gleichfalls neuerliche Bastardierungen bzw. systematische Rückkreuzungen als Verifikationsmittel verwendet wurden. Dabei wird auch eine Tabelle der Faktorenformeln für sämtliche von mir benützten Levkojenrassen gegeben, deren Begründung detailliert dargetan wird.

¹⁾ Weitere Kreuzungsstudien an Erbsen, Levkojen und Bohnen. Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 1904. S. 1—106 des S. A.

²⁾ Diese Elementarformen wurden vor 10 Jahren von Dippe bezogen, leider ohne daß die spezielle Sortenbezeichnung und die Nummer notiert wurde. Damit sei die obige Bezeichnung von ungewöhnlicher Allgemeinheit begründet und entschuldigt.

Abschnitt I.

Bastardierung von *Matthiola incana* var. *rubra* \times *Matthiola glabra* var. *alba*.a) Die Vererbungsweise der Blütenfarbe und deren
Faktorenanalyse.

Als Spaltungsverhältnisse wurden bereits früher¹⁾ erhalten und mitgeteilt:

1. Erste Versuchsreihe für die II. Generation (1902) . RV²⁾: AV = 257 : 802 = 3,2 : 1
RR : AR = 75 : 16 = 4,6 : 1
2. Zweite Versuchsreihe für die II. Generation (1903) . RV : AV = 945 : 379 = 2,5 : 1
RR : AR = 246 : 79 = 3,1 : 1
(V + AV) : (RR + AR) = 1324 : 325 = 4,1 : 1
RV : AV : RR : AR = 945 : 379 : 246 : 79
= 9 : 3,6 : 2,3 : 0,75
Pigmentiert : Weiß = 2249 : 845 = 2,7 : 1
3. II. Generation aus einem einzelnen Mischling . RV : AV : RR : AR = 96 : 33 : 28 : 13
= 9 : 3,1 : 2,6 : 1,2
Pigmentiert : Weiß = 332 : 91 = 3,6 : 1
4. III. Generation aus einem fortspaltenden RV-
Mischling II. Generation RV : AV : RR : AR = 94 : 33 : 29 : 12
= 9 : 3,2 : 2,8 : 1,2
Pigmentiert : Weiß = 332 : 91 = 3,6 : 1

Aus den sub 2, 3, 4 gegebenen Beobachtungsdaten ergibt sich folgende Gesamtrelation:

$$\begin{aligned} RV : AV : RR : AR &= 1135 : 445 : 303 : 104 \\ &= 9 : 3,5 : 2,4 : 0,82 \\ \text{Pigmentiert : Weiß} &= 2913 : 1027 = 2,83 : 1 \end{aligned}$$

Durch dieses sehr umfangreiche Material erscheint der Schluß auf Geltung des Spaltungsverhältnisses $RV : AV : RR : AR = 9 : 3 : 3 : 1$ bzw. $RV : AV : RR : AR : W = 27 : 9 : 9 : 3 : 16$ und Pigmentiert : Weiß = 3 : 1 mit Sicherheit gerechtfertigt.

Dieses Ergebnis sowie die Vererbungsweise der Hybriddeszendents nach Ausweis der III. Generation, über welche eine bereits früher veröffentlichte Tabelle II (1904, S. 20) berichtete und neuerdings die Kolumnen 5 und 6 der nachstehenden Tabelle III orientieren, führt zu folgender Faktorenanalyse.

In Abänderung der früher³⁾ von mir vertretenen Annahme, daß das Blütenmerkmal der blutroten *Matthiola incana* zusammengesetzt

1) Der gegenwärtige Stand der Mendelschen Lehre Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich 1902 S. 17—23 des S. A., und Weitere Kreuzungsstudien a. a. O. S. 17—18 des S. A.

2) RV = reinviolett, AV = aschviolett, RR = reinrosa, AR = aschrosa, W = weiß.

3) a. a. O. 1904. S. 19 des S. A.

sei aus 4 zu 2 Paaren verbundenen Komponenten mit Mendelschem Verhalten, bin ich, wie bereits 1910¹⁾ dargelegt, zur Erschließung eines Unterschiedes der beiden Elternformen in drei Faktoren im Sinne von Vorhandensein und Fehlen, also zur Annahme eines trifaktoriellen oder trihybriden Charakters des hier behandelten Bastardierungsfalles gelangt. Diese theoretische Ableitung erscheint wesentlich gestützt und erst verifiziert durch die Ergebnisse der systematischen Rückbastardierung der Hybriddeszendenten, worüber ich gleich weiterhin berichten werde.

Es sei die Voraussetzung gemacht, daß nachbenannte Blütenfarben den danebengesetzten Faktorenkombinationen entsprechen bzw. durch Zusammenwirken der betreffenden Faktoren bedingt seien.

Rot bzw. Rosa (RR) (Elternform I) durch	AbC
Weiß (Elternform II) durch	aBc
Reinviolett durch	ABC
Aschviolett „	ABc
Aschrosa „	Abc
Weiß (Nova, äußerlich von Elternform II nicht zu unterscheiden)	$\left\{ \begin{array}{l} aBC \\ abC \\ abc \end{array} \right.$

Daraus ergibt sich folgendes Verhalten der Deszendenz:

Tabelle I.

Matthiola incana var. *rubra* — *Matthiola glabra* var. *alba*

A (d. h. Faktor A vorhanden)	a
b (d. h. Faktor B fehlend)	B
C (d. h. Faktor C vorhanden)	c

I. Bastardierungsprodukt, Heterozygote, liefernd die erste Hybridgeneration (F_1): ABCabc

II a. Veranlagung der Gameten der Hybriden:

♀	{	8 ABC, 8 ABc, 8 Abc, 8 aBc
		8 abc, 8 abC, 8 aBC, 8 AbC
♂	{	8 ABC, 8 ABc, 8 Abc, 8 aBc
		8 abc, 8 abC, 8 aBC, 8 AbC

II b. Zygoten der von der ersten Hybridgeneration (F_1) erzeugten Gameten, liefernd die zweite Hybridgeneration (F_2):

homozygotisch (8 Typen zu je 1 Individ., insgesamt 8 Ind.)	
ABCABC	abcabc

¹⁾ a. a. O. in Fruwirth. 4. Bd. II. Aufl. 1910. S. 100.

Einfach heterozygotisch (I heter. — 12 Typen zu je 2 Indiv., insgesamt 24 Ind.)	ABCaBc	abCabC	ABcAbc
	ABCabC	AbCabC	aBCabC
	ABCaBC	Abcabc	aBcabc
	ABcaBc	AbCabc	aBCaBc
Doppelt heterozygotisch (II heter. — 6 Typen zu je 4 Indiv., insgesamt 24 Ind.)	ABCaBc	ABcabc	
	ABCabC	aBCabc	
	ABCabC	AbCabc	
Dreifach heterozygotisch (III heter. — 1 Typus zu je 8 Indiv., insgesamt 8 Ind.)	ABCabc		

(27 Typen — 64 Individuen.)

Die Gruppierung und Spaltungsweise der 27 Kombinationen oder Typen, bzw. der 64 als Minimalzahl angesetzten Individuen sei durch nachstehendes Schema¹⁾ (Fig. 1) dargestellt.

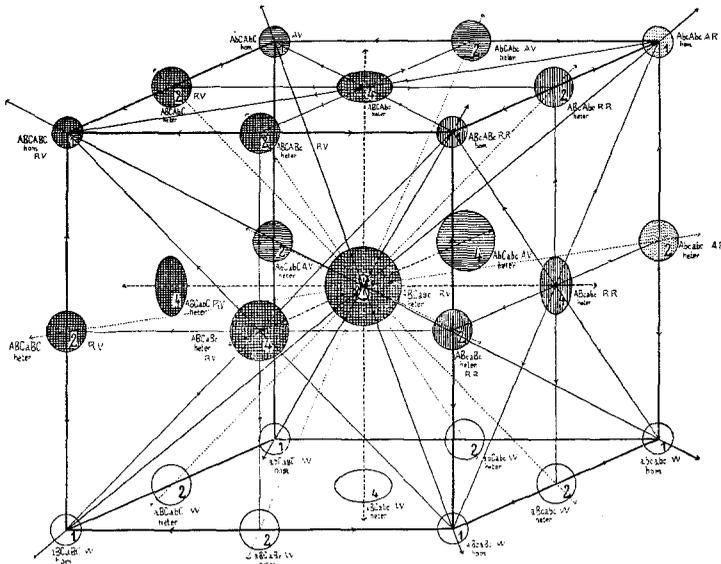


Fig. 1.

Die Tabelle II gibt die Vererbungsweise in der III. Generation an, und zwar vergleichend nach der Berechnung (vorletzte Kolumne) auf Grund der angenommenen Faktorenformeln und nach der faktischen Beobachtung (letzte Kolumne).

¹⁾ Diese graphische Darstellungsweise habe ich bereits in Bd. IV Züchtung der landw. Kulturpflanzen S. 96 und 100 1910 sowie in der Abhandlung „Über die Vererbungsweise der Blütezeit bei Erbsen“ Bd. 49, Mendel-Festschrift der Verh. des Naturf. Vereins in Brünn 1911 S. 169—191 verwendet.

Tabelle II.

Ind.-Zahl	Aussehen	Faktorenformel	Charakter	F ₈	
				berechnet	beobachtet (ex 1903)
A. Reinviolett (27)					
1	RV.	ABCABC	hom.	RV.	5 Ind. (Nr. 33, 34, 35, 39, 42) liefernd: 9 RV.
2	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCABc \\ ABcABC \end{array} \right\}$	I heter.	RV.: AV. = 3:1	5 Ind. (Nr. 36, 37, 38, 40, 41) liefernd: 86 RV. u. 26 AV., also: 3,3:1
2	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCAbC \\ AbCABC \end{array} \right\}$	I heter.	RV.: RR. = 3:1	2 Ind. (Nr. 19, 20) liefernd: 8 RV. und 5 RR.
2	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCaBC \\ aBCABC \end{array} \right\}$	I heter.	RV.: W. = 3:1	3 Ind. (Nr. 13 + 14, 23 + 24, 25 + 26) liefernd: 83 RV. u. 30 W. also 2,77:1
4	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCaBc \\ aBCABc \\ ABcaBC \\ aBcABC \end{array} \right\}$	II heter.	RV.: AV:W. = 9:3:4	3 Ind. (Nr. 15 + 16, 27 + 28, 29 + 30) liefernd: 52 RV., 15 AV., 21 W., also: 9:2,6:3,6
4	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCabC \\ aBCAbC \\ AbCaBC \\ abCABC \end{array} \right\}$	II heter.	RV.: RR.: W. = 9:3:4	1 Ind. (Nr. 21 + 22) liefernd: 14 RV., 2 RR., 7 W.
4	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCAbc \\ AbCABc \\ ABcAbC \\ AbcABC \end{array} \right\}$	II heter.	RV.: AV.: RR.: AR. = 9:3:3:1	
8	RV.	$\left. \begin{array}{l} ABCabc \\ abcABC \end{array} \right\}$	III heter.	RV.: AV:RR.:AR.:W = 27:9:9:3:16	2 Ind. 1. Ind. 31 + 32, liefernd: RV.:AV.:RR.:AR.:W. = 5:2:4:1:5 2. Ind. 121 + 122, liefernd: RV.:AV.:RR.:AR.:W. = 94:33:29:12:9 ¹ = 9:3:2:2,8:1,2

B. Aschviolett (9)

1	AV.	ABcABc	hom.	AV.	2 Ind. (Nr. 63, 64) liefernd: 43 AV.
2	AV.	{ ABcAbc AbcABc	I heter.	AV.:AR. = 3:1	3 Ind. (Nr. 55 + 56, 57 + 58, 61 + 62) liefernd: 29 AV., 11 AR., also 2,3:1
2	AV.	{ ABcaBc aBcABc	I heter.	AV.:W. = 3:1	1 Ind. (Nr. 43 + 44) liefernd: 18 A.V., 8 W., also 2,3:1
4	AV.	{ ABcabc AbcaBc abcABc aBcAbc	II heter.	AV.:AR:W = 9:3:4	6 Ind. (Nr. 45 + 46, 47 + 48, 49 + 50, 51 + 52, 53 + 54, 59 + 60) liefernd: 1 RV. (wohl Irrtum), 86 AV., 17 AR., 29 W., also 9:1,78:3,03

C. Reinrosa (9)

1	RR.	AbCABc	hom.	RR.	3 Ind. (Nr. 69, 73, 76) liefernd: 37 RR.
2	RR.	AbCAbc	I heter.	RR.:AR. = 3:1	2 Ind. (Nr. 70, 71) lief.: 22 RR., 7 AR., also 3,1:1
2	RR.	AbCabC	I heter.	RR.:W. = 3:1	2 Ind. (Nr. 68, 75) liefernd: 19 RR., 9 W., also 2,1:1
4	RR.	{ AbCabc AbcabC abcAbC abCAbc	II heter.	RR.:AR.:W = 9:3:4	2 Ind. (Nr. 72, 74) liefernd: 14 RR., 4 AR., 10 W., also 9:2,6:6,4

D. Aschrosa (3)

1	AR.	AbcAbc	hom.	AR.	1 Ind. (Nr. 65) liefernd: 1 RV. (Irrtum!), 41 AR.
2	AR.	{ Abcabc abcAbc	I heter.	AR.:W. = 3:1	2 Ind. (Nr. 66, 67) liefernd: 82 AR., 29 W., also 2,8:1

E. Weiß (16) und zwar:

1		{ aBCaBc aBcaBc abCabC abcabc	hom.	W.	durchweg Weiß
2		{ aBCaBc aBCabC aBcabc abCabc	I heter.	W.	durchweg Weiß
4		aBCabc	II heter.	W.	durchweg Weiß

Das Resultat bezüglich des Verhaltens der III. Generation fällt ebenso zugunsten der gemachten Voraussetzung und damit zugunsten der Faktorenlehre überhaupt aus wie die früheren Ergebnisse bezüglich der Spaltungsverhältnisse in der zweiten Generation.

Des weiteren sei tabellarisch (Tabelle III¹) über das Resultat der systematischen Rückbastardierung der in der II. Generation gewonnenen Hybriddeszenten mit den beiden Elternformen berichtet, und zwar seien wieder den Voraussagen gemäß der Faktorenlehre die tatsächlich gemachten Beobachtungen an die Seite gestellt. Es ergibt sich eine ganz ausreichende Übereinstimmung beider.

Daran schließt sich der ebenfalls tabellarische Bericht (Tabelle IV) über das Ergebnis der Wechselkreuzung der Hybriddeszenten aus der Bastardierung *Matthiola incana* var. *rubra* \times *M. glabra* var. *alba*. Auch hier ist die Übereinstimmung zwischen Erwartung und Befund eine ausreichende.

¹) Tabelle III, XII und XVII stehen am Schluß der Abhandlung.

Tabelle IV.
Tabelle der Ergebnisse der Wechselkreuzung der Hybriddeszenten von *Matthiola incana* var. *rubra* × *Matthiola glabra* var. *alba*.

Verbindung	Faktorenformeln	Theoretisch erschlossen	Beobachtet
Ia. RV. (F ₁) × AV.	$\left. \begin{array}{l} ABC \\ Abc \\ aBc \\ abc \end{array} \right\} (1)$ wenn AV. doppelt heterozyg.	RV.: AV.: RR.: AR.: W. 9 : 9 : 3 : 3 : 8	$\begin{array}{l} \frac{101}{1903} \text{ RV., F}_1 \times \text{AV}_1, \text{F}_2 \\ \frac{102}{1903} \text{ RV., AV. RR. AR. W.} \\ \begin{array}{l} 1 \quad 9 \quad 2 \quad 3 \quad 6 \\ (E) \quad (5G) \quad (1G) \quad (G) \quad (4G) \\ \quad \quad (4E) \quad (1E) \quad (2E) \end{array} \\ \text{b) F}_1' \frac{102}{1903} \text{ ebenso} \\ \begin{array}{l} 5 \quad 2 \quad 5 \quad 5 \quad 3 \\ (4G) \quad (E) \quad (1G) \quad (4G) \quad (1G) \\ \quad \quad (1E) \quad (4E) \quad (1E) \quad (2E) \end{array} \end{array}$
dreifach heterozyg. × Abc	$\left. \begin{array}{l} ABc \\ Abc \end{array} \right\} (2)$ wenn AV. einfach heterozyg. (AV.: AR. = 3:1)	6 : 6 : 2 : 2 : 0	
× ABc	$\left. \begin{array}{l} ABc \\ aBc \end{array} \right\} (3)$ wenn AV. einfach heterozyg. (AV.: W. = 3:1)	6 : 6 : 0 : 0 : 4	
× ABc (4)	wenn AV. homozygotisch	4 : 4 : 0 : 0 : 0	

Tabelle IV (Fortsetzung).

Verbindung	Faktorenformeln	Theoretisch erschlossen	Beobachtet
(Ib. RV. × RR. nicht ausgeführt)			
c. RV. (F ₁) × AR. ABC	ABC × abc (1) wenn AR. heterozyg. (AR.: W. = 3:1).	RV.: AV.: RR.: AR.: W. 3 : 3 : 3 : 3 : 4	F ₁ ¹⁰³ / ₁₉₀₃ RV, F ₁ × AR., F ₂ ⁶ / ₆ : 7 : 3 : 3 : 1 (¹ ₅ G) (E) (E) (E) (F)
aBc abc	abc × Abc (2) dreifach wenn AR. homozyg. heterozyg.	2 : 2 : 2 : 2 : 0	
(d. RV. × W. nicht ausgeführt)			
(IIa. AV. × RR. b. AV. × AR. c. AV. × W.)	nicht ausgeführt		
IIIa. RR. × AR.	AbC Abc A. Abc × abc (1) abc wenn AR. heterozyg. abc wenn RR. × Abc (2) doppelt wenn AR. homozyg. heterozyg.	0 : 0 : 3 : 3 : 2	
	B. AbC × Abc (1) abc wenn RR. einfach heterozyg. × Abc (2) (RR.: W. = 3:1)	0 : 0 : 2 : 2 : 0	
		0 : 0 : 3 : 0 : 1	
		0 : 0 : 2 : 0 : 0	

C. AbC × Abc (1) Abc wenn RR. einfach heterozyg. × Abc (2) (RR. : AR. = 3 : 1)	0 : 0 : 2 : 2 : 0	
D. AbC × Abc (1) abc	0 : 0 : 2 : 0 : 0	$F_1' \left\{ \begin{array}{l} \frac{25}{1905} \left(\frac{66 \times 68}{1904} \right) \\ \text{AR., } F_3 \times \text{RR., } F_3, 25 \text{ RR., Beh.} \end{array} \right.$
wenn RR. homozyg. × Abc (2)	0 : 0 : 1 : 0 : 0	
b. RR. × W. AbC × aBC (1) A. Abc abc × aBc (2) × abC (3) wenn RR. doppelt heterozyg. × abc (4) × aBC (5) aBc × aBc (6) abc × abC (7) abc × aBC (8) aBc abc abc	2 : 0 : 0 : 0 : 2 1 : 1 : 0 : 0 : 2 0 : 0 : 2 : 0 : 2 0 : 0 : 1 : 1 : 2 3 : 1 : 0 : 0 : 4 1 : 1 : 1 : 1 : 4 0 : 0 : 3 : 1 : 4 3 : 1 : 3 : 1 : 8	
B. AbC × 1. abc wenn RR. einfach heterozyg. (RR. : W. = 3 : 1)	1 : 0 : 0 : 0 : 1 1 : 0 : 0 : 0 : 1 0 : 0 : 1 : 0 : 1 0 : 0 : 1 : 0 : 1 3 : 0 : 0 : 0 : 1 1 : 0 : 1 : 0 : 2 0 : 0 : 2 : 0 : 2 3 : 0 : 2 : 0 : 3	

Tabelle IV (Fortsetzung).

Verbindung	Faktorenformeln	Theoretisch erschlossen	Beobachtet
C. $Abc \times I$.		$RV::AV::RR::AR::W.$	
2. Abc		$2 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0$	
wenn RR.		$1 : 1 : 0 : 0 : 0 : 0$	
einfach		$0 : 0 : 2 : 0 : 0 : 0$	
4. heterozyg.		$0 : 0 : 1 : 1 : 0 : 0$	
($RR::AR.=3:1$)		$3 : 1 : 1 : 1 : 0 : 0$	
6.		$2 : 0 : 1 : 1 : 0 : 0$	
7.		$0 : 0 : 3 : 1 : 0 : 0$	
8.		$3 : 1 : 3 : 1 : 0 : 0$	
D. $AbC \times I$.		} $1 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0$	a) $F_1' \frac{22}{1910} \left(\frac{13 \times 12}{1909} \right)$ konst. RR., $F_3 \times WGl.$, F_2
wenn RR.			$12 RV. (4 G + 8 E)$
homozyg.			$F_2' \frac{51}{1911} \left(\frac{4 G}{7 E} \right)$ $11 : 0 : 0 (l) : 0 : 6$ ber. $9 : 0 : 3 (l) : 0 : 4$
			$\left(\frac{4 G}{2 E} \right)$
			Anfallendes Fehlen von RR.! Beh.: Gl. = 15 : 7
			b) $F_1' \frac{9}{1910} \left(\frac{12 \times 13}{1909} \right)$ $WGl.$, $F_2 \times$ konst. RR., F_3
			10 RV. (6 G + 4 E)
2.		$1 : 0 : 0 : 0 : 0 : 0$	
3.		$0 : 0 : 0 : 1 : 0 : 0$	
4.		$0 : 0 : 0 : 1 : 0 : 0$	a) $F_1' \frac{6}{1910} \left(\frac{11 \times 13}{1909} \right)$ W. aus AR., $F_3 \times$ konst. RR., F_3
			9 RR. (6 G + 3 E)
			b) $F_1' \frac{23}{1910} \left(\frac{13 \times 11}{1909} \right)$ konst. RR., $F_3 \times$ W. aus AR., F_3
			10 RR. (Hell, 5 G + 5 E)
			$F_2' \frac{52}{1911} \left(\frac{5 G}{2 E} \right)$ $0 : 0 : 7 : 5 : 7$ — Beh.: Gl. = 25 : 7
			ber. $0 : 0 : 9 : 3 : 4$
			c) $F_1' \frac{27}{1905} \left(\frac{68 B \times 96 A}{1904} \right)$ RR., $F_3 \times$ W., F_2
			14 RR.

5.		2 : 0 : 0 : 0 : 0	
6.		1 : 0 : 1 : 0 : 0	
7.		0 : 0 : 2 : 0 : 0	<p>a) $F_1' \frac{4}{1910} \left(\frac{10a \times 13}{1909} \right)$ W. aus RR., $F_3 \times$ konst. RR., F_3 $F_2' \frac{8}{1911}$ 0:0:6 : 1 : 7 $\left(\frac{4G}{2E} \right) \left(\frac{4G}{3E} \right) \left(\frac{4G}{3E} \right)$</p> <p>b) $F_1' \frac{24}{1910} \left(\frac{13 \times 10}{1909} \right)$ konst. RR., $F_3 \times$ W. aus RR., F_3 $F_2' \frac{53}{1911}$ 0:0:11 : 3 : 1 (21 Beh.: 5 Gl.) $\left(\frac{7G}{4E} \right) \left(\frac{2G}{1E} \right) \left(\frac{4G}{3E} \right)$</p> <p>Zus. gef. 0:0:17 : 4 : 8 ber. 0:0:12:3:5</p>
8.		2 : 0 : 2 : 0 : 0	<p>$\frac{28}{1905} \left(\frac{96A}{1904} \right)$ konst. RR., $F_3 \times$ WGl., F_2 $F_1' 29:0:25:0:0$ (alle Beh.)</p>
IV. AR. \times WGl.	Abc \times I. aBC	1 : 0 : 0 : 0 : 1	<p>$\frac{17a+b}{1911} \left(\frac{39 \times 41}{1910} \right)$ WGl., $F_2 \times$ AR., F_3 F_1' aus bl. S. 10 RV. (8 G + 2 E) F_1' aus ge. S. 5 W. (4 G + 1 E)</p>
	2. aBc	0 : 1 : 0 : 0 : 1	
	3. abC	0 : 0 : 1 : 0 : 1	
	4. abc	0 : 0 : 0 : 1 : 1	
	5. aBC aBc	1 : 1 : 0 : 0 : 2	
	6. aBc abc	0 : 1 : 0 : 1 : 2	
	7. abC abc	0 : 0 : 1 : 1 : 2	
	8. aBC aBc abc abc	1 : 1 : 1 : 1 : 4	

Tabelle IV (Fortsetzung).

Verbindung	Faktorenformeln	Theoretisch erschlossen	Beobachtet
B. Abc × 1. aBC wenn AR. homozyg.	RV.:AV.:RR.:AR.:W. I : o : o : o : o : o	$\frac{1}{1906} \text{ konst. AR., } F_3 \times \text{WGl. aus RV., } F_3 \left(\frac{69}{1905} \right)$ $\frac{21}{1910} \left(\frac{12 \times 14}{1909} \right) \text{ WGl., } F_2 \times \text{konst. AR., } F_3$ $\frac{18}{1911} \left(\frac{39 \times 41}{1910} \right) \text{ konst. AR., } F_3 \times \text{WGl., } F_2$ $\frac{19(2)}{1911} \left(\frac{39 \times 41}{1910} \right) \text{ konst. AR., } F_3 \times \text{WGl., } F_2$ $\frac{21(2)}{1911} \left(\frac{39 \times 41}{1910} \right) \text{ konst. AR., } F_3 \times \text{WGl., } F_2$	$F_1' \text{ RV., Beh.}$ $F_1' \text{ 10 RV., Beh. (6 G + 4 E)}$ $F_1' \text{ 2 RV., Beh. (G)}$ $F_1' \text{ 9 RV., Beh. (5 G + 4 E)}$ $F_1' \text{ 4 RV. (G)}$
2. aBc	o : 1 : o : o : o : o		
3. abC	o : o : 1 : o : o : o		
4. abc	o : o : o : o : 1 : o	$\frac{5+6}{1910} \left(\frac{10a \times 14}{1909} \right) \text{ W. aus RR., } F_3 \times \text{AR., } F_3$ $F_2' \frac{9+10}{1911} \text{ 24 AR.: 6 W. bzw. 28 Beh.: 9 Gl. (10 G + 14 E) (3 G + 3 E)}$ $\frac{7}{1910} \left(\frac{11 \times 14}{1909} \right) \text{ W. aus AR., } F_3 \times \text{AR., } F_3$ $F_2' \frac{11+12+13}{1911} \text{ 20 AR.: 7 W. bzw. 32 Beh.: 13 Gl. (13 G + 7 E) (3 G + 4 E)}$ $\frac{22}{1905} \left(\frac{65 \times 19A}{1904} \right) \text{ [AR., } F_3 \times \text{WGl. aus RR., } F_3] \times \text{WGl. aus RV., } F_3 \text{ somit Abc} \times \text{abc, daraus AbcAbc, dann neuerlich Abc} \times \text{abc}$ $F_1' \text{ 2 AR.}$	

5. aBC aBc	$\left. \begin{array}{l} 25 \left(\frac{14 \times 10}{1909} \right) \\ 1910 \\ F_1' \ 9 \text{ AR. } (2G + 7E) \end{array} \right\} \text{ konst. AR., } F_3 \times \text{ WGl. aus AR., } F_3$												
6. aBc abc	$\left. \begin{array}{l} 16 \left(\frac{38 \times 41}{1910} \right) \\ 1911 \\ F_1' \ 10 \text{ AR. } (5G + 5E) \end{array} \right\} \text{ W. aus AR., } F_3 + \text{ konst. AR., } F_3$												
7. abC abc	$\left. \begin{array}{l} 21 \text{ a} \left(\frac{41 \times 39}{1910} \right) \\ 1911 \\ F_1' \ 8 \text{ AR. } (3G + 5E) \end{array} \right\} \text{ konst. AR., } F_3 \times \text{ WGl., } F_2$												
8. aBC aBc abC abc	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} 20 \left(\frac{A+B}{1905} \right) \\ F_2' \ \frac{9}{1906} \end{array} \right\}$ </td> <td style="width: 40%; vertical-align: top;"> $F_1' \left\{ \begin{array}{l} \text{aus v. Samen: } 3 \\ \text{aus gc. Samen: } 0 \end{array} \right.$ </td> <td style="width: 30%; vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} \text{RV. AV. RR. AR. W.} \\ 2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ 0 \ 7 \ 7 \ 0 \ 0 \\ \downarrow \\ \text{AV. RR. AR.} \\ \text{AR. AR. W.} \\ \text{W. W.} \end{array} \right\}$ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} 21 \\ 1905 \\ F_1' \ \text{aus v. S. RV.} \end{array} \right\}$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $\left(\frac{65 \times 96 \Lambda}{1904} \right)$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} \text{AR., } F_3 \times \text{ WGl., } F_2 \\ \text{AV. RR. AR. W.} \\ 13 \ 16 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \left(\frac{10G}{3E} \right) \left(\frac{8G}{8E} \right) \end{array} \right\}$ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} F_1' \ \text{aus gc. S.} \\ F_2' \ \frac{10}{1906} \end{array} \right\}$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} \text{aus v. S. } 2 \text{ RV. } + 4 \text{ AV.} \\ \text{" gc. S. } 8 \text{ RR. } + 3 \text{ AR. } + \text{ WGl.} \end{array} \right\}$ </td> <td style="vertical-align: top;"> $\left. \begin{array}{l} 6 \ 7 \ 0 \\ (G) \ (G) \end{array} \right\}$ </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> $F_2' \left\{ \begin{array}{l} \text{aus v. S. } 10 \text{ AV. } (G) \\ \text{" gc. S. } 3 \text{ AR. } (G) + \text{ WGl.} \end{array} \right\}$ </td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	$\left. \begin{array}{l} 20 \left(\frac{A+B}{1905} \right) \\ F_2' \ \frac{9}{1906} \end{array} \right\}$	$F_1' \left\{ \begin{array}{l} \text{aus v. Samen: } 3 \\ \text{aus gc. Samen: } 0 \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \text{RV. AV. RR. AR. W.} \\ 2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ 0 \ 7 \ 7 \ 0 \ 0 \\ \downarrow \\ \text{AV. RR. AR.} \\ \text{AR. AR. W.} \\ \text{W. W.} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 21 \\ 1905 \\ F_1' \ \text{aus v. S. RV.} \end{array} \right\}$	$\left(\frac{65 \times 96 \Lambda}{1904} \right)$	$\left. \begin{array}{l} \text{AR., } F_3 \times \text{ WGl., } F_2 \\ \text{AV. RR. AR. W.} \\ 13 \ 16 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \left(\frac{10G}{3E} \right) \left(\frac{8G}{8E} \right) \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} F_1' \ \text{aus gc. S.} \\ F_2' \ \frac{10}{1906} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{aus v. S. } 2 \text{ RV. } + 4 \text{ AV.} \\ \text{" gc. S. } 8 \text{ RR. } + 3 \text{ AR. } + \text{ WGl.} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 6 \ 7 \ 0 \\ (G) \ (G) \end{array} \right\}$	$F_2' \left\{ \begin{array}{l} \text{aus v. S. } 10 \text{ AV. } (G) \\ \text{" gc. S. } 3 \text{ AR. } (G) + \text{ WGl.} \end{array} \right\}$		
$\left. \begin{array}{l} 20 \left(\frac{A+B}{1905} \right) \\ F_2' \ \frac{9}{1906} \end{array} \right\}$	$F_1' \left\{ \begin{array}{l} \text{aus v. Samen: } 3 \\ \text{aus gc. Samen: } 0 \end{array} \right.$	$\left. \begin{array}{l} \text{RV. AV. RR. AR. W.} \\ 2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\ 0 \ 7 \ 7 \ 0 \ 0 \\ \downarrow \\ \text{AV. RR. AR.} \\ \text{AR. AR. W.} \\ \text{W. W.} \end{array} \right\}$											
$\left. \begin{array}{l} 21 \\ 1905 \\ F_1' \ \text{aus v. S. RV.} \end{array} \right\}$	$\left(\frac{65 \times 96 \Lambda}{1904} \right)$	$\left. \begin{array}{l} \text{AR., } F_3 \times \text{ WGl., } F_2 \\ \text{AV. RR. AR. W.} \\ 13 \ 16 \ 0 \ 0 \ 0 \\ \left(\frac{10G}{3E} \right) \left(\frac{8G}{8E} \right) \end{array} \right\}$											
$\left. \begin{array}{l} F_1' \ \text{aus gc. S.} \\ F_2' \ \frac{10}{1906} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} \text{aus v. S. } 2 \text{ RV. } + 4 \text{ AV.} \\ \text{" gc. S. } 8 \text{ RR. } + 3 \text{ AR. } + \text{ WGl.} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 6 \ 7 \ 0 \\ (G) \ (G) \end{array} \right\}$											
$F_2' \left\{ \begin{array}{l} \text{aus v. S. } 10 \text{ AV. } (G) \\ \text{" gc. S. } 3 \text{ AR. } (G) + \text{ WGl.} \end{array} \right\}$													

Tabelle IV (Fortsetzung).

Verbindung	Faktorenformeln	Theoretisch erschlossen	Beobachtet
V. W. × W.	aBC × A. aBc abc abc wenn doppelt heterozyg.		c) $\frac{24}{1005} \left(\frac{66 \times 96A}{1005} \right)$ AR., F ₃ × WGL., F ₂ F ₁ ' aus v. S.: 1 RV., 2 AV., 1 RR., 2 AR., 0 W. $(G) \begin{pmatrix} 1G \\ 1E \end{pmatrix} (E) \begin{pmatrix} 1G \\ 1E \end{pmatrix}$ F ₁ ' aus ge. br. S.: 0 RV., 0 AV., 5 RR., 7 AR., 0 W. $\begin{pmatrix} H & H \\ 3G & 3G \\ 2E & 4E \end{pmatrix}$
			d) $\frac{19a}{1911}$ konst. AR., F ₃ × WGL., F ₂ RV. AV. RR. AR. W. $\left. \begin{matrix} \text{aus v. Samen:} \\ \text{aus ge. Samen:} \end{matrix} \right\} \begin{matrix} 5 \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} 0(l) \\ 0 \end{matrix}$ $(3G + 2E)$ $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} 0 \\ 0(l) \end{matrix} \begin{matrix} 1 \\ (E) \end{matrix}$
			$\frac{20a}{1911}$ ebenso $\left. \begin{matrix} \text{aus v. Samen:} \\ \text{aus ge. Samen:} \end{matrix} \right\} \begin{matrix} 11 \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} 0(l) \\ 0 \end{matrix}$ $(4G + 7E)$ $\begin{matrix} 0 \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} 0 \\ 0(l) \end{matrix} \begin{matrix} 4(G) \\ 0 \end{matrix}$

In den verschiedensten Kombinationen und zahlreichen Einzelfällen ausgeführt: durchweg Weiß

Durchweg Weiß

B. aBC × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 aBc
 wenn einfach heterozyg.

C. aBc × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 abc
 wenn einfach heterozyg.

D. abC × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 abc
 wenn einfach heterozyg.

E. aBC × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 F. aBc × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 G. abc × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
 H. abc × 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Vervollständigt wurden die Ergebnisse der Rückkreuzung und der Wechselkreuzung der Hybriddeszendenten von rot- und weißblühender Levkoje noch durch eine dritte Kontrollreihe, welche die neuerliche Bastardierung mit reinen fremden Levkojenrassen von bekanntem, d. h. in besonderen Versuchen festgestelltem Faktorengehalt betraf. Die bezüglichen Formeln sind hier einfach antezipiert; doch sei schon hier auf die später gebrachte Tabelle der Faktorenformeln aller von mir benützten Levkojenrassen sowie auf deren Ableitung bzw. Begründung im zweiten Abschnitte des Kapitels über Levkojenbastardierungen hingewiesen. — In der hier referierten Versuchsreihe entspricht nur ein einziges Glied nicht der Erwartung (Tabelle V Nr. IV, 2 — Aschrosa \times Gelb = „Reinviolett“ statt Reinrosa!) und ist als „un-erklärt“ zu bezeichnen bzw. wahrscheinlich auf einen Fehler in der Farbenbestimmung bzw. -eintragung zurückzuführen. Andere Glieder erscheinen auffällig, d. h. nicht als einfach typisch, wenn auch als „atypisch“ erklärbar (I, 2 (2), VII, 5, VII, 9, VIII, 1, 2, 3). Die ganz überwiegende Mehrzahl entspricht jedoch völlig und ohne weiteres den Erwartungen, wie sie aus den aufgestellten Faktorenformeln abzuleiten sind.

Die Beobachtungen über neuerliche Bastardierungen der Hybrid-deszendenten mit reinen fremden Rassen sind in folgender Tabelle (Tab. V) zusammengefaßt.

Tabelle V.
 Fremdkreuzungen der Hybridessendenten von *Matthiola incana* var. *rubra* × *Matthiola glabra* var. *alba*.

Hybrid- deszendente	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
I.	<p>1. RV (D)</p> $\begin{matrix} A_1 & B & (F) \\ & A_2A_3 & C \\ & a_1 & b & (f) \end{matrix}$ <p>doppelt heterozyg. (RV:RR:W=9:3:4)</p> <p>2. RV</p> $\begin{matrix} A_1 & B & (F) \\ & A_2A_3 & C \\ & a_1 & b & (f) \end{matrix}$ <p>doppelt heterozyg. (RV:RR:W=9:3:4)</p>	<p>Gelbe beh. Levkoje</p> <p>Dunkelviol. großbl. gl. Sommerlevkoje (Dippe Nr. 324)</p>	<p>$A_1A_2a_3bCfh$</p> <p>$A_1A_2A_3BCF$</p>	<p>$F_1' \frac{96}{1903}$ gelbe beh. Lev. × RV, F₂</p> <p>$a_1A_2A_3bCf$ | I WAR = Weiß im Abblühen Rosa oder $A_1A_2a_3bCf$ | Apfelblütenfarbig (E = Einfach), I gelb (G = Gefüllt)</p> <p>$\frac{29}{1904}$ Großblum. S.-Levkoje $\left(\frac{110}{1903}\right)$ × RV, F₃</p> <p>1. F₁' $\begin{cases} A_1 \\ A_2A_3BC \\ a_1 \\ A_1A_2A_3BC \end{cases}$ 24 RV, beh.</p> <p>2. F₁' $\begin{cases} A_1A_2A_3bC \\ A_1A_2A_3BC \\ A_1A_2A_3B(?)C \end{cases}$ I RR! auffallend! (entweder dunkel v. großbl. glatte S.-L. betrefis B heterozyg. oder B hier in dissoziiertem Zustande)</p> <p>ad 1. F₂' $\frac{44}{1905}$ 1. u. 2. Ind. RV, 58 beh.: 15 glatt 3. Ind. RV + W</p> <p>ad 2. F₂' $\frac{46}{1905}$ RR, 35 beh.: 10 glatt</p>
II.	$\begin{matrix} A_1A_2A_3Bc \\ \text{hom.} \end{matrix}$	<p>Großbl. glatte asch- violette S.-Levkoje</p>	<p>$A_1A_2A_3Bc$</p>	<p>$F_1' \frac{30}{1904}$ Großbl. S.-L. $\left(\frac{110}{1903}\right)$ × beh. AV, F₂ $\left(\frac{64}{1903}\right)$</p> <p>$A_1A_2A_3Bc$ | $A_1A_2A_3Bc$ | 35 AV (D), beh.</p> <p>F₂' $\frac{47}{1905}$ AV, 53 beh.: 18 gl. = 2,9:1</p> <p>F₂' $\frac{21}{1906}$ AV, beh. + gl.</p>

Tabelle V (Fortsetzung).

	Hybrid- deszendenz	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
III.	RR	$A_1A_2A_3bc$ hom.	Rote glatte englische Sommerlevkoje 109d (246)	$A_1A_2A_3bc$	$F_1' \frac{28}{1904}$ (109d = $246 \times \frac{69}{1903}$) Engl. S.-L. \times RR, F_8 $A_1A_2A_3bc$ $A_1A_2A_3bc$ } 17 RR (D) $F_2' \frac{43}{1905}$ RR, 69 beh. : 21 gl. = 3,3 : 1
IV.	AR	1. A_1 A_2A_3bc a_1 I-heterozygotisch (AR : W = 3 : 1)	W. gl. engl. Sommer- levkoje (Dippe Nr. 246)	$a_1A_2A_3Bc$	$F_1' \frac{23}{1905}$ ($\frac{66 \times 46}{1904}$) AR, $F_8 \times$ Engl. S.-L. $\left\{ \begin{array}{l} A_1A_2A_3bc \\ A_1A_2A_3Bc \end{array} \right\} 26 AV$ 1. $\left\{ \begin{array}{l} a_1A_2A_3bc \\ a_1A_2A_3Bc \end{array} \right\} 23 W gl.$ 2. $\left\{ \begin{array}{l} a_1A_2A_3bc \\ a_1A_2A_3Bc \end{array} \right\}$ $F_2' \frac{15}{1906}$ ad 1. $A_1A_2A_3Bc$ 14 AV (a ₁) (b) $A_1A_2A_3bc$ 1 AR (a ₁) $a_1A_2A_3Bc$ W (b)
		2. $A_1A_2A_3bc$ a_1 I-heterozygotisch (AR : W = 3 : 1)	Gelbe beh. Levkoje	$A_1A_2a_3bc$	$F_1' \frac{97}{1903}$ gelb. beh. L. \times AR, F_2 $a_1A_2A_3bc$ } 3 blaßviolett (?) $A_1A_2a_3bc$ } (1 G + 2 E) Unerklärt! Wohl irrige Farbenangabe RVH statt RRRH! $a_1A_2A_3bc$ } 1 (G) $A_1A_2a_3bc$ } gelb

V. Weiß aus RV	1. $a_1 A_2 A_3 B$ I-heterozygotisch	Frühblühende weiße beh. Herbstlevkoje	$A_1 A_2 A_3$ befh	<p>$F_1' \frac{2}{1904}$ W. H.-L. $\left(\frac{108}{1903}\right) \times$ W. gl. aus RV, I₃ 3 WAR, G + 8 RV beh. beh. RV WAL RR WAR W gl. (=Weiß i. Abbl.Lila) — — — —</p> <p>$F_2' \frac{32}{1905}$ aus v. S. 20 8 (8 G + 12 E) (4 G + 4 E) aus ge. S. — — 17 5 14 (3 G + 2 E)</p> <p>$F_1' \frac{1}{1904}$ $\left(\frac{14 \times 108}{1903}\right)$ (W gl. aus RV, F₃ × W.H.L.) 6 RV (4 G + 2 E)</p> <p>$F_2' \frac{31}{1905}$ aus v. S. 35 RV (25 beh. + 10 gl.) aus ge. S. 5 RR, beh. + 24 W gl.</p> <p>$F_2' \frac{12}{1906}$ aus v. S. 17 RV (12 beh. + 5 gl.) I AV, gl. I RR, beh. aus ge. S. 4 RR (3 beh. + 1 gl.) 21 W gl.</p> <p>$F_3' \frac{11}{1906}$ von RV, beh. aus v. S. 4 RV, beh. G I RR, beh. aus ge. S. RR, beh. G W. gl.</p>
				<p>a</p>
	2. $a_1 A_2 A_3 BC$ hom.	<i>Vict. Bouquet</i> , weiß behaart (Dippe 360)	$A_1 A_2 A_3 BC$	<p>b</p> <p>$F_1' \frac{10}{1907}$ W gl. aus RV, F₃ $\left(\frac{14}{1903} \frac{69}{1905}\right) \times$ V. B. RV, beh. RV AV RR AR Ge. G W</p> <p>$F_2' \frac{13}{1908}$ a) { aus v. S. 15 — — — — aus ge. S. (4 G + 11 E) — — — — — — — — 3 (gl.) 19 (E, 3 beh., 16 gl.)</p> <p>b) aus Samenmischung: RV AV RR AR glG W 5 1 — 2 4 (E) (E, 1 beh., 3 gl.)</p>

Tabelle V (Fortsetzung).

Hybrid- deszendenz	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
3. $a_1A_2A_3BC$ II-heter.	<i>M. glabra</i> var. <i>alba</i> \times <i>Victoria Bouquet</i> , weiß beh. (Dippe 360)	a_1A_2 B A_3 c A_1a_2 b	F_2 59 RV 1911 F_1 9 $(H, E) \begin{pmatrix} H, G \\ H, E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} RR \\ RR \end{pmatrix} \begin{pmatrix} AR \\ AR \end{pmatrix} \begin{pmatrix} GeR \\ GeR \end{pmatrix} \begin{pmatrix} WAR \\ WAR \end{pmatrix} \begin{pmatrix} WGI \\ WGI \end{pmatrix}$ beh.: gl = 34:18 (Auftreten von GeR = Gelbrosa, WAR, GeG = Gelb Gefüllt als Nova. sehr beachtenswert, doch der Er- wartung entsprechend!) $\frac{30}{1905} \left(\frac{104 \times 51}{1909} \right) [M. gl. \times W, F_2] \times VB,$ F_1 9 AV (H, G) I RR (E) I AR (H, G)	
4. $a_1A_2A_3BC$ hom.	Schwefelgelbe Lev- koje mit Lackblatt	$A_1A_2a_3bC$	F_1 28 RV 1910 F_2 55 RV 1911 aus v. S. . . . 13 $\begin{pmatrix} 7G \\ 6E \end{pmatrix}$ aus interm. S. 4 $\begin{pmatrix} 2G \\ 2E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} E \\ E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1G \\ 1E \end{pmatrix}$ aus ge. S. . . . 4 $\begin{pmatrix} 3G \\ 1E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7G \\ 4E \end{pmatrix}$	

VI.	Weiß aus AV	1. $a_1A_2A_3Bc$ heterozygotisch	Weiße glatte engl. Sommerlevkoje	$a_1A_2A_3Bc$	$F_1' \frac{3}{1904}$ W aus AV, F_3 (54A 1903) \times E. S.-L. $\frac{109 C}{246 D}$ $\left. \begin{matrix} a_1A_2A_3Bc \\ a_1A_2A_3Bc \end{matrix} \right\}$ W gl. $F_1' \frac{17}{1904}$ $\left(\frac{108 \times 48A}{1903} \right)$ Beh. <i>annua</i> \times W aus AV, F_3 $\left. \begin{matrix} a_1A_2A_3BcF(\hat{c})h \\ A_1a_2A_3bCh \end{matrix} \right\}$ RV (27 beh., 21 gl.) $F_2' \frac{39}{1905}$ 5 RV (1 G + 4 E) 4 AV (E) 5 RR (3 G + 2 E) 4 WAR (G) 21 W gl. 1 W beh.
VII.	Weiß aus RR	1. $a_1A_2A_3bC$ homozygotisch	Frühbl. weiße beh. Herbstlevkoje (Dippe 1290)	$A_1A_2a_3bc$	$F_1' \frac{14}{1904}$ $\left(\frac{117 \times 74A}{1903} \right)$ F. H.-L. \times W aus RR, F_3 $\left. \begin{matrix} a_1A_2A_3bC \\ A_1A_2a_3bc \end{matrix} \right\}$ 14 RR, beh. (6 G + 8 E) $F_2' \frac{38}{1905}$ 64 beh. : 14 gl. 31 RR, beh. (20 G + 11 E) 10 WAR, beh. (6 G + 4 E) (wohl gleich AR) 14 W gl. $\left. \begin{matrix} F_1' \frac{6}{1904} \\ F_2' \frac{6}{1904} \end{matrix} \right\}$ W aus RR, $F_3 \times$ W. H.-L. 1 RR beh. 1 W (G) — entw. irrig statt WAR klassifiziert oder Fehler d. Selbstbefr.
		2. $a_1A_2A_3bC$ homozygotisch	Weiße beh. Herbst- levkoje $\frac{108}{1903}$	$A_1A_2a_3bc$	

Tabelle V (Fortsetzung).

Hybrid- deszendenz	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
				$F_1' \frac{7}{1904}$ W. HL.-L. \times W aus RR, F_3 18 RR beh. (H, 10 G + 8 E) $F_2' \frac{36}{1905}$ 62 beh.: 22 gl. 18 RR, beh. (10 G + 8 E) 2 WAR, beh. (G) (wohl gleich AR) 22 W gl. $F_2' \frac{24}{1906}$ 1 RR, beh. 2 W, beh. W gl.
			b	
	3. $a_1A_2A_3bC$ wohl homozygotisch	Weißer beh. Herbst- <i>annua</i>	$A_1a_2A_3bCfH$	$F_1' \frac{6A}{1904}$ W aus RR, $F_3 \times$ M. a. RR, beh. $F_2' \frac{35}{1905}$ 48 beh.: 12 gl. 28 RR, beh. (16 G + 12 E) 10 WAR, beh. (6 G + 4 E) 12 W gl.
	4. $a_1A_2A_3bC$ I-heter.	Weißer glatte engl. Sommerlevkoje	$a_1A_2A_3Bc$	$F_1' \frac{5A}{1904}$ W aus RR, $F_3 \left(\frac{72}{1903} \right) \times$ E. S. W gl. $F_2' \frac{34}{1905}$ 25 W gl.
	5. $a_1A_2A_3bC$ I-heter.	Weißer beh. englische Sommerlevkoje (Dippe 1)	$A_1A_2a_3BC$	$F_1' \frac{9}{1907}$ E. S.-L. \times W aus RR, $F_3 \left(\frac{74A}{1903} \right)$ RV (Heil), beh. $F_2' \frac{12}{1908}$ 1. Ind. $\left\{ \begin{array}{l} 16 \text{ RV } (9 \text{ G} + 7 \text{ E}) \\ 5 \text{ AV } (4 \text{ G} + 1 \text{ E}) \\ 19 \text{ W } 6 \text{ beh. } (4 \text{ G} + 2 \text{ E}) \\ 13 \text{ gl. } (9 \text{ G} + 4 \text{ E}) \end{array} \right.$ 2. Ind. $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ RV } (1 \text{ G} + 1 \text{ E}) \\ 6 \text{ W } \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ beh. } (1 \text{ G} + 1 \text{ E}) \\ 4 \text{ gl. } (E) \end{array} \right. \end{array} \right.$ (Fehlen von RR u. AR!)

6. $a_1A_2A_3b^c$ I-heter.	Weiße beh. englische Sommerlevkoje (Dippe 1)	$A_1A_2a_3BC$	$F_1' \frac{11 + 12}{1907} \left(\frac{100}{1906} \times \frac{74 \Delta}{1903} \right) E. S.-L. \times W \text{ gl. aus } RR, F_3$ RV, beh. $F_2' \frac{14 + 15}{1908}$ Nr. 1 aus v. S.: 21 RV, 5 AV, 0 RR, 0 AR, 0 WAR, 0 W $\begin{pmatrix} 11 G \\ 10 E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 3 G \\ 2 E \end{pmatrix}$ aus ge. S.: 0 RV, 0 AV, 1 RR, 2 AR, 6 WAR, 23 W $\begin{pmatrix} G \\ G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 G \\ 1 E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 G \\ 2 E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7 G \\ 16 E \end{pmatrix}$
7. $a_1A_2A_3b^c$ I-heter.	Weiße gl. englische Sommerlevkoje Nr. 5 \times W gl. F_2 (<i>glabra</i> \times <i>annua</i>) $\frac{96 A}{1904}$	$a_1A_2A_3Bc$ $A_1a_2A_3bCH$	$F_1' \frac{15}{1905}$ [W aus RR, $F_3 \times$ W gl. engl. S.-L.] \times W gl. aus <i>M. glabra</i> \times <i>annua</i> A_2BC $F_2' a_1 a_2 A_3 bc$ 9 W gl. $\begin{pmatrix} 3 E \\ 4 G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 G \\ 7 E \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 2 \text{ beh.} \\ 7 \text{ gl.} \end{pmatrix}$
8. $a_1A_2A_3b^c$ I-heter.	(Weiße glatte F_3 aus RV, <i>inc.</i> \times <i>glabra</i>) \times engl. Sommerlevkoje W beh.	BC $a_1A_2A_3b^c$ $A_1A_2a_3BC$	$F_1' \frac{18}{1905}$ [W aus RR, $F_3 \times$ W gl. aus RV, F_3] \times engl. S.-L. 2 RV (H, G) beh. 2 W gl.
9. $a_1A_2A_3b^c$ I-heter.	Blutrote Levkoje mit Lackblatt	$A_1A_2A_3b^c$	$F_1' \frac{18}{1910}$ $\left(\frac{16 \times 6}{1909} \right) B. L. \times$ W aus RR, F_3 7 RR (3 G + 4 E) durchw. Beh. (Novum!) 1 AR (G) Beh. (!) auffallend! ($A_1a_1A_2A_3A_3bbCc$ müßte in diesem Einzelfalle AR statt RR ergeben.)

Tabelle V (Fortsetzung).

Hybrid- deszendenz	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
				$F_2' \frac{50}{1904}$ RR 16 (8 G + 8 E) u. zw. 14 beh. + 2 gl. AR 6 (3 G + 3 E) " " 6 beh. W 4 (1 G + 3 E) " " 4 gl. beh. : gl = 34 : 18
VIII. Weiß aus AR	$a_1A_2A_3bc$ hom.	1. W. beh. <i>M. annua</i>	$A_1a_2A_3bCfH$	$F_1' \frac{4}{1904} \left(\frac{67A \times 108}{1903} \right)$ W gl. aus AR, $F_3 \times M. a.$ Auffallend: { 1 AR beh. (A ₁ a ₁ A ₂ a ₂ A ₃ A ₃ bCcHh = AR statt RR hell oder WAR) $F_2' \frac{33}{1905}$ 55 AR beh. (ars AR) $F_1' \frac{17}{1910} \left(\frac{17 \times 11}{1909} \right)$ S. g. L. < W aus AR, F_3 2 RR (E) $F_2' \frac{49}{1911}$: RV AV RR AR CeG W gl. 0 0 13 11 0! 19 $\left(\frac{9G}{4E} \right) \left(\frac{7G}{4E} \right) \left(\frac{10G}{9E} \right)$ (Auffallend: Fehlen von Gelb = A ₁ A ₂ a ₃ bC) $F_1' \frac{9}{1907}$ E. S.-L. < W aus AR, F_3 RV (H), beh. $F_2' \frac{58}{1911}$ RV 8 (7 G + 1 G) AV 0 RR 1 (1 E) AR 4 (2 G + 2 E) W 6 gl. (5 G + 1 E) 4 beh. (1 G + 3 E) (fehlt Aschviolett)
		2. schwefelgelbe Levkoje mit Lackblatt	$A_1A_2a_3bC$	
		3. W. beh. englische Sommerleukoje	$A_1A_2a_3BCfh$	

Endlich folgt noch in Tabelle VI ein Bericht über eine vierte Prüfreihe, in welcher Hybrid-deszendenten, welche aus *Matthiola incana* var. *rubra* oder aus *M. glabra* var. *alba* und einer fremden reinen Levkojenrasse gewonnen waren, einer neuerlichen Bastardierung mit einer reinen Levkojenrasse unterworfen wurden. Die Ergebnisse entsprechen, soweit eine genaue Vorkhersage auf Grund der Faktorenformeln möglich, durchaus den Erwartungen.

Tabelle VI.

Bastardierungen von Hybriddeszendenten aus *M. incana* oder *glabra* und einer fremden Rasse mit einer reinen Rasse.

Hybriddeszendent	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
1. RR (H) aus <i>M. inc.</i> RBeh. \times <i>M. annua</i> WBeh.	$A_1A_2A_3bCfH$	<i>M. glabra</i> WGl.	$a_1A_2A_3BcFh$	$F_1' \frac{13}{1904} \left(\frac{106 \times 80}{1903} \right) M. gl. \times RR$ (H), F_2 7 (5 G + 2 E) schmutzig lichtrosaviolett (H)
2. WBeh. aus <i>M. inc.</i> RBeh. \times <i>M. annua</i> WBeh.	$A_1a_2A_3bCfH$	<i>M. glabra</i> WGl.	$a_1A_2A_3BcFh$	$F_1' \frac{9}{1904} WB., F_2 \times M. gl.$ aus v. S. 30 Hehlila (H) 1 WBeh. ¹⁾ aus ge. S. 1 W (E) 1 Ge (G)
3. WBeh. aus <i>M. inc.</i> RBeh. \times <i>M. annua</i> WBeh.	$A_1a_2A_3bCfH$	<i>M. glabra</i> WGl.	$a_1A_2A_3BcFh$	1) vgl. die Annahme von $A_1A_2A_3bCfH$ oder $A_1^{A_2}A_3bCfH$ als W, wenn Gefüllt Ge, im Falle 4 A I (Tab. XII) $F_1' \frac{10}{1904} M. gl. \times WB., F_2 \left(\frac{80}{1903} \right)$ Schmutzig lichtrosaviolett = „schviolett“ (H) $F_2' 75^a$ RV, „AV“, RR, AR, GeG, WBeh., WGl 1911 0 19 0 3 9 2 $\left(\frac{14 G}{5 E} \right) \left(\frac{1 B}{2 G} \right) \left(\frac{1 B}{8 Gl} \right) \left(\frac{2 E}{2 E} \right)$ und zwar Knospengrund gelblich Auftreten von „AV“ und Fehlen von RV, RR auf- fallend, da in der Mutter sicher Faktor C gegeben!

Tabelle VI (Fortsetzung).

Hybriddeszendenz	Formel	Fremdrasse	Formel	Beobachtung
4. WBeh. aus <i>M. inc.</i> RBeh. \times <i>M. annua</i>	$A_1 a_2 A_3 b c H$	<i>M. glabra</i> WGl.	$a_1 A_2 A_3 B c f h$	$F_1' \frac{11}{1904} M. gl. \times WB., F_2 \left(\frac{80}{1903} \right)$ RV (H) $F_2' \frac{37}{1905}$ aus v. S.: RV, AV, RR, AR, WAR, Ce, GeAR, W G G $\begin{matrix} 7 & 25 & 0 & 4 \\ (E) & \begin{pmatrix} 21 & G \\ 4 & E \end{pmatrix} & & \begin{pmatrix} H \\ E \end{pmatrix} \end{matrix}$ aus gc. S.: RV, AV, RR, AR, WAR, Ce, GeAR, W 0 0 0 1 3 10 1 11 $\begin{matrix} (H) & (E) & (G) & (G) & (G) & (G) & (G) & (G) \\ (E) & & & & & & & \end{matrix}$ $\begin{matrix} (6 \text{ beh.}) \\ (4 \text{ Gl}) \end{matrix}$
5. WBeh. aus RR (aus Ge \times WBeh.)	$A_1 a_3 \left\{ \begin{matrix} A_3 BC \\ \text{oder} \\ a_3 bc \end{matrix} \right.$	Engl. S.-L. WBeh.	$A_1 A_2 a_3 BC$	$F_1' \frac{10}{1905} E. S.-L. \left(\frac{48}{1904} \right) \times W$ aus RR, F_3 15 WBeh. 73 Beh.: 20 gl. (RR wohl zufällig fehlend oder durch WAR ersetzt)
6. WBeh. (aus Ge \times WBeh.)	$A_1 a_2 \left\{ \begin{matrix} A_3 BC \\ \text{oder} \\ a_3 bc \end{matrix} \right.$	Engl. S.-L. WBeh.	$A_1 A_2 a_3 BC$	$F_1' \frac{9}{1905} \left(\frac{48 \times 87}{1904} \right) E. S.-L. \times W$ aus F_3 (gelb beh. \times weiß beh.) 7 WBeh.

<p>7. WBeh. aus RR (spaltend in RR und W) aus GeBeh. \times WBeh.</p>	<p>$A_1A_2A_3BC$ oder $A_1A_2a_3bC$</p>	<p>Engl. S.-L. WGl. (Dippe 246)</p>	<p>$a_1A_2A_3Bc$</p>	<p>$F_1' \frac{6}{1905} \left(\frac{46}{1904} \times \frac{82}{1904} \right)$ aus RR, F_3 6 RV (H) $F_2' \frac{5}{1906}$ aus bl. S.: 4 RV, ? AV, o RR, ? AR, ? AR, 10 WBeh., WGl. (G) vorh. (Beh.)</p>
<p>8. WGl. aus <i>M. glabra</i> WGl. \times <i>M. annua</i> WBeh.</p>	<p>$A_2 B$ $a_1 A_3 C$ $a_2 b$</p>	<p>Gelb. beh. S.-L.</p>	<p>$A_1A_2a_3bC$</p>	<p>$F_1' \frac{2}{1905} \left(\frac{45}{1904} \times \frac{96A}{1904} \right)$ gelb, S.-L. \times WGl., F_2 3 RV (H, Beh.) 2 RR (H, Beh.)</p>
<p>9. WGl. aus <i>M. glabra</i> WGl. \times <i>M. annua</i> WBeh.</p>	<p>$a_1A_2A_3BC$ $a_1A_2A_3bC$</p>	<p>Großbl. Pyramiden- Sommerlevkoje WBeh.</p>	<p>$A_1a_2a_3Bc$</p>	<p>$F_1' \frac{11}{1905} \left(\frac{54}{1904} \times \frac{96AA}{1904} \right)$ P. S.-L. \times WGl., F_2 6 RV (H, Beh.); 3 G + 3 E) 8 AV (H₁Beh.; 5 G + 3 E)</p>

Den Schluß meines Berichtes über Beobachtungen an dem Bastardierungsfall *Matthiola incana* var. *rubra* \times *Matthiola glabra* var. *alba* und an den damit verwandten Hybriden macht die tabellarische Übersicht (Tabelle VII) einer fünften Versuchsgruppe, in welcher Hybrideszenten aus *M. incana* \times *M. glabra* mit Hybrideszenten von anderer bekannter Herkunft neuerlich gekreuzt wurden.

Tabelle VII.
Wechselkreuzungen von Hybrideszenten aus *M. incana*, *glabra*, *annua*, Engl. gl. Sommerleukoje.

Nr.	Hybrideszentent	Formel	Hybrideszentent	Formel	Beobachtung
1.	AR aus <i>M. inc.</i> \times <i>gl.</i>	$A_1A_2A_3bc$ homozygotisch	W. Hybrideszentent von (<i>M. gl.</i> \times <i>M. incana</i>) \times engl. glatte S.-L.	$a_1A_2A_3BC$ heter.	$F_1' \frac{19}{1905} \left(\frac{65}{1904} \times \frac{21}{1904} \right) AR, F_3 \times „M.g.“ \times$ Engl. S.-L. $A_1A_2A_3bc \times AV$ (H, G) $a_1A_2A_3Bc$ $A_1A_2A_3bc \text{ I RR (E)}$ $a_1A_2A_3bC$ $A_1A_2A_3bc \text{ I AR (G)}$ $a_1A_2A_3bc$ (Wohl zufälliges Fehlen von RV!)
2.	W aus RR (<i>M. inc.</i> \times <i>gl.</i>) \times WGL.E.S.-L.	$a_1A_2A_3BC$ C	WGL. aus RV von <i>M. gl.</i> \times <i>annua</i>	A_2 BCH a_1 A_3 bch	$F_1' \frac{15}{1905} \left[W \text{ aus RR, } F_3 \times E.-L. \right] \times$ WGL., $F_2 \left(\frac{96 A}{1904} \right)$ 9 WGL.
3.	WGL. aus RR (<i>M. inc.</i> \times <i>gl.</i>)	$a_1A_2A_3bC$ heter.	WBeh. aus RV / <i>M. inc.</i> \times <i>annua</i> / \times <i>M. glabra</i>	B H $A_1a_2A_3$ C b h heter.	$F_1' \frac{16}{1905}$ WBeh. $\left[F_2 M. inc. \times ann. \right] \times M. glabra \times$ WGL., F_3 aus v. S.: 4 RV, 1 RR, 0 AR $\begin{pmatrix} H \\ 2 G \\ 2 E \end{pmatrix}$ aus gc. S.: 0 RV, 0 RR, 4 AR (Fehlen von AV!)

Endlich sei über Versuche berichtet, welche die Vererbungsweise der Sättigungsstufen der Blütenfarben im Bastardierungsfalle *M. incana* var. *rubra* × *M. glabra* var. *alba* betreffen. Diesbezüglich sei zunächst auf das bereits 1904 ausführlich mitgeteilte Ergebnis, welches die Aufspaltung in der 2. Generation [dunkel (D, satt), Mittel (M), Hell (H) S. 19 d. S. A.] betraf, verwiesen. Hier seien nur folgende Zahlen rekapituliert:

$$\begin{aligned} \text{RV} \quad \text{D} : \text{H} &= 116 : 141 = 1 : 1,2 \\ \text{AV} \quad \text{D} : \text{M} : \text{H} &= 30 : 31 : 19 = 1,5 : 1,55 : 0,95 \\ \text{RR} \quad \text{D} : \text{H} &= 23 : 60 = 1 : 2,6 \\ \text{AR} \quad \text{D} : \text{M} : \text{H} &= 5 : 4 : 9 = 1 : 0,8 : 1,8. \end{aligned}$$

Über die Ergebnisse der dritten Generation berichtet die nachstehende Tabelle VIII:

Tabelle VIII.

F ₂		F ₃												
		RV			AV			RR			AR			W
		D	B	H	D	M	H	D	M	H	D	M	H	
I.														
DRV.	ms. ¹⁾ I ₁	27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	ms. I ₂	V	.	V	2	.	3	.	.	.	.	.	.	V
		(d. h. vorhanden)												
	ms. I ₃	V	.	V	V	.	V	.	.	.	.	.	.	V
	ms. I ₄	V	.	V	V	.	V	V	.	V	.	.	.	V
HRV.	vs. ²⁾ I ₁	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	vs. I ₂	3	8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	vs. I ₃	11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	vs. I ₄	V	.	V	V	.	V	.	.	.	.	.	.	.
	vs. I ₅	V	.	.	V	.	V	.	.	.	.	.	.	.
	vs. I ₆	V	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.
	vs. I ₇	V	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
II.														
DAV.	vs. I ₁	.	.	.	8	4	.	.	.	.	.	.	.	.
	ms. I ₁	.	.	.	8	.	11	.	.	.	1	.	1	V
	ms. I ₂	.	.	.	10	.	.	.	.	.	1	.	.	V
	ms. I ₃	.	.	.	.	10	.	.	.	.	2	.	.	.
	ms. I ₄	.	.	.	.	13	.	.	.	.	3	6	.	
MAV.	vs. I ₁	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	V
	vs. I ₂	.	.	.	.	6	.	.	.	.	.	1	.	7
	vs. I ₃	.	.	.	22	3	2	.	.	.	.	.	.	.
HAV.	ms. I ₁	.	.	.	.	20	.	.	.	.	.	.	.	V
	ms. I ₂	.	.	.	9	.	11	.	.	.	1	2	1	V
	ms. I ₃	.	.	.	.	15	.	.	.	.	.	.	.	V
	ms. I ₄	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	4	.

1) D. h. mischsamiges Individuum.

2) D. h. violettsamiges Individuum.

Tabelle VIII (Fortsetzung).

F ₂		F ₃												W		
		RV			AV			RR			AR					
		D	B	H	D	M	H	D	M	H	D	M	H			
	III.															
DRR.	I ₁ . . . . .	.	.	.	.	.	.	V	.	V	.	.	.	.	.	.
	I ₂ . . . . .	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.
	I ₃ . . . . .	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	V	.	.	.	.
	I ₄ . . . . .	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	V	.	.	.	.
HRR.	I ₁ . . . . .	.	.	.	.	.	.	V	.	.	.	.	.	.	.	.
	I ₂ . . . . .	.	.	.	.	.	.	I	.	6	.	.	.	.	.	.
	IV.															
DAR.	I ₁ . . . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4I	.	.	.	.
HAR.	I ₁ . . . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.
	I ₂ . . . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.

Aus diesen allerdings unzureichenden Beobachtungen scheint sich die Schlußfolgerung zu ergeben, daß im allgemeinen — von Hell-Reinviolett abgesehen — die in F₂ vorgefundene Sättigungsstufe unter den durch Selbstbefruchtung erzeugten Produkten entweder vorwiegt oder sogar allein vertreten ist. Andererseits kann F₂-Dunkel in F₃-Dunkel und F₃-Hell (oder F₃-Mittel), aber auch F₂-Hell in F₃-Dunkel und F₃-Hell ev. auch F₃-Mittel spalten. F₂-Mittelstufe (nur an AV beobachtet) liefert entweder ausschließlich F₃-Mittel oder daneben noch F₃-Dunkel und F₃-Hell. Mitunter wechselt geradezu von F₂ auf F₃ die Sättigungsstufe; so kann aus F₂-Dunkel AV bloß F₃-Mittel AV hervorgehen — ja gewisse F₂-Hell RV-Individuen lieferten ausschließlich F₃-Dunkel RV.

Die Vererbung der Sättigungsstufen wird wohl durch die fluktuierende-kontinuierliche Variation jeder einzelnen Sättigungsstufe kompliziert.

Ohne genaues Studium dieses Momentes schon an den reinen Elternrassen und ohne erhebliche Erweiterung des Beobachtungsmaterials ist meines Erachtens über den Charakter der Vererbungsweise der Sättigungsstufen nichts Bestimmtes auszusagen. Nur ganz provisorisch habe ich daher in den Faktorenformeln bei der sattpigmentierten Elternrasse, speziell bei *M. incana* var. *rubra*, das Vorhandensein eines einfachen Förderungsfaktors F angenommen, welcher die von dem chromogenen Komplex A₁A₂A₃ und von den Abänderungskomponenten B und C bedingte Farbentwicklung verstärkte. Bei den weißblühenden Elternrassen, speziell bei *Matthiola glabra* var. *alba*, habe ich zunächst ein Fehlen des Förderungsfaktors F angenommen. Um ein

Verhalten der oben gekennzeichneten Art bei dieser Voraussetzung zu erklären, bedürfte es allerdings der Hilfsannahme, daß die Heterozygoten (Ff) bald der satten dunkleren, bald der mindersatten helleren Stufe entsprächen, während die einen Homozygoten (FF) nur die dunklere, die andern Homozygoten (ff) nur die hellere Sättigungsstufe liefern. — Allerdings besteht auch die Möglichkeit eines plurifaktoriellen Charakters der Vererbungsweise, zunächst eines bifaktoriellen — also des Zusammenwirkens von zwei Förderungskomponenten F' und F''. Dabei wären Spaltungsverhältnisse wie $7:9 = 1:1,29$, $5:11 = 1:2,2$, $3:13 = 1:4,3$ möglich. Die Entscheidung zwischen diesen hier nur angedeuteten Eventualitäten muß weiteren detaillierten Versuchen vorbehalten bleiben.

b) Vererbungsweise der Blütenfüllung.

Recht umfangreich ist das Material, das mir bezüglich der Vererbungsweise der Füllung an Levkojen zu Gebote steht. Alle von mir benutzten Levkojenrassen gehörten jenem „fortspaltenden“ Typus an, bei welchem dauernd ein ziemlich konstanter Prozentsatz vollständige Blütenfüllung aufweist, während die anderen Individuen einfach blühen. Eine Form mit solchem Verhalten wird als Halb- oder Teilrasse bzw. als Mittlrasse (wenn der Prozentsatz gefüllter 50 % und darüber beträgt) bezeichnet.

Da sich die gefüllten Individuen unfruchtbar erweisen, entstammen alle Deszendenten bzw. Hybriden der Verbindung: einfach \times einfach. In dem hier zunächst referierten Bastardierungsfalle *Matthiola incana* var. *rubra* \times *M. glabra* var. *alba* wurden folgende Zahlen in der durch Selbstbefruchtung erzeugten II. und der ebenso erhaltenen III. Generation der Hybriden festgestellt.

Tabelle IX.

	F ₂				F ₃			
	G	E	Verhältnis	Prozentsatz an G	G	E	Verhältnis	Prozentsatz an G
Unter RV . . .	555	473	1,18:1	54,1 %	178	156	1,14:1	53,3 %
AV . . .	207	159	1,13:1	56,5 %	110	77	1,43:1	58,9 %
RR . . .	122	71	1,72:1	63,2 %	54	37	1,46:1	59,3 %
AR . . .	37	30	1,23:1	55,16 %	86	66	1,32:1	56,9 %
W . . .	—	—	—	—	42	36	1,17:1	53,9 %
Fig. zus. . . .	921	733	1,256:1	55,24 %	428	336	1,27:1	55,9 %
Alle vereint .	—	—	—	—	470	372	1,263:1	55,81 %

aus F₂ + F₃ ergibt sich G:E = 1391:1105 = 1,259:1 bzw. 55,73 %

Aus dem Vorstehenden ergibt sich die wichtige empirische Tatsache, daß der Prozentsatz an gefülltblühenden Individuen in den einzelnen Bastardgenerationen bei genügend umfangreichem Material ein konstanter zu nennen ist, und daß das Verhältnis der fortdauernden Spaltung in gefüllt:einfach durchschnittlich 1,259:1 beträgt, was 55,73% an Gefüllten entspricht. Zwischen pigmentblütigen und weißblühenden Hybriddeszenten ergab sich diesbezüglich kein Unterschied. Dieses Spaltungsverhältnis läßt sich als Annäherung an die Relation $9:7 = 1,286$ oder an eine Relation $5:4 = 1,25:1$ betrachten.

Setzen wir zunächst einmal die Relation $9:7$ als gültig voraus und suchen wir nach einer rationellen Erklärung dieses Spaltungsverhältnisses, so bietet sich die Frage dar, ob dieses nicht einfach als Ausdruck einer dihybriden oder bifaktoriellen Bastardierung zu betrachten ist, wo durchschnittlich 9 Individuen unter der Minimalzahl von 16 Individuen (bzw. unter den neun teils 1-, teils 2-, teils 4-gliedrige Gruppen oder Typen) Füllung aufweisen, 7 hingegen einfach bleiben sollten. Doch wird eine so einfache Erklärung schon dadurch ausgeschlossen, daß von den 4 homozygotischen Typen mindestens einer dem Merkmal „einfache Blüte“ entsprechen müßte, — schon darum, da sonst keine ungeraden Verhältniszahlen vorliegen könnten. Es erfolgt jedoch keine Abspaltung eines einfach bleibenden Typus, vielmehr spalten alle einfach blühenden Deszenten weiter, und zwar in ein und demselben Verhältnis. Würde man selbst unter gekünstelten Voraussetzungen das Verhältnis $9:7$ in F_2 auf dihybride Bastardierung von gewöhnlichem Charakter zurückführen, so bliebe das Fortbestehen des gleichen Spaltungsverhältnisses und das Fehlen von konstanten einfachblütigen Spaltungsprodukten in den folgenden Generationen völlig unverständlich. Berücksichtigt man allein das Spaltungsverhältnis — unter vorläufiger Annahme des Auftretens von konstant einfachblütigen Deszenten, so ergäbe sich — gleiche Fortpflanzungsgröße vorausgesetzt — schon für F_3 statt $1,286:1$ das Durchschnittsverhältnis $1:1,55$, also ein deutliches Überwiegen der einfachen Nachkommen gegenüber den gefüllten. Dieses relative Übergewicht würde in den folgenden Generationen fortschreiten.

Diesen Einwänden bzw. den angeführten Tatsachen wird nur eine solche rationelle Erklärung gerecht, derzufolge alle von den einfachblütigen Hybriden gelieferten Zygoten zweifach heterozygotischen Charakter (ABab) besitzen. Dieser Forderung würden im Falle einfacher oder typischer dihybrider Bastardierung nur vier

Individuen unter 16 entsprechen, so daß Gefüllte zu einfachen im Verhältnisse 3 : 1 stehen müßten. Es muß daher nach einer Erklärung durch eine komplizierte oder atypische dihybride Bastardierung gesucht werden.

Eine Erklärungsmöglichkeit bestände in der Annahme, daß die vollständige Ausbildung des Geschlechtsapparates in Form einfacher Blüte von 2 Faktoren gleicher Wirkungsweise (AB) abhängt, und daß alle beide Faktoren in der Ein- oder Zweizahl enthaltenden Zygoten (1 ABAB, 2 ABaB, 2 ABAb, 4 ABab), ebenso alle nur einen Faktor in doppelter Vertretung aufweisenden Zygoten (1 ABAb, 1 aBaB) an sich zur Einfachblütigkeit disponiert seien, während die je einen Faktor nur in der Einzahl enthaltenden Zygoten (2 Abab, 2 aBab) und die beider Faktoren entbehrende Zygote (1 abab) zur minder hohen Differenzierung des Geschlechtsapparates, d. h. zur Gefülltblütigkeit disponiert seien. Demnach wäre ursprünglich das Verhältnis $G : E = 5 : 11 = 1 : 2,2$ bzw. 31,25 % gegeben. Nun könnte angenommen werden, daß die faktorenreichen, homozygotischen oder bloß einfach heterozygotischen Samenanlagen eine geringere Entwicklungsfähigkeit und Resistenz besäßen als die faktorenärmeren, so daß sie relativ leicht absterben. Ein solches Verhalten würde das Ausgangsverhältnis $G : E = 5 : 11$ bzw. 31,25 % im extremen Falle bis auf $G : E = 5 : (11 - 7) = 5 : 4 = 1,25 : 1$ bzw. 55,56 % abändern, ja bei teilweisem Absterben auch der Doppelt-heterozygotischen (4 ABab) noch weiter erhöhen können, bis schließlich nur mehr jene Zygoten, welche Gefüllte liefern, übrigblieben. Als Stütze für eine solche Theorie des elektiven Unentwickeltbleibens und Absterbens gewisser Zygoten könnte die bekannte, von E. R. Saunders¹⁾ und auch von mir seit einer Reihe von Jahren bestätigte Erfahrung²⁾ angeführt werden, daß die zur Lieferung von Füllung disponierten Samen eine größere Lebensfähigkeit besitzen als die zu einfacher Blüte veranlagten, so daß man aus mehrjährig aufbewahrten Samen schließlich nur mehr gefülltblühende Individuen zu erziehen vermag. Ich möchte mich aber in der Erklärung der Vererbungsweise der Blütenfüllung durchaus nicht für diese Möglichkeit eines elektiven Unentwickeltbleibens und Absterbens gewisser Zygoten entscheiden, sie vielmehr hier nur angedeutet haben, da sie sich vielleicht für andere Vererbungsfälle als brauchbar erweisen könnte.

1) Journal of Genetics Vol. I. No. 4, spez. p. 361—366. 1911.

2) Vgl. C. Goebel, Beiträge zur Kenntnis der gefüllten Blüten. Pringsheim J. B. Bd. 17. S. 285, 1881.

Es sei vielmehr ausgeführt, daß meine Beobachtungen sich decken mit den weit vielseitigeren Versuchen von Miss E. R. Saunders¹⁾ und sich deren Erklärungstheorie ohne weiteres fügen. Die letztere nimmt an, daß in den Pollenzellen der fortspaltenden Levkojenrassen nur die eine Kombination: Fehlen beider Vollentwicklung des Geschlechtsapparates bzw. einfache Blüte bedingender Faktoren (a b) gebildet werde, und daß unter den Eizellen die Kombinationen Vorhandensein und Fehlen beider Faktoren (AB und ab) infolge partieller oder relativer Verkoppelung der beiden Faktoren — im Gegensatze zur kompletten oder absoluten Verkoppelung in den dauernd einfachblühenden Levkojenrassen — verhältnismäßig viel häufiger gebildet werden als die Kombinationen von Vorhandensein des einen und Fehlen des anderen Faktors (Ab, aB). Aus der Vereinigung von

$$\left. \begin{array}{l} (n-1) AB \\ \quad 1 Ab \\ \quad \quad 1 aB \\ (n-1) ab \end{array} \right\} \times 2n ab, \text{ wobei } n = 8, 16 \text{ usw.}$$

zu setzen ist, ergibt sich nach E. R. Saunders das Verhältnis $G:E=9:7=1,286:1$ bzw. 56,26% als höchster Grenzwert, hingegen das Verhältnis $G:E=17:15=1,33:1$ bzw. 53,08% als unterster Grenzwert. Die von E. R. Saunders verwendete Vorstellung, daß infolge partieller Verkoppelung gewisser Faktoren die einzelnen Kombinationen oder Gametenarten in ungleicher Anzahl, und zwar in bestimmten Mendelschen Verhältnissen gebildet werden, haben Bateson und Punnett²⁾ in ihrer Theorie der partiellen und der totalen Faktorenverkoppelung nach Beobachtungen an Lathyrus (Verkoppelung von Purpurblüte und Langform des Pollenkorns) begründet. Saunders ergänzt diese Theorie für den speziellen Fall der Blütenfüllung bei Levkojen durch die Annahme, daß nur die weiblichen Gameten in viererlei Zusammensetzung gebildet werden, die männlichen nur in einerlei.

¹⁾ Bericht auf der IV. conference de Génétique, Paris 1911; Further experiments on the inheritance of „doubleness“ and other character in stocks. Journal of Genetics Vol. I, No. 4, p. 303—376, 1911. Vgl. auch ihre früheren Studien über Füllung Rep. to the Evolution Committee of the Royal Society II, pag. 29. 1905; III, p. 44. 1906; IV, p. 4. 36. 1908.

²⁾ Report to the Evolution committee III, p. 9. 1906; IV, p. 3. 1908. Proc. Roy. Soc. Ser. B. Vol. 84, p. 3. 1911. Verh. des Naturf. Vereins in Brünn. Bd. 49, 1911 (Mendelfestband); Journal of Genetics. Vol. I, No. 4. 1911.

c) Vererbungsweise der Samenfarbe wie der Oberflächenbeschaffenheit der Blätter (Behaarung — Glätte).

Die hier zusammengefaßten Beobachtungen an den Produkten der Bastardierung *Matthiola incana* var. *rubra* \times *M. glabra* var. *alba* bestätigen in bezug auf die Vererbungsweise der Merkmale: Behaarung — Glätte und Blau- bzw. Gelbfärbung der Samen durchaus das in meinen früheren Untersuchungen (1904, S. 25) gewonnene Resultat, daß Blaufärbung¹⁾ der Samen Behaarung und Pigmentblütigkeit gegenüber Glätte und Weißblütigkeit, ferner unter den pigmentblütigen Violettblüte gegenüber Rosablüte begünstigt, wenn auch Samenfarbe und Oberflächenbeschaffenheit der Blätter bzw. Samenfarbe und Blütenfarbe nicht absolut verkoppelt erscheinen. Hingegen erwiesen sich in dem hier zunächst behandelten Bastardierungsfalle die Merkmale Behaarung und pigmentierte Blüte, Glätte und farblose Blüte als absolut verkoppelt — ohne jeglichen Ausnahmefall unter mehreren Tausenden von Individuen. Ferner wurde die bereits früher festgestellte Gültigkeit des Mendelschen *Pisum*-Typus der äußeren Vererbungsweise für die Merkmale: Behaarung — Glätte, bzw. die Dominanz des ersteren und das Spaltungsverhältnis 3:1 in F_2 bestätigt.

II. Teil.

Bastardierungen anderer Levkojenrassen.

Als Gegenstück zu dem im vorstehenden Kapitel eingehend behandelten Bastardierungsfalle von *Matthiola incana* var. *rubra* \times *M. glabra* var. *alba* und zu den ganz analogen Bastardierungen anderer rotblühender Levkojenrassen — großblumige behaarte blutrote Sommerlevkoje Nr. 152, dunkelrote, glatte englische Sommerlevkoje Nr. 246, Dippe — mit *Matthiola glabra* var. *alba* wurden andere Rassenverbindungen in großer Zahl hergestellt, um einerseits die Faktorenformeln von *M. incana* var. *rubra* und *M. glabra* var. *alba* noch genauer zu analysieren und zu erproben, andererseits um die Faktorenformeln zahlreicher anderer im Handel vorkommender Elementarformen von *M. incana*—*glabra* festzustellen.

Aus meinen Versuchen ergibt sich zunächst die Grundtatsache, daß alle 6 bzw. 7 behaarten weißblühenden Levkojenrassen mit der von mir benutzten glatten weißblühenden *Matthiola*

¹⁾ Auch unter den nur mehr Rosa, Aschrosa, Weiß ergebenden Deszendenten begünstigt dunklere Gelbbraunfärbung des Samens die Rosablüte.

glabra farbigblühende Hybriden ergaben. Daraus ist zu schließen, daß in der glatten weißblühenden Rasse wie in den behaarten weißblühenden Rassen mindestens je ein Faktor fehlt, welcher in der anderen Gruppe vorhanden ist, und daß die Blütenfarbe der Hybriden durch Zusammentreffen (Synthese, Kombination) von mindestens zwei Faktoren bedingt wird, deren jeder einzelne ohne chromatische Wirkung ist. Dementsprechend ergibt die Bastardierung von verschiedenen glatten weißblühenden Rassen, beispielsweise *M. glabra*, weiß glatt \times englische Sommerlevkoje, weiß glatt (Nr. 15 Tab. XII), weißblühende Deszendenten. Andererseits liefern auch gewisse behaarte weißblühende Rassen miteinander weißblühende Hybriden — so englische S.-L., weiß behaart \times großblumige S.-L., weiß behaart (Nr. 23 Tab. XII), ferner großblumige Pyramiden S.-L., w. beh. \times *Victoria Bouquet*, w. beh. (Nr. 24 Tab. XII). Hingegen entspringen aus Verbindung anderer behaarter weißblühender Rassen farbige Deszendenten, so aus *M. annua*, w. beh. \times frühblühende Herbstlevkoje, w. beh. (Nr. 22 Tab. XII). Ebenso ergibt Bastardierung gewisser behaarter weißblühender Rassen mit der sog. schwefelgelben Sommerlevkoje mit Lackblatt, von welcher die einfachen Blüten weiß, nur die gefüllten gelb sind, farbige Produkte. Als solche behaarte weißblühende Elementarformen wurden erwiesen: *Victoria Bouquet*, weiß behaart (Nr. 11 Tab. XII), Dresdener remmontierende Sommerlevkoje, w. beh. (Nr. 13 Tab. XII). Hinwiederum ergeben die untereinander bloß weiß liefernden weißblühenden behaarten Formen, wie großblumige S.-L., (Nr. 20 Tab. XII) und englische S.-L. (Nr. 17 Tab. XII) mit *M. glabra* in gleicher Weise **farbige** Bastarde, wie die anderen weißblühenden behaarten Formen, die untereinander Farbe ergeben. Aus diesem Verhalten ist mit Notwendigkeit der Schluß zu ziehen, daß an der Synthese von roten und rotblauen Farbentönen¹⁾ und zwar schon an der Synthese der einfachsten Grundfarbe dieser Reihe, als welche im ersten Kapitel „Aschrosa“ erwiesen wurde, nicht bloß zwei²⁾ auf die behaarten und die glatten weißblühenden Rassen alternativ verteilte Faktoren beteiligt sind, sondern drei solche. Der im ersten Kapitel eingeführte Farbfaktor A muß also als von komplexer Natur, als zusammengesetzt aus drei Komponenten $A_1A_2A_3$ betrachtet werden. Jede derselben für sich allein, aber auch die Verbindung von bloß zweien ist — im allgemeinen — ohne Pigmentie-

1) Gelb bleibe zunächst außer Betracht.

2) Diese Negation gilt im allgemeinen, betr. Ausnahmen siehe später!

nungseffekt. Blütenfärbung wird im allgemeinen¹⁾ nur durch Zusammenwirken aller drei Komponenten $A_1A_2A_3$ bewirkt. Eine Ausnahme von diesem Satze bildet in gewissem Sinne das Zustandekommen von Gelbfärbung, welche in der Regel an das Vorhandensein des ersteren und des zweiten Faktors (A_1A_2) und an das Fehlen der dritten (a_3), bei Fehlen des Faktors B und Anwesenheit des Faktors C, also an die Faktorenformel $A_1A_2a_3bC$ geknüpft erscheint. Allerdings tritt die Gelbfärbung bei Glattblättrigkeit nach meinen Versuchen (z. B. gelbe Levkoje mit Lackblatt, und zwar Fall 8 ihrer Bastardierung mit dunkelroter Levkoje mit Lackblatt) nur hervor, wenn gleichzeitig Füllung besteht — während sie bei Behaartblättrigkeit (z. B. behaarte gelbe Levkoje) sowohl an gefüllten wie an einfachblühenden Individuen beobachtet werden kann. Doch scheint die Füllung eine stärkere Begünstigung für das Hervortreten von Gelb abzugeben als die Behaarung. So zeigt Fall 7 A und B (rot behaart \times gelb behaart) in der Kombination $A_1A_1A_2A_2a_3a_3bbCC$ — gelbe Blütenfarbe nur bei Füllung trotz durchgängiger Behaarung — im Gegensatze zur allgemein gelbblühenden Elternrasse. Allerdings kann allem Anscheine nach Füllung auch bei einer andersartigen Inkomplettheit des chromogenen Komplexes, und zwar bei $A_1a_2A_3$, Gelbfärbung bewirken, während die entsprechenden einfachblütigen Individuen rein Weiß oder WAR oder WStR (d. h. Weiß mit Rosastich) darbieten. Beispiele hierfür liefern in Tabelle XII Fall 4 A I a (Rot Beh. \times W Beh. *annua*), wo als Bastardierungsnovum Gelb statt Weiß bei Füllung auftritt, in den Kombinationen $A_1A_1a_2a_2A_3A_3bbCC$ $\begin{smallmatrix} FFHH \\ f f h h \end{smallmatrix}$, ebenso Fall 4 A I b und 4 A II, 4 B I und II in der Kombination $A_1A_1a_2a_2A_3A_3bbCCffHH$.

Von den drei Komponenten erscheint die Komponente A_1 , die wohl als chromogene Haupt- oder Grundkomponente bezeichnet werden darf, als absolut verkoppelt mit jenem Faktor, welcher an weißblühenden Individuen Behaarung bedingt — während Vorkommen dieser Komponente in pigmentblütigen Individuen mit Behaarungs-

¹⁾ Von besonderen Ausfällen abgesehen! So in Tab. XII.

4. B II Fall II: $A_1A_1a_2a_2A_3A_3hh$ WAR = weiß, im Abblühen rosa

7. A und B $A_1A_1A_2A_2a_3a_3FF$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{GeRH in 7A} = \text{gelbrot, hell} \\ \text{RRD in 7B} = \text{reinrot, dunkel} \end{array} \right.$
 $A_1A_1A_2A_2a_3a_3Ff$ GeRH in 7A + 7B
 $A_1A_1A_2A_2a_3a_3ff$ WAR in 7A + 7B

12. A. I. $A_1A_1a_2a_2A_3A_3Hh$ $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$ WAR.
 12. A. II. $A_1A_1a_2a_2A_3A_3hh$ $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$
 $A_1A_1a_2a_2A_3a_3hh$ $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$
 $A_1A_1a_2a_2A_3a_3Hh$ $\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$

mangel wohl verträglich ist. Allerdings ist die Mehrzahl der in der Natur bzw. im Handel vorkommenden pigmentblütigen Levkojenrassen behaart.

Die hier zu berichtenden systematischen Bastardierungsversuche ergeben retrospektiv bezüglich des im I. Kapitel behandelten Hauptfalles *M. incana* var. *rubra* \times *M. glabra* var. *alba*, daß zwischen diesen beiden Formen nur ein Unterschied in der ersten chromogenen Komponente, im Faktor A_1 , besteht, während die beiden anderen chromogenen Faktoren A_2 und A_3 beiderseits gegeben sind. Die obige Bastardierung ist daher, wie dies bereits in den Tabellen V, VI, VII vorausgreifend geschah, genauer zu schreiben:

$$A_1A_2A_3bCF \times a_1A_2A_3Bcf$$

M. incana var. *rubra* *M. glabra* var. *alba*

In den Tabellen Nr. I—IV des I. Abschnittes könnte man durchweg statt des einfachen Symbols A genauer A_1 setzen, was jedoch unterlassen wurde, um nicht die Darstellung gleich anfangs mit einer solchen Komplikation zu belasten. — Hier sei andererseits gleich eine Übersichtstabelle (Tab. X) der Faktorenformeln aller von mir geprüften Levkojenrassen gegeben, deren detaillierte Begründung sich erst aus der späteren Generaltabelle (XII — am Schlusse der Arbeit!) unter Heranziehung auch der früher reproduzierten Tabellen (V, VI, VII) ergibt.

Tabelle X.

Übersicht der Faktorenformeln der 16 bzw. 19 benützten Levkojenrassen,

1.	$\left. \begin{array}{l} \text{a) } M. \text{ incana rot behaart} \dots\dots\dots \\ \text{b) Großblumige rote englische Sommerlevkoje behaart} \dots\dots \\ \text{c) Rote Levkoje mit Lackblatt, Englische dunkelrote glatte Sommerlevkoje, Dippe 246 — speziell großblumige blutrote Sommerlevkoje mit Lackblatt} \dots\dots\dots \end{array} \right\}$	$A_1A_2A_3bCFh$
2.	<i>M. glabra</i> WGl.	$a_1A_2A_3Bcfh$
3.	Gelbe behaarte Sommerlevkoje	$A_1A_2a_3bCfh$
4.	Gelbe Sommerlevkoje mit Lackblatt (einfache Bl. weiß, gefüllte Bl. gelb ¹⁾)	$A_1A_2a_3bCfh$
5.	Gelbe <i>annua</i>	$A_1A_2a_3bCfH(?)$
6.	$\left. \begin{array}{l} \text{a) } M. \text{ annua WBeh.} \\ \text{b) Herbst-annua WBeh.} \end{array} \right\}$	$A_1a_2A_3bCfH$
7.	Dresdner Riesen Rem. Sommerlevkoje WBeh.	$A_1a_2A_3Bcfh$
8.	Englische Sommerlevkoje WBeh.	$A_1A_2a_3BCfh$
9.	Frühblüh. Herbstlevkoje WBeh.	$A_1A_2a_3bcfh$
10.	$\left. \begin{array}{l} \text{a) Großblum. Pyramiden Sommerlevkoje WBeh.} \\ \text{b) Großblum. Sommerlevkoje WBeh.} \end{array} \right\}$	$A_1a_2A_3Bcfh$
11.	<i>Victoria Bouquet</i> WBeh.	$A_1a_2A_3bcfh$
12.	Englische Sommerlevkoje WGl.	$a_1A_2A_3(?)Bcfh$
13.	Großblum. Zwerg-Pyramiden Sommerlevkoje WGl.	$a_1A_2A_3(?)bcfh$
14.	Dunkelviolette großblum. glatte Sommerlevkoje (Dippe Nr. 324)	$A_1A_2A_3BCFh$
15.	Aschviolette großblum. glatte Sommerlevkoje (Dippe Nr. 292)	$A_1A_2A_3Bcfh$

¹⁾ Bezüglich der Erklärung der Verkoppelung zwischen Gelbfärbung und Füllung vgl. E. Saunders, Journal of Genetics. Vol. I, No. 4, p. 303—376, 1911.

Eine Begründung dieser Formeln bzw. das Beweismaterial für deren Ableitung sei in einer besonderen nachstehenden Tabelle (Tab. XI) gegeben, welche für jeden einzelnen Bastardierungsfall die sich ergebende Schlußfolgerung anführt.

Tabelle XI.

Tabellarische Übersicht der Beweisfälle für die Faktorenformeln der benutzten Levkojenrassen.

Reihenfolge	Zitiert	Bastardierte Formen	Erschlossene Faktorenformel der Zygote	Aussehen von F ₁ und F ₂
1	Tabelle XII Nr. 4 A I + II B I + II	<i>Math. incana</i> rot beh. × <i>M. annua</i> W Beh.	A ₁ A ₂ A ₃ bCFh A ₁ a ₂ A ₃ bCfH	F ₁ RRD und H, sowie WAR. F ₂ RR, GeR, WAR, W bzw. GeG.
	Schlußfolgerung: Fehlen von B und Vorhandensein von C in <i>M. annua</i> , da RV und AV sowie AR nicht auftreten — ferner Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) in <i>M. annua</i> , da in F ₁ sowie teilweise in F ₂ abgeschwächte Farbstufen auftreten.			
2	Tabelle XII Nr. 5	Dunkelviolettl glatt × <i>M. annua</i> , Ge Beh.	A ₁ A ₂ A ₃ BCFh A ₁ A ₂ a ₃ bCfH(?)	F ₁ RV(H).
	Schlußfolgerung: Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) in <i>M. annua</i> GeBeh. aus dem oben angeführten Grunde.			
3	Tabelle XII Nr. 7 A + B	Rot Beh. × Gelb Beh.	A ₁ A ₂ A ₃ bCFh A ₁ A ₂ a ₃ bCfH	F ₁ GeRH oder RRH. F ₂ RR, GeR, WRA, bzw. GeG.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) in <i>M. annua</i> aus dem oben angeführten Grunde. Fehlen von B auch in GelbBeh., Vorhandensein von C beiderseits, da RV und AV sowie AR fehlen, ferner Schluß auf einen andersartigen, bei Gelb bestehenden Defekt im chromogenen Faktorenkomplex (A ₁ A ₂ a ₃) als bei der gleichfalls C-haltigen, B-freien <i>M. annua</i> WBeh. (A ₁ a ₂ A ₃).			
4	Tabelle XII Nr. 8	Rot Gl. × Gelb Gl. d. h. = Weiß nur G = Gelb	A ₁ A ₂ A ₃ bCFh A ₁ A ₂ a ₃ bCfH	F ₁ Rot. F ₂ Rot, Rot mit W-Adern, W mit R-Adern, GeG, WE.
	Schlußfolgerung: Ebenso wie in Nr. 3 (vorstehend).			
5	Tabelle XII Nr. 9.	<i>M. glabra</i> W Gl. × Gelb Beh.	a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh A ₁ A ₂ a ₃ bCfH	F ₁ RV(H). F ₂ RV, AV, RR, AR, W.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der bei <i>M. glabra</i> W Gl. fehlenden chromogenen Komponente (A ₁) und Fehlen des Faktors B in Gelb, da RR und AR auftreten, ferner Vorhandensein von C in Gelb, da RV und RR auftreten — angesichts des bereits in Kapitel I erwiesenen Vorhandenseins von B und Fehlens von C bei <i>M. glabra</i> W Gl., ferner Schluß auf einen andersartigen, bei Gelb bestehenden Defekt im chromogenen Faktorenkomplex (A ₁ A ₂ a ₃) als bei der B-haltigen, C-freien <i>M. glabra</i> (a ₁ A ₂ A ₃).			

Tabelle XI (Fortsetzung).

Reihenfolge	Zitiert	Bastardierte Formen	Erschlossene Faktorenformel der Zygote	Aussehen von F ₁ und F ₂
6	Tabelle XII Nr. 12 A 1 + II B	<i>M. annua</i> W Beh. × Gelb Beh.	A ₁ a ₂ A ₃ bCfH A ₁ A ₂ a ₃ bCfh	F ₁ WAR und RR F ₂ RR, GeR u. GeAR, WAR, GeE und GeG, W.
	Schlußfolgerung: Fehlen von B und Vorhandensein von C beiderseits, da RV, AV, AR fehlen, ferner Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) in <i>M. annua</i> sowie Fehlen desselben in Gelb.			
7	Tabelle XII Nr. 10, 11	<i>Victoria Bouquet</i> W Beh. × Gelb Beh. od. Gelb Gl. d. h. E = W, nur G = Ge	A ₁ a ₂ A ₃ bcfh A ₁ A ₂ a ₃ bCfh	F ₁ GeR bis WAR (in 10), RR (in 11). F ₂ RR, AR, W.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der in <i>Victoria Bouquet</i> W Beh. fehlenden chromogenen Komponente (A ₂) in Gelb, ferner Fehlen von B beiderseits, da RV und AV fehlen, Fehlen von C bei <i>Victoria Bouquet</i> , da AR auftritt. Ferner Schluß auf Fehlen eines Hemmungsfaktors beiderseits.			
8	Tabelle XII Nr. 13	Dresdener Rem. S.-L. W. Beh. × Gelb Gl. d. h. E = W, nur G = Ge	A ₁ a ₂ A ₃ Bcfh A ₁ A ₂ a ₃ bCfh	F ₁ RV F ₂ RV, AV, RR, AR, W bzw. GeG.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der in Dresdener Rem. S.-L. W Beh. fehlenden chromogenen Komponente (A ₂) in Gelb, ferner Vorhandensein des in Gelb fehlenden Faktors B und Fehlen des in Gelb vorhandenen Faktors C in der W Beh.-Form, da RV, AV, AR auftreten. Ferner Schluß auf Fehlen eines Hemmungsfaktors beiderseits.			
9	Tabelle XII Nr. 14 A + B	<i>M. annua</i> W Beh. × <i>glabra</i> W. Gl.	A ₁ a ₂ A ₃ bCfH a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh	F ₁ WAL (=Weiß i. Abbl. Lila) F ₂ RV, AV, WAL, RR, AR, WAR, W.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der in <i>M. glabra</i> WGl. fehlenden chromogenen Komponente (A ₁) in <i>M. annua</i> , jedoch zugleich ein gewisser in <i>M. glabra</i> WGl. (A ₂) nicht bestehender Defekt im chromogenen Komplex bei <i>M. annua</i> (a ₂), und zwar ein andersartiger Defekt, als er bei Gelb (a ₃) anzunehmen ist, daher Schluß auf partielle Vertretung des chromogenen Komplexes in W Gl. (a ₁ A ₂ A ₃), auf andersartige partielle Vertretung in <i>M. annua</i> W Beh. (A ₁ a ₂ A ₃) und auf andersartige partielle Vertretung in Gelb (A ₁ A ₂ a ₃), demnach auf Bestehen des chromogenen Komplexes aus drei Faktoren (A ₁ A ₂ A ₃). — Ferner Schluß auf Fehlen von B und Vorhandensein von C in <i>M. annua</i> , da RR und AR, bzw. RV und AV auftreten. Endlich Schluß auf Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) bei <i>M. annua</i> und Fehlen eines solchen bei <i>M. glabra</i> , da in F ₁ abgeschwächte Färbung, in F ₂ abgeschwächte Farbstufen WAL. und WAR neben satten auftreten.			

Tabelle XI (Fortsetzung).

Reihenfolge	Zitiert	Bastardierte Formen	Erschlossene Faktorenformel der Zygote	Aussehen von F ₁ und F ₂
10	Tabelle XII Nr. 16	<i>M. annua</i> W Beh. × Engl. So.-L. W. Gl.	A ₁ a ₂ A ₃ (?)bCfH a ₁ A ₂ A ₃ (?)Bcfh	F ₁ WAL. F ₂ RV, AV, WAL, RR, AR, WAR, W.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der in Engl. So.-L. W Gl. fehlenden chromogenen Komponente (A ₁) in <i>M. annua</i> , jedoch zugleich ein gewisser in der Engl. So.-L. W. Gl. (A ₂) nicht bestehender Defekt im chromogenen Komplex bei <i>M. annua</i> (a ₂), und zwar ein andersartiger Defekt, als er bei Gelb (a ₃) besteht. Daher Schluß auf partielle Vertretung in W Gl. (a ₁ A ₂ A ₃), auf andersartige partielle Vertretung in Gelb (A ₁ A ₂ a ₃), demnach auf Bestehen des chromogenen Komplexes aus drei Faktoren (A ₁ A ₂ A ₃). Ferner Schluß auf Fehlen von B und Vorhandensein von C in <i>M. annua</i> , auf Vorhandensein von B und Fehlen von C in Engl. So.-L. W Gl., da RV, AV, RR, AR auftreten. Endlich Schluß auf Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) bei <i>M. annua</i> und Fehlen eines solchen bei Engl. So.-L. W Gl., da F ₁ abgeschwächte Färbung, F ₂ teils abgeschwächte (WAL und WAR), teils satte Färbung aufweist.			
11	Tabelle XII Nr. 21, 22	<i>M. annua</i> W Beh. oder Herbst- <i>M. annua</i> W Beh. × Frühbl. Herbst-L. W Beh.	A ₁ a ₂ A ₃ bCfH A ₁ A ₂ a ₃ bcfh	F ₁ WAR.
	Schlußfolgerung: Gegenseitige Ergänzung der Defekte im chromogenen Komplex, und zwar betreffs A ₂ und A ₃ , da A ₁ als beiderseits vorhanden anzunehmen. Ferner Schluß auf Fehlen von B beiderseits. Endlich Schluß auf Vorhandensein eines Hemmungsfaktors (H) in <i>M. annua</i> wegen Auftretens einer abgeschwächten Farbstufe (WAR.) in F ₁ .			
12	Tabelle XII Nr. 17	<i>M. glabra</i> W Gl. × Engl. So.-L. W Beh.	a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh A ₁ A ₂ a ₃ BCfh	F ₁ RV. F ₂ RV, AV, „AR“ (d. h. WAL) W.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der in <i>M. glabra</i> W Gl. fehlenden Komponente des chromogenen Komplexes (A ₁) in Engl. So.-L. W Beh., ferner Vorhandensein von B und C ebendort.			
13	Tabelle XII Nr. 18	<i>M. glabra</i> W Gl. × Dres- dener Rem. S.-L. W Beh.	a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh A ₁ a ₂ A ₃ Bcfh	F ₁ AV.
	Schlußfolgerung: Vorhandensein der in <i>M. glabra</i> W Gl. fehlenden Komponente des chromogenen Komplexes A ₁ in Dresdener R. So.-L. W Beh., ferner Schluß auf Fehlen von C beiderseits.			
14	Tabelle XII Nr. 20.	<i>M. glabra</i> W. Gl. × Groß- bl. Pyr. S.-L. W Beh.	a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh A ₁ a ₂ a ₃ Bcfh	F ₁ AV.
	Schlußfolgerung: Ebenso wie ad 13 (vorstehend).			

Tabelle XI (Fortsetzung).

Reihenfolge	Zitiert	Bastardierte Formen	Erschlossene Faktorenformel der Zygote	Aussehen von F_1 und F_2
15	Tabelle XII Nr. 19.	Großbl. Zwerg-Pyr.-L. W Gl. × Dresdener Riesen- Rem.-L. W Beh.	$a_1A_2A_3(?)bcfh$ $A_1a_2A_3Bcfh$	F_1 AV. F_2 AV, AR, WAR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein der in W Gl. fehlenden Komponente des chromogenen Komplexes A_1 in Dresdener R.-S.-L. W Beh., ferner Schluß auf Vorhandensein von B in nur einer der beiden Formen, da in F_2 AR auftritt, Schluß auf Fehlen von C beiderseits, da RV und RR fehlen.				
16	Tabelle XII a) Nr. 23 b) Nr. 24	Engl. So.-L. W Beh. × Großbl. So.-L. W Beh. Großbl. Pyr. So.-L. W Beh. × <i>Victoria Bouquet</i> W Beh.	$A_1A_2a_3BCth$ $A_1a_2a_3Bcfh$ $A_1a_2a_3Bcfh$ $A_1a_2A_3bcfh$	F_1 W. F_2 W. F_1 W. F_2 W.
Schlußfolgerung: Sich nicht gegenseitig ergänzende Defekte im chromogenen Faktorenkomplex der beiden Formen, und zwar neben dem aus den vorstehenden Fällen erschlossenen Vorhandensein der Komponente A_1 beiderseits (wie in allen W Beh.-Spezialformen).				
17	Tabelle XII Nr. 15	<i>M. glabra</i> W Gl. × Engl. So.-L. W Gl.	$a_1A_2A_3Bcfh$ $a_1A_2A_3(?)Bcfh$	F_1 W. F_2 W.
Schlußfolgerung: Sich nicht gegenseitig ergänzende Defekte im chromogenen Faktorenkomplex der beiden Formen und zwar speziell aus den vorstehenden Fällen erschlossenes Fehlen der Komponente A_1 beiderseits (wie in allen W. Gl.-Spezialformen).				
18	Tabelle V Nr. IV, 1	Aschrosa aus (<i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × Engl. So.-L. W Gl.	$A_1A_2A_3bcfh$ I-heter. $a_1A_2A_3(?)Bcfh$	F_1 AV + W. ↓ F_2 AV + AR + W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von B und Fehlen von C in Engl. So.-L.				
19	Tabelle V Nr. V, 1	Weiß aus RV (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × frühbl. H.-L. W Beh.	$a_1A_2A_3^B Cfh$ I-heter. $A_1A_2a_3bcfh$	F_1 RV + WAR. ↓ F_2 RV, WAL, RR, WAR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein der den chromogenen Komplex vervollständigenden Komponente A_1 in frühbl. H.-L. W Beh.				
20	Tabelle V Nr. V, 2	Weiß a. RV (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × <i>Victoria Bouquet</i> W Beh.	$a_1A_2A_3BC$ $A_1a_2A_3bc$	F_1 RV. F_2 RV, AV, RR, AR, GeR, GeG, WAR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A_1 in <i>Victoria Bouquet</i> W Beh.				

Tabelle XI (Fortsetzung).

Reihen- folge	Zitiert	Bastardierte Formen	Erschlossene Faktoren- formel der Zygote	Aussehen von F ₁ und F ₂
21	Tabelle V Nr. VI, 1	Weiß Gl. aus AV (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × W <i>Gl.</i> Engl. So.-Levk.	$a_1A_2A_3 \begin{smallmatrix} B \\ D \\ C \end{smallmatrix}$ I-heter. $a_1A_2A_3(?)Bc$	F ₁ W.
Schlußfolgerung: Fehlen von A ₁ in W <i>Gl.</i> , auch in Engl. So.-L. W <i>Gl.</i>				
22	Tabelle V Nr. VI, 2	Weiß aus AV (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × W Beh. Herbst- <i>annua</i>	$a_1A_2A_3BcF(?)h$ $A_1a_2A_3bCfH$	F ₁ RV. F ₂ RV, AV, RR, AR, WAR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A ₁ und C, Fehlen von B in W. Beh. Herbst- <i>annua</i> .				
23	Tabelle V Nr. VII, 1 + 2	Weiß aus RR (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × W. Beh. frühbl. Herbst-L.	$a_1A_2A_3bC$ $A_1A_2a_3bc$	F ₁ RR. F ₂ RR, WAR = AR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A ₁ , Fehlen von B und C in W. Beh. frühbl. Herbst-L.				
24	Tabelle V Nr. VII, 3	Weiß aus RR (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × Herbst- <i>annua</i> W Beh.	$a_1A_2A_3bCfh$ $A_1a_2A_3bCfH$	F ₁ RR. F ₂ RR, WAR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A ₁ , Fehlen von B in W. Beh. Herbst- <i>annua</i> .				
25	Tabelle V Nr. VII, 4	Weiß aus RR (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × W <i>Gl.</i> Engl. So.-L.	$a_1A_2A_3b \begin{smallmatrix} C \\ c \end{smallmatrix}$ I-heter. $a_1A_2A_3(?)Bc$	F ₁ W. F ₂ W.
Schlußfolgerung: Fehlen von A ₁ beiderseits.				
26	Tabelle V Nr. VII, 5 + 6	Weiß aus RR (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × W Beh. Engl. So.-L.	$a_1A_2A_3b \begin{smallmatrix} C \\ c \end{smallmatrix}$ I-heter. $A_1A_2a_3BC$	L ₁ RV. F ₂ RV, AV, W bzw. RV, AV, RR, AR, WAR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A ₁ , B und C in W Beh. Engl. So.-L.				
27	Tabelle V Nr. VIII, 2	Weiß aus AR (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × Gelb mit Lackblatt, d. h. nur G = Ge.	$a_1A_2A_3bc$ $A_1A_2a_3bC$	F ₁ RR. F ₂ RR, AR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A ₁ und C, Fehlen von B in Gelb mit Lackblatt.				
28	Tabelle V Nr. VIII, 3	Weiß aus AR (von <i>Inc.</i> × <i>Gl.</i>) × W Beh. Engl. So.-L.	$a_1A_2A_3bc$ $A_1A_2a_3BC$	F ₁ RV. F ₂ RV, RR, AR, W.
Schlußfolgerung: Vorhandensein von A ₁ , B, C in W Beh. Engl. So.-L.				
29	Tabelle VI Nr. 1	RR (aus <i>Incana</i> RR × <i>annua</i> W Beh.) × W <i>Gl.</i> <i>glabra</i>	$A_1A_2A_3bCfH$ $a_1A_1A_3Bcfh$	F ₁ schmutzig lichtrosa violett.
Schlußfolgerung: Vorhandensein eines Hemmungsfaktors H in <i>annua</i> W Beh.				

Tabelle XI (Fortsetzung).

Reihen- folge	Zitiert	Bastardierte Formen	Erschlossene Faktoren- formel der Zygote	Aussehen von F ₁ und F ₂
30	Tabelle VI Nr. 2	W Beh. (aus <i>Incana</i> RR × <i>annua</i> W Beh.) × W Gl. <i>glabra</i>	A ₁ a ₂ A ₃ bCfH a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh	F ₁ hell-lila (+ GeG. + W.)
Schlußfolgerung: Vorhandensein eines Hemmungsfaktors H in <i>annua</i> W Beh.				
31	Tabelle VI Nr. 3	W Beh. (aus <i>Incana</i> RR × <i>annua</i> W Beh.) × W Gl. <i>glabra</i>	A ₁ a ₂ A ₃ bCfH a ₁ A ₂ A ₃ Bcfh	F ₁ schmutzig lichtrosa violett. F ₂ „AV“ (wohl wie F ₁), AR, GeG, W.
Schlußfolgerung: Wie ad 29 und 30.				
32	Tabelle VI Nr. 5 + 6	W Beh. (aus Gelb × Weiß × W Beh.) Engl. So.-L.	A ₁ A ₂ a ₃ bC A ₁ A ₂ a ₃ BC	F ₁ W.
Schlußfolgerung: Beiderseits sich nicht ergänzende Defekte im chromogenen Faktorenkomplex, speziell beiderseitiges Fehlen von A ₃ .				
33	Tabelle VI Nr. 6	W Beh. (aus RR von Gelb × Weiß) × W Beh. Engl. So.-L.	A ₁ a ₂ A ₃ BC A ₁ A ₂ a ₃ BC	F ₁ RV. F ₂ RV, W.
Schlußfolgerung: Beiderseits einander ergänzende Defekte im chromogenen Faktorenkomplexe. Der Hybriddeszendenz aus RR von Gelb × Weiß besitzt als W Beh. die Komponente A ₁ , angesichts des Färbungseffektes muß er aber auch die in W Beh. Engl. So.-L. fehlende Komponente A ₃ besitzen; da er jedoch Weiß ist, muß ihm die weitere Komponente A ₂ fehlen, doch muß diese hingegen in W Beh. Engl. So.-L. vorhanden sein. Beiderseitiges Vorhandensein von B und C, da nur RV und W auftritt.				
34	Tabelle VI Nr. 8	Weiß Gl. (aus W Gl. <i>glabra</i> × W Beh. <i>annua</i>) × W Beh. großblumige Pyr. So.-L.	a ₁ A ₂ A ₃ B(?) _C ^C I-heter. A ₁ a ₂ a ₃ Bc	F ₁ RV, AV.
Schlußfolgerung: Vorhandensein der in W Gl. fehlenden Komponente A ₁ und wahrscheinliches Vorhandensein des Faktors B in W Beh. Pyr. So.-L.				

Hier sei auf die systematische Übersicht der neben der Verbindung *M. incana* var. *rubra* × *M. glabra* var. *alba* ausgeführten Bastardierungen hingewiesen. Zu der bezüglichen Tabelle XII (am Schlusse der Arbeit!) sei bemerkt, daß als Anmerkung zu den einzelnen Fällen eine Spezialerklärung nach der Faktorenlehre gegeben wird. Zur Gewinnung einer solchen wurde zunächst auf Grund des beobachteten Spaltungsverhältnisses, je nachdem dieses bei Zusammenfassung bestimmter

Spezialgruppen angenähert 3:1, 15:1, 63:1, 255:1 usw. lautete, der Charakter der Bastardierung als mono-, di-, tri-, tetra- usw. faktoriell bestimmt. Sodann wurde in bezug auf die Minimalzahl an Individuen, welche theoretisch zur vollständigen Vertretung aller Faktorenkombinationen erforderlich erscheint (4, 16, 64, 256 usw.), der proportionale Anteil der einzelnen tatsächlich beobachteten Gruppen ermittelt. So lieferte beispielsweise der Bastardierungsfall *M. annua* W Beh. \times *M. incana* RR Beh. in der Spezialbeobachtung 4. B II (Tab. XII) in F_2 61 RR, 20 WAR, 1 W, also pigmentiert: Weiß = 81:1, also angenähert 63:1, was trifaktorielle Natur der Bastardierung erweist. Die proportionalen Anteile der drei Gruppen ergeben sich aus folgenden Ansätzen: $61:82 = x:64$, $20:82 = y:64$, $1:82 = z:64$, somit $x=47,6$ $y=15,6$ $z=0,78$, welche gefundene Zahlen folgende theoretische Werte — in der Tabelle XII als „berechnet“ bezeichnet — vermuten lassen: $x=48$ RR, $y=15$ WAR, $z=1$ W. Die Übereinstimmung zwischen den „gefundenen“ und den vermuteten und verifizierten, als „berechnet“ bezeichneten Werten ist in meinen Beobachtungen eine ziemlich befriedigende zu nennen; stärkere Abweichungen ergeben sich nur bei Versuchen von geringer Individuenzahl und bei relativ kleinen Gruppen, bei denen der Ausfall von einem einzigen Individuum oder wenigen solchen schon eine beträchtliche Störung mit sich bringen muß. Die in Form einer solchen Zahlenaufstellung gekleidete Annahme wird entweder von vornherein aufgestellt und durch die Prüfung des für die einzelnen Kombinationsformeln zu erwartenden äußeren Charakters z. B. der danach zu erwartenden Farbe verifiziert. Oder eine solche Annahme wird — in weniger klar erscheinenden Fällen — erst aus der Prüfung der einzelnen Kombinationsformeln geschöpft. In jedem Falle wurde eine solche Detailprüfung vorgenommen und ein eventuell der Erwartung widersprechendes Ergebnis speziell hervorgehoben. In dem angezogenen Beispiele entsprach die Prüfung in allem der Erwartung, d. h. bei Voraussetzung der Formeln $A_1a_2A_3bCfH$ für *M. annua* W Beh. $A_1A_2A_3bCFh$ für *M. incana* RR, somit bei Annahme eines trifaktoriellen Charakters der Bastardierung (A_2a_2FfHh), sowie des theoretischen Spaltungsverhältnisses RR:WAR:W = 48:16:1 ergab sich folgende der Erwartung entsprechende bzw. mit einer solchen vereinbare Gruppierung: alle Kombinationen mit A_2A_2 (48) entsprechen RR, alle Kombinationen mit $a_2a_2F_f^F h h$ (15) WAR, und die Kombination $a_2a_2f f h h$ (1) W.

Allerdings ging diese Spezialerklärung nicht bei allen Fällen so glatt aus, vielmehr mußte wiederholt zu gewissen, allerdings plausiblen

Hilfsannahmen gegriffen werden. So wurde in Fall 7 A das Vorhandensein der ersten und der zweiten Komponente (A_1A_2) und das Fehlen der dritten Komponente (a_3) des chromogenen Komplexes nicht bloß Gelb, sondern in den Kombinationen $A_1A_1A_2A_2a_3a_3F_f^F$ Gelbrot gleichgesetzt, ebenso in 7 B die Kombination $A_1A_1A_2A_2a_3a_3Ff$, ferner im Fall 12 A I die Kombination $A_1A_1A_2a_2a_3a_3Hh$ bzw. im Falle 12 A II überhaupt alle Kombinationen $A_1A_1A_2\overset{A_2}{a_2}a_3\overset{H}{h}$. Ferner wurden im Falle 7 B die Kombinationen $A_1A_1A_2A_2a_3a_3FF$ sogar unter Dunkelrosa, ebenda die Kombination $A_1A_1A_2A_2a_3a_3ff$ unter WSTR (Weiß mit Stich Rosa — wenn gefüllt, so gelb), im Falle 12 A II alle Kombinationen $A_2\overset{A_2}{a_2}a_3a_3ffHH$ unter Weißlichrosa eingerechnet. Umgekehrt wurde Vorhandensein aller drei Komponenten des chromogenen Komplexes $A_1A_2A_3$ in gewissen Kombinationen als einer Pigmentierungswirkung entbehrend betrachtet: so wurden im Fall 4 A I nicht bloß die Kombinationen $A_2\overset{A_2}{a_2}ffHH$, sondern auch die Kombinationen mit $A_1A_2A_3$ ohne Förderungs- und ohne Hemmungsfaktor, also $A_1A_1A_2\overset{A_2}{a_2}A_3A_3ffhh$ unter Weiß gerechnet. Dabei kann A_2 als relativ schwacher bzw. nicht mit A_1 und A_3 in Verbindung tretender Faktor betrachtet werden, welcher im Spezialfalle 4 A I nur die Bedeutung der Lieferung eines Chromogens im Verein mit A_2 und A_3 besitze, welches erst durch den Förderungs- bzw. Aktivierungsfaktor F aktiviert werde. Schon hier sei auf die später zu erörternde Möglichkeit verwiesen, daß in gewissen Fällen die Wechselwirkung oder Verbindung sonst zusammen reagierender Faktoren und damit der Färbungseffekt ausbleibt. (Kap. II betr. *Rosa-Pisum*.) Im Falle 4 A II erscheinen alle Kombinationen mit A_2A_2 unter Rosa, alle Kombinationen $a_2a_2\overset{H}{h}$ unter WAR (Weiß im Abblühen Rosa) und nur die Kombination a_2a_2ffHH , welche genau der Mutterrasse *M. annua* W Beh. gleicht, als rein Weiß.

Der Charakter des zunächst als einfach angenommenen **Förderungs-faktors**, der in den satt tingierten oder sog. „dunklen“ farbigen Levkojenrassen angenommen wurde, ist — wie schon am Schlusse des I. Abschnittes dieses Kapitels bemerkt wurde — noch nicht endgültig geklärt. Er bewirkt in den einen Fällen bloß eine relative Förderung, also eine Verstärkung der Pigmentbildung. In anderen Fällen ist die Förderung eine absolute, also geradezu eine Auslösung oder Aktivierung. Als solcher Fall ist die bereits oben erwähnte Beobachtung 4 A I an-

zusehen, wo die F-entbehrenden Kombinationen $A_1A_1A_2^{A_2}A_3A_3ffhh$ unter Weiß stehen. Andererseits vermag der Faktor F im Fall 7 A, ähnlich in 7 B die an sich gelb ergebenden, des Faktors A_3 entbehrenden Kombinationen $A_1A_1A_2A_2a_3a_3F_f^F$ zu Gelbrot, im Falle 7 B die Kombination $A_1A_1A_2A_2a_3a_3FF$ sogar zu dunkelrosa zu erhöhen.

Besonders interessant darf wohl der Nachweis des Vorhandenseins eines Hemmungsfaktors H in *Matthiola annua* W Beh., und zwar auch in der Herbstform, ebenso in der gelbblühenden *M. annua* genannt werden. Die Beweisgründe für diese Annahme wurden oben in Tabelle XI einzeln angeführt. Dieser Faktor wirkt in der Art, daß er in den mit sattfarbigen Rassen erzeugten Hybriden die Färbung zwar nicht aufhebt, jedoch Dunkelrot zu Dunkelrosa oder Hellrosa, ja zu Weiß im Abblühen Rosa (nahezu Apfelblütenfarben), dunkelviolett zu hellviolett herabdrückt, während Gelb zu Weißlichrosa oder Weiß mit Rosa Stich oder Weiß im Abblühen Rosa umgeändert wird und mit W Gl. *M. glabra* oder W Gl. Englischer Sommerlevkoje Weiß im Abblühen Lila, mit W Beh. frühblühender Herbstlevkoje Weiß im Abblühen Rosa resultiert. Im Falle 12 A hingegen genügt der Einfluß des Hemmungsfaktors nicht, nur die sogar rötliche Gelbfärbung der Kombination $A_1A_1A_2a_2a_3a_3Hh$, geschweige denn jene der Kombination $A_1A_1A_2A_2A_3a_3HH$ oder $A_1A_1A_2A_2A_3A_3Hh$ aufzuheben, ebenso die Gelbfärbung der Kombination $A_1A_1A_2A_2a_3a_3Hh$ — in Fall 4 B erscheint gar überhaupt nur die Kombination $A_1A_1a_2a_2A_3A_3ffHH$ rein weiß. Ähnlich steht im Falle 12 A sogar die Kombination $A_1A_1A_2a_2a_3a_3Hh$ unter Gelbrot, in 12 B die Kombinationen $A_1A_1a_2a_2A_3^{A_3}a_3Hh$ unter WAR. Die Rolle des Hemmungsfaktors besteht also in allen diesen Fällen nur in einer relativen Beeinträchtigung, nicht in einer absoluten Hemmung, wie sie sehr wohl in anderen Fällen bekannt ist (s. später).

Die Wertigkeitsbeziehung der beiden gegensätzlichen Faktoren, des Hemmungsfaktors H und des Förderungsfaktors F, ist etwas wechselnd. So erscheint im Falle 4 A II a H deutlich relativ überwertig oder epistatisch gegenüber F: so ist F_1 mit der Formel $A_1A_1A_2a_2A_3A_3bbCCFFHh$ WAR. In andern Spezialfällen erscheinen F und H gleichwertig, d. h. es heben sich ihre Wirkungen gegenseitig auf: F_1 erscheint Mittel-Rosa, also weder WAR noch dunkelrot.

Der Nachweis eines Farbhemmungsfaktors ist bekanntlich zuerst von C. Davenport¹⁾ auf Grund von Bastardierung gewisser Hühner-

1) Inheritance in Poultry. Publ. Carnegie Inst. Nr. 52. 1907.

rassen erbracht worden. Er konstatierte nämlich in gewissen Fällen Dominanz von Weiß des Gefieders gegenüber Buntheit z. B. bei den Bastardierungen: weißes Italiener- oder Livorneserhuhn mit dunkelgeflecktem Houdan oder mit dunklem schwarzen Kämpferhuhn (im letzteren Falle F_1 im allgemeinen weiß, doch mit Fleckspuren von Rot), weißes Seiden- mit dunklem Lockenhuhn. Im Gegensatze dazu dominiert das Pigment des Bankivahuhnes gegenüber dem Weiß des Italienerhuhnes und erscheint das Pigment des Brahmahuhnes nur an einigen Männchen etwa gleichwertig, an den Weibchen dominierend. Das Pigment des schwarzen Zwergcochinchina zeigt sich gleichwertig unter Mosaikbildung. Das Pigment des Phönix- oder Tosahuhnes dominiert glatt über das Weiß des Zwergcochinchinahuhnes. Davenport führt die in gewissen Fällen bestehende äußerliche Dominanz des Pigmentmangels auf das Gegebensein eines Hemmungsfaktors neben dem Vorhandensein chromogener Faktoren zurück.

In meiner Darstellung der Faktorenlehre (im Fruwirthschen Handbuch Band IV II. Aufl. S. 98) habe ich für alle Fälle von Dominieren eines Merkmal-mangels, z. B. von Grannenlosigkeit bei Gerste gegenüber Granne oder Kapuze, das Vorliegen eines Hemmungsfaktors neben der Anlage zum Merkmalbesitze vermutet. Für die grannenlose Gerste habe ich diese Vorstellung bereits sichergestellt durch das Erziehen grannentragender Deszendenten als mendelndes mitrezessives Novum, und zwar entsprechend $12:3:1$ bzw. $kkGGhh$ in F_2 aus der Bastardierung von grannenloser (kGH) mit Kapuzengerste (KGh). Ganz Analoges gilt wohl von der Dominanz der Grannenlosigkeit bei Weizen, welche Biffen¹⁾ und ich (a. a. O.) studierten.

Bezüglich des Merkmales der Samenfärbung ist aus den in diesem Abschnitt mitgeteilten Beobachtungen wohl dasselbe Ergebnis herauszulesen, wie es detailliert im Bastardierungsfalle *M. incana* var. *rubra* \times *M. glabra* var. *alba* erhalten wurde.

Bezüglich des Merkmales Behaart-Glatt sprechen die meisten vorstehenden Versuche für ein einfaches mendelndes, unifaktorielles Verhalten. Nur im Versuche 6 A und B Tab. XII Rot Glatt \times Rot Behaart ist das Spaltungsverhältnis auffallend eng $1,5$ bis $1,92:1$ statt der sonst zutreffend befundenen Relation $3:1$. Es könnte sich in diesem Falle um eine bifaktorielle Bastardierung handeln. Ein zweifellos komplizierter Fall liegt in Versuch 2 A und B (Englische Sommer-Levkoje dunkelrot glatt \times *M. glabra* W Gl.), sowie in Versuch 8 (Großbl. blutrote Sommer-L. mit Lackblatt \times Gelbe L. mit

¹⁾ Journ. of Agric. science, Vol. I, Part. I. 1905.

Lackblatt) vor, indem F_1 durchwegs behaart (Bastardierungsnovum!¹⁾) ausfiel, in F_2 Spaltung in Behaart und Glatt erfolgte (Verhältnis infolge Vorliegens eines bloßen Samensortierungsversuches nicht feststellbar). In F_3 wurden in Versuch 8 zum Teil relativ weite Relationen verzeichnet, so $F_3 \frac{45}{1910}$ Beh. Gl. = 43:2 = 21,5:1, $F_3 \frac{71}{1911}$ Beh. Gl. = 81:12 = 6,7:1.

$F_3 \frac{44}{1910}$ Beh. Gl. = 48:12 = 4:1. Was eine rationelle Erklärung dieses Verhaltens anbelangt, so besteht zunächst die Möglichkeit einer bifaktoriellen Natur dieser Bastardierung in der Form, daß sowohl in der gelb (d. h. gelb wenn gefüllt, weiß wenn einfach) blühenden glatten Levkoje als in der weißblühenden glatten *M. glabra* sich eine Komponente findet, welche mit einer in den glatten rotblühenden Rassen (Dippe Nr. 246, 286) vorhandenen Komponente kombiniert Behaarung hervorruft (T_1T_2 = behaart). In diesem Falle würden alle F_1 -Individuen $T_1T_2t_1t_2$ und jene F_2 -Individuen, welche beide Komponenten, somit den ganzen zweiseitigen Behaarungsfaktor, enthalten ($T_1T_2 \begin{smallmatrix} T_1T_2 \\ t_1t_2 \end{smallmatrix}$), also 9 unter 16, behaart erscheinen. Nur gewisse Individuen von F_2 ($T_1T_2T_1 \begin{smallmatrix} T_2 \\ t_2 \end{smallmatrix}$ und $T_1T_2 \begin{smallmatrix} T_1 \\ t_1 \end{smallmatrix}T_2$) ergäben in F_3 Beh. Gl. = 3:1. — Eine zweite Möglichkeit bestände darin, daß der Behaarungsfaktor (T) einheitlich wäre, jedoch ein in den glattblättrigen roten Rassen gleichzeitig vorhandener Hemmungsfaktor (H) die Behaarung behindert (TTHH). Dann würde an der F_1 -Heterozygote ($TtHh$) infolge bloß einfacher Vertretung des Hemmungsfaktors (allerdings auch des Behaarungsfaktors!) Behaarung hervortreten; in F_2 würden alle den Hemmungsfaktor nicht oder nur einfach, den Behaarungsfaktor einfach oder doppelt enthaltende Zygoten ($T \begin{smallmatrix} TH \\ th \end{smallmatrix} h$) behaarte Individuen produzieren. Es ergäbe sich auch für diese Möglichkeit in F_2 das Spaltungsverhältnis Beh. Gl. = 9:7. Eine Abänderung des Spaltungsverhältnisses für beide hier zunächst nur angedeutete Möglichkeiten könnte dadurch zustande kommen, daß — gemäß der Bateson-Punnetschen Theorie der partiellen oder relativen Verkoppelung — die Bildung solcher Gameten begünstigt wäre, in denen der chromogene Komplex, im Spezialfalle der Faktor A_1 , und die beiden Komponenten des Behaarungsfaktors T_1T_2 vereint wären. Im zweiten Eventualfalle wären die Gameten mit dem Farbfaktor A_1 und dem Behaarungsfaktor T ohne den Hemmungsfaktor H als an Zahl begünstigt zu be-

¹⁾ Vgl. die analogen Beobachtungen von W. Bateson und E. R. Saunders Rep. I—IV to the Evolution Committee of the Royal Society.

trachten. Doch erscheint es nicht angezeigt, früher an die detaillierte Ausarbeitung dieser Möglichkeiten heranzugehen, bevor genügendes Material über die empirischen Spaltungsverhältnisse in F_2 und F_3 vorliegt.

Endlich seien die Ergebnisse meiner Versuche betreffs der Verkoppelung von Pigmentblütigkeit und Behaarung zusammengefaßt. Schon bei der Bastardierung von rot behaart und weiß glatt war niemals eine Lösung der bezeichneten Verkoppelung beobachtet worden: alle behaarten Hybriddeszendents blühten farbig, alle glatten weiß. Auch bei den in diesem Kapitel zusammengefaßten Bastardierungen wurde die Kombination pigmentiert — glatt nur dann in F_2 erhalten, wenn sie bereits an einer der beiden Elternformen gegeben war. So waren auch die aus gelb behaart \times Weiß Glatt (Versuch 9 Tab. XII) erhaltenen rot bzw. rötlich pigmentierten Hybriden alle behaart, alle Weißen glatt. Hingegen trat, wie erwähnt, bei Bastardierung von rot-glatt mit weiß bzw. gelb-glatt die Kombination rot-behaart als dominierendes Novum zutage. Umgekehrt wurde auch die Kombination weiß behaart nur dann in F_2 erhalten, wenn sie bereits an einer der beiden Elternformen gegeben war. So waren unter den aus behaarten und glatten weißblühenden Rassen (Vers. 11, 13, 14 A und B, 16, 17, 19 Tab. XII) gewonnenen Hybriden alle rötlich bzw. bläulichrötlich blühenden behaart, die weißen (ev. bei Füllung gelben) teils behaart teils glatt. Aus diesem Verhalten ist zu schließen, daß die absolute Verkoppelung oder Korrelation zwischen Blütenpigmentierung und Behaarung zwar gelöst oder umgangen werden kann — und zwar entweder durch Trennung von zwei an sich wirkungslosen Komponenten, welche vereint Behaarung bedingen, oder durch Einwirkung eines Hemmungsfaktors auf den Behaarungsfaktor —, daß jedoch auch dann eine relative Verkoppelung oder Korrelation, eine Art Affinität, speziell zwischen der Hauptkomponente des chromogenen Komplexes (A_1) und dem Behaarungsfaktor bestehen bleibt. Diese Affinität zwischen Blütenpigmentierung und Behaarung ist in den glattblättrigen farbigblühenden Levkojenrassen sozusagen durch irgendeinen Zwang überwunden; sie äußert sich jedoch sofort, sobald durch Fremdkreuzung Gelegenheit dazu gegeben wird. Inwieweit diese Verkoppelung in gewissen Fällen im Sinne der Bateson-Punnett'schen Theorie auf das Spaltungsverhältnis Einfluß nimmt — und zwar durch Begünstigung der Kombinationen: chromogener Komplex + Behaarungsfaktor und Defekt im chromogenen Komplex + Mangel des Behaarungsfaktors müssen erst weitere spezielle Untersuchungen zeigen. Zunächst seien folgende Spaltungsverhältnisse registriert:

Versuch 11a + b	Beh. Gl. = 94 : 21 = 4,48 : 1
„ 13b + c	„ „ = 73 : 16 = 4,56 : 1
„ 196	„ „ = 21 : 9 = 2,3 : 1
Insgesamt	Beh. Gl. = 188 : 46 = 4,09 : 1

Zweites Kapitel.

Über weitere Bastardierungsversuche an *Pisum* mit Rücksicht auf die Faktorenlehre, speziell Analyse und Prüfung der Bastardierungsnova.

Durch systematische Bastardierungen verschiedener *Pisum*-Rassen habe ich seinerzeit¹⁾ das gesetzmäßig mendelnde Auftreten und Verhalten folgender „Nova“ festgestellt:

Tabelle XIII.

Novum	Rassenkombination	Äußerliche Wertigkeit in F ₁ u. F ₂	Detailfeststellungen bezüglich des Verhaltens von F ₃
I. Rotblüte	Rosa <i>P. arvense</i> × Weiß <i>P. sativum</i>	Dominierend, Spaltungsverhältnis: rot : rosa : weiß = beob. 407 : 104 : 155 = 9 : 2,3 : 3,43 schematisch 9 : 3 : 4	Rot nur z. T. konstant, z. T. spaltend in rot und rosa od. in rot und weiß od. in rot, rosa, weiß; rosa nur z. T. konstant, z. T. spaltend in rosa und weiß; weiß durchwegs konstant.
II. Roter Blattmakel	Makellos <i>P. arvense</i> × Makellos <i>P. sativum</i>	Dominierend, Spaltungsverhältnis: makeltragend : makellos = beobachtet 336 : 209 = 9 : 5,58 schematisch 9 : 7	Makeltragend nur z. T. konstant, z. T. spaltend in makeltragend und makellos (<i>arvense</i>), oder in makeltragend und makellos (<i>sativum</i>), z. T. spaltend in makeltragend, makellos (<i>arvense</i>), makellos (<i>sativum</i>); makellos als solches konstant, doch z. T. spaltend in makellos (<i>arvense</i>) und makellos (<i>sativum</i>).
III. Violett-punktierung der Samenschale	Punktlose, gleichfarbige Samenschale <i>P. arvense</i> × punktlose, farblose Samenschale <i>P. sativum</i>	Dominierend, Spaltungsverhältnis: punktiert : punktelos = beobachtet 71 : 46 = 9 : 5,8 schematisch 9 : 7	Alle geprüften (10 Individuen von 13) punktierten spaltend in punktiert und punktelos (62 : 40 = 9 : 5,8); punktelos gleichfarbig z. T. konstant, z. T. spaltend in punktelos-gleichfarbig und punktelos-farblos; alle punktelos-farblosen konstant.

¹⁾ Weitere Kreuzungsstudien 1904 a. a. O. S. 4—9 d. S. A; Die Theorie der Kryptomerie. Beih. z. Bot. Centralbl. 1904.

Tabelle XIII (Fortsetzung).

Novum	Rassenkombination	Äußerliche Wertigkeit in F ₁ u. F ₂	Detailfeststellungen bezüglich des Verhaltens von F ₃
IV. A. Gleichmäßige Dunkelbraunfärbung der Samenschale	a) Hellgefärbte Samenschale <i>P. arvense</i> × farblose Samenschale <i>P. sativum</i>	Dominierend	—
	b) <i>P. arvense</i> braunmarmoriert × <i>P. arvense</i> punktiert	Mitrezessiv	Konstant.
	c) braunmarm. S.-Sch. <i>P. arvense</i> × farbl. S.-Sch. <i>P. sativum</i>	Mitdominierend, Spaltungsverhältnis: marm. : gleichm. gefärbt : farblos = beobachtet 52 : 12 : 13 9 : 2,08 : 2,25 schematisch 9 : 3 : 4	Gleichmäßig gefärbte S.-Sch. z. T. konstant, z. T. spaltend in gl. gef. und farblos.
B. Weißbraunfärbung der S.-Sch.	Hellgefärbte S.-Sch. <i>P. arvense</i> rosa VI × farbl. S.-Sch. <i>P. sativum</i>	Mitrezessiv	Konstant.
C. Weißblüte mit farbl. S.-Sch. und angegedeuteter Marmorierung	<i>P. arvense</i> rotblühend, braunmarmoriert × <i>P. sativum</i> weißblühend mit farbl. S.-Sch.	Rezessiv	anscheinend teilweise konstant, teilweise spaltend marm. : nicht marm. = 3 : 1 (schematisch).

I. Abschnitt.

Blütenfarbe.

Von diesen Fällen mendelnder Bastardierungsnova wurde speziell jener von Produktion der Rotblüte aus rosa × weiß systematisch weiterverfolgt, seine rationelle Erklärung gemäß der Faktorenlehre abgeleitet und durch die Methode der Rückkreuzung verifiziert. Es liegt zweifellos ein Fall bifaktorieller Bastardierung vor, in welchem die beiden kombiniert Rot ergebenden Faktoren — und zwar der eine, wenn isoliert, Rosablüte bewirkende und der andere, wenn isoliert, wirkungslose (also Weißblüte bestehen lassende) Faktor — ursprünglich auf die beiden Elternrassen verteilt sind. Demgemäß ergibt sich für diesen Fall eines dominierenden mendelnden Bastardnovums folgendes Schema der Gameten- und Zygotenbildung (Tabelle XIV).

Tabelle XIV.
 Schema der Gameten- und Zygotenbildung im Bastardierungsfalle Rosablüte \times Weißblüte.

Stamm- rassen	A ♀ b	a ♂ B
F ₁ -Zygote	<i>Pisum arvense</i> var. <i>roseum</i> Rosa	
Gameten ♀	4 AB 4 AB	4 ab 4 ab
F ₂ -Zygoten	ABAB 1 ↓ ABAB ABaB aBaB 1 2 2 3 : 1 Rot : Weiß konstant	ABab 2 ↓ AbAb Abab 1 2 3 : 1 Rosa : Weiß konstant
F ₃ -Zygoten	ABAB ABAB ABAB ABAB 1 1 1 1 3 : 1 Rot : Rosa konstant	aBaB aBaB aBaB aBaB 1 1 1 1 3 : 1 Weiß : Weiß konstant

Bezüglich des Spaltungsverhältnisses in F_2 wurden die früher gewonnenen und 1904 veröffentlichten Zahlen Rot : Rosa : Weiß = 239 : 75 : 83 durch folgende Beobachtungen ergänzt, denen solche über die Vererbungsweise in F_3 angeschlossen seien (Tabelle XV).

Tabelle XV.

Vererbung der Blütenfarbe im Falle Rosablüte \times Weißblüte
in F_2 und F_3 .

A. Aufspaltung in F_2 :

	Rot	Rosa	Weiß
Versuch A. GE 1904	56	5	19
B. GE 1904	37	7	16
C. GE 1904	32	6	15
(F_2 von <i>P. arv. rosa</i> VI \times <i>Victoria</i>)			
Versuch 52. 1904			
(F_2 von <i>Pisum arvense rosa</i> VI \times <i>Victoria</i>)	10	2	7
Versuch 53. 1904			
(F_2 von <i>Victoria</i> \times <i>P. arv. rosa</i> VI)	11	3	4
Versuch 54. 1904			
(F_2 von <i>Victoria</i> mit violetter Nabel \times <i>P. arv. rosa</i> VI) . .	12	4	5
Versuch 58. 1904			
(F_2 von <i>P. arv. rosa</i> VI \times <i>Victoria</i> mit violetter Nabel) . .	10	2	5
	168	29	71
Dazu die früher publizierten Zahlen	239	75	83
	407	104	154
Gefunden	9 :	2,3 :	3,43
Berechnet	9 :	3 :	4

B. Vererbungsweise in F_3 :

F_2	F_3	
	berechnet	gefunden
Rot 1 Ind.	Rot konstant	$\frac{52}{2} + \frac{52}{8}$ ex 1904, $\frac{66}{1905}$ 5 R
2 Ind.	Rot : Weiß	} mehrfach beobachtet
	ber. = 3 : 1	
2 Ind.	Rot : Rosa	
	ber. = 3 : 1	
4 Ind.	Rot : Rosa : Weiß	
	ber. = 9 : 3 : 4	
Rosa 1 Ind.	Rosa konstant	$\frac{53}{6} + \frac{54}{8}$ ex 1904, $\frac{66 + 67}{1905}$ alle Rosa
2 Ind.	Rosa : Weiß	mehrfach beobachtet
	ber. = 3 : 1	
Weiß 4 Ind.	durchwegs konstant	durchwegs konstant

Die folgende Tabelle (Tab. XVI) gibt eine Übersicht der Resultate der Rückkreuzungsversuche, welche die Verifizierung der oben gegebenen rationellen Erklärung gemäß der Faktorenlehre bezweckten. Zu diesem Behufe wurden die Resultate der neuerlichen Bastardierungen der Hybriddeszenten mit beiden Elternrassen oder mit gemäß meinen früheren Studien gleichwertigen rosa- oder weißblühenden Fremdrassen für die erste und zweite „abgeleitete“ Bastardgeneration (F_1' und F_2') vorausberechnet (vorletzte Kolumne) und mit den tatsächlich erhobenen Befunden (letzte Kolumne) in Vergleich gesetzt.

XVI.

aus Rosa \times Weiß mit den Elternrassen oder gemäß meinen früheren wertigen Fremdrassen.

Spezialbeobachtung	Gefunden	
	F ₁ '	F ₂ '
$\frac{18}{1904}$ reinrassig Rosa (<i>P. arv.</i> VI) \times konst. Rosa F ₃ (rosa <i>P. arv.</i> VI \times weiße <i>Victoria</i>)	6 Ind. Rosa	$\rightarrow \frac{18}{1905}$ 6 Ind. Rosa
$\frac{19}{1904}$ Rosa <i>arv.</i> VI \times konst. Rosa F ₃ (gelbk. <i>Sativum</i> weiß \times rosa <i>arv.</i> VIII)	2 " "	$\rightarrow \frac{19}{1905}$ 6 " "
$\frac{21}{1904}$ Rosa <i>arv.</i> VIII \times konst. Rosa F ₃ (weiße <i>Victoria</i> \times rosa <i>arv.</i> VI)	1 " "	
$\frac{25}{1904}$ konst. Rosa F ₃ (<i>arv.</i> VI \times weiße <i>Victoria</i>) \times rosa <i>arv.</i> VIII	5 " "	
$\frac{32}{1904}$ konst. Rosa F ₃ (rosa <i>arv.</i> VI \times <i>Victoria</i> $\frac{72}{1903}$) \times weiße Telephon	1 " Rot	
$\frac{28}{1904}$ weiße grünbl. Folger \times noch spaltendes Rosa F ₃ (weiße <i>Victoria</i> \times rosa <i>arvensis</i> VI $\frac{71}{33}$ 1903)	6 Ind. Rot punktiert + 4 Ind. Weiß	

Tabelle XVI

Nr.	Gekreuzte Formen	Berechnet	
		F ₁ '	F ₂ '
VII.	Weiß in F ₃ neben Rot oder neben Rot, Rosa u. ande- rem Weiß abgespalten × Elter I Rosa AbAb = aBaB (1)	aBaB Rot	Rot : Rosa : Weiß = 9 : 3 : 4
	× Elter II Weiß aBaB =	aBaB Weiß	Weiß
VIII.	Weiß in F ₃ von Rot neben Rot, Rosa u. and. W. ab- gespalten × Elter I Rosa AbAb = aBab (2)	{ aBaB Rot abAb Rosa 1 : 1	Rot : Rosa : Weiß = 9 : 3 : 4 Rosa : Weiß = 3 : 1
	× Elter II Weiß aBaB =	{ aBaB Weiß abaB Weiß	{ Weiß Weiß

(Fortsetzung).

Spezialbeobachtung	Gefunden	
	F ₁ '	F ₂ '
$\frac{32}{1910} \left(\frac{31}{1909} \times \frac{34}{1909} \right)$ weiß (F ₂ ' aus rot, hervorgegangen aus Weiß aus spaltendem rot F ₃ [rosa <i>arv.</i> VI $\frac{72}{111}$ 1903 \times weiße <i>Victoria</i> $\frac{72}{104}$ 1903]) \times rosa <i>arvense</i> punkt. $\frac{34}{1909}$ (Anm.: Dieses Rosa <i>arv.</i> $\frac{34}{1909}$ wies im Jahre 1908 zum ersten Male neben den typischen Samen ohne Punktierung einzelne atypische mit Punktierung auf, welches spontan aufgetretene Novum wahr- scheinlich konstant blieb, bzw. bei Bastardierung sich regulär vererbte)	1	Ind. Rot punktiert
$\frac{33}{1910}$ weiß F ₂ ' ($\frac{31}{1909}$, wie im Fall $\frac{32}{1910}$) \times rosa <i>arvense furcans</i> marmoriert	2	" " " u. zugleich marmor
$\frac{30}{1910}$ weiß (aus weiß. grünbl. Folger \times rosa F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times rosa <i>arv.</i> VI $\frac{71}{33}$ 1903]) \times rosa <i>arv.</i> punkt. $\frac{34}{1909}$	1	" " "
$\frac{30}{1904}$ weiß (aus in Rot, Rosa und Weiß gespaltenem Rot F ₃ [von rosa <i>arv.</i> VI \times weiße <i>Victoria</i> $\frac{72}{78}$ 1903]) \times rosa <i>arv.</i> VIII ($\frac{50}{1903}$)	1	" " "
$\frac{3}{1904}$ weiße <i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times weiß aus F ₃ [rosa <i>arv.</i> VI \times weiße <i>Victoria</i>]	2	Weiß \rightarrow $\frac{40}{1905}$ alle Weiß
$\frac{13}{1904}$ weiß aus F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times rosa <i>arv.</i> VI] \times weiße grün- bleib. Folger	1	" "
$\frac{4}{1904}$ weiße <i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times weiß F ₃ [weiß grüns. <i>Sativum</i> \times rosa <i>arv.</i> VIII]	1	" " \rightarrow $\frac{41}{1905}$ " "
$\frac{31}{1910}$ weiß [aus weiß. grünbl. Folger \times Rosa F ₃] weiße <i>Victoria</i> \times rosa <i>arv.</i> VI $\frac{71}{33}$ 1903]) \times rosa <i>arv.</i> ohne Punkt. $\frac{34b}{1909}$	1	Rosa mit punkt. S.
$\frac{5}{1904}$ weiße <i>Victoria</i> ohne viol. Nabel \times weiß F ₃ [weißes grün- samiges <i>Sativum</i> \times rosa <i>arv.</i> VIII]	1	" " ohne " "
$\frac{6}{1904}$ weiße grünbl. Folger \times weiß F ₃ [weiß grünsamiges <i>Sativum</i> \times rosa <i>arvense</i> VIII]	1	Weiß
$\frac{14}{1904}$ weiß aus F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times rosa <i>arvense</i> VI] \times weiße Wunder von Amerika	3	" " \rightarrow $\frac{44}{1905}$ 2 Ind. Weiß

Tabelle XVI

Nr.	Gekreuzte Formen	Berechnet	
		F ₁ '	F ₂ '
IX.	Weiß in F ₃ von Rosa oder von Rot neben Rosa u. an- derem Weiß abgespalten \times Elter I Rosa AbAb = abab (1)	abAb Rosa	Rosa : Weiß = 3 : 1
	\times Elter II Weiß aBaB =	abaB Weiß	Weiß

Das interessanteste Resultat der vorstehenden Tabelle XVI ist der unter Nr. IX registrierte Nachweis des Auftretens solcher weißblühender Hybriddeszendents, welche bei Rückkreuzung mit einer reinen rosablühenden Rasse (AbAb) die Rosablüte fortbestehen lassen, nicht Rotblüte auslösen — also im Gegensatze zu den von mir benutzten reinen weißblühenden Rassen den mit dem Rosafaktor (A) sich zu Roteffekt kombinierenden Faktor (B) nicht enthalten, somit der Formel abab entsprechen. Diese neu gewonnene, nicht mehr kryptomere Elementarform wird seither als „nicht mehr rot auslösendes Weiß“ unter den Zeichen $\frac{33}{1909} = \frac{104}{1910}$ nachgebaut. — Der umgekehrte Versuch durch Bastardierung dieses extrahierten Weiß abab mit konstantem extrahierten Rot sowie mit reinrassigem Rot (ABAB) als reguläres „mitdominierendes“ Novum in der II. Generation Rosa (AbAb) zu produzieren, ist noch nicht zu Ende geführt. Die in der Tabelle XVI

(Fortsetzung).

Spezialbeobachtung	Gefunden	
	F ₁ '	F ₂ '
$\frac{27}{1904}$ <i>rosa arvensis</i> VI $\left(\frac{48}{1903}\right) \times$ weiß aus in Rot, Rosa u. Weiß gespaltenen F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times <i>rosa arvensis</i> VI $\frac{71}{35}$ 1903]	2 Ind. Rosa \longrightarrow a) $\frac{49}{1905}$ 2 Ind. Rosa \longrightarrow b) $\frac{38}{1909}$ 2 " " + 1 " Weiß (Das eine dieser Rosa-Ind. in Vers. 6 Tab. XVI verwendet, sicher Abab)	
$\frac{21}{1910} = \frac{35 \times 33}{1909}$ <i>rosa P. arvensis</i> grünkotyl. ohne Samenschalenzeichnung \times weiß aus Rosa abgespalten F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times <i>rosa arvensis</i> VI $\frac{68}{1905}$]	3 " " gelb- und grünkotyl. ohne Samenschalenzeichnung	
$\frac{36 \times 37}{1910} = \frac{34^b \times 33}{1909}$ <i>rosa P. arvensis</i> gelbkotyl. ohne Samenschalenzeichnung \times Weiß aus Rosa abgespalten F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times <i>rosa arvensis</i> VI]	7 " Rosa, gelbkotyl. ohne Samenschalenzeichnung	
$\frac{7}{1904}$ Zuckerbirse mit gelber Hülse \times weiß F ₃ [weiße grünsamige <i>Sativum</i> \times <i>rosa arvensis</i> VIII]	1 " Weiß	
$\frac{8}{1904}$ Zuckerbirse mit gelber Hülse \times weiß F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times <i>rosa arvensis</i> VI]	1 " "	
$\frac{16}{1904}$ weiß aus F ₃ [weiße <i>Victoria</i> \times <i>rosa arvensis</i> VI] \times weiße <i>Auvergne</i>	2 " "	

angeführten Versuche entsprechen durchaus der theoretischen Erwartung, verifizieren demgemäß die angenommene Erklärung nach der Faktorenlehre. Des weiteren sei in tabellarischer Zusammenfassung über Bastardierungen zwischen Hybriden aus *rosa* \times weiß berichtet (Tab. XVII am Schlusse der Abhandlung).

Die in Tabelle XVII angeführten Bastardierungsfälle entsprechen der gemäß der Faktorenlehre ausgesprochenen Erwartung mit Ausnahme der Fälle 1, 2, 5. In dem ersten Falle ergab „Rosa“ \times Rosa in F₁ bzw. in F₂ rot, im zweiten Falle lieferte Rosa \times Weiß neben Rot solches Weiß, welches sich als homozygotisch aBaB erwies; im fünften Falle ergab Rosa \times Weiß aus „Rosa“ Rot. Diese Ausnahmen werden einer Erklärung zugänglich, wenn wir die an späteren Fällen eingehend zu begründende Annahme machen, daß in gewissen vereinzelt Fällen die Heterozygote von der Formel ABaB oder ABaB oder ABaB ein rosa-, nicht ein rotblühendes Individuum liefert,

und zwar dadurch, daß die Einwirkung des Rosa zu Rot abändernden Faktors B auf den Rosafaktor A bzw. die sonst regelmäßig erfolgende Verbindung oder Assoziation beider ausbleibt. Demgemäß würde das betreffende Individuum trotz seiner Rosablüte den Faktor B, welcher dissoziiert, d. h. ohne Verbindung mit A, ohne sichtbare Wirkung bleibt, unmerklich in sich tragen, sozusagen ein rosa larviertes Rot-Individuum sein. Welche Umstände allerdings solche Ausnahmen verursachen, läßt sich heute noch nicht sagen. Gemäß dieser Annahme könnte auch das anscheinende spontane Auftreten vereinzelter roter Nachkommen unter Zuchten von Rosa *arvensis*, speziell von Rosa-Hybridendeszendenten darauf zurückgeführt werden, daß einzelne, speziell heterozygotische, Rosa-Individuen eigentlich larvierte Rot-Individuen sind und in ihrer Deszendenz Rot ergeben können.

Solche „Ausnahmefälle“ habe ich, wie bereits 1904 erwähnt, besonders unter dem Rosanachbau aus der Bastardierung Rosa *arvensis* VI \times *Auvergne*, aber auch gelegentlich unter den „reinen“ rosablühenden Rassen aus Svalöf beobachtet. Auch Fruwirth¹⁾ hat diese Erfahrung gemacht, und zwar an einer 1900 aufgefundenen rosablühenden schwedischen Futtererbse. Es erfolgte vereinzelt Auftreten von Rot 1904 und 1905 im Feldbestand, Auftreten von sechs solchen Fällen 1906 im Zuchtgarten. Er bezieht diese Erscheinung auf ein ganz seltenes Aktivwerden einer Rotanlage in Rosa, während sie nach meiner oben dargelegten Annahme auf gelegentliches Verschmelzen (\overline{AB}) der ausnahmsweise unvereinigt ($A \downarrow B$) gebliebenen Faktoren für Rosa (A) und für Modifikation von Rosa zu Rot (B) bzw. auf Wirksamwerden des bisher ausnahmsweise unwirksam gebliebenen Modifikationsfaktors (B) zurückzuführen ist.

Als damit verwandtes Bastardierungsmaterial seien noch folgende Beobachtungen angeführt:

$$\begin{array}{l}
 \text{I. } \frac{29}{1904} \left\{ \begin{array}{l} \text{Weißblühende Zuckererbse} \quad \times \quad \text{Rosa } \textit{arvensis} \text{ VIII} \quad \frac{50}{1903} \\ \text{mit gelben Hülsen ohne Samen-} \quad \text{ohne Samenzeichnung} \\ \text{zeichnung} \quad \text{AbAb} \\ \text{aBaB} \end{array} \right. \\
 \\
 \text{F}_1 \text{ rotblühend, violett punktiert ABab} \\
 \text{F}_2 \frac{50}{1905} \text{ 2 rotblühend viol. p.}
 \end{array}$$

¹⁾ Spontane Folgen von Bastardierung und von spontaner Variabilität. Archiv für Rassenbiologie 1909. Heft 4. S. 450ff.

2. $\frac{20}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Rosa arvensis VIII} \times \text{Rosa arvensis VI} \\ \text{AbAb} \qquad \qquad \qquad \text{AbAb} \\ F_1 \text{ 5 Individ. rosa AbAb} \\ F_2 \text{ rosa AbAb} \end{array} \right.$
3. $\frac{4}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Rosa arvensis VII} \times \text{Rotbl. braunmarmor. arvensis} \\ \text{grüncotyledon} \qquad \qquad \qquad \text{ABAB} \\ \text{AbAb} \end{array} \right.$
 F_1 alle rotbl., braunmarmor. ABAB
4. $\frac{35}{1904}$ Rote Graue Riesen \times extrah. rosa $\left(F_3 \text{ Victoria} \times \text{arvensis VI} \frac{71}{1903} \right)$
 ABAB $\qquad \qquad \qquad$ AbAb
 F_1 7 Individ. rotbl. violett punktiert ABAB
5. extrahiertes Weiß (aus rot \times weiß) \times reinrassiges Weiß
 aBaB $\qquad \qquad \qquad$ aBaB
- a. $\frac{9}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Weiß aus } F_4 \text{ (w. Expreß} \times \text{rot Graue Riesen)} \times \text{w. Emerald} \\ F_1' = 3 \text{ w.} \end{array} \right.$
- b. $\frac{10}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Weiß aus } F_4 \text{ (w. Expreß} \times \text{rot Graue Riesen)} \times \text{w. Allerfrüheste} \\ \text{Mai } F_1' = 1 \text{ w., } F_2' \frac{42}{1905} = 2 \text{ w.} \end{array} \right.$
- c. $\frac{11}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{Weiß aus } F_4 \text{ (w. Expreß} \times \text{rot Graue Riesen)} \times \text{w. Wunder von Amerika} \\ F_1' = 2 \text{ w., } F_2' \frac{43}{1905} = 2 \text{ w.} \end{array} \right.$
- d. $\frac{1}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{w. Allerfrüheste Mai} \times \text{Weiß aus } F_4 \text{ (w. Expreß} \times \text{rot Graue Riesen)} \\ F_1' = 2 \text{ w.} \end{array} \right.$
- e. $\frac{2}{1904}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{w. Wunder von Amerika} \times \text{Weiß aus } F_3 \text{ (w. Expreß} \times \text{rot Graue Riesen)} \\ F_1' = 3 \text{ w., } F_2' \frac{39}{1903} = 5 \text{ w.} \end{array} \right.$

Die vorstehend mitgeteilten Beobachtungen bestätigen meine früheren Erfahrungen, daß rot gegenüber rosa dominiert, daß rosa \times rosa nur wieder rosa, weiß \times weiß nur wieder weiß liefert, wie es nach den oben angenommenen Faktorenformeln zu erwarten ist.

Es ergibt sich demnach, daß

1. alle von mir untersuchten rotblühenden Rassen (5 — beschrieben 1905, S. 5), und zwar:

rotblühende Graue Riesen

„ *P. arvensis* Nr. IV Svalöf

„ „ „ „ VII „

„ „ „ „ IX „

„ „ „ „ X = *P. arv. maculatum* Typ V

nach Tedin, der Faktorenformel ABAB entsprechen,

2. alle von mir untersuchten rosablühenden Rassen (2 — beschrieben 1904, S. 5), und zwar:

rosa *P. arvense* VI Svalöf (Typ VII. Tedin)

„ „ „ VIII „

der Faktorenformel AbAb entsprechen,

3. alle von mir daraufhin untersuchten weißblühenden Rassen (5) und zwar:

P. sativum w. *Victoria* ohne Nabelfärbung,

P. „ „ „ mit violetter Nabel,

P. „ „ kleingrünsamig aus Svalöf,

P. „ w. grünbleibende Folger,

P. „ w. Zuckererbse mit gelben Hülsen

der Faktorenformel aBaB entsprechen.

Nach dieser Feststellung sind, im Gegensatze zu meiner eigenen früheren Annahme und in Zustimmung zu der zuerst von Lock¹⁾ vertretenen Anschauung, die untersuchten weißblühenden Rassen als „kryptomer“, d. h. als im unmerklichen Besitze des Rosa in Rot abändernden Faktors (B) zu betrachten, während sich in den rosablühenden Rassen der Rosafaktor (A) vorfindet, welcher assoziiert bzw. verbunden mit dem anderen Faktor (B) Rotblüte bedingt. Nicht kryptomere, d. h. nicht den Faktor B enthaltende weißblühende Rassen (abab) habe ich nicht vorgefunden, wohl aber habe ich solche Formen, welche bei Bastardierung mit Rosa keine Abänderung in Rot bewirken, sondern Rosa bestehen lassen, aus der Bastardierung Rosa \times Weiß neben kryptomerem Weiß neu gewonnen.

2. Abschnitt.

Blattachselmakel.

Als zweites reguläres, und zwar dominantes Bastardierungsnovum wurde das Neuaufreten des für die meisten *P. arvense*-Rassen typischen rotvioletter Blattachselmakels studiert in solchen Fällen, in denen die ausnahmsweise makellose rotblühende Form von *P. arvense* Nr. IV (Svalöf) mit gewissen weißblühenden Rassen²⁾ von *P. sativum* bastardierte

¹⁾ Studies in Plant breeding in the tropics. Annales of the Royal Bot. Gardens Paradeniya Vol. II Part II, p. 299—356, 1904; Vol. II Part III, p. 357—414, 1905. The present state of knowledge of heredity in *Pisum*. Vol. IV Part III, 1908.

²⁾ Die älteren Versuche betrafen *Victoria* ohne violetten Nabel und weiße Emerald. An neuem Material sei notiert:

$$\frac{22}{1911} \text{ Victoria ohne viol. Nabel } \times \text{ P. arvense ohne viol. Makel} \\ \text{F}_1 \text{ Makeltragend.}$$

$$\frac{24}{1911} \text{ reziprok F}_1 \text{ ebenso}$$

worden war. Die Spaltungsgeneration F₂ wurde an folgenden Kombinationen beobachtet:

	rot mit Makel	rot ohne Makel	weiß ohne Makel
$\frac{48}{1904}$ } <i>Victoria</i> ohne viol. Nabel \times rot makelloses <i>arvense</i> . .	22	5	7
$\frac{52}{1904}$ ebenso	22	6	7
$\frac{49}{1904}$ reziprok	9	3	3
$\frac{50}{1904}$ ebenso	39	17	10
Gr. E. $\frac{1904}{1904}$ ebenso	224	46	86
$\frac{51}{1904}$ rot makellos \times w. Emerald .	20	6	13
	336	83	126

Makeltragend : Makellos = 336 : 209
 = 9 : 5,58
 schematisch 9 : 7

Makeltragend Rot : Makellos Rot : Makellos weiß = 336 : 83 : 126
 = 9 : 2,2 : 3,38
 schematisch 9 : 3 : 4

Makeltragend Rot : Makellos Rot = 336 : 83 = 4,05 : 1
 schematisch 3 : 1

Bezüglich des Verhaltens in F₃ genüge die in Tabelle XIII gegebene allgemeine Feststellung. — Nebenbei sei bemerkt, daß gesonderte Bastardierungsversuche von Rot Makellos \times Rot Makeltragend die stete Dominanz des Makelbesitzes über den Mangel erwiesen, so

Versuch $\frac{30}{1904}$ Graue Riesen R. mit M. \times *P. arvense* Rot ohne M.
 F₁ = 4 Rot mit Makel

Versuch $\frac{38}{1904}$ Rot *arvense* ohne M. \times *Rosa arvense* VIII mit M.
 F₁ = 5 Rot mit M.

Versuch $\frac{39}{1904}$ Rot *arvense* ohne M. \times *Rosa arvense* VI mit M.
 F₁ = 1 Rot mit M.

Behufs einer rationellen Erklärung nach der Faktorenlehre sei angenommen, daß das Merkmal rotvioletter Makel in den Blattachsen

$\frac{23}{1911}$ *Victoria* mit viol. Nabel \times *P. arvense* ohne viol. Makel
 F₁ Makeltragend.

$\frac{37}{1911}$ Weiß aus rosa F₃ (*Victoria* ohne viol. Nabel \times *P. arvense* rosa Nr. VI) \times
P. arvense ohne viol. Makel F₁ Makeltragend.

durch zwei Faktoren bedingt ist. Von diesen bleibt jeder einzeln ohne Effekt. Der erstere (C) ist übrigens mit dem chromogenen Faktor A, welcher an sich Rosablüte, vereint mit dem Faktor B Rotblüte bedingt, absolut verkoppelt und kommt in weißblühenden Rassen überhaupt nicht vor, während der zweite Faktor D sich nicht bloß in allen makeltragenden rotblühenden Rassen, und zwar vereint mit C, sondern auch isoliert in den von mir untersuchten weißblühenden Rassen (weiße *Victoria* ohne wie mit viol. Nabel, weiße Emerald) vorfindet.

Es wurden also zunächst folgende Faktorenformeln aufgestellt:

1. Rotblühend mit Makel ABCD
2. „ ohne „, ABCd
3. Rosablühend mit „, AbCD
4. Weißblühend ohne „, aBcD

Bei Bastardierung von 1. \times 2. bzw. ABCD \times ABCd liegt ein einfacher typischer Mendelfall monohybrider oder unifaktorieller Natur vor. So wurden in F₁ nur Rotblühende mit Makel, in F₂ Spaltung in Rotblüte mit Makel und Rotblüte ohne Makel = 2,7 : 1 schematisch 3 : 1 erhalten:

		Makel	ohne Makel
1 a.	$\frac{63}{1904}$ F ₂ aus <i>arvensis</i> -Rot ohne Makel \times Graue Riesen mit Makel	13	4
1 b.	$\frac{Gr. E.}{1904}$ ebenso	76	26
2 a.	$\frac{66}{1904}$ F ₂ aus Graue Riesen mit M. \times <i>arvensis</i> -Rot ohne Makel	4	5
2 b.	$\frac{Gr. E.}{1904}$ ebenso	39	14
		132	49
		2,7	1
schematisch		3	1

Bei Bastardierung von 2. und 4. bzw. ABCd \times aBcD liegt ein trifaktorieller Unterschied vor, jedoch unterbleibt infolge absoluter Verkoppelung von A und C die Bildung von F₁-Gameten folgender Konstitution ABcD, ABcd, aBCd und aBCD, so daß nur ABCD, ABCd, aBcD, aBcd in Betracht kommen. Es kommen also nur folgende F₂-Zygoten zustande:

- | | | |
|----------------------|---|--------------------------|
| 1 ABCD \times ABCD | } | 9 Makeltragend, Rotblüte |
| 2 ABCD \times ABCd | | |
| 2 ABCD \times aBcD | | |
| 4 ABCD \times aBcd | | |

- | | | | |
|---|--------------------|---|------------------------|
| 1 | ABCD \times ABCd | } | 3 Makellos, Rotblüte |
| 2 | ABcd \times aBcd | | |
| 1 | aBcD \times aBcD | } | 4 Makellos, Weißblüte. |
| 2 | aBcD \times aBcd | | |
| 1 | aBcd \times aBcd | | |

Für das Verhalten von F_2 und F_3 ist folgendes Schema (Fig. 10) als gültig zu erschließen:

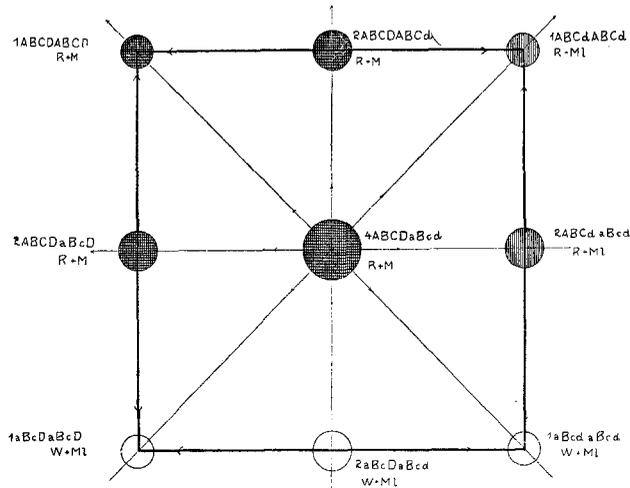


Fig. 10¹⁾.

Durch die bezeichnete Verkoppelung von A und C und durch die Exklusion von a und C zeigt also der Fall trotz trifaktoriellen Unterschiedes ein Verhalten wie eine typische bifaktorelle Bastardierung.

Die gemachten Annahmen und die davon abgeleitete rationelle Erklärung wurde wieder durch Rückkreuzungen geprüft und verifiziert. Über diese Versuche gibt die nachstehende Tabelle (Tabelle XVIII) Aufschluß.

¹⁾ In der Figur bedeutet M = Makeltragend, M1 = Makellos.

XVIII.

von Makellos \times Weiß.

beobachtung	F ₁ '
Rot <i>P. arvense</i> ohne Makel \times weiß (aus rot makellos F ₃ von <i>P. arv.</i> ohne Makel \times weiße <i>Victoria</i> $\frac{93}{2}$ 1906)	5 Rot ohne Makel
"	1 " " "
Rot <i>arvense</i> ohne Makel \times weiß (aus rot makellos F ₃ von <i>P. arv.</i> ohne Makel \times weiß <i>Victoria</i> $\frac{93}{4}$ 1906)	3 " " "
Weiß (aus rot makellos F ₃ von <i>P. arv.</i> ohne Makel \times weiße <i>Victoria</i>) \times Rot <i>arvense</i> ohne Makel	2 " " "
Weiß (aus rot makellos F ₃ von <i>P. arv.</i> ohne Makel \times weiße <i>Victoria</i> $\frac{93}{4}$ 1906) \times <i>P. arv.</i> ohne Makel $\frac{39}{1908}$	2 " " "
"	2 " " "
Weiß (aus rot makellos F ₃ von <i>P. arvense</i> ohne Makel \times <i>Victoria</i> $\frac{65}{1905}$ $\frac{93}{1906}$) \times <i>P. arv.</i> ohne Makel $\frac{39}{1908}$	2 " " "
Weiß (aus rot makellos F ₃ von <i>P. arvense</i> ohne Makel \times <i>Victoria</i> $\frac{93}{2}$ 1906) \times <i>P. arv.</i> ohne Makel $\frac{39}{1908}$	4 " " "
"	4 " " "
"	1 " " "
"	1 " " "
"	2 " " "
"	2 " " "
"	2 " " "

Tabelle XVIII

Nr.	Kombination und Faktorenformeln	Erwartet	Spezial-
			Kombination
14.	extrah. Weiß aus rot makellos \times extrah. Rot ohne Makel aBcdaBcd ABCdABCd	Rot ohne Makel	$\frac{6a+b}{1910} \left(\frac{25 \times 27a}{1909} \right)$
15.	„ \times Rot ohne Makel (noch spaltend in rot und weiß) ABCdaBcd	Rot und Weiß ohne Makel	$\frac{5+13c}{1910} \left(\frac{24 \times 27}{1909} \right)$
16.	„ „	„	$\frac{9}{1910} \left(\frac{26 \times 27}{1909} \right)$
17.	Rot ohne Makel (noch spaltend in rot und weiß) \times extrah. Weiß aus Rot ohne Makel ABCdaBcd aBcdaBcd	„	$\frac{13a}{1910} \left(\frac{27 \times 25}{1909} \right)$
18.	„ „	„	$\frac{13b}{1910} \left(\frac{27 \times 24}{1909} \right)$
19.	„ „	„	$\frac{14}{1910} \left(\frac{27 \times 26}{1909} \right)$

Die vorstehenden Ergebnisse entsprechen ausnahmslos der theoretischen Erwartung und bestätigen völlig die zunächst vielleicht etwas kompliziert oder gekünstelt erscheinenden Annahmen bezüglich der Faktorenformeln. Das wichtigste Resultat ist der Nachweis solcher weißblühender Hybriddeszendents, welche bei Rückkreuzung mit der rotblühenden makellosen *Arvense*-Rasse keinen Makel mehr zutage treten lassen, also des zweiten Makelfaktors D ebenso entbehren wie sie entsprechend ihrer Weißblüte d. h. dem Mangel des Faktors A zugleich des ersten Makelfaktors C entbehren. Diese extrahierten weißblühenden Hybriddeszendents mit der Faktorenformel aBcdaBcd sind also nicht mehr kryptomer bezüglich der Makelfaktoren, wie es bezüglich des ersten Makelfaktors die atypische *Arvense*-Rasse (ABCdABCd) und bezüglich des zweiten Makelfaktors die von mir geprüften weißblühenden *Sativum*-Rassen (*Victoria* ohne oder mit viol. Nabel, Emerald, entsprechend aBcDaBcd) sind. Solche weiße Individuen wurden unter den Symbolen $\frac{23}{1909} = \frac{98}{1910}$, $\frac{24}{1909} = \frac{99}{1910}$, $\frac{25}{1909} = \frac{100}{1910}$ durchweg stammend von Ind. Nr. 2 $\frac{93}{1906}$ (makellos \times *Victoria*), ferner $\frac{26}{1906} = \frac{101}{1910}$ aus Ind. Nr. 4 von gleicher Herkunft nachgebaut.

(Fortsetzung).

beobachtung	F ₁ '
Weiß (aus rot makellos F ₃ <i>P. arv.</i> ohne Makel × <i>Victoria</i> $\frac{93}{2}$ 1906) × Rot ohne Makel (F ₃ <i>P. arv.</i> ohne Makel × <i>Victoria</i> $\frac{93}{5}$ 1906)	3 Rot ohne Makel
"	3 "ABCdaBcd" + 1 Weiß (aBcdaBcd)
"	5 Rot ohne Makel + 3 Weiß
Rot ohne Makel (F ₃ <i>P. arvense</i> ohne Makel × <i>Victoria</i> $\frac{93}{5}$ 1906) × weiß (aus rot makellos F ₃ <i>P. arv.</i> ohne Makel × <i>Victoria</i> $\frac{93}{2}$ 1909)	1 Rot ohne Makel + 1 Weiß
"	0 Rot ohne Makel + 1 Weiß
Rot ohne Makel (F ₃ <i>P. arvense</i> ohne Makel × <i>Victoria</i> $\frac{93}{5}$ 1906) × weiß (aus rot makellos F ₃ <i>P. arv.</i> ohne Makel × <i>Victoria</i> $\frac{93}{4}$ 1906)	4 Rot ohne Makel + 1 Weiß

Der umgekehrte Versuch, durch Bastardierung solcher extrahierter weißer (aBcdaBcd) mit makeltragenden *Arvense*-Rassen (ABCDA|BCD) makellose Rotblühende *Arvense*-Formen als reguläres Bastardierungsnovum (ABCdABCd) in F₂ zu erzeugen, ist noch nicht beendet. Dasselbe gilt von Versuchen einerseits makellose Rosa-*Arvense*-Formen (AbCd-AbCd), andererseits extrahierte weißblühende Formen zu gewinnen, welche mit diesem Rosa-Novum weder Rotblüte noch Makel auslösen, also weder in bezug auf Faktoren der Blütenfarbe, noch auf Faktoren der Makelproduktion kryptomer sind (entsprechend abcdabcd).

3. Abschnitt.

Samenschalenpunktierung.

Als dominierendes Novum war bei Bastardierung solcher *Arvense*-Rassen, welche der typischen rotviolettten Punktierung der Samenschale entbehren, und gewisser *Sativum*-Rassen mit farbloser ungezeichneter Samenschale rotviolette Samenschalenpunktierung erhalten worden. Diese Erscheinung, sowie das in F₂ konstatierte Spaltungsverhältnis $71:46 = 9:5,8$, angenähert an den schematischen

Wert 9:7, legt den Gedanken nahe, eine ganz analoge rationale Erklärung zu formulieren, wie sie im 2. Abschnitt für das dominierende Bastardierungsnovum: roter Blattmakel aufgestellt wurde. Es sei demnach eine Bewirkung des Merkmales: rotviolette Samenschalenpunktierung durch zwei Faktoren angenommen, von denen jeder einzelne unmerklich bleibt, und von denen der eine (E) mit dem Blütenfarbenfaktor A absolut verkoppelt ist, bzw. mit Mangel a unvereinbar ist, während der andere (F) in gewissen diesbezüglich kryptomeren unpunktieren *Sativum*-Rassen (*Victoria* ohne violetten Nabel, kleingrünliches *P. sativum* aus Svalöf) isoliert gegeben ist. Die unpunktieren *Arvense*-Rassen, nämlich *Rosa arvense* VI, *Rot arvense* VII, *Rosa arvense* VIII, ebenso rotblühende violett-hülsige Kneifelerbse ohne Zeichnung (F_1 , 25, 28—31 ex 1911) hätten also die Formeln ABCDEf bzw. AbCDEf, die drei genannten *Sativum*-Rassen die Formeln aBcDeF. *Rosa Arvense* mit Makel punktlos (AbCDEf) \times *Rot arvense* ohne Makel punktiert (ABCdEF) ergibt F_1 punktiert, in F_2 punktiert: punktlos = 3:1 ($\frac{57}{1904}$). — Hingegen entbehrt nach meinen Beobachtungen die *Sativum*-Rasse *Victoria* mit violettem Nabel des zweiten Punktierungsfaktors, entspricht also der Formel aBcDef: sie ergab nämlich mit *P. arvense* VI rosa F_1 unpunktiert (ebenso mit rotblühender punktloser violett-hülsiger Kneifelerbse in beiderlei Verbindungsweise durchweg rotblühende Hybriden ohne Samenschalenpunktierung). Daß dieser Mangel ein sozusagen zufälliger ist und nicht etwa eine Exklusion des Faktors F durch den Faktor N für violetten Nabel vorliegt, beweist schon die Vereinigung beider Merkmale bzw. der Faktoren EFN in F_1 von *Victoria* mit violettem Nabel (efN) \times punktiertes makellooses *Arvense* (EFn) (Beobachtung Nr. 23 ex 1911). Detailliertes Material zur Erhärtung¹⁾ der aufgestellten Formeln mittels anderweitiger Bastardierungen wie mittels Rückbastardierungen ist aus der folgenden Übersicht (Tabelle XIX) zu entnehmen.

Interessant erscheint die wiederholt gemachte Beobachtung, daß sowohl gewisse punktlose Hybriddeszendenten als auch gewisse

¹⁾ Der Umstand, daß — wie in Tabelle XIII erwähnt wurde — unter 13 punktierten F_2 -Individuen alle 10 in F_3 nachgeprüften noch Spaltung in punktiert und punktlos ergaben, bedeutet keinen stichhaltigen Einwand gegen die vorgenommene

Deutung, da unter 9 punktierten F_2 -Individuen nur ein einziges AA oder CC oder BB DD
bb dd

EEFF als homozygotisch-konstant zu erwarten ist, also unter 10 zufällig herausgegriffenen sehr wohl fehlen kann.

punktlose Rassen vereinzelt punktierte Nachkommen ergeben, ja am selben Individuum neben punktlosen einzelne punktierte Samen erscheinen lassen. Ja, selbst ein plötzliches Umspringen ganzer Stämme von Punktlosigkeit zu Punktierung scheint vorzukommen. Zur Erklärung dieses Verhaltens sei dieselbe Annahme gemacht, wie oben (Abschnitt 1) bezüglich gewisser Ausnahmefälle an Blütenfarbe — nämlich Fehlen der Wechselwirkung, Vereinigung oder Assoziation der Faktoren E und F ($E\downarrow F$) in diesen in besonderem Sinne „kryptomeren“ Formen und gelegentliches Eintreten der Reaktion (\widehat{EF}). Umgekehrt scheint auch gelegentliches Ausbleiben der Reaktion ($E\downarrow F$) unter Umständen vorzukommen (vgl. Fall 15, Tab. XIX).

Tabelle
Beobachtungen über die Vererbungs-

Nr.	Mutterrasse	Formel	Vaterrasse
1.	<i>Victoria</i> mit viol. Nabel	aBef	Punktloses Rosa- <i>Arvense</i> Nr. VI
1 a.	Punktloses Rosa <i>Arvense</i> Nr. 6	AbEf	<i>Victoria</i> mit viol. Nabel
2.	<i>Victoria</i> mit viol. Nabel	aBef	Punktlose rotblühende Kneifelerbse
3.	Punktlose rotbl. Kneifelerbse	ABEf	Weiß aus spaltendem Rosa F ₃ (Rosa × <i>Auvergne</i>)
4.	"	ABEf	Weiß aus makellos F ₅ (<i>Arvense</i> makellos × <i>Victoria</i> ohne viol. Nabel)
5.	"	ABEf	Weiß ohne viol. Nabel aus ungez. br. F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × br. marmor. <i>Arvense</i>) 18 ex 1909.
6.	Weiß aus spaltendem Rosa F ₃ (Rosa × <i>Auvergne</i>)	abeF	Rosa ungez. aus (Rosa × weißbr. <i>Novum</i>) × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel
7.	Weiß aus spaltendem Rosa F ₃ [Rosa aus (Rosa × <i>Arvense</i> Rot) × <i>Auvergne</i>]	abeF	Kleinkörniges <i>P. arvense</i> , punktiert, rot, mit viol. Nabel
8.	Rot ungezeichnet konstant aus (Rosa × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)	ABEf	Weiß aus Rosa F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvense</i> VI)
9.	Weiß aus Rosa F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvense</i> VI)	abef	Rosa <i>Arvense</i> , gelbkotyl., nicht punktiert
10.	"	abef	Rot <i>Arvense</i> makellos, punktiert
11.	Rosa <i>Arvense</i> ungezeichnet, gelbkotyl.	AbEf	Weiß aus makellos Rot F ₅ (<i>Arvense</i> makellos × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)
12.	Rot ungezeichnet konstant aus F ₅ (Rosa <i>Arvense</i> VI × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)	ABEf	Weiß aus Rosa F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvense</i> VI)
13.	Weiß aus makellos Rot F ₅ (<i>Arvense</i> makellos × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)	aBef	Rosa punktlos aus Weiß F ₃ (<i>Arvense</i> VI × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel × Rosa F ₃ (<i>Arvense</i> VI × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)
14.	Punktiertes, makelloses <i>Arvense</i>	ABEF	Weiß aus makellos Rot F ₅ (<i>Arvense</i> makellos × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)

XIX.

weise der Faktoren für Punktierung.

Formel	Erwartet	Beobachtet
AbEf	keine Punktierung	$\frac{53}{1904}$ F ₁ punktlos, rotblühend F ₂ 9 punktlos, rot-rosa-weiß
aBef	"	$\frac{58}{1904}$ F ₁ punktlos, rot F ₂ 12 punktlos, rot, rosa, weiß
ABEf	"	$\frac{25}{1911}$ F ₁ punktlos, rot
abeF	Punktierung ev. schwach	$\frac{28}{1911}$ F ₁ 5 Ind. punktiert, rot u. zw. 1 Ind. stark punktiert, 4 Ind. recht zart punktiert
aBeF	"	a) $\frac{29}{1911}$ F ₁ 5 Ind. schwach punktiert, rot, u. zw. 2 Ind. zart punktiert, 3 Ind. sehr schwache Punktierung, an der Mehrzahl der Erbsen, sogar fehlend b) $\frac{30}{1911}$ F ₁ 1 Ind. sehr schwach punktiert, rot
aBef	keine Punktierung	$\frac{31}{1911}$ F ₁ 3 Ind. punktlos, rot, ohne viol. Nabel
AbEf	Punktierung oder Punktlosigkeit (Erwartung unsicher wegen Beteiligung von <i>Victoria</i> mit viol. N.)	$\frac{43}{1911}$ F ₁ 2 Ind. rosa punktiert, rosa
ABEF	Punktierung	$\frac{40}{1911}$ F ₁ 1 Ind. rot (heller als ♂), sehr stark punktiert, mit viol. Nabel
abef	keine Punktierung	$\frac{41}{1911}$ F ₁ 1 Ind. rot, punktlos
AbEf	keine Punktierung	$\frac{36}{1911}$ F ₁ 1 Ind. rosa, punktlos
ABEF	Punktierung ev. schwach	$\frac{37}{1911}$ F ₁ 2 Ind. rot, zart punktiert
aBe _f ^F heterozygotisch	Punktierung teils vorhanden, teils fehlend	$\frac{38}{1911}$ F ₁ 1 Ind. rot, punktlos + 1 Ind. rot, Samenschalen nur teilweise punktiert
abef	keine Punktierung	$\frac{39}{1911}$ F ₁ 1 Ind. rot, punktlos
A _a be _f heterozygotisch	keine Punktierung	$\frac{33}{1911}$ F ₁ 3 Ind. rot, punktlos + 1 Ind. weiß, punktlos
aBe _f ^F	Punktierung	$\frac{34}{1911}$ F ₁ 2 Ind. rot, zart, doch deutlich punktiert

Tabelle

Nr.	Mutterrasse	Formel	Vaterrasse
15.	Weiß aus makellos Rot F_5 (<i>Arvensis</i> makellos \times <i>Victoria</i> mit viol. Nabel)	aBe_f^F	Punktirtes makellooses <i>Arvensis</i>
16.	Rosa ungezeichnet aus punktlos F_4 (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times <i>Arvensis</i> VI) \times ungezeichnet F_4 (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times <i>Arvensis marmor.</i>)	AbEf	Punktlose rote Kneifelerbse

4. Abschnitt.

Gleichfarbigkeit und Marmorierung der Samenschale.

Schon bei Bastardierung von solchen *Arvensis*-Rassen, welche eine hellgelbgefärbte Samenschale aufweisen — Rosa *arvensis* VI mit lichtgelblichgrüner Samenschale mit orangefarbigem Anflug, Rot *arvensis* VII mit fast farbloser Samenschale und brauner Chalaza- und Radikula-region, Rosa *arvensis* VIII mit grünlichbrauner Samenschale und dunkelbrauner Chalaza- und Radikularegion —, mit weißer *Victoria* ohne Nabelfärbung, mit *Victoria* mit violettem Nabel (dann ohne Punktierung), mit klein-grünsamigem Svalöfer *P. sativum* war dunkelbraune Färbung der Samenschale — wie sie beispielsweise für die rotblühende punktlose Kneifelerbse mit violetten Hülsen typisch ist — als dominantes Novum aufgetreten. Es darf dies auf Synthese von zwei bisher verteilten Faktoren (G und J) bezogen werden. Von diesen bedingt G als relativ schwacher chromogener Faktor in den genannten *Arvensis*-Rassen leicht bräunliche Samenschalenfarbe (welche in *Arvensis* VI sowie IX und X vielleicht durch einen besonderen Hemmungsfaktor H auf lichtgelblichgrün mit orange Anflug herabgedrückt ist, siehe später). Hingegen ist der Faktor J in den genannten *Sativum*-Rassen ohne Effekt kryptomer vorhanden. Es sind also folgende Formeln anzunehmen: *Arvensis* VII ABGi, *Arvensis* VI, VIII AbGi, *Victoria* mit violettem Nabel und *Victoria* ohne violetten Nabel, sowie klein-grünsamiges *P. sativum*-Svalöf aBgJ. Dazu sei noch bemerkt, daß in diesen Fällen G mit dem Blütenfarbfaktor A verkoppelt ist, so daß die Bildung von Gameten ABgi, ABgJ aBGJ, aBGi ausgeschlossen erscheint, es resultieren also:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ ABGJ} \times \text{ABGJ} \\ 2 \text{ ABGJ} \times \text{ABGi} \\ 2 \text{ ABGJ} \times \text{aBgJ} \\ 4 \text{ ABGJ} \times \text{aBgi} \end{array} \right\} 9 \text{ pigmentblütig, dunkelbraune Samenschale}$$

XIX (Forts.)

Formel	Erwartet	Beobachtet
ABEF	Punktierung	$\frac{35}{1911}$ F ₁ 2 Ind. rot, Fehlen der Punktierung (Annahme von Ausbleiben der Reaktion E↓F)
ABEf	ohne Zeichnung	$\frac{32}{1911}$ 5 Ind. rot (Fahne heller als bei ♂ ungezeichnet)

- | | | |
|---------------|---|---|
| 1 ABGi × ABGi | } | 3 pigmentblütig, helle (weißlich braune bis lichtgelblichgrüne) Samenschale |
| 2 ABGi × ABgi | | |
| 1 aBgJ × aBgJ | } | 4 weißblütig, farblose Samenschale |
| 2 aBgJ × aBgi | | |
| 1 aBgi × aBgi | | |

Die bezeichnete Verkoppelung bewirkt trotz des trifaktoriellen, bei *Rosa-Arvense* sogar tetrafaktoriellen Unterschiedes ein Verhalten wie bei einer typischen dihybriden Bastardierung.

In besonderen Versuchen wurde ferner in F₂ der Bastardierung von *Rosa arvensis* Nr. VI (mit gleichmäßig lichtgelblichgrüner Samenschale, die orangefarbenen Anflug, jedoch keine rötliche Punktierung zeigte) und *Victoria* ohne Nabelfärbung mit farbloser Samenschale als offenbar mitrezessives Novum braunweiße Samenschale (ohne Punktierung, im Alter braun werdend), wie sie für die Svalöfer Rassen *Rot arvensis* Nr. VII und *Rosa arvensis* VIII typisch ist, erhalten. Aus diesem Befund scheint der Schluß erlaubt, daß in *arvensis* VI noch ein besonderer relativer Hemmungsfaktor (H) die an sich bestehende Veranlagung zur Produktion von weißbrauner Samenschale (Gi) auf Lichtgelblichgrün mit Orange-Anflug abschwächen dürfte. F₁ zeigte bei der Zusammensetzung AbEiGiH × aBeFgJh neben roter Blüte (AB) dunkelbraune Samenschale (GJ trotz H) mit violetter Punktierung (EF). In F₂ wurden dunkelbraunschalige mit violetter Punktierung (EFGI), dunkelbraunschalige Individuen ohne Punktierung (EiGJ), weißbraunschalige ohne Punktierung (EiGiH), farblosschalige mit weißer Blüte (eFgJ) erhalten — lichtgelbgrünschalige Individuen (ebenso rosablühende) wie die eine Elternform wurden allerdings vermißt, doch wohl nur infolge des geringen Umfanges des Beobachtungsmateriales (62 ex 1904 F₂ von *Victoria* ohne violetten Nabel × *Rosa-Arvense* Nr. VI, bestehend aus 2 dunkelbraunschalig mit roter Punktierung, 2 dunkelbraunschalig ohne Punktierung, 1 weißbraunschalig ohne Punktierung

als Novum, 1 weißblühend, farblosschalig). Das rotblühende Novum mit weißbrauner Samenschale ohne Punktierung (AABBEHfGGühh) wurde unter Nr. 37 ex 1905, Nr. 35 ex 1906 nachgebaut und konstant befunden. Das weißbraunschalige Novum wurde ferner einer neuerlichen Bastardierung¹⁾ mit farblosschaligen *Sativum*-Rassen unterworfen, worüber folgende Übersicht Aufschluß gibt.

1. weißlichbraunschaliges Novum \times *Victoria* ohne viol. Nabel

$$\text{ABEfGih} \left(\frac{37}{1905} \right) \qquad \text{aBeFgJh}$$

F₁ $\frac{5}{1906}$ 2 dunkelbraun mit rotviol. Punktierung (EFGJh)

F₂ a) $\frac{102}{1903}$ $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ dunkelbraun, punktiert (wie F}_1\text{)} \\ 4 \text{ „ „ nicht punktiert (EfGJh)} \\ 4 \text{ weißbraun, nicht punktiert (EfGih)} \\ 2 \text{ weißbl., farblosschalig (eFgJh)} \end{array} \right.$

F₂ b) $\frac{3}{1903}$ $\left\{ \begin{array}{l} 8 \text{ dunkelbraun, punktiert} \\ 2 \text{ weißblühend, farblosschalig.} \end{array} \right.$

2. weißlichbr. Novum \times *Victoria* mit viol. Nabel

$$\text{ABEfGihn} \left(\frac{87}{1905} \right) \qquad \text{aBefgJhN}$$

F₁ $\frac{6}{1906}$ dunkelbraun ohne Punktierung, doch mit viol. Nabel (ABEfGJhN)

F₂ a) $\frac{104}{1907}$ $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ dunkelbr., nicht punktiert, mit viol. Nabel (EfGJN)} \\ 2 \text{ „ „ „ „ ohne „ „ (EfGJn)} \\ 1 \text{ weißbraun, „ „ mit viol. Nabel (EfGiN)} \end{array} \right.$

F₂ b) $\frac{104 \text{ a}}{1907}$ $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ dunkelbr., nicht punktiert, mit viol. Nabel} \\ 3 \text{ „ „ „ ohne „ „} \end{array} \right.$

F₂ c) $\frac{105}{1907}$ $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ „ „ „ mit „ „} \\ 1 \text{ weißbr., „ „ mit viol. Nabel} \\ 1 \text{ weißblühend, farblos, mit viol. Nabel} \end{array} \right.$

Gewisse *Arvense*-Rassen mit brauner Marmorierung der Samenschale auf hellgelbem Untergrunde, wie sie für Rot *arvense* IX (*P. arvense maculatum* Typus V nach Tedin) und Rot *arvense* X charakteristisch ist — beschrieben 1904 S. 5 —, ergaben bei Bastardierung mit *P. arvense* Graue Riesen mit minder heller gelblichgrüner Samenschale als mitrecessives Novum in F₂ dunkelbraune Samenschale ohne Zeichnung (vgl. Tab. XIX). Bezüglich einer rationellen Erklärung derselben muß wohl zunächst an Abspaltung eines in *Arvense* IX und X neben den beiden Faktoren GJ vorhandenen Hemmungsfaktors H gedacht werden.

¹⁾ Eine solche wurde auch ausgeführt mit einem lichtweißlichbraunmarmorierten Hybriddeszendente aus F₃ (*Victoria* mit v. N. \times *Arv.* marmor.) \times *Victoria* m. v. N. Die daraus hervorgegangene F₁' war dunkelbraun marmoriert (42 ex 1911).

Die vorstehenden Daten gestatten die Grundlage der Marmorierung als unifaktoriell (M) zu betrachten und als freikombinierbar mit Besitz (F) oder Mangel (f) des zweiten Punktierungsfaktors (bei Vorhandensein des ersten Punktierungsfaktors E in allen von mir benützten *Arvensis*-Rassen). Das Spaltungsverhältnis der Doppelheterozygoten $EEfMm$ wurde in F_2 als $(p. + m.) : p. : m. : o. Z. = 13 : 13 : 12 : 2$, in F_3 als $29 : 9 : 16 : 6$, in F_4 als $20 : 9 : 12 : 1$, in F_2, F_3, F_4 zusammen als $52 : 31 : 40 : 9 = 5,78 : 3,4 : 4,4 : 1$ ermittelt, was allerdings nicht sonderlich mit der erwarteten Relation $9 : 3 : 3 : 1$ harmonisiert. Doch muß berücksichtigt werden, daß bei der vielfach sehr starken Braunpigmentierung des Samenschalengrundes die Erkennung und Unterscheidung, ob $(p. + m.)$ oder bloß m vorliegt, schwierig, mitunter ganz unsicher ist. Das „mitrezessive“ Novum „ungezeichnete Samenschale“ ($EEfimm$) erwies sich erwartungsgemäß völlig konstant (vgl. Tab. XX).

Aus der Bastardierung des braunmarmorierten *P. arvensis* (X) \times *P. sativum* mit farbloser Samenschale (*Victoria* ohne violetten Nabel) wurde als mitdominierendes Novum „gleichmäßig dunkelbraune Samenschale“ erhalten (vgl. Tab. XIII, IV. C).

In einer bestimmten Rassenkombination wurde neben diesem Bastardierungsnovum in F_2 noch als rezessives Novum „weißlichlichtbraune Marmorierung“ bei weißblühenden Individuen erhalten, und zwar aus weißblühender *Victoria* mit violettem Nabel $aBefgJmN \times$ rotblühendem *Arvensis* Nr. X braun marmoriert ($ABEfGJMn$) $F_1 = AaBBEeffGgJJMmNn$ rotblühend, unpunktiert, braunschalg, marmoriert mit violettem Nabel (vgl. Tab. XXI).

Tabelle XX.

Vererbungsweise im Bastardierungsfall *Pisum arvense* nicht punktiert (E¹), marmoriert (M) × *Pisum arvense* „Graue Riesen“ punktiert (E²), nicht marmoriert (m).

1 + 2 F ₁ 1905		punktiert + marmoriert (EEFFMm)															
37 + 38 F ₂ 1906		p. + m. $\left(\begin{matrix} 1 & \text{EEFFMM} \\ 2 & \text{EEFFMm} \\ 2 & \text{EEFFmm} \\ 4 & \text{EEFFmm} \end{matrix} \right)$										1 ³ (1 EEFFmm) p. (2 EEFFmm)		1 ² (1 EEFFMM) m. (2 EEFFMm)		2 braun ohne Zeichnung (o. Z.) (1 EEFFmm) ✓	
		I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	I ₁	I ₂ + I ₃ + I ₄	I ₁ + I ₂	I ₁ + I ₂			
p. + m.		—	2 ¹)	6	7	6 ²)	9	7	4	3	—	—	—	—			
p. m.		—	—	2	1	2	1	2	3	1	—	—	—	—			
o. Z.		—	6	1	4	—	—	1	1	—	—	7	4	18			
o. Z.		—	4	2	—	—	—	—	—	3	—	—	—	4			
Prof.-Nr.		47	48	49	50	51	51a	66	67	68	41	42, 43, 44	45, 46	45, 46			
1907		1907	1907	1907	1907	1907	1907	1908	1908	1908	1907	1907	1907	1907			
		wohl EEFFMm	EEFFMm	wohl EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm	wohl von o. Z. bzw. EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm	EEFFMm			
		ad 1)										ad 2)					
p. + m.		21	6	9	4	4	7	—	1	—	6	—	—	—			
p. m.		—	1	6	1	1	3	—	1	—	—	—	—	—			
o. Z.		—	3	1	4	—	—	—	4	—	—	2	—	8			
o. Z.		—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4			
o. Z.		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2			
69 + 72 1908		70 1908	71 1908	72 1908	73 1908	74 + 75 1908	52 1908	53 1908	55 1908	54 1908	50 + 51 1908						

Tabelle XXI.
Übersicht der Deszendenz aus weißblühender *Victoria* × rotblühendem, braunmarmoriertem *Arvensis* Nr. X.

62 1904	F ₂ Marmoriert auf bräunl. Samenschale	Dunkelbraune Samenschale ohne Zeichnung	Weißbl. farblose Samenschale hellbraun marm.	Weißbl. farblos ohne Zeichnung
	1 G-GMM 2 G-gMM 2 G-GMm 4 G-gMm 52 (35 m. v. N., 17 o. v. N.)	1 G-Gmm 2 G-gmm 17 (14 m. v. N., 3 o. v. N.)	1 ggJJMM 2 ggJJMm	1 ggJJmm
	I ₁ o. v. N. 3 m. 2 br. o. Z. 1 farbl. br. marm. 2 " o. Z. 73 1905	I ₁ o. v. N. 6 br. o. Z. 1 farblos alle o. v. N. 78 1905	1 (o. v. N.) 9 farbl. hell br. marm. 3 farbl. ohne Z. 38 1905	6 (4 m. v. N., 2 o. v. N.)

Dieses Ergebnis (s. S. 163, letzter Absatz) ist ohne weiteres erklärbar, wenn man annimmt, daß das Zusammentreffen des Marmorierungsfaktors (M) mit dem an sich effektlosen zweiten Samenschalenpigmentierungsfaktor (J) bzw. die Assoziation \widehat{JM} lichtweißlichbraune Marmorierung auf farbloser Samenschale bei weißer Blüte bedingt. Allerdings ist es — angesichts der Seltenheit dieses Novums (1 unter 76) — wahrscheinlich, daß ein solcher Effekt in meinem Beobachtungsfalle nur vereinzelt zustande kommt, so daß ein Teil ($J\psi M$) der entsprechend veranlagten Individuen doch äußerlich den farblosschaligen ohne Zeichnung zugezählt wird. Daß dieses Novum als rezessiv, nicht als mitrezessiv zu klassifizieren ist, beweist das Spalten der F_3 -Generation des F_2 -Novums bzw. dessen einfach heterozygotische Natur. Man darf also schematisch wohl folgendes Spaltungsverhältnis als günstigen Falles zutreffend betrachten, braunmarmor. : braun ohne Zeichnung : farblosmarmor. : farblos ohne Zeichnung = 9 : 3 : 3 : 1. — Als völlig selbständig und von typisch mendelndem Verhalten erweist sich die Violettfärbung des Nabels bzw. der Faktor N — wie dessen Dominanz und das Spaltungsverhältnis m. v. N : o. v. N = 53 : 23 = 2,3 : 1, angenähert 3 : 1 dartut.

Mit diesem bereits im Jahre 1904—1905 erhobenen Befunde und dieser Erklärung befinde ich mich in Übereinstimmung mit einer inzwischen von F. Lock¹⁾ veröffentlichten Beobachtung. Derselbe fand bei Bastardierung eines *P. sativum* ohne violetten Nabel ($eFgJm_n$) mit einem punktiert-marmorierensamigen *Arvensis* ($EFGJM_n$), also in einem Falle von trihybrider Bastardierung ($EeGgMm$) folgendes angenähertes Spaltungsverhältnis.

br. m. + p.	br. p.	br. m.	br. ohne Z.	farbl. weißl. br. m.	farblos o. Z.
$(E_e^E G_g^g M_m^M)$	$(E_e^E mm)$	$(eeG_g^G M_m^M)$	$(eeG_g^G mm)$	$(eeggM_m^M)$	$(eeggmm)$
27	9	9	3	12	4

Das weißblühende Novum mit farblos grundierter, doch angedeutet hellbraun marmorierter Samenschale 38 ex 1905 (vgl. S. 163) wurde mit einer reinen *Sativum*-Rasse, nämlich *Victoria* mit violettem Nabel bastardierte.

¹⁾ On the inheritance of certain invisible characters in peas. Proc. R. Soc. Vol. 79. p. 28. 1907 und Annals of the Bot. Gardens Peradeniya Vol. IV. P. III 1908. p. 99.

$$\frac{9}{1906} F_1 \text{ ggJJMmnn} \times \text{ffggJJmmNN}$$

4 Ind. weißbl., farbl. S.-Sch. hellbr. marm. + 2 Ind. weißbl., farbl. S.-Sch. nicht marm.

	I ₁ mit deutl. M.	I ₂ mit Spur M.	I ₃ ohne M.
F ₂	m. M. 4(3 v. N., 1 o. v. N.)	2 Spur	2 (sicher!)
	o. M. 0	7	6
	$\frac{109}{1907}$	$\frac{108}{1907}$	$\frac{107}{1907}$
F ₃	m. M. 4		
	o. M. 0		
	$\frac{65}{1908}$		
F ₄	m. M. 2		
	o. M. 1 (?)		
	$\frac{124 + 125}{1910}$		

Ähnlich ist das Resultat der Bastardierung mit *Victoria* ohne viol. Nabel (aBeFgJn).

$$F_1 \frac{10}{1906} \begin{matrix} 1 \text{ Ind. S.-Sch.} \\ \text{Spur marm.} \end{matrix} + \begin{matrix} 2 \text{ Ind. S.-Sch.} \\ \text{nicht marm.} \end{matrix}$$

$$\downarrow$$

$$F_2 \frac{108a}{1907} \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Ind.} \\ \text{Spur marm.} \\ 7 \text{ ohne Marm.} \end{array} \right.$$

Die Abstufung der Deutlichkeit der Marmorierung in diesem Falle, ebenso das Hervorgehen von sicher marmorierartsamigen Deszenten, neben solchen ohne Zeichnung, aus einem F₂-Individuum (I₃ oben) ohne kenntliche Marmorierung bekräftigt die oben geäußerte Anschauung, daß das Nebeneinandervorkommen von J und M in einzelnen Fällen ohne Effekt bleibt (also Dissoziiertbleiben der Faktoren J↓M), in anderen bloß eine Andeutung eines solchen ergibt. Zu einer ähnlichen Annahme nötigen auch jene anscheinenden Ausnahmefälle, an welchen die helle Marmorierung nach Bastardierung mit braun ohne Zeichnung oder mit weißbraun ohne Zeichnung, also in F₁ bzw. in der Faktorenkombination GgJJ↓Mm bzw. GgJi↓Mm, ja auch an allen Gliedern von F₂, also wohl sogar in der Kombination GGJJ↓MM dauernd ausbleibt (vgl. Fall 4, 5, 6 auf Tabelle XXII).

In solchen Fällen dürfte — wie im Abschnitt 1 und 3 angenommen wurde — eine Wechselwirkung oder Verschmelzung der Faktoren GJ mit M ausbleiben und ein reaktionsloses Nebeneinandervorkommen (GJ↓M) bestehen. Solche ungezeichnete Individuen sind in besonderem

Tabelle
Wechselbastardierung von Hybrid-

Nr.	Mutterrasse	Formel	Vaterrasse
1.	Rotbl. mit brauner Samenschale ohne Zeichnung mit viol. Nabel aus rotbl., braunschalig, ungezeichnet F_3 (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times rosa <i>arvensis</i> VI) \times rotbl., braunschalig, ungezeichnet F_3 (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times rotbl. marm. <i>arvensis</i> X) 44 ex 1906	ABEfGJmN	Weißbl. farblose Samenschale hellbraun marmoriert aus F_2 (braun marm. weißbl. Novum \times <i>Victoria</i> mit viol. Nabel) 9 ex 1906
2.	Reziprok zu Nr. 1		
3.	Rotbl. mit brauner Samenschale ohne Zeichnung mit viol. Nabel aus rosabl. braunschalig, ungezeichnet F_3 (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times rosa <i>arvensis</i> VI) \times rotbl. braunschalig, ungez. F_3 mit viol. Nabel (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel \times rotbl. marm. <i>arvensis</i> X) $\frac{14 \times 96}{1904} \times \frac{38 \times 65}{1905}$	$A \begin{smallmatrix} B \\ b \end{smallmatrix} E f G J m N$	Weißbl. farblose Samenschale hellbraun marm. aus F_2 (braun marm. weißbl. Novum \times <i>Victoria</i> ohne viol. Nabel) $\frac{7}{1906}$
4.	Rotbl. mit brauner Samenschale ohne Zeichnung aus F_3 (<i>arvensis</i> X \times Graue Riesen) (40 ex 1907)	GJm	Weißbl. farblose Samenschale hellbraun marmoriert ohne v. Nabel (Novum 100 ex 1907)
5.	Reziprok zu Nr. 4		
6.	Weißbl. m. farbloser Samenschale, hellbraun marmoriert (Novum 38 ex 1905)	$g \widehat{J} M$	Rotbl. mit weißbrauner Samenschale (Novum 37 ex 1905)

Sinne kryptomer, können also auf irgendeinen Anlaß hin (Heterozygotie, äußere Einwirkungen) ohne Zufuhr weiterer Faktoren Marmorierung hervortreten lassen. — Ein gelegentliches Auftreten von marmorierten in der Deszendenz von nichtmarmorierten, ungezeichneten hat auch C. Fruwirth (a. a. O. S. 454) beobachtet.

Zur Prüfung der Richtigkeit der angenommenen Faktorenformel für das Novum „weiße Samenschale mit mehr oder weniger deutlicher hellweißlichbrauner Marmorierung“ (aBefgJM) sowie der unifaktoriellen Natur der Anlage für Marmorierung (M) wurden Rückbastardierungsversuche vorgenommen, über welche die vorstehende Tabelle XXII berichtet. Die gleich vorweggenommenen Ergebnisse stehen mit Ausnahme der drei letzten Fälle Nr. 4, 5, 6 in Einklang mit den aus der Theorie hergeleiteten Erwartungen.

Des weiteren wurde die Richtigkeit der angenommenen Faktorenformel für dunkelbraune Samenschale ohne Zeichnung (GJm), zugleich die unifaktorielle Natur der Marmorierung (M) geprüft durch Rückbastardierungen der rotblühenden dunkelbraunen ungezeichneten Deszendenten mit weißblühenden farblosschaligen ohne Zeichnung sowie mit rosablühenden braunschaligen Hybriddeszendenten ohne Zeichnung. In diesen Versuchen, über welche die folgende Tabelle XXIII berichtet, wurde aus einfach braun \times weiß oder aus einfach braun \times einfach braun niemals Marmorierung erhalten (infolge von Verwendung von *Victoria* mit violetterm Nabel — aBefgJN — auch niemals Punktierung) — ein Resultat, welches die angenommene Faktorenformel (braunschalig = GJm, weiß ohne Marmorierung = gJm) erwarten ließ.

In älteren Versuchen war auch gelegentlich ein rosablühendes F₂-Novum mit hellweißlichbrauner Marmorierung der Samenschale erhalten worden, welches konstant blieb. Die Herkunft dieser Form ist leider nicht genau feststellbar; wahrscheinlich stammte sie aus Bastardierung von *P. arvensis* rosa VI mit lichter Samenschale ohne Zeichnung und einem weißblühenden Mischling ohne sichtbare Marmorierung aus *Victoria* mit viol. Nabel \times rotbl. marmor *P. arvensis* X.

10 1903	F ₁ anzunehmen als AaBbEEffGgJJMmNn			
	F ₂ Rot ohne Zeichnung 12			
	{	Rosa „ „	4 \rightarrow F ₃ $\frac{70}{1905}$	Rosa ohne Zeichnung
56 1904	{	Rosa hell marmor.	1 \rightarrow F ₃ $\frac{96}{1905}$	— F ₄ $\frac{34}{1906}$ — F ₅ $\frac{38}{1907}$
	{	Weiß ohne Zeichnung 1		durchweg konstant

Tabelle XXIII.
Wechselbastardierung nichtmarmorierter Hybridessendenten.

Nr.	Prof. Nr.	Mutterrasse	Formel	Vaterrasse	Formel	F ₁ Beobachtet
1.	41 1910	Weißbl. mit viol. Nabel aus Rotbl., braune Samenschale ohne Zeichnung F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvensis</i> X marmoriert) (15 ex 1909)	aBefgJmN	Rotbl., braune Samenschale, ohne Punktierung und Marmorierung F ₃ (<i>Arvensis</i> X × Graue Riesen punktiert) (21 ex 1909)	ABEfGJmn	2 Rotbl., braune Samenschale, nicht punktiert, nicht marmoriert mit viol. Nabel
2.	50 1910	Reziprok zu Nr. 1 (20 ex 1909)		(17 ex 1909)		1 Ind. ebenso
3.	54bis57 1910	Rotbl., braune Samenschale ohne Zeichnung F ₃ (Rosa <i>arvensis</i> VI × <i>Victoria</i> mit viol. Nabel) (22 b ex 1909)	ABEfGJm aBefgJm	Weißbl. aus Rotbl., braune Samenschale ohne Marmor., F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvensis</i> X marmor.) (17 ex 1909)	aBefgJm	13 Rotbl., braune Samenschale, ohne Zeichnung, nur mitunter violett tingiert, runzelsamig + 1 Weißbl., farblose Samenschale, ohne Zeichnung, rundsamig
4.	47 1910	Weißbl., ohne viol. Nabel aus Rotbl., braune Samenschale ohne Zeichnung F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvensis</i> X marmor.) (18 ex 1909)	aBefgJmN	Rotbl., braune Samenschale ohne Zeichnung F ₃ (<i>Arvensis</i> X × Graue Riesen punktiert) (21 ex 1909)		4 Rotbl., braune Samenschale, ohne Zeichnung, mitunter violett tingiert mit viol. Nabel
5.	51bis52 1910	Reziprok zu Nr. 4 (21 ex 1909)		(18 ex 1909)		7 Rotbl., braune Samenschale, ohne Zeichnung
6.	45bis46 1910	Ebenso wie Nr. 4 (18 ex 1909)	"	Rotbl., braune Samenschale ohne Zeichnung, ohne viol. Nabel aus F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>arvensis</i> X) und <i>Victoria</i> mit viol. Nabel (22 a ex 1909)	ABEfGJmn	8 Rotbl., braune Samenschale ohne Zeichnung, mitunter viol. tingiert, ohne viol. Nabel
7.	14 1910	Rosabl., braune Samenschale ohne Zeichnung, ohne viol. Nabel aus (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × Rosa <i>Arvensis</i> VI) (71 ex 1903)	ABEfGJmn	Rotbl., braune Samenschale, ohne Zeichnung, mit viol. Nabel aus F ₃ (<i>Victoria</i> mit viol. Nabel × <i>Arvensis</i> X marmor.)	ABEfGJm _n	8 Rotbl., braungüne Samenschale, ohne Zeichnung (5 mit viol. Nabel, 3 ohne viol. Nabel)

Das bezeichnete Novum ergab mit dem früher bezeichneten rotblühenden Novum mit weißbrauner Samenschale $ABE\bar{f}Gi$ in F_1' (4 ex 1906) 4 sehr deutlich dunkelbraun marmorierte Hybriden, welche in F_2' (101b ex 1907) 4 marmorierte und 2 weißbraune Nachkommen brachten.

Ganz übereinstimmend lautet eine Parallelbeobachtung gleicher Aszendenz:

F_1	$\frac{2(a+b)}{1906}$	7	deutlich marmoriert,	
F_2	$\frac{100}{1907}$	4	marmoriert	+
			↓	2
F_3	$\frac{62}{1908}$	6	marmoriert	+
			↓	2
				$\frac{5}{1908}$
				2
				ohne Zeichnung

Dagegen kontrastieren folgende Versuche mit analoger Aszendenz ($\frac{36}{12}$ ex 1905 \times 37 ex 1905):

F_1	$\frac{3}{1906}$	braun grünschalg	ohne Zeichnung	mit viol. Nabel
F_2	$\frac{101a}{1907}$	}	8 braunschalg ohne Zeichnung (5 mit viol. Nabel, 3 ohne viol. Nabel)	
			+ 1 weiß ohne Zeichnung mit viol. Nabel.	
reziprok: F_1 $\frac{4}{1906}$ lichtgelbbraunschalg ohne Zeichnung mit schwach viol. Anflug				
F_2	$\frac{101B}{1907}$	}	3 braunschalg mit Marmorierung (!)	
			1 braunschalg ohne Zeichnung.	

Ein auffallendes Ergebnis — nachdauerndes Fehlen der Marmorierung bei einem Teil der F_1 -Generation — hatte auch die Bastardierung des Novums Weiß schwachmarmoriert und des Novums Rosa schwachmarmoriert ($aB\bar{g}J\bar{M}m \times AbG\bar{J}H^{(?)}\bar{M}$).

F_1 a)	$\frac{8}{1908}$	3	Indiv. dunkelbraun marmor.	
F_1 b)	$\frac{7}{1906}$	1	Indiv. dunkelbr. marm.	+
			↓	1
F_2	$\frac{105b}{1907}$	2	„ „	+
			↓	2
			„ „	„
			↓	„
			F_3 $\frac{63}{1908}$	durchweg „ „
			↓	5
			F_2 $\frac{106}{1907}$	{ 5 braun ohne Zeichnung
				+ 3 weiß „ „

Noch auffallender ist das Ergebnis bei Bastardierung des Novums: Rosa schwachmarmoriert (38b ex 1907) mit einem rotblühenden Deszendenten mit brauner ungezeichneter Samenschale aus F_3 (marmor. *arvensis* Nr. X \times Graue Riesen, 39 ex 1907), indem F_1' (Nr. 91 ex 1908) aus 4 Individuen mit brauner ungezeichneter Samenschale be-

stand. — Ganz analog ist das Resultat der reziproken Bastardierung von Rosa schwachmarmoriert und Weiß schwachmarmoriert:

$$F_1 \frac{1(a \text{ bis } d)}{1906} \left(\frac{36 \times 38}{1905} \right) 11 \text{ Indiv. ohne Zeichnung.}$$

$$F_2 \frac{99}{1907} \left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ weißbl. ohne Zeichnung} \\ 2 \text{ „ „ „ „} \end{array} \right.$$

Zur Erklärung dieser „Ausnahmefälle“ sei an die Bemerkungen erinnert, welche oben betreffs der Ausnahmefälle bei dem Novum weiß, hellbraunmarmoriert gemacht wurden.

5. Abschnitt.

Runzelform der Samen.

Die Bastardierung gewisser *Arvense*-Rassen, welche der für die meisten *Arvense*-Rassen typischen zarten Runzelung der Samen entbehren und völlig glatte Samen aufweisen (*Rosa arvense* VI, *Rot arvense* VII, *Rosa arvense* VIII, *Rot arvense* IX) mit gewissen glattsamigen *Sativum*-Rassen hatte als dominierendes Novum in F_1 Runzelform hervortreten lassen, in F_2 Spaltung in runzelsamige und glattsamige Individuen ergeben im Verhältnis $181:96 = 1,89:1$. Auffallend ist nur die Angabe, daß nach Ausweis der III. Generation sowohl von den runzelsamigen als auch von den rundsamigen ein Teil noch in beiderlei spalten soll, während ein anderer Teil beider konstant bleibe. Doch ist die Unterscheidung in vielen Fällen unsicher, so daß auf diese Angabe kein sonderliches Gewicht zu legen ist. Solange nicht weitere Versuche ein solches Verhalten zur Gewißheit erheben, darf man wohl auch hier einen bifaktoriellen Charakter der Bastardierung annehmen, und zwar von der Art, daß in den glattsamigen *Arvense*-Rassen nur der erste (L_1L_2), in den benutzten glattsamigen *Sativum*-Rassen nur der zweite Runzelung bewirkende Faktor enthalten sei (l_1L_2). Die weiteren theoretischen Folgerungen ergeben sich aus der Analogie zu den in den vorstehenden Abschnitten genau analysierten Fällen von dihybrider Bastardierung.

6. Abschnitt.

Über die Vererbungsweise des Samengewichtes.

Dem interessantesten und noch lange nicht erschöpften Probleme der Vererbungsweise quantitativer Merkmale wurde in meinen Beobachtungen speziell in bezug auf das Samengewicht Aufmerksamkeit

geschenkt. Für eine im Sinne der Faktorenlehre durchgeführte Erklärung auf diesem Gebiete haben bekanntlich die Arbeiten von Nilsson-Ehle¹⁾ grundlegende Bedeutung, indem sie die Annahme einer Mehrzahl selbständig mendelnder Faktoren, das Hervorgehen konstanter Intermediärformen dartun. Als wichtige Beiträge seien ferner genannt die Experimente Castles bezüglich des Verhaltens der Dimensions- und Gewichtsmerkmale bei Kaninchen, ferner die theoretischen Auseinandersetzungen Langs über intermediäre Bastarde, endlich die Beobachtungen von E. M. East und H. K. Hayes²⁾ über das Verhalten von Quantitätsmerkmalen bei Maisbastardierungen, sowie die Spezialstudie E. v. Tschermaks³⁾ über die Vererbungsweise eines zeitlich-quantitativen Merkmales, des Blühtermines bei Erbsen.

Am nächsten stehen meinen erst im Anfang befindlichen Studien über die Vererbungsweise des Samengewichtes bei Erbsen die schönen Untersuchungen von Tine Tammes⁴⁾ über Verhalten von Länge und Breite der Samen und der Blumenblätter bei Leinbastarden. Die Autorin fand Intermediärstellung von F_1 , Aufspaltung in eine kontinuierliche Stufenreihe in F_2 , und zwar mit abnehmender Vertreterzahl gegen die Extreme hin. Eine reine Elternform an Samengröße wurde nur in einem Falle der überhaupt mehr den Elternformen sich nähernden F_3 -Generation erhalten; an Blumenblattgröße traten solche, wenn auch selten, schon in F_2 zutage. Für die Länge der Samen werden mindestens 4—5, für die Länge und Breite der Blumenblätter 3 bis 4 Faktoren vermutet.

In meinen seit 1904 durchgeführten Versuchen wurden Erbsenrassen, welche sich in der Größe bzw. im Gewichte der Samen erheblich — so in den älteren Versuchen — oder gar extrem — so in den neueren Versuchen — unterschieden, systematischer Bastardierung unterworfen. Die erste Generation zeigte — unabhängig von der Verbindungsweise der beiden Elterntypen — Intermediärstellung, allerdings mehr zum Kleintypus neigend. In F_2 wurde eine kontinuierliche Reihe von Gewichtsstufen erhalten. Während Vertreter

¹⁾ Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Weizen I und II. Lunds Universitetes Arsskrift N.F. 1910 und 1911.

²⁾ The genotypic hypothesis and hybridisation. Am. Natural. 1910, p. 162—174. — A mendelian interpretation of variation that is apparently continuous. Ibid. Vol. 44. 1910, p. 65—82. — Inheritance in maize. Connecticut Agr. Exp. Stat. Bull. No 167 and Contrib. from the Bussey Institution of Harvard Univ. No. 9.

³⁾ a. a. O.

⁴⁾ Das Verhalten fluktuierend variierender Merkmale bei der Bastardierung. Extrait du Recueil des Travaux botaniques Néerlandais. Vol. VIII. Livr. 3. 1911.

des kleineren Elterntypus ab und zu vorkommen, ist es eine große Seltenheit — selbst bei wiederholter Anstellung der Versuche und Ausdehnung derselben auf ein sehr großes Material —, solche Nachkommen aufzufinden, welche das erhebliche, für die eine Elternrasse typische Samengewicht erreichen. Es fehlten also reine Vertreter des einen Elterntypus nahezu, während der andere ab und zu vorkam, ja sogar Individuen mit noch leichteren bzw. kleineren Samen vorhanden waren. Von den intermediären Individuen scheinen, bisher wenigstens, einzelne konstant zu bleiben. Die neuerlichen Bastardierungen (Groß × Klein) × Klein ergeben in F₁ Klein eventuell noch unter dem kleinen Elterntypus, (Groß × Klein) × Groß in F₁ intermediär mitunter schwerer als in F₁ aus Groß × Klein — doch

stets unter dem berechneten Mittelwerte $\frac{\frac{K+G}{2} + G}{2}$.

In dem Bastardierungsfalle *Phaseolus vulgaris* × *Ph. multiflorus* wurde F₁ von intermediärem Samengewichte befunden, in F₂ Serienaufspaltung erhalten. Dabei fanden sich zwar Vertreter des kleineren, leichten *Vulgare*-Typus — und zwar auch konstante —, sogar Individuen mit noch kleineren, leichteren Samen. Hingegen wurden selbst bei Fortführung der Beobachtung bis einschließlich zur achten Generation völlig reine Vertreter des großen, schweren *Multiflorus*-Typus völlig vermißt, und zwar trotz der anzunehmenden wiederholten Verunreinigung der Versuche durch Fremdbestäubung.

Elternrassen: (bastardiert 1909) *Victoria*

Kleinkörniges *Pisum arvense*

Durchschnittsgewicht einer Erbse: 0,3305

0,08649

F₁ 1910 intermediär, näher klein, z. B. 0,1648.

F₂ Versuchsreihe A (ex 1911 H).

Nr.	I <i>P. arvense</i> Gewicht	II unter Mittel	III über Mittel	IV <i>P. sativum</i> Gewicht
100	3 Pflanzenindividuen	39	5	0
103	2	29	8	1
104	0	15	1	0
105	6	54	10	0
105 b	0	1	4	0
106	1	67	25	0
	12	205	53	1
	217		54 = 4 : 1	

Indem ich die detaillierte Mitteilung meiner Versuchsergebnisse auf einen späteren Zeitpunkt — nach Erweiterung des Materiales und Prüfung weiterer Generationen — verschiebe, beschränke ich mich hier auf die vorstehende tabellarische Übersicht meines neueren Erbsenmateriales.

F₂ Versuchstabelle B (ex 1911 Gr. E.)

Nr.	I <i>P. arvense</i> Gewicht	II unter Mittel	III über Mittel	IV <i>P. sativum</i> Gewicht
100	0	12	3	0
101	0	5	1	0
102	0	10	0	0
103	1	7	7	0
104	3	46	12	1
105	4	27	19	0
106	0	28 (29) ¹⁾	6 (5)	0
107	0	42 (43)	4 (3)	0
108	0	6	2	0
109	0	49 (52)	21 (19)	0
110	1	88 (89)	17 (16)	0
111	1	78 (82)	23 (19)	1
	10	398 (408)	115 (105)	2

Zahl der Pflanzen- 408 (418) : 117 (107) = 3,49 (3,91) : 1
Individuen.

Es besteht demnach die Möglichkeit, bei Zusammenfassung von Gruppe I und II, sowie von III und IV ein Spaltungsverhältnis zu erhalten, welches als der Relation 3:1 angenähert zu bezeichnen ist, zumal wenn man die bestehende Verwaschenheit der Grenzen infolge kontinuierlicher Variation²⁾ berücksichtigt. Daraus ist jedoch kein Grund dafür abzuleiten, die Bastardierung etwa nur als unifaktoriell anzusehen, obzwar Nilsson-Ehle die Möglichkeit erörtert hat, daß auch bei bloß monohybrider Natur einer Bastardierung infolge einer Nebenwirkung anderer Faktoren eine Serienaufspaltung resultieren könne. — Auch bei plurifaktoriellem Unterschied läßt sich bekanntlich bei geeigneter Teilung des Materiales stets das Verhältnis 3:1

¹⁾ Die eingeklammerte Zahl bedeutet die Summe, welche sich für die eine Gruppe der Intermediären bei Überweisung der zweifelhaften Individuen an die andere Gruppe ergibt.

²⁾ Vgl. diesbezüglich meine Erörterungen in der Studie über die Vererbungsweisen des Blühtermines bei der Erbse. A. a. O.

erhalten, z. B. $(9 + 3):(3 + 1)$, $(27 + 9 + 9 + 3):16$ u. dgl. Die relative Seltenheit von Vertretern der Gewichtsextreme, sowie das anscheinende Hervorgehen von konstanten Zwischenformen sprechen vielmehr auch in meinen Versuchen für eine plurifaktorielle Grundlage der Dimensionsmerkmale an den Samen.

Am nächsten liegend erscheint zunächst die Annahme von 4 Faktoren auf Grund der Relation Vertreter des *Sativum*-Typus: Sonstige Individuen = $3:793 = 1:264$, eine Zahl, welche der theoretisch geforderten Relation $1:255$ recht nahesteht. Demgemäß wären 4 Faktoren anzunehmen, welche eine Vergrößerung der Dimensionen bzw. einen Gewichtszuwachs bedingen. Nur die homozygotische Kombination ABCDABCD entspräche dem *Sativum*-Typus, für dessen Vertreter Konstanz zu erwarten ist. Der *Arvense*-Typus sei angesichts des Verhältnisses *Arv.*-Typus:Intermediär-Typus:*Sat.*-Typus = $22:771:3 = 7,3:257:1$, schematisch etwa $7:248:1$ — repräsentiert angenommen nicht bloß durch die homozygotische Kombination abcdabcd, sondern auch durch die Kombinationen

2 abcDabcd
1 abcDabcD
2 abCdabcd
1 abCdabCd

Trifft diese Annahme zu, so würde einfaches wie doppeltes Gegebensein des Faktors D oder C noch keine merkliche Vergrößerung der Dimensionen bzw. des Gewichtes bedingen. Erweist allerdings die noch ausstehende F_3 -Generation nicht alle Vertreter des *Arvense*-Typus als konstant, so sind neben der Kombination abcdabcd zunächst vielleicht die Kombinationen

2 abcDabcd
4 abCDabcd

als den Vertretern des *Arvense*-Typus entsprechend zu betrachten.

Eine Beeinträchtigung bzw. Reduktion solcher Gameten oder Zygoten, welche die Disposition zu den höchsten Quantitätswerten besäßen, scheint in meinen Beobachtungen nicht gegeben zu sein. Andererseits ist die Möglichkeit einer solchen, welche zum völligen Fehlen des einen oder des anderen Elterntypus führen kann, bei extremer Quantitätsverschiedenheit der Elterntypen sehr wohl diskutabel. In solchen Fällen würde entweder die Bildung der entsprechenden Geschlechtszellen relativ seltener erfolgen (vgl. Bateson, Punnett, Saunders), oder es würden die entsprechenden Zygoten zwar zur Bildung gelangen, jedoch infolge geringerer Widerstandsfähigkeit im Vergleich zu den anderen reduziert werden (Eventualität nach E. v. Tschermak).

7. Abschnitt.

Vererbungsweise der Färbung der Hülse.

I. Grüne, gewölbte und gelbe, eingeschnürte Hülse.

Zahlreiche Bastardierungen von Erbsenrassen mit grüner, gewölbter Hülse und von sog. Zuckererbsen mit gelben, eingeschnürten Hülsen — teilweise zu praktischen Zwecken und zur Erzielung von Demonstrationsmaterial ausgeführt — ergaben in Erhärtung der Versuche Gregor Mendels die schon früher von mir bestätigte volle Selbständigkeit des Faktors für Färbung und des Faktors für Form (d. h. Wölbung oder Einschnürung). Die Dominanz von grün bzw. gewölbt gegenüber gelb bzw. eingeschnürt in F_1 ist eine absolute, das Spaltungsverhältnis 3 : 1 schon früher sichergestellt.

Mein Material gestattet folgende Übersicht:

A. Kombinationen.

- | | |
|---|---|
| <p>1. <i>Pisum arvense</i> Mammuth rotbl., viol. punkt. ♀
 $F_1 \frac{41}{1904}, F_2 \frac{59}{1905}, F_3 \frac{91}{1906}$</p> <p>2. Riesenkind fasziiert, weißblühend, grünhülsig ♀, ♂
 $F_1 \frac{37}{1904}$, reziprok $\frac{46}{1904}, F_2 \frac{52}{1906}, F_3 \frac{69 \text{ bzw. } 70}{1906}$</p> <p>3. Viktoria, gelbe ♂
 $F_1 \frac{47}{1904}, F_2 \frac{53}{1905}, F_3 \frac{71}{1906}, F_4 \frac{13}{1907}$ Gr. E., $F_5, \frac{10}{1908}$</p> <p>4. Grünhülsige Wilhelm ♂
 $F_1 \frac{60}{1903}, F_2 \frac{67}{1904}, F_3 \frac{55}{1905}$</p> <p>5. <i>P. arvense</i> rosa VIII ♂
 $F_1 \frac{29}{1904}, F_2 \frac{50}{1905}, F_3 \frac{68}{1906}$</p> <p>6. <i>P. arvense</i> rot aus (VI rosa × <i>Victoria</i> ♀)
 $F_1 \frac{23}{1905}, F_2 \frac{54}{1906}, F_3 \frac{91}{1907}$</p> <p>7. Wunder von Amerika ♂
 $F_1 \frac{17}{1907}, F_2 \frac{36}{1908}$</p> <p>8. <i>P. arvense</i> rot ohne viol. Makel ♀
 $F_3 \frac{91 \text{ und } 92}{1910}$ Gr. E.</p> | <p>} × Zuckererbse mit
gelben, eingeschnürten
Hülsen</p> <p>} × <i>P. arvense</i> rosa m. gelben,
eingeschnürten Hülsen
(Hybriddeszendenz)</p> <p>„</p> |
|---|---|

B. Ergebnisse.

- F_1 durchwegs grüne, gewölbte Hülsen
 F_2 soweit gezählt 15 : 7 = 2,1 : 1
 F_3 zum Teil fortspaltend, soweit gezählt 17 : 9, gelb durchweg konstant; ebenso in F_4 und F_5 .

II. Grüne bzw. gelbe und violette (purpurne) Hülse.

Andere Bastardierungsversuche betrafen die Vererbungsweise der grünen bzw. gelben und der violett-purpurnen Hülsenfarbe.

Mein Material sei folgendermaßen übersichtlich zusammengestellt:

A. Kombinationen.

1. Grünhülsige *Victoria* ♀ × Violett- oder purpurhülsige Kneifelerbse
 Vers. I. F₁ 3 ex 1908, F₂ 49 ex 1909, F₃ 89 u. 98 ex 1910 Gr. E.
- Vers. II. F₁ 18 ex 1908, F₂ 60 ex 1909
- Vers. III. F₁ 19 ex 1908, F₂ 61 ex 1909
 F₁ 2 ex 1908, F₂ 49 ex 1909, F₃ 122 ex 1910
2. Gelbköpfige Riesenkind ♀ × " "
 F₁ 6 ex 1908, F₂ 57 ex 1909
3. *Pisum arvense* ohne Makel ♂ × " "
 F₁ 26 und 27 ex 1911
4. Gelbhülsiges rosa-*Arvense* ♀ (F₃-Hybriddeszendente) . . × " "
 F₁' 94 + 95 ex 1910 Gr. E.
5. Rotbl. Hybriddeszendente aus (*Victoria* mit viol. Nabel × *P. arvense* Nr. X) ♂ × " "
 F₁' 48, 49 ex 1910
6. Weißbl. aus makellos F₃ [*Victoria* mit viol. Nabel × *P. arvense* braun marmor. (18 ex 1909)] ♂ × " "
 F₁' 31 ex 1911
7. F₄ — konstant. niedr. Hybriddeszendente aus (*Victoria* × Wunder von Amerika) ♂ × " "
 F₁' 17 ex 1908, F₂' 58 u. 59 ex 1909
8. Weißblühender Hybriddeszendente aus noch spaltender F₃ (*Rosa arvense* VI × *Auvergne*) ♂ × " "
 F₁' 28 ex 1911
9. Weißbl. aus makellos F₆ (*Arvense* o. Makel × *Victoria*) ♂ × " "
 F₁' 29 ex 1911
- 9a. reziprok ♀ × " "
 F₁' 30 ex 1911
10. rosabl. ungez. aus Mischling: unpunkt. F₄ (*Victoria* × rosa *arvense* VI) × nicht marmor. F₄ (*Victoria* mit viol. Nabel × *arvense* braun marmor.) ♀ × " "
 F₁' 108 ex 1910
11. F₄-konst. niedr. Hybriddeszendente aus F₁' 10 ex 1919 (*Victoria* × Wunder von Amerika) ♂ × F₃ purpurhülsiger Hybriddeszendente ♀
 F₁' 96 u. 97 ex 1910 Gr. E.

B. Ergebnisse.

F₁ durchweg violette bzw. purpurne Hülse.

F₂ violett-purpur in verschiedenen Sättigungsstufen: grün (oder gelb) soweit gezählt = 10:5

F₃ violett z. T. spaltend, und zwar viol.: gr. = 34:27
 bzw. viol.: gelb = 5:3

durchschnittliches Spaltungsverhältnis viol.: gr. bzw. ge. 49:35 = 9,8:7; grün bzw. gelb durchweg konstant.

Diese nahe an 9:7 grenzende Relation führt — trotz des Umstandes, daß die Hülsenfarbe schon an der Elternform stark variiert, mitunter sehr schwach ist und sich besonders im reifen Zustande nicht mehr sicher bestimmen läßt, also manches Zählungsergebnis fraglich zu nennen ist, — doch zunächst mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zur Annahme einer bifaktoriellen Natur der Bastardierung bzw. der Violettfärbung der Hülse bei Zusammentreten von Faktor A und Faktor B. Alle Kombinationen oder Zygoten, welche jeden der beiden Faktoren mindestens einmal aufweisen (1 ABAB, 2 ABaB, 2 ABAb, 4 ABab), ergeben demnach Individuen mit violetten Hülsen von verschiedener Sättigungsstufe, alle anderen Kombinationen oder Zygoten grün- bzw. gelbhülsige. Die sich daraus ergebende Konsequenz, daß neuerliche Bastardierung gewisser grün — oder gelbhülsiger Hybriddeszendenten — so speziell $AbAb \times aBaB$ — violette Hülse als dominierendes Novum ergeben müßten, bedarf erst der Prüfung und eventuellen Erhärtung. Violette, allerdings schwache Hülsenfärbung erscheint mit pigmentierter Blüte nicht absolut verkoppelt bzw. auch bei weißer Blüte möglich, wie mir dies von Philippe de Vilmorin mündlich mitgeteilt wurde. Die Vereinbarkeit von Pigmentbildung am Fruchtstande überhaupt mit weißer Blüte war schon aus dem Vorkommen von Violettfärbung des Nabels bei gewissen *Sativum*-Rassen, z. B. *Victoria* mit violettem Nabel, zu entnehmen.

8. Abschnitt.

Vererbungsweise der Bereifung und Fehlen derselben an den Blüten und Hülsen.

Bezüglich der Bereifung der Blätter und Hülsen wurde schon früher Dominanz gegenüber Nicht-Bereifung und anscheinend typisch Mendelsches Verhalten bzw. unifaktorieller Unterschied festgestellt.

1. Bereiftes makellooses *P. arvense* \times glatte Emerald
 F_2 51 ex 1904 Ber. : Gl = 25 : 14
 2. Bereifte *Victoria* mit viol. Nabel \times glatte Emerald
 F_1 1 ex 1907, F_2 $\frac{25}{1908}$ Ber. : Gl = 6 : 1
 3. Bereifte *Victoria* ohne viol. Nabel \times glatte Emerald
 F_1 $\frac{3}{1907}$, F_2 $\frac{27}{1908}$ Ber. : Gl = 4 : 3
- F_1 durchweg bereift
 F_2 Gesamtdurchschnitt Bereifte : Gl = 35 : 18 = 2 : 1.

9. Abschnitt.

Übersicht der Faktorenformeln.

Zum Schlusse sei eine Übersicht der für die einzelnen von mir benutzten Erbsenrassen gewonnenen Faktorenformeln gegeben (Tab. XXIII).

Tabelle XXIII.

A. *Pisum arvense*.

Rotblühende, makeltragende Graue Riesen mit gelblichgrüner, violett punktierter Samenschale, schwach runzelig	ABCDEFgimL ₁ L ₂
Rotblühendes, makellooses <i>P. arvense</i> Nr. IV-Svalöf mit gelblichgrüner, violett punktierter Samenschale, runzelig	ABCdEFGimL ₁ L ₂
Rosablühendes, makeltragendes <i>P. arvense</i> Nr. VI-Svalöf mit licht-gelblichgrüner Samenschale ohne Zeichnung, rund	ABCDEFiGiH(?)mL ₁ l ₂
Rotblühende, makeltragende Kneifelerbse mit dunkelbrauner Samenschale ohne Zeichnung, mit violetten Hülsen	ABCDEFiGJm
Rotblühendes, makeltragendes <i>P. arvense</i> Nr. VII-Svalöf mit fast farbloser Samenschale ohne Zeichnung bzw. brauner Chalaza und Radicula, rund	ABCDEFiGiH(?)mL ₁ l ₂
Rosablühendes, makeltragendes <i>P. arvense</i> Nr. VII-Svalöf mit grünlichbrauner Samenschale ohne Zeichnung, rund	ABCDEFiGimL ₁ l ₂
Rotblühendes, makeltragendes <i>P. arvense</i> Nr. IX mit hellgelber Samenschale, brauner Marmorierung ohne viol. Punktierung, violetterm Nabel, rund	ABCDEFiGJ(?)H(?)ML ₁ l ₂ N
Rotblühendes, makeltragendes <i>P. arvense</i> Nr. X mit licht-hellgelber Samenschale und brauner Marmorierung ohne viol. Punktierung, lichtbr. Nabel, runzelig	ABCDEFiGJ(?)H(?)ML ₁ l ₂

B. *Pisum sativum*.

Weißblühende <i>Victoria</i> ohne violetten Nabel, rund	aBcDeFgJm ₁ L ₂ n
„ „ mit violettem „ „	aBcDefgJm ₁ L ₂ N
„ Emerald, rund	aBcDeFgJm ₁ L ₂ n
„ klein-grünsamige aus Svalöf, rund	aBcDeFgJm ₁ L ₂ n
„ Weißblühende Zuckereerbse mit gelben Hülsen, rund	aBcDeFgJm ₁ L ₂ n

A bedingt pigmentierte Blüte bzw. Rosablüte.
 $\bar{A}\bar{B}$ „ Rotblüte.
 aB „ Weißblüte.
 \widehat{CD} „ Makelbesitz.

- Cd, cd bedingt Makellosigkeit.
 EF „ „ Punktierung der Samenschale.
 Ef, eF, ef „ „ Zeichnungslosigkeit der Samenschale.
 Gi bedingt gelblichgrüne bis weißbraune Samenschale.
 gJ „ „ farblose Samenschale.
 H „ „ Aufhellung der weißbraunen Samenschale.
 M „ „ Marmorierung.
 L₁L₂ „ „ Runzelform.
 L₁l₂, l₁L₂ bedingt Rundform.
 N bedingt violetten Nabelring.

Drittes Kapitel.

Über weitere Bastardierungsversuche an Bohnen und deren Faktorenanalyse.

I. Teil.

Bastardierungen an Rassen von *Phaseolus vulgaris*.

1. Abschnitt.

Bastardierungsfall *Non plus ultra* × Wachsschwert.

Zunächst sei an die bereits 1904 ausführlich veröffentlichten¹⁾, die Färbung und Zeichnung betreffenden Ergebnisse des folgenden Bastardierungsfalles erinnert.

Non plus ultra gleichmäßig licht- $\left\{ \begin{array}{l} \text{♂} \\ \text{oder} \\ \text{♀} \end{array} \right.$ × Wachsschwert (weißschalig) $\left\{ \begin{array}{l} \text{♀} \\ \text{oder} \\ \text{♂} \end{array} \right.$
 braun mit violetter Nabelring

F₁ durchweg schwarz marmoriert auf lichtgraugelbem Untergrund.

F₂ pigmentiert : weiß = 330 : 99 = 3,33 : 1, schematisch 3 : 1

marmoriert : gleichfarbig : weiß = 163 : 167 : 99 = 1,64 : 1,68 : 1 = 6,56 : 6,72 : 4
 schematisch 6 : 6 : 4

schwarz : violett : braun

A. unter den Marmorierten = 99 : 33 : 40

B. unter den Gleichfarbigen = 39 : 33 : 95

Zusammen A + B = 138 : 66 : 135

F₃ marmoriert durchweg spaltend, und zwar in den gleichen Verhältnissen.

Marmoriert : Gleichfarbig = 218 : 234 = 1 : 1,07

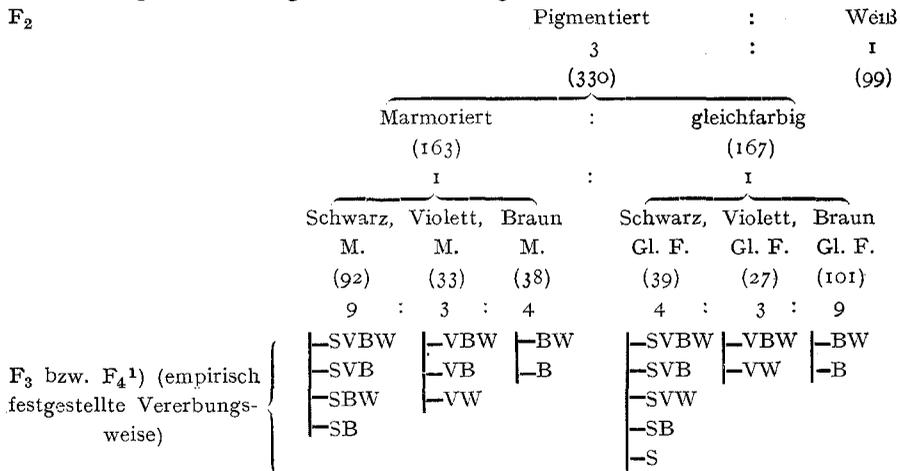
Pigmentiert : Weiß = 596 : 177 = 3,36 : 1

F₄ ebenso wie in F₃. Marmoriert : Gleichfarbig = 91 : 93 = 1 : 1,02

Pigmentiert : Weiß = 226 : 78 = 2,9 : 1.

¹⁾ A. a. O. S. 30—48 d. S. A. 1904.

Es ergab sich folgendes Vererbungsschema:



Die Verbindungsweise der beiden Rassen ist für das Resultat gleichgültig. Im Falle Wachsschwert ♀ × *Non plus ultra* ♂ wurden die Relationen erhalten: 123 M (66 Schwarz + 24 Violett + 33 Braun): 120 Gl. F. (29 Schwarz + 25 Violett + 66 Braun): 49 Weiß.

Im reziproken Falle die Relationen 40 M (24 S + 9 V + 7 B): 47 Gl. F. (10 S + 8 V + 29 B): 31 W.

Zu Ergebnissen, welche mit diesem bereits 1901, 1902, 1904 veröffentlichten Befunde²⁾ wesentlich übereinstimmen, gelangten später R. A. Emerson³⁾ und G. H. Shull⁴⁾. Der erstere Autor fand bei der Bastardierung *Navy* × schwarze *Challenge* F₁ S(+ Br) marmoriert, F₂ S(+ Br) marm.: SGI: W = 7:13:10, in F₃ 34:30:9 bzw. SGI 13 konstant, 16 Spalter (SGI: W = 80:29), W konstant (l. c. 1904 spez. p. 64—65). Das Spaltungsverhältnis ist als 6:6:4 anzunehmen. Analoge Resultate erhielt G. H. Shull. Bei Bastardierung der pigmentschaligen Rassen *Non plus ultra* (Braun), *Fellow Six Weeks* (Gelb),

1) Das Detail siehe auf den Tabellen IV, V, VI a. a. O. S. 36—41, 1904.

2) Weitere Beiträge über Verschiedenartigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen. Zeitschr. f. d. landw. Versw. in Österreich. S. 74 ff. d. S. A. 1901. Berichte der D. bot. Ges. 1901. S. 51. Über die gesetzmäßige Gestaltungsweise der Mischlinge. Zeitschr. f. d. landw. V. in Österr. S. 39—53 d. S. A. 1902. Die Theorie der Kryptomerie. Beih. z. bot. Zentralbl. 1904. Heft 1. Weitere Kreuzungsstudien a. a. O. S. 30—48 d. S. A.

3) Nebr. Agric. Exp. Stat. Rep. 17. 1904. p. 33—68, spez. p. 38.

4) A New Mendelian Ratio and several types of latency. Americ. Naturalist Vol. 47. No. 499, July 1908, p. 434—451. Vgl. auch Some latent characters in a white bean. Science May 7 and 24. p. 828—832. 1907.

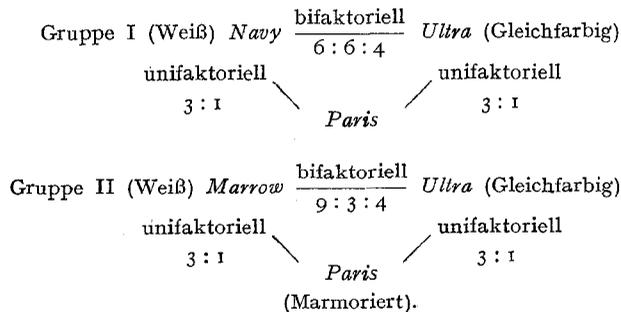
Prolific Black Wax (Schwarz) mit der weißen Flageolet fand derselbe durchweg F_1 „Purpur“ marmoriert, F_2 in Fall 1 und 2 spaltend in „Purpur“ marm.: Braun marm.: Schwarz gleichfarbig: Braun gleichfarbig: weiß = 113:40:114:50:105 bzw. 154:39:159:59:160, in Summe 267:79:273:109:265, demnach angenähert 18:6:18:6:16, also Marmoriert: Gleichfarbig = 24:24 = 1:1, dunkelpigmentiert (Purpur, Schwarz): Braun (Gelb) = 36:12 = 3:1. Die dritte Rassenkombination ergab folgende F_2 -Relation „Purpur“ marm.: Schwarz gleichfarbig: Weiß = 53:59:44, also angenähert 6:6:4 bzw. Marmor.: Gleichf. = 6:6 = 1:1, Schwarz: Weiß = 12:4 = 3:1.

In späteren Versuchen erhielt R. A. Emmerson¹⁾ wieder analoge Ergebnisse, jedoch nur bei folgenden drei Bastardierungen, nämlich *Davis W.* × *Ultra* Gleichf. (26:15:20), *Ultra* Gleichf. × *Navy W.* (10:9:4), *Navy W.* × *Challenge Black* (7:13:8), anscheinend wieder das Spaltungsverhältnis Marm.: Gleichfarbig: Weiß = 6:6:4 (gefunden 43:37:32). Hingegen ergaben andere Bastardierungen, speziell *Davis W.* × *Challenge* Gleichf. (18:5:6), *Blue Pod* Gleichf. × *Davis W.* (12:3:3), anscheinend das Spaltungsverhältnis 9:3:4 (gefunden 43:12:19) — zudem die Bastardierung sowohl der pigmentierten *Challenge Black* und *Ultra* als der weißen *Navy* und *Marrow* mit marmorierten, z. B. *Paris*, die Relation Marmoriert: Gleichfarbig oder Weiß = 3:1²⁾.

Eine befriedigende rationelle Erklärung der vorstehend referierten, übereinstimmenden Ergebnisse, welche ich, Emmerson und G. H. Shull gewonnen haben, hat im wesentlichen bereits G. H. Shull gegeben. Ich gelange nunmehr bei der fortgeführten Analyse meines

1) Ann. Rep. Nebr. Agr. Exp. Stat. Vol. 22, 1909, speziell p. 83—87.

2) Aus Emmersons Befunden sind folgende Unterschiede im Gehalte von Marmorierungsfaktoren zu erschließen:



Eine Erklärung dieser Einzelbefunde, welche ich aus Emmersons zusammengefaßtem Material heraushebe, wird sich im Zusammenhang mit meinen eigenen analogen Beobachtungen ergeben (s. später).

ersten Falles (Abschnitt 1) unter Beziehung der im Abschnitt 2 behandelten weiteren Fälle dazu, mich im wesentlichen der Erklärung Shulls anzuschließen. Gleichzeitig erweitere ich dieselbe speziell durch die Erklärung der drei — statt bloß zwei — Farbstufen (Schwarz, Violett, Braun), welche sich in meinen Versuchen ergaben, sowie durch die Erklärung der in gewissen Fällen von Emmerson und mir beobachteten abweichenden F_2 -Relation 9:3:4, endlich durch die Zurückführung der Pigmentierung ohne Zeichnung bei gewissen Rassen auf Faktorendissoziation.

Eine rationelle Erklärung gemäß der Faktorenlehre muß zunächst der von mir zuerst festgestellten Tatsache gerecht werden, daß in dem hier behandelten Bastardierungsfall — wie in den anderen Fällen mit der F_2 -Relation 6:6:4 (oder 6:6) — kein einziges marmoriertes Individuum, weder in der 3., noch in der 4. Generation, konstant befunden wurde, sondern jedes noch in marmoriert und gleichfarbig ev. auch noch in weiß spaltete. Dieser schon früher von mir mitgeteilte Befund führt unmittelbar zur Vorstellung, daß das Merkmal Marmorierung an gewissen heterozygotischen Individuen zur Ausprägung gelangt, welche zu den nichtmarmorierten, d. h. sowohl gleichfarbigen wie weißschaligen Individuen im Verhältnisse von $6:(6+4)=6:10=1:1,67$ (gefunden $1:1,63$) stehen und der Zahl der nichtmarmorierten gleichfarbigen gerade das Gleichgewicht halten. Die theoretische Beziehung der Ausprägung von Marmorierung zum heterozygotischen Charakter hat zuerst H. G. Shull¹⁾ vollkommen klar formuliert.

Das beobachtete Spaltungsverhältnis der einzelnen Gruppen der Marmorierten einerseits, der einzelnen Gleichfarbigen andererseits legt die Annahme der Relationen 9:3:4 bzw. 4:3:9 recht nahe. Die Inkonstanz aller marmorierten, die empirisch festgestellte Vererbungsweise der einzelnen Typen in der 3. und 4. Generation, speziell aber die Umkehrung der Spaltungsrelation unter den gleichfarbigen gegenüber der marmorierten bereitet einer rationellen Erklärung gewisse Schwierigkeiten.

Den gegebenen Forderungen werden folgende Ansätze gerecht: A bedeute — wie bezüglich der Blütenfärbung bei Levkojen (vgl. spez. Kap. I) — den chromogenen Grundfaktor, neben welchem andere — speziell zwei, nämlich B und C — vorhanden sein oder fehlen können,

¹⁾ Vgl. auch die bezüglichen Erörterungen bei R. A. Emmerson und W. J. Spillman, Rep. Nebr. Agric. St. Vol. 22, spez. p. 87—93. 1909.

ohne daß Pigmentierung fehlt; die Nebenfaktoren bedingen nur verschiedene Stufen der Pigmentierung, ändern jedoch, wenn ohne den Hauptfaktor A vorkommend, nichts an der Farblosigkeit der Samenschale. — Die Marmorierung kommt, so wird angenommen, durch Reagieren oder Verschmelzen, durch Assoziation eines Faktors M mit dem Pigmentfaktor (A..) zustande. Diese Einwirkung des Faktors M auf A entspricht einer lokalen Hemmung der Pigmentbildung. In zahlreichen Fällen — nämlich in gewissen reinen Rassen sowie in den von diesen gelieferten Hybriden — tritt dieser Effekt, d. h. die Einwirkung von M auf A mit dem äußeren Erfolge der Marmorierung nur bei Heterozygotie $\left(\begin{smallmatrix} A \\ A \text{ oder } Mm \\ a \end{smallmatrix} \right)$ ein. In diesen Fällen erscheinen — im Gegensatze zur Kombination Mm — die Kombinationen MM und mm nicht marmoriert, so daß Marmorierte : Nichtmarmorierte im Verhältnisse = 2 : (1 + 1) bzw. 1 : 1 stehen. Der heterozygotische Zustand löst hier die Assoziation \widehat{AM} aus. In anderen Rassen bzw. Bastardierungsfällen hingegen erfolgt das Reagieren oder Verschmelzen, die Assoziation des Faktors M mit dem Pigmentfaktor (A..) allgemein, nicht bloß bei Heterozygotie bezüglich des Marmorierungsfaktors M $\left(A_a^A Mm \right)$, sondern auch bei bezüglicher Homozygotie $\left(A_a^A MM \right)$ (s. später).

Bei diesen Annahmen ergibt sich für den hier zunächst erörterten Spezialfall folgendes :

1. A.. A..		1 a.. a..
2. A.. a..		
Pigmentiert		Weiß
1 MM		2 Mm
1 mm		
Gleichfarbig		Marmoriert
1 A.. A.. MM	2 A.. A.. Mm	1 a.. a.. MM
2 A.. a.. MM	4 A.. a.. Mm	1 a.. a.. mm
1 A.. A.. mm		2 a.. a.. Mm
2 A.. a.. mm		
6 Gleichfarbig	6 Marmoriert	4 Weiß

bzw. durchweg mit 16 multipliziert :

96 Gleichfarbig	96 Marmoriert	64 Weiß
-----------------	---------------	---------

und zwar :

24 Schwarz (inkl. Br.grün)	54 Schwarz (inkl. Br.grün)
18 Violett (inkl. Violettbr.)	18 Violett (inkl. Viol.br.)
54 Braun (inkl. Gelb)	24 Braun (inkl. Gelb)

Diese Relationen werden ohne weiteres erklärlich, wenn neben dem chromogenen Grundfaktor A zwei modifizierende Nebenfaktoren B, C angenommen werden — also ein trifaktorieller Charakter der Farbmerkmale, ein tetrafaktorieller der gesamten Bastardierung. Bei Marmorierung bzw. einfachem Vorhandensein des Faktors M wäre Schwarz (bzw. Braungrün) durch Zusammenwirken der drei Faktoren ABC bedingt, Violett bis Violettbraun durch die Komponenten ABc, Braun durch AbC sowie abc (speziell Gelb durch abc charakterisiert¹⁾); diese Formulierung wird im wesentlichen²⁾ auch der tatsächlich beobachteten Deszendenz (F₃, F₄) gerecht. Für die Stammrassen seien folgende Faktorenformeln angenommen:

lichtbraune *Non plus ultra* Abcm
weiße Wachsschwert aBCM.

Die Anwendung derselben Formeln auf die Gleichfarbigen scheint an der faktisch beobachteten Umkehrung des Spaltungsverhältnisses zu scheitern, da theoretisch wieder S:V:B=9:3:4 zu erwarten wäre. Der Umstand, daß tatsächlich auch bei Gleichfarbigen aus S wieder nur S, V, B, W, aus V nur V, B, W, aus B nur B, W hervorgeht, schließt andererseits die eventuelle Hilfsannahme aus, daß durch den Einfluß von MM oder mm die Kombination ABC statt Schwarz nun Braun bewirke, während durch den Einfluß von Mm bei Marmorierten dieselbe Kombination ABC statt Braun Schwarz erscheinen lasse. Eine vollbefriedigende Erklärung der anscheinend unbezweifelbaren Umkehrung des Spaltungsverhältnisses bei den Gleichfarbigen³⁾ vermag ich vorläufig nicht zu geben. Diskutabel erscheint zunächst folgende Möglichkeit, welche später bezüglich der zwei Typen in der Vererbung der Marmorierung noch detailliert zu erörtern sein wird. Bei den Gleichfarbigen, welche ja bezüglich des Marmorierungsfaktors homozygotisch sind (MM oder mm), würde die Schwarzpigmentierung bewirkende Reaktion zwischen den Faktoren A←B←C nur bei Heterozygotie betreffs B und C, also in der Kombination ABCAbc erfolgen. In allen anderen ABC enthaltenden Kombinationen unterbliebe diese Reaktion oder Assoziation — an-

1) Das Auftreten weiterer, in den eingeklammerten Zusätzen angegebener Abstufungen, welche in die oben abgegrenzten Gruppen miteinbezogen wurden, weist darauf hin, daß die Faktorenzahl faktisch noch größer ist, als zur Vereinfachung der Erklärung angenommen wurde.

2) Das Fehlen von konstanten Violetten, ebenso das Fehlen der Spaltung von Schwarz in Schwarz und Weiß darf wohl zunächst auf ungenügenden Beobachtungsumfang bezogen werden.

3) Ein ähnlicher Fall scheint in Nr. 6 der Tab. XXIV vorzuliegen, wo die Relationen für Marmorierte S:V:Br = 57:11:24, für Gleichfarbige S:V:Br = 12:27:36 erhalten wurden.

gedeutet durch das Symbol $A\downarrow BC$ zum Unterschiede von \widehat{ABC} —; die Faktoren würden dissoziiert bleiben, so daß der Anschein von Braun erweckt wäre, welches sozusagen als larviertes Schwarz zu betrachten wäre. Bei einer solchen Annahme ergäbe sich ohne weiteres die F_2 -Relation, wie aus folgendem Diagramm zu ersehen (Fig. 11).

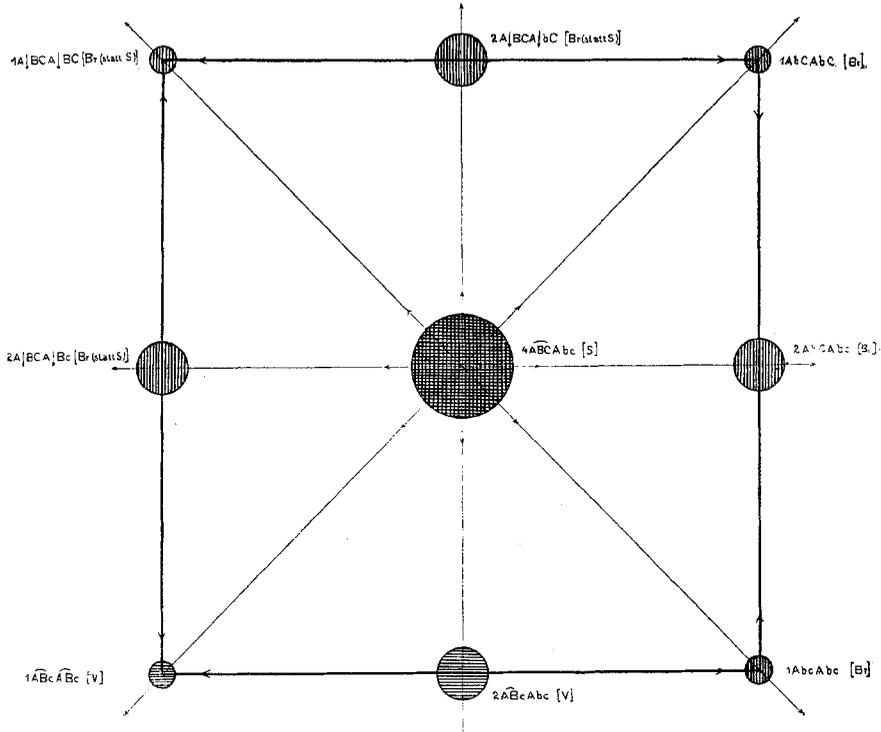


Fig. 11.

Dieser an sich ganz ansprechenden Erklärungsmöglichkeit steht allerdings der Umstand entgegen, daß die S-Gleichfarbigen aus F_2 in F_3 und F_4 anscheinend nicht bloß in $S+V+Br$ (+ ev. W) spalten, sondern eine analoge Vererbungsweise wie die Schwarzmarmorierten zeigen, also teilweise Spaltung in $S+V(+W)$, sowie in $S+B(+W)$, aber auch Konstanz ergeben. Man müßte nun solche Individuen als ausnahmsweise Faktorenanassoziation aufweisende Vertreter der Typen $ABCABC$, $ABCABc$, $ABCaBc$ betrachten. Überdies müßte es nach obiger Annahme gewisse Braune (larvierte Schwarz) geben, welche in Violett und Braun (und Weiß) spalten statt nur wieder Braun (und ev. Weiß) zu ergeben.

Angesichts dieser Schwierigkeiten vermag ich die eben angedeutete Möglichkeit nicht zu vertreten. Andererseits sei die zweite Eventualität

gestreift, daß in diesem Falle nicht alle überhaupt möglichen Kombinationen der farbenbestimmenden Faktoren — soweit sie die Kombination MM oder mm enthalten — in der typischen Anzahl gebildet werden, oder daß unter den aus gleichzählig produzierten Gameten gebildeten Zygoten nur gewisse zur vollen Entwicklung gelangen.

Statt des regulären Spaltungsverhältnisses 9:3:4, wie es bei den Marmorierten nachweisbar ist, würde sich so die alterierte Relation $(9-5):3:(4+5)=4:3:9$ ergeben. F_2 scheint bei den Gleichfarbigen aus folgenden Zygoten zu bestehen:

1 ABCABC	1 ABcABc	3 oder 2 AbCAbC
1 ABCABc	2 ABcAbc	4 AbCAbc
1 ABCAbc		2 oder 3 AbcAbc
1 ABCAbc		
4	3	9
Schwarz	Violett	Braun

Ein Grund für diese Abweichung von der Regel ist allerdings, zunächst wenigstens, nicht anzugeben. — Über diese nur angedeuteten Möglichkeiten vermag ich heute wenigstens noch nicht hinauszugehen. Eine vollbefriedigende Erklärung der Umkehr des Spaltungsverhältnisses bleibt noch zu finden.

2. Abschnitt.

Weitere Bastardierungsfälle von *Phaseolus vulgaris*.

Auch einige weitere Fälle von Bastardierung gewisser Rassen von *Ph. vulgaris*, über deren empirische Ergebnisse ich bereits früher (1904 S. 30—48) berichtet habe, seien hier der rationellen Analyse im Sinne der Faktorenlehre unterworfen.

Was die Erzeugung und Vererbungsweise von Marmorierung anbelangt, so scheinen die Fälle 1, 2, 4, 5 der Tabelle XXVII dem im ersten Abschnitt detailliert behandelten Falle zu entsprechen — ebenso der oben zitierten ersten Versuchsreihe (1904) und gewissen Versuchen der zweiten Reihe (1909) R. A. Emmersons sowie den Beobachtungen H. G. Shulls (1908). Demgemäß sei auch hier das Auftreten von Marmorierung in F_1 sowie das F_2 -Spaltungsverhältnis 6:6:4 darauf zurückgeführt, daß in den Mm-Kombinationen Marmorierung, in den MM sowie mm-Kombinationen Nichtmarmorierung (Gleichfarbigkeit oder Weiß) erfolgt. Analoges gilt für Fall 6 mit dem F_2 -Verhältnis 1:1. Hingegen ist im Falle 3 der Tabelle XXVII bei Auftreten von Marmorierung in F_1 das F_2 -Spaltungsverhältnis 9:3:4 zu erschließen. Es entspricht dieses Verhalten gewissen Einzelfällen der

zweiten Versuchsreihe (1909) R. A. Emmersons und sei wie diese darauf zurückgeführt, daß der Faktor M in diesem Falle nicht bloß in der Kombination Mm , sondern auch in der Kombination MM auf den Pigmentfaktor einwirkt — bzw. mit diesem sich assoziiert, so daß Marmorierung resultiert. Es fehlt allerdings noch die Verifizierung dieser Annahme durch den Nachweis von Konstantbleiben etwa eines Drittels der Marmorierten des Falles Nr. 3 in F_3 . — Es ergibt sich also eine Scheidung der Bastardierungsfälle — abhängig vom Charakter der den Faktor M beibringenden Rasse oder etwa vom Charakter beider Elternrassen, also von der Rassenkombination¹⁾ — in zwei Gruppen je nach dem Verhalten der MM enthaltenden Kombination.

Es ergibt sich auf Grund dieser Hypothese eines fallweisen Dissoziiertbleibens oder einer fallweisen Assoziation von Pigmentierungs- und Marmorierungsfaktor nachstehendes Schema:

Pigmentiert \times Weiß

Am aM

Faktorenkombination	Aussehen	Faktorenkombination	Aussehen	Faktorenkombination	Aussehen
1 AAMM	bei Gr. I Gleichf. AA \downarrow MM Aa \downarrow MM	2 AAMm	sowohl bei Gr. I als bei Gr. II Marmor.	1 AAmm	sowohl bei Gr. I als bei Gr. II Gleichf.
2 AaMM		4 aAMm		2 Aamm	
	bei Gr. II Marmor. AAMM aAMM				
1 aaMM	Weiß	2 aaMm	Weiß	1 aamm	Weiß

Gr. I. 6 Marmoriert

6 $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ Gleichfarbig, „larviert-marmoriert“} \\ 3 \text{ Gleichfarbig} \end{array} \right.$

4 Weiß

Gr. II. 9 = 3 + 6 Marmoriert

3 Gleichfarbig

4 Weiß.

¹⁾ Eine Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten vermag ich heute noch nicht zu treffen, zumal überdies noch eine hierfür bedeutsame Verschiedenheit von Linie zu Linie, ja von Individuum zu Individuum möglich wäre. Auf Grund meiner Beobachtungsfälle könnte man geneigt sein, der weißen Rasse Schlachtschwert im Gegensatz zu Weißer Ilseburger, Chevrer I, aber auch Hundert für Eine eine Disposition zuschreiben, Assoziation des Faktors M mit A zu veranlassen. Jedoch muß es bedenklich machen, daß in Emmersons Beobachtungen (l. c. 1909, p. 83) dieselbe weiße Rasse *Davis* mit *Ultra* Dissoziation (bei Homozygotie MM), also F_2

Der Gruppe I mit der F_2 -Relation 6:6:4 bzw. 1:1 gehören an die Bastardierungsfälle¹⁾:

Weißer Ilsenburger × Non plus ultra	(Nr. 1 auf Tabelle XXVII)
Schwarze Neger × Hundert für Eine	(„ 6 „ „ „)
Schirmers Casseler × Chevrier I	(„ 4 „ „ „)
Chevrier I × Non plus ultra	(„ 2 „ „ „)

Die Gruppe II mit der F_2 -Relation 9:3:4 ist repräsentiert durch den Fall²⁾:

Schlachtschwert × Wachsdattel (Nr. 3 auf Tabelle XXVII).

In den konstant marmorierensamigen Rassen ist Assoziation des Marmorierungsfaktors mit dem Pigmentierungsfaktor anzunehmen. Diese Assoziation erfolgt auch in allen AM-haltigen Kombinationen, gleichgültig ob bezüglich des Faktors M Homozygotie (MM) oder Heterozygotie (Mm) besteht. Dementsprechend ergeben M-haltige weiße Rassen das Spaltungsverhältnis 3:1 (1 \widehat{AAMM} + 2 \widehat{aAMM} und \widehat{aaMM}), wie dies Emmersons Fälle (l. c. 1909 Tab. VII, p. 86) — speziell die Bastardierungen Marrow W. × Paris Marmor., Navy W. × Paris illustrieren.

Umgekehrt ist es ein Beweis von Fehlen des Faktors M in einer weißen Rasse, wenn sie bei Bastardierung mit einer marmorierten neben Marmorierten und Weißen auch Gleichfarbige hervortreten läßt, und zwar im Verhältnis M:Gl:W=9:3:4. Ein Beispiel hierfür gibt mein Fall Chevrier II × Bunte Ilsenburger (Nr. 7 auf Tabelle XXVII). Auch Emmersons Fall John Stringless W. × Golden Wax M. (auf Tab. VI, p. 86) mit der F_2 -Relation 12:2:7 gehört hierher.

Diese allgemeinen Grundzüge sowie das in der Tabelle XXVII angeführte Detail führen zur Aufstellung nachstehender Faktorenformeln betreffs Färbung und Zeichnung der Samenschale bei den von mir verwendeten Rassen von *Phaseolus vulgaris* (Tab. XXIV).

Die Annahme bezüglich Vorhandensein oder Fehlen des Faktors M in nichtmarmorierten Rassen sei durch folgende Reihen der Bastardierungsergebnisse begründet (Tab. XXV).

6:6:4 ergibt (ebenso *Ultra* × *Navy*, *Navy* × *Challenge Black*), hingegen mit *Challenge Black* oder mit *Blue Pod* Assoziation, also F_2 9:3:4 ergibt — ebenso *Marrow* × *Ultra*.

¹⁾ Ebenso Emmersons Fälle Davis W. × *Ultra*, *Ultra* × *Navy W.*, *Navy W.* × *Challenge Black*.

²⁾ Ebenso Emmersons Fälle: Davis W. × *Challenge*, *Blue Pod* × Davis W. *Marrow* × *Ultra*.

Tabelle XXIV.

Tabelle der Samenschalen-Faktorenformeln für verschiedene Rassen von *Phaseolus vulgaris*¹⁾.

1. Schwarze Neger	ABCm
2. Schwarze Mont d'or	ABCm
3. Schwarze Wachs	ABCm
4. Violette Schirmers Casseler	ABcm
5. Violettarm. bunte Ilsenburger	ABcM
6. Lange violette Flageolet	ABcmZ ₁ Z ₂
7. Purpurnmarmorierte Flageolet Wachs	Ab ₁ B ₂ cMS
8. Purpurngestreifte Heinrichs Riesen	Ab ₁ B ₂ cmS
9. Purpurne Runde Geäugte	ABcMz ₁ Z ₂ bzw. Ab ₁ B ₂ Mz ₁ Z ₂
10. Gelbbraune Wachsdattel	AbCm
11. Lichtbraune Non plus ultra	Abcm
12. Gelbbraune Hundert für Eine (Ausnahme)	Abc↓M (dissoziiert)
13. Gelbe Prinzeß	Abcm
14. Weiße Wachsschwert	aBCM
15. Grünlichweiße Chevrier I	aBCM
16. " " II (Ausnahme)	aBCM
17. Weiße Mettes Schlachtschwert	aBCM
18. Weiße Ilsenburger	aBcM
19. Weiße Wachs I	aBCM
20. " " II (Ausnahme)	abCmZ ₁ Z ₂ bzw. aB ₁ b ₂ CmZ ₁ Z ₂

1) Für die von Emmerson benützten Rassen ergeben sich folgende Formeln:

Weiße Davis	a..M
Weiße Marrow	a..M
Weiße Navy	aBCM
Weiße John Stringless	a..m (Ausnahme)
Golden Wax	} A..M
Paris	
und andere Marmorierte	} A..m
Challenge Black (ABcM)	
Blue Pod	
Ultra (AbCm)	
und andere Gleichfarbige	

Für seine Rassen hat G. H. Shull bereits 1908 folgende Formeln abgeleitet:

	nach Shull	nach meiner Formulierung
Non plus ultra (Braun)	PBm	AbCm
Long Yellow Six Weeks (Gelb)	PBm	AbCm
Prolific Black Wax (Schwarz)	PBm	ABCm
White Flageolet (Weiß)	pBM	aBCM

Der Unterschied ist nur durch die Unterscheidung von drei Farbstufen — Schwarz, Violett und Braun — statt bloß zwei bedingt.

Die Entscheidung darüber, welcher der beiden nichtmarmorierten Elternrassen der Marmorierungsfaktor M zuzuteilen ist, läßt sich aus dem Ergebnis ihrer Bastardierung mit einer marmorierten Rasse ableiten. Ergibt eine Weiße hiebei $M:W=3:1$, so ist auch ihr der Faktor M zuzuschreiben; ergibt sie $M:Gl:W=9:3:4$, so ist er ihr abzuerkennen. Ergibt eine Gleichfarbige mit einer Marmorierten $M:Gl=3:1$, so ist entweder Fehlen (m) oder Dissoziation ($A\downarrow M$) des Faktors M in der gleichfarbigen Rasse anzunehmen; eine Gleichfarbige von letzterer Art ($A\downarrow M$), z. B. Hundert für Eine würde mit einer M -losen weißen eine marmorierte F_1 mit der F_2 -Relation $6:6:4$ ergeben. Mit einer M -haltigen weißen Rasse (z. B. Weiße Schlachtschwert) ergibt eine solche gleichfarbige ($A\downarrow M$) hingegen keine Marmorierung. Eine weiße Rasse mit Fehlen von M ist in meinen Versuchen augenscheinlich Chevrier II, da sie mit bunter Ilsenburger F_1 Marmor., F_2 $9:3:4$ ergibt. Dieselbe Chevrier II liefert nun mit Hundert für Eine F_1 Marmor., woraus die Gegenwart von M in der gleichfarbigen Rasse Hundert für Eine, allerdings in dissoziiertem Zustande, zu erschließen ist. Da nun wieder Hundert für Eine \times Schwarze Neger F_1 Marmor. ergibt, ist der letzteren M abzusprechen — umgekehrt da Hundert für Eine \times Schlachtschwert F_1 Gleichfarbig ergibt, ist diesen beiden Rassen der Faktor M zuzuschreiben, der auch in der Zygote $Aa\downarrow MM$ wegen Homozygotie MM dissoziiert bzw. wirkungslos bleibt. Diese Ergebnisse sichern also direkt die Formeln für gewisse Glieder der oben angeführten Ketten von Bastardierungsfällen und damit indirekt auch die Formeln für die übrigen Glieder.

Somit erscheint die Rasse „Hundert für Eine“ mit ihrem Gehalt an M in dissoziiertem Zustande als Ausnahmefall unter den gleichfarbigen Rassen, welche sonst des Faktors M entbehren¹⁾. Ebenso treten die Rasse Chevrier II sowie die im nächsten Abschnitt behandelte Weiße Wachs II durch den Mangel von M aus der Reihe der weißen hervor, die sonst den Faktor M in sich führen. Damit erscheint die Ver-

1) Eben solche pigmentierte „Ausnahmerassen“ von der Formel ($A\downarrow M$) hat offenbar B. D. Halsted (Rep. Bot. Dep. N. Jersey Agr. Coll. Exp. Stat. 1906, p. 473—476 und 1907, p. 346—349) in Händen gehabt, als er meinen Befund der Produktion einer marmorierten F_1 bei Bastardierung gewisser pigmentierter Rassen ($A\downarrow M \times Am$) bestätigte. Bastardierung von zwei gleichfarbigen Rassen, welche beide den Faktor M im dissoziierten Zustand enthielten, würden ebensowenig Marmorierung ergeben, wie Bastardierung von zwei M -freien.

Tabelle

Rasse I	Formel	Rasse II	Formel
Reihe I: Weiße Ilsenburger	(M)	× Non plus ultra	(m)
Non plus ultra	(m)	× Schwarze Neger	(m)
Schwarze Neger	(m)	× Hundert für Eine	(M dissoziiert)
Hundert für Eine	(M dissoziiert)	× Schlachtschwert	(M)
Schlachtschwert	(M)	× Wachsdattel	(m)
Wachsdattel	(m)	× Weiße Wachs I	(M)
Weiße Wachs I	(M)	× Non plus ultra	(m)
Non plus ultra	(m)	× Weiße Ilsenburger	(M)
Reihe II: Casseler	(m)	× Chevrier I	(M)
Chevrier I	(M)	× Non plus ultra	(m)
Non plus ultra	(m)	× Gelbe Prinzeß	(m)
Non plus ultra	(m)	× Weiße Ilsenburger	(M)
Weiße Ilsenburger	(M)	× Wachsdattel	(m)
Reihe III: Bunte Ilsenburger	(M)	× Chevrier II	(m)
Chevrier II	(m)	× Hundert für Eine	(M dissoziiert)
Bunte Ilsenburger	(M)	× Mont d'or	(m)
Bunte Ilsenburger	(M)	× Schirmers Casseler	(m)
Flageolet purpurn marmoriert.	(M)	× Schwarze Wachs	(m)
Flageolet purpurn marmoriert.	(MS)	× Heinrichs Riesen	(mS)
	(M epistatisch, S hypostatisch)		

mutung²⁾, daß — im allgemeinen — die weißen den Faktor M beibringen, die gleichfarbigen desselben entbehren, für meine Fälle exakt bewiesen — allerdings zugleich die Möglichkeit eines umgekehrten Verhaltens für weiße wie für gleichfarbige festgestellt.

Demnach ist keinerlei Exklusion zwischen Pigmentierungs- und Marmorierungsfaktor anzunehmen — nur dürften sich dieselben in der Regel zur Bewirkung von marmorierter Pigmentierung assoziiert finden, seltener dissoziiert. Andererseits dürfte das anscheinend seltenere Vorkommen von weißen Rassen ohne Marmorierungsfaktor nur ein Zufall sein. Solche Formen müßten übrigens jedesmal unter den weißen F₂-Hybridessendenten aufzufinden sein, wenn eine gleich-

²⁾ H. G. Shull (l. c. 1908 spez. p. 438) und R. A. Emmerson (Inheritance of color in the seeds of the common bean. Ann. Rep. Nebr. Agric. Exp. Stat. Vol. 22 p. 67—101, 1911 — speziell p. 99. Vgl. auch Ibid. Vol. 15 p. 30—43, 1902 und Vol. 17 p. 33—68, 1904) haben selbst betont, daß ihnen eine definitive Entscheidung, welchem der beiden Eltern der Faktor M zuzuerkennen sei, nicht möglich war. Meine oben zitierten Experimente geben nun die bestimmte Antwort.

XXV.

Nr. auf Tab. XXVII	F ₁	F ₂ -Relation	Gruppenzugehörigkeit
1	Marmorierung	M: Gl: W = 6: 6: 4	Gr. I
11	Keine Marmorierung	—	—
6	Marmorierung	M: Gl = 6: 6	Gr. I
5	Keine Marmorierung	—	—
3	Marmorierung	M: Gl: W = 9: 3: 4	Gr. II
16	"	(Erwartet = 6: 6: 4)	(Erwartet Gr. I)
18	"	(Erwartet = 6: 6: 4)	(Erwartet Gr. I)
1	"	M: Gl: W = 6: 6: 4	Gr. I
4	"	M: Gl: W = 6: 6: 4	Gr. I
2	"	M: Gl: W = 6: 6: 4	Gr. I
13	Keine Marmorierung	—	—
1	Marmorierung	M: Gl: W = 6: 6: 4	Gr. I
17	"	(Erwartet = 6: 6: 4)	(Erwartet Gr. I)
7	"	M: Gl: W = 9: 3: 4	Vergleichbar Gr. II
15	"	(Erwartet = 6: 6: 4)	(Erwartet Gr. I)
8	"	M: Gl = 3: 1	} Vergleichbar Gr. II
9	"	M: Gl = 3: 1	
12	"	M: Gl = 3: 1	
14	"	M: Streifung = 3: 1	

farbige (ohne M) mit einer weißen (mit M) unter Produktion einer marmorierten F₁ bastardiert worden ist¹⁾.

Die oben angegebenen Faktorenformeln haben es zudem gestattet, die einmal aufgestellten Faktorensymbole für Schwarz (bis Braungrün) als ABC, für Violett (bis Violettbraun) als ABc, für Braun (bis gelb) als AbC oder Abc aufrecht zu erhalten — nur im Falle 5 muß auch der Farbstufe „Kaffeebraun“, die dem Violett bzw. Violettbraun recht nahe steht, das Violettsymbol ABc zuerkannt werden. Ferner wäre im Fall 17 Schwarz statt Violett + Braun zu erwarten — ein Ausnahmefall, der wohl auf eine Störung der sonstigen Faktorenssoziation (\overline{ABC}) zu beziehen ist. Ein gleiches gilt von dem gelegentlichen Auftreten von Doppelmarmorierung (Schwarz + Violett), (Violett + Braun), (Rot + Braun) überhaupt²⁾.

¹⁾ Dieser Nachweis ist in letzter Zeit Emmerson bereits für die Bastardierung geäugt × Weiß gelungen (l. c. 1911 — siehe auch nächsten Abschnitt).

²⁾ Nur nebenbei gestreift sei die Möglichkeit, daß der Pigmentierungsfaktor A bei den Bohnen — ebenso wie dies für die Levkojen oben festgestellt wurde — eine Unterteilung aufweise, also einem Faktorenkomplex (A₁ A₂ ...) entspräche. Ein

Allerdings wurde bei den eben angeführten Bastardierungsfällen die gerade hier sehr wichtige Prüfung der aufgestellten Faktorenformeln durch systematische neuerliche Bastardierung gerade erst begonnen. Gegenwärtig ist nur folgender kleiner Beitrag publikationsfähig (Tabelle XXVI).

Tabelle XXVI.

Tabelle der Rückbastardierungen extrahierter Deszendenten von *Phaseolus vulgaris*-Hybriden.

Nr.	Prot.	♀		♂		F ₁ '
1 ¹⁾	13 ex 1911	lichtbraun aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	Abc	schokoladebr. aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	AbC	dunkelbraun Ab ^C _c
2	14 ex 1911	schokoladebraun aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	ABc	violettbraun aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	ABc	Schwarz A ^{BC} _{bc}
3	15 ex 1911	violettbraun aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	ABc	schokoladebr. aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	AbC	Schwarz A ^{BC} _{bc}
4	16 ex 1911	dunkelviolettbl. aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	ABc	schokoladebr. aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	AbC	Schwarz A ^{BC} _{bc}
5	19 ex 1911	Reinweiß aus schwarz marmor. F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	a ^B _(b) C	dunkelviolett aus F ₆ Wachsschwert × Non plus ultra	ABc	grünl. Schwarz ABC a(b)c

Die Ergebnisse stimmen völlig mit den auf Grund der obigen Faktorenformeln zu hegenden Erwartungen.

3. Abschnitt.

Über die Vererbung der Ägung an Rassen von *Phaseolus vulgaris*.

Besondere Studien wurden der Frage der Vererbung der Ägung an Rassen von *Phaseolus vulgaris* gewidmet. Dieses Problem erscheint

solcher Schluß wäre zulässig, wenn bestimmte weiße Rassen miteinander bastardierte Pigmentierung ergäben. Allerdings ist mir ein solcher Fall nicht bekannt.

¹⁾ Damit vergleichbar ist die Beobachtung R. A. Emmersons (l. c. 1904 spez. p. 62) Hellbraun × Dunkelbraun F₁ Intermediär, F₂ Dunkel: Intermediär: Hell = 6:15:15, in F₃ Dunkel und Hell konstant, Intermediär spaltend in Dunkel (+ Intermediär): Hell = 179:53 ca. 3 (bzw. 1 + 2): 1.

besonders reizvoll, da die verschiedenen Formen von Verteilung des Pigments bzw. die lokalen Pigmentierungen überhaupt eine weitgehende Selbständigkeit in der Vererbung besitzen dürften. Die Erschließung der hierfür maßgebenden Faktoren hat sowohl für die Pflanzenzüchtung als insbesondere für die Tierzüchtung erhebliche Bedeutung.

Zunächst wurden folgende Bastardierungen einer Rasse von *Ph. vulgaris* mit geäugter, d. h. zur Hälfte — scharf abgegrenzt — weißer, zur Hälfte auf gelbem Grunde rotviolettgemarmorierter Samenschale¹⁾ erzeugt und weiter verfolgt.

1. Weiße Wachs II ♀ × Runde geäugte ♂
2. Runde geäugte ♀ × Lange rotviolette Flageolet ♂
3. Runde geäugte ♀ × Weiße Ilsenbürger ♂.

1. Weiße Wachs × Runde geäugte:

Über die Details dieser Bastardierung berichtet die nachstehende Tabelle auf S. 204 u. 205 (Tab. XXVIII):

¹⁾ Die Pigmentierung betrifft die den Nabel einschließende Längs- oder Bauchhälfte der Samenschale als kontinuierliches scharf abgegrenztes sog. Pigmentauge, welches von dem Strophium weiter hinauf gegen die Rückenkante reicht als in der anderen Querhälfte, welche die Mikropyle bzw. Radikula enthält.

Tabelle
Weitere Bastardierungsfälle von

Nr.	Mutterrasse	Faktorenformel	Vaterrasse	Faktorenformel	Beobachtung
1.	Nun plus ultra lichtbraun, gleichmäßig pigmentiert	Abcm	Weißer Ilseburger	aBcM	<p>F₁ Violettbraun marmoriert (Parallelbeobachtung: F₁ 7 ex 1911 hell- und dunkelbraune Marmor. mit Violett in der Umgebung des Nabels)</p> <p>F₂ M $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Violettviolettbraun} \\ 1 \text{ „} + \text{ Br (doppelt marm.)} \\ 5 \text{ 1 Br} \\ 1 \text{ Rot} \end{array} \right.$</p> <p>Gl $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ Br V} \\ 2 \end{array} \right.$</p> <p>W 5</p> <p>M : Gl : W = 5 : 2 : 5 P : W = 7 : 5</p>
2	Chevrier I grünlichweiß	aBCM	Non plus ultra lichtbraun, gleichmäßig pigmentiert	Abcm	<p>F₁ braungrüne (bis schwarze) Marmor.</p> <p>F₂ M 12 $\left\{ \begin{array}{l} 4 \text{ S} \\ 2 \text{ V} \\ 6 \text{ Br} \end{array} \right.$</p> <p>Gl 10 $\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ BrGr} \\ 5 \text{ GrBr} \end{array} \right.$</p> <p>W 5</p> <p>M : Gl : W = 12 : 10 : 5 P : W = 22 : 7 = 3,1 : 1</p>
3.	Mettes Schlachtschwert weiß	aBcM	Wachsdattel gelbbraun, gleichmäßig pigmentiert	AbCm	<p>F₁ braungrüne (bis schwarze) Marmor.</p> <p>F₂ M 29 $\left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ S} + 8 \text{ BrGr} \\ 6 \text{ V} \\ 4 \text{ DBr} + 1 \text{ Ge} \end{array} \right.$</p> <p>Gl 13 $\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ S} + 2 \text{ BrGr} \\ 3 \text{ V} \\ 2 \text{ DBr} + 4 \text{ HBr} + 1 \text{ Ge} \end{array} \right.$</p> <p>W 13</p> <p>M : Gl : W = 29 : 13 : 13 P : W = 42 : 13 = 3,2 : 1</p>
4.	Chevrier I grünlichweiß	aBCM	Schirmers Cassler violett, pigmentiert	ABcm	<p>F₁ Schwarze Marmorierung</p> <p>F₂ M 12 $\left\{ \begin{array}{l} 7 \text{ S} + 2 \text{ BrGr} \\ 3 \text{ V} \end{array} \right.$</p> <p>Gl 9 $\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ S bis SBr} \\ 4 \text{ GrBr mit V} \end{array} \right.$</p> <p>W 11</p> <p>M : Gl : W = 12 : 9 : 11 Pig. : W = 21 : 11</p>

XXVII.

Rassen von *Phaseolus vulgaris*.

Formel	Anmerkung
<p>AaBbccMm</p> <p>} ABcMm } AbcMm</p> <p>B MM A_bc_{mm}</p>	<p>C beiderseits fehlend, da kein Schwarz auftritt. Zur Feststellung des Spaltungsverhältnisses ist das Material zu wenig umfangreich; zu vermuten ist die Relation 6:6:4.</p>
<p>AaBbCcMm</p> <p>ABCMm</p> <p>ABcMm</p> <p>Ab_c^CMm</p> <p>ABC_{mm}^{MM}</p> <p>Ab_c^{CMM}_{mm}</p>	<p>Schluß auf Vorhandensein von B und C in Chevrier I, da S und V resultieren. Spaltungsverhältnis als 6:6:4 anzunehmen wie im Falle Non plus ultra × Wachsschwert (Abschnitt 1).</p>
<p>AaBbCcMm</p> <p>ABCMm</p> <p>ABcMm</p> <p>Ab_c^CMm</p> <p>ABC_{mm}^{MM}</p> <p>ABc_{mm}^{MM}</p> <p>Ab_c^{CMM}_{mm}</p>	<p>Schluß auf Vorhandensein von C in Wachsdattel und von B in Schlachtschwert, da S und V auftreten. Spaltungsverhältnis M:Gl:W = 29:13:13, bzw. M:Gl = 29:13 = 2,2:1, wohl auf 9:3:4 bzw. 3:1 zurückzuführen.</p>
<p>AaBbcMm</p> <p>ABCMm</p> <p>ABcMm</p> <p>ABC_{mm}^{MM}</p> <p>ABc_{mm}^{MM}</p>	<p>Schluß auf Vorhandensein von B beiderseits, von C in Chevrier I, da reines Braun fehlt. Spaltungsverhältnis 6:6:4 wie in Nr. 2, wohl auch Nr. 1 wahrscheinlich.</p>

Tabelle XXVII

Nr.	Mutterrasse	Faktorenformel	Vaterrasse	Faktorenformel	Beobachtung
5.	Mettes Schlachtschwert, weiß	aBcM	Hundert für Eine gelbbraun, gleichmäßig pigmentiert	Abc↓M	F ₁ Kaffeebraun Gl F ₂ Gl 35 { 27 Kaffeebr. (statt V) 8 gelbbraun KBr : GeBr = 27 : 8 = 3,4 : 1 W 13 Fig. : W = 35 : 13 = 2,7 : 1
6.	Hundert für Eine gelbbraun	Abc↓M	Schwarze Neger, gleichmäßig pigmentiert	ABCm	F ₁ Schwarze Marmorierung F ₂ M : 2 { 57 S 11 V 24 Br Gl 75 { 12 S 27 V 36 Br { 3 Kaffeebr. 26 ockerbr. 7 hellbr. M : Gl = 92 : 75 = 1,2 : 1
7.	Chevrier II grünlichweiß	ABCm	Bunte Ilsenburger violett marmoriert	ABCm	F ₁ braungrün bis schwarz marmoriert F ₂ M 7 { 3 S + 2 BrGr 2 V Gl 3 3 BrGr W 2 M : Gl : W = 7 : 3 : 2 Fig. : W = 10 : 2
8.	Bunte Ilsenburger violett, marmor.	ABCm	Mont d'or schwarz bzw. schwarzviolett	ABCm	F ₁ schwarz bzw. schwarzviolett marm. F ₂ M 20 { 5 S 12 V + 3 braunrot Gl 6 { 5 S 1 V M : Gl = 20 : 6 = 3,3 : 1
9.	Schirmers Cassler violett, gleichfarbig	ABCm	Bunte Ilsenburger violett marmoriert	ABCm	F ₁ Violett marm. und zugleich Violett überlaufen F ₂ M 24 { 21 V 3 Rot Gl 8 { 4 S!! (wohl dunkelviolett) 3 V 1 Rot M : Gl = 24 : 8 = 3 : 1
10.	Chevrier I oder II grünlichweiß	I) aBCM II) aBCm	Weißer Ilsenburger	aBcM	F ₁ } Weiß F ₂ }

(Fortsetzung).

Formel	Anmerkung
$AaBbccMM$ $A \begin{smallmatrix} A & B \\ a & b \end{smallmatrix} ccMM$ $A \begin{smallmatrix} A \\ a \end{smallmatrix} bbccMM$	Schlußfolgerungen: Fehlen von C beiderseits, da Schwarz fehlt, Vorhandensein von B in Schlachtschwert, da das dem Violett nahestehende Kaffeebraun als dominantes Novum auftritt, endlich beiderseitiges Vorhandensein des Faktors M, da keine Marmorierung auftritt. Spaltungsverhältnis: KBr: GeBr: W = 9:3:4 deutlich zu ersehen.
$AABbCcMm$ $ABCMm$ $ABcMm$ $Ab \begin{smallmatrix} C \\ c \end{smallmatrix} Mm$ $ABC \begin{smallmatrix} MM \\ mm \end{smallmatrix}$ $ABc \begin{smallmatrix} MM \\ mm \end{smallmatrix}$ $Ab \begin{smallmatrix} CMM \\ cmm \end{smallmatrix}$	Schlußfolgerungen: Fehlen von B und C in Hundert für Eine, da Violett und Braun auftreten. Fehlen des Faktors M in Schwarze Neger, Vorhandensein desselben in Hundert für Eine, da Marmorierung auftritt; M:Gl = 1:1.
$AaBBcCmM$ $ABCM \begin{smallmatrix} M \\ m \end{smallmatrix}$ $ABcM \begin{smallmatrix} M \\ m \end{smallmatrix}$ $ABCmm$	Schlußfolgerung: Beiderseitiges Vorhandensein von B, da Braun fehlt. Vorhandensein von C in Chevrier II, da Schwarz auftritt. Als schematisches Spaltungsverhältnis von M:Gl:W ist wohl 9:3:4 anzunehmen.
$AABBcCmM$ $ABCM \begin{smallmatrix} M \\ m \end{smallmatrix}$ $ABcM \begin{smallmatrix} M \\ m \end{smallmatrix}$ $ABCmm$ $ABcmm$	Schlußfolgerung: Da das Spaltungsverhältnis M:G = 3:1 lautet, ist Verschiedenheit beider Eltern in M anzunehmen.
$AABBcCmM$	Schlußfolgerung: Auftreten von Rot (angeblich auch S) neben V weist auf eine weitere Gliederung des chromogenen Komplexes, speziell des Faktors B hin.
$aaBBcCMM$ (oder Mm)	Schluß auf Fehlen des chromogenen Grundfaktors A in allen weißschaligen.

Tabelle XXVII

Nr.	Mutterrasse	Faktorenformel	Vaterrasse	Faktorenformel	Beobachtung
11.	Non plus ultra lichtbraun, gleichmäßig pigmentiert	Abcm	Schwarze Neger	ABCm	F ₁ schwarz Gl F ₂ $\left\{ \begin{array}{l} 7 \text{ S} \\ 5 \text{ V} \\ 2 \text{ DBr} \\ 1 \text{ HBr} \end{array} \right.$
12.	Flageolet Wachs purpurn marm.	Ab ₁ B ₂ cM	Schwarze Wachs	ABCm bzw. AB ₁ B ₂ Cm	F ₁ schwarz und violett marm. 2 S 3 S + V (doppelt marm.!) 5 V F ₂ M 14 $\left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ V} + \text{B} \text{ (doppelt marm.!) } \\ 1 \text{ Rot} \\ 1 \text{ Rot} + \text{Br} \text{ (dopp. marm.!) } \end{array} \right.$ Gl 6 $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ S} \\ 2 \text{ ockerbraun} \\ 1 \text{ Ge} \end{array} \right.$ M : Gl = 14 : 6 = 2,3 : 1
13.	Gelbe Princess braun-gelb, gleichmäßig pigmentiert	Abcm	Non plus ultra lichtbraun, gleichmäßig pigmentiert	Abcm	F ₁ Lichtbraun F ₂ Lichtbraun bis braungelb
14.	Flageolet Wachs purpurn marm.	Ab ₁ B ₂ cMS	Heinrichs Riesen purpurn gestreift	Ab ₁ B ₂ cmS	F ₁ Purpurn marm. F ₂ Marmoriert 4 gestreift 2
15.	Chevrier II grünlich-weiß	aBCm	Hundert für Eine gelbbraun gleichmäßig pigmentiert	Abc | M V	F ₁ Grünlichschwarz marm. auf graugelbem Untergr. (Nr. 3 ex 1911)
16.	Wachsdattel gelbbraun, gleichmäßig pigmentiert	AbCm	Weißer Wachs I	aBCM	F ₂ Grünlichschwarz marm. auf graugelbem Untergr. (Nr. 4 ex 1911)
17.	Wachsdattel gelbbraun, gleichmäßig pigmentiert	AbCm	Weißer Ilsenburger	aBcM	F ₁ Violett und braun (statt schwarz) marm. auf gelbrosa Untergr. (Nr. 5 ex 1911)
18.	Non plus ultra lichtbraun, gleichmäßig pigmentiert	Abcm	Weißer Wachs I	aBCM	F ₁ Grünlichschwarz marm. auf graugelbem Untergr. (Nr. 9 ex 1911)

(Fortsetzung).

Formel	Anmerkung
AABbCcmm ABC ABc AbC Abc	Schluß auf Fehlen von C in Non plus ultra, da in F ₂ Violett auftritt; Schluß auf Fehlen von M in beiden Elternrassen.
AAB ₁ b ₁ B ₂ B ₂ CcMm ABC AB _c ^C ABc A _b ^B c Ab ₁ B ₂ c Ab ₁ ^{B₂} c Ab ₁ b ₂ ABC Ab ₁ b ₂ C Ab ₁ b ₂ c	Schluß auf Gliederung des B-Faktors in die Komponenten B ₁ B ₂ , wobei AB ₁ B ₂ c und AB ₁ b ₂ c Violett, Ab ₁ B ₂ c Rot entsprechen.
AAbbccmm	Schluß auf Fehlen des Faktors M beiderseits.
AAB ₁ b ₁ B ₂ B ₂ ccMmSs	Schluß auf Epistasie des Marmorierungsfaktors M gegenüber dem Streifungsfaktor S.
AaBbCcMm	Schluß auf Vorhandensein des Faktors M in Hundert für Eine bzw. Fehlen in Chevrier II.
AaBbCcMm	Schluß auf Vorhandensein des Faktors M in Weiße Wachs bei Fehlen in Wachsdatel.
AaBbCcMm	Ebenso betr. weiße Isenburger. Ferner Schluß auf Ausbleiben der sonstigen Wechselwirkung der Faktoren für Violett (AB) und für Braun (C) unter Bildung von Schwarz (ABC).
AaBbCcMm	Ebenso betr. weiße Wachs I, für welche Vorhandensein des in Non plus ultra fehlenden Faktors C anzunehmen ist.

Tabelle

Weiße Wachs II ♀ × Runde violettgeäugte d. h. ½ Weiß,

F ₁ Nr. 6 ex 1908 H	Spärlich violette Vollmarmorierung und	
F ₂ 11 ex 1909 H 207, 208 ex 1909 G. E. und 216 ex 1910 G. E.	Marmoriert und gestreift, durchwegs spärlich	39
	33 VIM (Vollmarm.) und zwar 4 SM (Schwarz marm.) 26 VM (Violett „ 1) 2) 3) 4) 5) 3 RBr. (Rotbraun) (unscharfe Grenzen!) (19 br., 14 ge. Grund)	6 TM (Teilmarmor.) Gr. Ia, Gr. Ib, Gr. II, Gr. III Spur- ¹ / ₄ , ¹ / ₄ - ¹ / ₂ , ¹ / ₂ , ¹ / ₄ bzw. ohne mit NG scharfe scharfer (Nabel- Grenze Grenze gegend marm.) 2 V 1 V 1) 3 V 2) 3) 0
F ₂ 115—126, 218 ex 1910 G. E. 38 ex 1910 H	1) 2 VVIM 4 RW (Reinweiß) (124 ex 1910 G. E.) 2) 7 BrGr. bis S } (braungrün) } 11 VIM 4 V } 4 BrGr. } 8 Vl. Gl. 4 Br. V } 3 RW (122 ex 1910 G. E.) 3) 4 VVIM 1 VTM Gr. I 2 Br. VI Gl 2 RW (120 ex 1910 G. E.) 4) 2 VVIM 6) 1 VTM Gr. I 1 Br. VI Gl 2 RW (123 ex 1910 G. E.) 5) 7 VVIM 2 Br. VI Gl 4 RW (121 ex 1910 G. E.)	1) 1 V. Gr. I } 2 V. Gr. II } 3 TM 1 Br. Gr. I } 1 Br. Gr. III } 2 TGl (126 ex 1910 G. E.) 2) 3 V. Gr. II TM (218 ex 1910 G. E.) 3) 9 Br. Gr. II TM 3 Br. Gr. II TGl 1 RW (136 ex 1911 G. E.)
F ₄	6) 11 VVIM 4 VTM Gr. III 2 RW (129 ex 1911 G. E.)	

XXVIII.

½ Rotviol., spärlich marmoriert und gestreift auf gelbem Grund ♂.

Streifung auf ockerbraunem Grund

gleichmäßig pigmentiert 18		Rein Weiß 27
<p>14 VIgI (Voll gleichm. pig.) und zwar 7 Br. Grün 1) 2) 3) 4) 2 Br. V 5 Br. bis Ge ohne Anflug (unscharfe Grenzen)</p>	<p>4 TGI (Teilweiß gleichm. pig.) Gr. I. Gr. II. Gr. III. 1 V 0 3 (1 V) (2 Br) 1)</p>	
<p>1) 6 BrGr. } VIgI 9 Br. V } 0 RW (117 ex 1910 G. E.) 2) 1 BrGr. } VIgI 1 Br. } 3 RW (116 ex 1910 G. E.) 3) 2 BrGr. } VIgI 1 Br. V } 1 Br. } 1 RW (115 ex 1910 G. E.) 4) 6 BrGr. } 10 VIgI 4 Br. V } 1 Br. Gr. I 5) 6) } 3 TGI 2 Br. Gr. III } 3 RW (118 ex 1910 G. E.)</p>	<p>1) 1 Br. Gr. III TGI 2) (119 ex 1910 G. E.)</p>	
<p>5) 8 Br. Gr. I } 7 Br. Gr. II } TGI 4 Br. Gr. III } (131 ex 1911 G. E.) 6) 2 Br. Gr. I } 1 Br. Gr. II } TGI 1 Br. Gr. III } (132 ex 1911 G. E.)</p>	<p>2) 23 Br. Gr. III TGI (126 ex 1911 G. E.)</p>	

Die Teilung in drei Gruppen geschah in der Weise, daß der I. Gruppe alle „fast ganz“ bis „zur Hälfte“, jedoch mit unscharfer Abgrenzung gefärbten zugewiesen wurden; allerdings wurde daneben noch die Unterteilung Gruppe Ia Spur bis $\frac{1}{4}$ Weiß, Gruppe Ib $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Weiß ohne scharfe Grenze versucht. Konstante Vertreter dieses Typus sind unter den elementaren Formen geäugter Bohnen nicht bekannt, wurden auch aus Bastardierungen nicht gewonnen — Umstände, die darauf hinweisen, daß die Träger dieses Merkmales durchweg heterozygotischer Natur sind. Die Gruppe II entspricht dem einen Elterntypus bzw. der bekannten geäugten Elementarform; die entsprechenden Hybriddeszenten erwiesen sich als konstant. Die Gruppe III endlich gleicht gewissen samenbeständigen Elementarformen mit kleinem Auge bzw. pigmentierter Nabelumgebung; auch die entsprechenden Hybriddeszenten erwiesen sich als konstant.

Da das F_2 Spaltungsverhältnis der Farbigen, gleichgültig ob marmoriert oder gleichmäßig pigmentiert, zu den weißen $57(39 + 18) : 27 = 2,1 : 1$ beträgt und wohl schematisch gleich $3 : 1$ zu setzen ist, da ferner in F_3 aus M sowohl M als G¹ und W, aus G¹ nur G¹ und W, aus W nur W hervorgehen, ferner aus VIM sowohl VIM als TM, VIG¹ und RW, allerdings — auffallenderweise — nicht TG¹, dann aus TM nur TM, TG¹ und RW niemals VIM oder VIG¹, weiters aus VIG¹ nur VIG¹, TG¹ und RW — aber nicht VIM oder TM, endlich aus TG¹ nur TG¹ und RW, nicht aber VIM, TM oder VIG¹ — läßt sich folgende Grundlage für eine rationelle Erklärung dieses Falles nach der Faktorenlehre gewinnen:

Färbung bei AA und Aa

Farblosigkeit bei aa

Marmorierung bei Kombination von AA oder Aa mit MM oder Mm

Gleichmäßige Pigmentierung bei AA oder Aa mit mm

Fehlen von Farbe und Zeichnung bei aa mit MM, Mm, mm

Totale Marmorierung oder Pigmentierung bei Kombination von AA oder Aa mit Z_1Z_1 oder Z_1z_1

Partielle Marmorierung oder Pigmentierung bei Kombination von AA oder Aa mit z_1z_1 .

Bei gleichmäßiger Bildung aller möglichen Kombinationen in den Gameten bzw. Zygoten sind folgende F_2 -Relationen zu erwarten:

	berechnet	gefunden
Marmoriert : Gleichfarbig : Weiß	= 9 : 3 : 4	39 : 18 : 27
$\left(\begin{smallmatrix} A & A & M \\ a & a & m \end{smallmatrix}\right)$ $\left(\begin{smallmatrix} A & A \\ a & a \end{smallmatrix}\right)$ $\left(\begin{smallmatrix} aa & MM \\ & mm \end{smallmatrix}\right)$		od. 6,5 : 3 : 4,5
		aus $F_2 + F_3$ 63 : 31 : 37
Voll-Marm. od. Pigm. : Teil-Marm. od. Pigm.	= 3 : 1	47 : 10
$\left(\begin{smallmatrix} A & A & Z_1 \\ a & a & z_1 \end{smallmatrix}\right)$ $\left(\begin{smallmatrix} A & A \\ a & a \end{smallmatrix}\right)$		od. 4,7 : 1
		aus $F_2 + F_3$ 77 : 19
		od. 4 : 1

Bei dem geringen Umfange des Versuches darf man diese Befunde wohl als genügende Annäherung an die Erwartung bezeichnen.

Sowohl in bezug auf Färbung — Farblosigkeit, als auf Marmorierung — gleichmäßige Färbung und auf Vollgefärbt — Teilgefärbt ist demnach ein unifaktorieller Unterschied anzunehmen.

Bezüglich der Einteilung der Teilfarbigen ist das Versuchsmaterial allerdings noch sehr beschränkt. Bei Zusammenfassung der F_2 -Spaltungsfälle erhält man die Relation Gr I(a+b):Gr II:Gr III=4:3:3, in F_3 die Relation 13:10:8, in F_2+F_3 die Relation 17:13:11. Wenn man das bezügliche Ergebnis von Fall 3 hier vorwegnimmt (20:12:10) und dazufügt, so ergibt sich 37:25:21. In Verein mit dem allerdings noch der Erweiterung bedürftigen Ergebnis, daß die Vertreter von Gruppe II und III als Deszendenz nur ihresgleichen und eventuell Weiß ergeben, während die Vertreter von Gruppe I in alle drei Typen weiter spalten, läßt sich die obige Spaltungsrelation auf 2:1:1 (gefunden 1,8:1,1:1) zurückführen und die bezügliche Anlagendifferenz der beiden Stammformen als unifaktoriell betrachten. Daraufhin ergeben sich folgende Formeln:

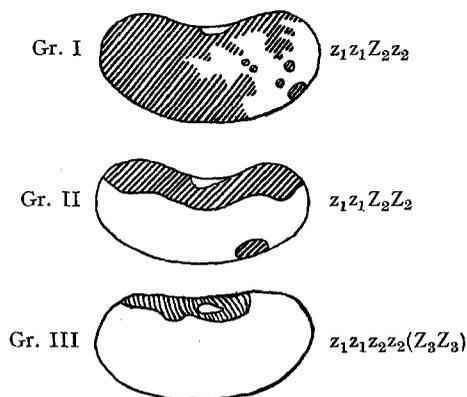


Fig. 12.

Die Wirkungsweise der beiden angenommenen Zonalfaktoren Z_1 und Z_2 besteht in einer Förderung der Ausbreitung der Pigmentierung — ausgehend von der Nabelgegend. Bei völligem Fehlen der beiden Faktoren $Z_1 Z_2$ und Vorhandensein des Pigmentierungsfaktors A (sei es als AA oder Aa) — eventuell gleichzeitigem Vorhandensein eines dritten Faktors Z_3 — beschränkt sich die Pigmentbildung auf die

Nabelgend (Gruppe III), bei Fehlen von Z_1 und doppeltem Vorhandensein von Z_2 (sowie ev. von Z_3) wird die zusammenhängende Pigmentierung bis zur Hälfte ausgedehnt unter scharfer Abgrenzung. Bei beiderseitigem Fehlen von Z_1 und nur einseitigem Vorhandensein von Z_2 ist die Ausdehnung der Pigmentierung zwar noch stärker durch den heterozygotischen Charakter an sich gefördert, jedoch nicht scharf abgegrenzt. — Als Beispiel einer solchen Förderung der Ausprägung gewisser Merkmale durch Heterozygotie sei die so bedingte Steigerung der gesamten Wachstumsintensität bei Mais (Shull, East), wie auch beim Hausschwein (Simpson) — nach Bastardierung zweier differenter homozygotischer Stämme angeführt. — Vorhandensein des Hauptzonalfaktors Z_1 , gleichgültig ob einseitig oder doppelt, ebenso gleichgültig ob Nebenzonalfaktor Z_2 daneben vorhanden ist oder fehlt, dehnt endlich die Pigmentbildung auf die ganze Schale aus. Der Faktor Z_1 erscheint epistatisch gegenüber Z_2 (ebenso Z_2 gegenüber dem ev. Z_3), so daß bei bifaktoriellem Unterschied ($Z_1z_1Z_2z_2$) das Spaltungsverhältnis Vollpigmentiert : Teilpigmentiert Gruppe I : T. Pig. Gruppe II : T. Pig. Gr. III = 12 : 2 : 1 : 1 resultiert. Interessant ist die völlige Unabhängigkeit der Zonalfaktoren Z_1 und Z_2 und des Marmorierungsfaktors M.

Auf eine Analyse der Färbung sei verzichtet angesichts der nicht genügend scharfen gegenseitigen Abgrenzung der Stufen.

In bezug auf die bereits genauer analysierten Merkmale bzw. Faktoren erscheint der vorliegende Fall als typisch tetrahybrid. Es ergeben sich folgende Formeln:

	Weiße Wachs II ¹⁾		Runde Geäugte
Eltern . . .	$\left\{ \begin{array}{l} RW \\ amZ_1z_2 \text{ ♀} \end{array} \right.$		$\left\{ \begin{array}{l} TM \text{ Gr. II} \\ AMZ_1Z_2 \text{ ♂} \end{array} \right.$
detaillierter:	abC oder aB ₁ b ₂ CmZ ₁ z ₂		ABc oder Ab ₁ B ₂ cZ ₁ Z ₂ ²⁾
F ₁	AaMmZ ₁ z ₁ Z ₂ z ₂		
	tetrahybrid		
F ₂	108 VIM A _A ^a M _m ^M Z ₁ z ₁ Z ₂ z ₂		

1) Die Elternrasse weiße Wachs II ist wohl zu unterscheiden von der im Abschnitt 2 benützten Rasse weiße Wachs I. Dieser wurde der Faktor M ebenso die Faktoren B und C zugeschrieben, während M und B bei weiße Wachs II als fehlend (C als vorhanden) anzunehmen sind, da F₂ von weiße Wachs II × marmoriert die Relation M : G1 : W = 9 : 3 : 4 aufweist.

2) Dabei sei für purpurn ebenso wie in Tab. XXVII 2 die Formel Ab₁B₂c bzw. für Violett AB₁B₂c oder kürzer ABc angenommen. Da in F₂ u. a. schwarz und braun auftreten, sei in Weiße Wachs II Vorhandensein von C und Fehlen von B (bzw. B₁b₂) angenommen.

$$\frac{36 \text{ TM}}{(144 \text{ M})} A_a^A M_m Z_1 Z_2 Z_2$$

Gr. I : Gr. II : Gr. III = 18 : 9 : 9
bzw. = 2 : 1 : 1

$$\frac{36 \text{ VI Gl}}{(48 \text{ Gl})} A_a^A m m Z_1 Z_2 Z_2$$

Gr. I : Gr. II : Gr. III = 6 : 3 : 3
bzw. = 2 : 1 : 1

$$\frac{64 \text{ RW}}{256 \text{ Indiv.}} a a M M Z_1 Z_2 Z_2$$

Demnach VIPig. (VIM + VI Gl) : TPig. Gr. I : TPig. Gr. II : TPig. Gr. III =
(heter.) (homoz.) (homoz.)
144 : 24 : 12 : 12 =
12 : 2 : 1 : 1

VIPig. : TPig. : RW = 144 : 48 : 64 = 9 : 3 : 4.

Die bisher vorliegenden Beobachtungszahlen reichen allerdings nicht aus, um dieses Schema völlig zu verifizieren.

Auffällig ist das Fehlen von TM Gr. II ($A M_{z_1 z_2} Z_2 Z_2$) sowie überhaupt von TGI ($A m_{z_1 z_2} Z_2 Z_2$) unter den Spaltungsprodukten von VIM, ebenso das Fehlen von TM Gr. III und TGI Gr. II unter der Deszendenz von TM. Dieser Befund ist wohl nur durch unzureichenden Umfang der Beobachtungen bedingt.

Nach der oben formulierten Auffassung würde neuerliche Bastardierung der verschiedenen Gruppen der TM bzw. der TGI untereinander niemals VIM bzw. VI Gl, sondern nur wieder TM bzw. TGI ergeben. Auch müßte Bastardierung von Gr. II × Gr. III die Gruppe I ergeben, ebenso wie bei Selbstbefruchtung aus Gr. I neben Gr. I auch Gr. II und Gr. III, hingegen aus Gr. II nur Gr. II, aus Gr. III nur Gr. III hervorzugehen vermag. Über eine solche Prüfung werde ich bei späterer Gelegenheit berichten.

Nebenbei sei bezüglich der Merkmale hoch (Geäugte) und niedrig (Weiße Wachs) folgende zusammenfassende Übersicht gegeben:

		F ₁ Halbhoch (mehr hoch)			F ₁ Halbhoch (mehr hoch)				
		F ₂ Hoch			Niedrig				
		45			11	28			
		Hoch	Halbhoch	Niedrig		Hoch	Halbhoch	Niedrig	
F ₃ Nr.	126	14	5	4	Nr.	115	0	0	5
	131	13	3	3		116	0	0	5
	136	4	6	3		117	6	3	6
	132	3	—	1		118	0	0	16
	218	3	—	—		122	1	0	20
	116	4	—	1		124	0	0	6
						120	0	0	9
						123	1	1	4
						121	0	3	10
						119	0	0	1
						125	0	0	2

Behufs einer rationellen Erklärung dieses Verhaltens läßt sich wohl, zunächst wenigstens, ein dihybrider Charakter der Bastardierung annehmen, und zwar Vorkommen von zwei Faktoren in „hoch“ (L_1L_2), Fehlen beider in „niedrig“ (l_1l_2). Bei reinlicher Trennung der drei Spaltungstypen hoch, halbhoch, niedrig wäre das Verhältnis 9:3:4 zu erwarten. Die beobachtete Relation lautet 8:2:5 bzw. 9:2,25:5,62, wobei sich unter den Niedrigen neben sieben konstanten vier Spalter vorfanden. Am nächsten liegt es in Analogie zu dem Befunde, den ich bezüglich der Vererbung des Blühtermines bei Erbsen¹⁾ erhob, anzunehmen, daß eine kontinuierliche Variation der einzelnen Spaltungstypen das einfache Schema bis zu einem gewissen Grade kompliziert und verdeckt. Dementsprechend würde speziell eine erhebliche Zahl von eigentlichen Intermediären äußerlich unter die Niedrigen rücken.

Bezüglich der Samenform sei hier nur bemerkt, daß F_1 Intermediärstellung zwischen Rund und Walzlich aufweist, in F_2 eine Spaltungsserie resultiert, aus welcher sich nur die völlig runden in F_3 bereits konstant erweisen.

2. Runde geäugte \times lange rotviolette Flageolet.

Einfacher, jedoch im Beobachtungsumfange beschränkter ist der zweite Bastardierungsfall, welcher zwei farbige Rassen betrifft und über den Tabelle XXIX berichtet. Bezüglich der Vatterasse sei bemerkt, daß dieselbe eine vollkommen gleichmäßig rotviolett pigmentierte Samenschale aufweist.

¹⁾ A. a. O. 1911 Verh. d. Naturf. V. in Brünn.

Tabelle

Runde rotviolett geäugte, d. h. $\frac{1}{2}$ Weiß, $\frac{1}{2}$ RV spärlich marmoriert

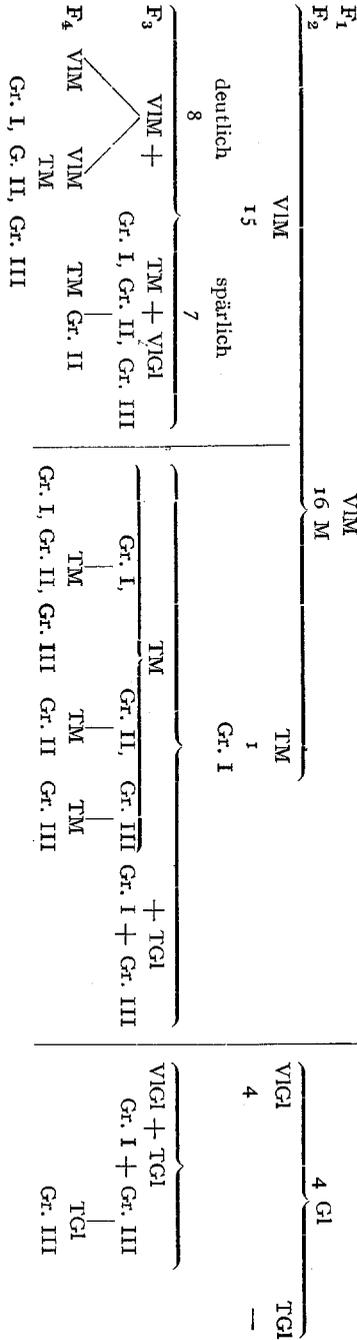
F ₁ (62 + 63 ex 1907 H)	Dicht RV marmoriert		
F ₂ (43 + 44 ex 1908 H + 248 ex 1908 GE)	15 Voll-Marmorierung		1 Teil-
	RV dicht 8	VIM spärlich 7 1) 2) 3) 4) 5) 6)	Gruppe I $\frac{1}{4}$ -Spur W dicht 1 RV 1)
F ₃		1. 19 VIM 4 BIV 7) 8) 15 RV spärlich 3 TM Gr II RV 9) 10) spärlich (18 ex 1909 H) 2. 2 VIM (203, 212 ex 1909 GE) 3. 5 VIM 3 TM Gr III (204, 206 ex 1909 GE) 4. 9 VIM 3 VIGl (214 ex 1909 GE) 5. 40 VIM 5 BrV 35 RV spärlich 9 TM Gr II 11) spärlich (212 ex 1910 GE) 6. 21 VIM 1 TM Gr I (214 ex 1910 GE)	1. 16 TM Gr I 2) 3) 6 TM Gr II 4) 9 TM Gr III 5) dicht (17 ex 1909 H)
		7. a) 8 VIM 4 TM Gr II (219 ex 1910 GE) b) 10 VIM 1 TM Gr I 1 TM Gr II (222 ex 1910 GE) c) 9 VIM (220 ex 1910 GE) d) 8 VIM (221 ex 1910 GE) e) 9 VIM 1 TM Gr II (223 ex 1910 GE) f) 10 VIM 3 TM Gr II (224 ex 1910 GE) 8. 5 TM Gr II (225 ex 1910 GE) 9. 4 TM Gr II (222a ex 1910 GE) 10. 6 TM Gr II (130 ex 1911 GE) 11. a) 18 TM Gr II (133 ex 1911 GE) b) 12 TM Gr II (134 ex 1911 GE)	2. 5 TM Gr I 3 TM Gr II 2 TM Gr III (201, 206 ex 1910 GE) 3. a) 4 TM Gr I 1 TM Gr II (203 ex 1910 GE) b) 3 TM Gr I 2 TM Gr III (209 ex 1910 GE) c) 3 TM Gr I 2 TM Gr II 1 TM Gr III (210 ex 1910 GE) d) 3 TM Gr II 1 TM Gr III (211 ex 1910 GE) 4. a) 8 TM Gr II (202) b) 9 TM Gr II (204) c) 6 TM Gr II (205) d) 6 TM Gr II (207) e) 7 TM Gr II (212) f) 5 TM Gr II (208) g) 5 TM Gr II (213 ex 1910 GE) 5. 4 TM Gr III (99-102, 104 ex 1910 GE)
F ₄			

XXIX.

und gestreift auf gelbem Grunde, ♀ × lange rotviolette Flageolet ♂.

auf lichtbraunem Grund					
Marmorierung		4 Voll-Gleichfarbig	o Teil-Gleichfarbig		
Gruppe II o	Gruppe III o	4 RV 1) 2) 3) 4)	Gruppe I Spur— $\frac{1}{2}$ W o	Gruppe II $\frac{1}{2}$ W o	Gruppe III NG o
		1. 3 VGl 2 TGl III. Gr 5) (25 + 28 von 17 ex 1909 H) 2. 35 VGl 6 TGl I. Gr 6 TGl III. Gr (123) 3. 25 VGl 7 TGl I. Gr 2 TGl III. Gr (124) 4. 28 VGl 10 TGl III. Gr (125 ex 1910 GE)			
		5. a) 6 TGl III. Gr b) 2 TGl III. Gr (96, 97 ex 1910 GE)			

Es findet sich folgendes Schema verwirklicht:



Auffällig ist das Fehlen von TGI unter der Deszendenz von VIM, ebenso das Fehlen von TGI unter der Deszendenz von TM.

In F₂ fehlen — offenbar infolge des geringen Umfanges der Beobachtung — unter 20 Individuen TGI völlig, treten aber unter der Deszendenz von VIGI auf. Auch hier ergaben TM nur mehr TM und TGI, nie VIM oder VIGI. Über die Spaltungsverhältnisse ist nur unter Beziehung von F₃ und F₄ zu entscheiden. Doch läßt sich hiebei eine nicht unbefriedigende Übereinstimmung mit folgenden Faktorenformeln erzielen:

Eltern	TM Gr. II	VI Gi	
	AMz ₁ Z ₂	AmZ ₁ z ₂	(minder wahrscheinlich A↓MZ ₁ z ₂ ¹)
F ₁		VIM	
		MmZ ₁ z ₁ Z ₂ z ₂	
		trihybrid	
F ₂ 48	Marmoriert	36 VIM	AAM _m ^M _{Z₁} Z ₁ Z ₂ Z ₂
		12 TM	AAM _m ^M _{Z₁} Z ₂ Z ₂
			Gr. I : Gr. II : Gr. III = 6 : 3 : 3
			= 2 : 1 : 1
16	Gleichfarbig	12 VI Gi	AAmmZ ₁ ^{Z₁} Z ₂ Z ₂
		4 TGI	AAmmz ₁ ^{Z₂} Z ₂
64			Gr. I : Gr. II : Gr. III = 2 : 1 : 1

Demnach Marm. : Gleichf. = 48 : 16 = 3 : 1, gefunden F₂ 16 : 4 = 4 : 1
 F₂ + F₃ 25 : 7 = 3,6 : 1
 VollPigm. : TeilPigm. = 48 : 16 = 3 : 1, gefunden F₃ + F₄²) 183 : 57 = 3,2 : 1
 VollPigm. (VI M + VI Gi) : TPigm. Gr. I : TPigm. Gr. II : TPigm. Gr. III
 = 48 : 8 : 4 : 4
 = 12 : 2 : 1 : 1
 gefunden F₃ + F₄ Gr. I : Gr. II : Gr. III = 26 : 11 : 12

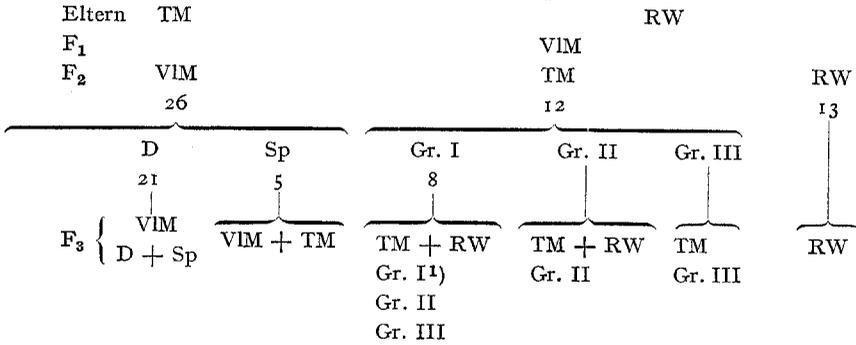
3. Runde geäugte × weiße Ilsenburger.

Der dritte Fall betrifft gleich Fall 1 die geäugte und eine weiße Rasse, wobei jedoch nur vollmarmorierte, teilmarmorierte und weiße, keine gleichmäßig — sei es voll, sei es teilweise — pigmentierten Spaltungsprodukte auftreten. Ausführlich berichtet darüber Tab. XXX (im Anhang).

1) Die Entscheidung hierüber würde Bastardierung mit einer M-losen weißen Rasse (z. B. Chevrier II oder Weiße Wachs II) erbringen. Im Falle des Zutreffens der ersten Formel ist F₁ gleichfarbig, im anderen Falle F₁ marmoriert zu erwarten.

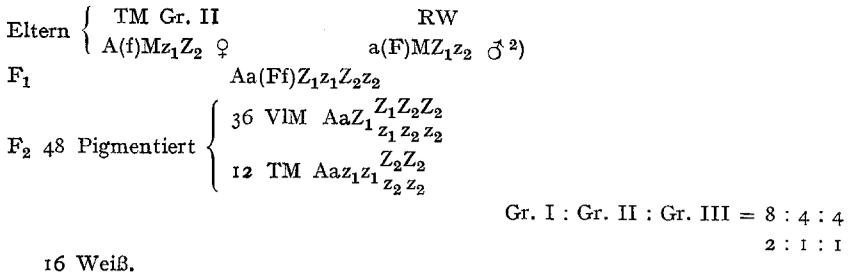
2) Unter Weglassung zweier extremer Fälle.

Diese Tabelle gestattet folgendes empirische Schema abzuleiten:



Wesentlich ist das Konstantwerden eines Teiles der VIM wie der TM und das Fortspalten des anderen Teiles der VIM in VIM und TM — bei Fehlen von RW, des anderen Teiles der TM in TM und RW. Betont sei, daß Gr. II und Gr. III der TM konstant sind, Gr. I hingegen Gr. I, II und III ergibt.

Es läßt sich folgende rationelle Formulierung als zutreffend vermuten:



Beobachtet wurden folgende mit der theoretischen Erwartung sehr gut übereinstimmende Zahlen:

- Pigmentiert : Weiß = 38 : 13 = 3 : 1 entspricht 3 : 1
- VIM : TM : Weiß = 26 : 12 : 13 = 9 : 4,1 : 4,5 entspricht 9 : 3 : 4
- VIM : TM = 26 : 12 = 2,2 : 1 entspricht 3 : 1
- Gr. I : Gr. II = 20 : 12 : 10 = 2 : 1,2 : 1 entspricht 2 : 1 : 1.

Zusammenfassend lassen sich folgende Faktorenformeln für die hier benutzten vier Rassen von *Phaseolus vulgaris* aufstellen:

¹⁾ Das Resultat, daß ein F₂-Individuum TM Gr. Ia in F₃ nur zwei Deszendenten TM Gr. Ia ergab, ist wohl nicht auf wirkliche Konstanz, sondern nur auf einen durch die beschränkte Zahl hervorgerufenen Anschein zu beziehen.

²⁾ Auch der Weißen Ilsenburger (vgl. Abschnitt 2) ist der Faktor M zuzuschreiben, da sie mit marmoriert in F₂ Marmoriert : Weiß = 3 : 1, keine Gleichfarbigen ergibt.

Tabelle XXX.
Runde rotviolett geäugte, d. h. $\frac{1}{2}$ Weiß, $\frac{1}{2}$ Rotviolett, spärlich marmoriert und gestreift auf gelbem Grunde $\varnothing \times$ weiße Ilsenburger δ .

	26 vollständige Marmorierung			
13 BV	21 dicht		5 spärlich	
<p>F₂ 10 ex 1909 H 215 ex 1910 GrE</p>	<p>8 dicht (BV)</p> <p>(¹⁰/₁₈ ex 1909 H + 112 ex 1910 GrE)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p> <p>(¹⁰/₃₇ ex 1909 H + 109 ex 1910 GrE)</p>	<p>2 spärlich (1 BV, 1 RV)</p>	<p>8 RV</p>
<p>F₃</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 vollst. Marmor. spärlich (2 RV)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>3 BV</p>
<p>F₂ 10 ex 1909 H 215 ex 1910 GrE</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 vollst. Marmor. spärlich (2 RV)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₃</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₂ 10 ex 1909 H 215 ex 1910 GrE</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₃</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₂ 10 ex 1909 H 215 ex 1910 GrE</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₃</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₂ 10 ex 1909 H 215 ex 1910 GrE</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>
<p>F₃</p>	<p>1 spärlich (BV)</p>	<p>4 dicht (1 BV, 1 RV, 1 RR)</p>	<p>2 teilweise Marmor. $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ W bzw. Gr. I. spärlich (RV)</p>	<p>1 RV</p>

18 konstant
(¹⁰/₈₈ + ¹⁰/₁₃ ex 1909 H, ¹¹³/₁₁₄ ex 1910 GrE)

1. Runde geäugte AB(bzw. b_1B_2)cfM $Z_1Z_2L_1L_2$
2. Weiße Wachs II ab(bzw. B_1b_2)Cm $Z_1z_2l_1l_2$
3. Lange rotviolette Flageolet ABcm $Z_1z_2l_1l_2$ (minder wahrscheinl. $ABc\downarrow MZ_1z_2$)
4. Weiße Ilsenburger aBc(F)M $Z_1z_2l_1l_2$

A = Färbung der Samenschale

M = Marmorierung

Am oder $A\downarrow M$ = Gleichmäßige Färbung

Z_1 = Vollfärbung

$z_1z_1Z_2z_2$ = Teilfärbung Gruppe I: Spur bis Hälfte Weiß ohne scharfe Grenze

$z_1z_1Z_2Z_2$ = Teilfärbung Gruppe II: Hälfte Weiß mit scharfer Abgrenzung

$z_1z_1z_2z_2$ = Teilfärbung Gruppe III: Viertel bzw. Nabelgegend gefärbt

F = Förderungsfaktor für Pigmentierung (fraglich — zunächst als Grundlage für die Differenz von dichter, starker und spärlicher, schwacher Marmorierung angenommen)

L_1L_2 = hoch

l_1l_2 = niedrig.

Die eben mitgeteilten Befunde erfordern einen Vergleich mit den Ergebnissen, welche einerseits Emmerson¹⁾ beim Studium der Vererbung der Äugung gleichfalls bei *Phaseolus vulgaris*, andererseits W. J. Spillman²⁾ beim Verfolgen desselben Problems an der Kuherbse (*Vigna unguiculata*) erhalten hat.

R. A. Emmerson konstatierte (1909, p. 71) bei Bastardierung einer Anzahl von partiellpigmentierten oder geäugten Rassen mit einer Anzahl totalpigmentierter ein typisch Mendel'sches Verhalten, bzw. unifaktorielle Differenz mit Dominanz der Totalpigmentierung. Bei Bastardierung von Geäugten mit Weißschaligen hatte er schon 1902 in F_1 Vollpigmentierung erhalten. Das Spaltungsverhältnis in F_2 lautete VollP. : TeilP. : Weiß = 14 : 10 : 16 (wohl nur infolge geringen Umfanges von der Erwartung 9 : 3 : 4 erheblich abweichend); das der in F_3 noch Spaltenden unter den Geäugten lautete : Geäugt : Weiß = 34 : 13 bzw. ca. 3 : 1. Emmerson schreibt den betreffenden weißen Rassen einen Faktor für Totalausbreitung der Pigmentierung zu. Die oben von mir mitgeteilten Befunde stimmen mit den relativ allgemein gefaßten Angaben Emmersons überein, dieselben bestätigend — und zwar auch in bezug auf die Erschließung des Vorhandenseins eines Total-Zonenfaktors Z_1 in den benutzten weißen Rassen. In letzter Zeit³⁾ gelang es Emmerson, diesen Schluß durch Rückkreuzung zu verifizieren, indem gewisse weiße F_3 -Individuen aus Weiße *Navy* × geäugte *Wardwell* bei

1) Ann. Rep. Nebraska Agr. Exp. St. Vol. 21, 1909 p. 67—101 spez. p. 71—76.

2) Ann. Rep. Nebraska Agr. Exp. St. Vol. 15, 1902 p. 41.

3) Production of a white bean lacking the factor for total pigmentation — a prophecy fulfilled. Am. Breeders Assoc. p. 396—397. Vol. VI 1911.

neuerlicher Bastardierung mit reinen geäugten Rassen — speziell *Grewell* — in F_1 wieder durchweg vollpigmentierte ergaben, also Z_1Z_1 enthielten, während andere weiße in F_2 teils vollpigmentierte, teils geäugte lieferten, also heterozygotisch waren bzw. Z_1z_1 enthielten; endlich fanden sich auch weiße F_3 -Individuen, die bloß eine geäugte F_1' lieferten, also homozygotisch z_1z_1 waren.

W. J. Spillman unterscheidet im Bastardierungsfalle Vollpigmentiert \times scharf begrenztes beschränktes Auge um den Nabel (Gruppe A) unter der in F_2 erhaltenen Serie 7 Spezialformen bzw. 4 Hauptgruppen, und zwar Gruppe A (a + b + c) scharf begrenztes beschränktes Auge um den Nabel, Gruppe B (d) scharf begrenztes großes Auge um den Nabel, Gruppe C (e + f) scharf begrenzte Pigmentierung der Hälfte der Samenschale und darüber — sog. Holsteintypus nach einer entsprechenden konstanten Elementarform benannt —, Gruppe D (g) unscharfe Pigmentschleife um den Nabel — sog. Watsonstypus — nach einer entsprechenden konstanten Elementarform. Es ergab sich als F_2 -Relation Vollpigmentiert : Teilpigmentiert = 9 : 7 bzw. VollP. (teils homo-, teils heterozygotisch) : Gr. A (homoz.) : Gr. B (heteroz.) : Gr. D (teils homo-, teils heterozyg.) : Gr. C (homoz.) = 9 : 1 : 2 : 3 : 1, also dihybrider Charakter. Hingegen erwiesen sich die Fälle von Gruppe C \times Vollpigmentiert (F_2' 3 : 1), Gruppe D \times Vollpigmentiert (F_2' 3 : 1), Gruppe A \times Gruppe C (F_2' 1 : 2 : 1) als monohybrid. Nach der oben von mir angewendeten Schreibweise wären folgende Formeln aufzustellen.

Vollpigmentierte	$Z_1Z_1Z_2Z_2$
Reinrasse entspr. Gruppe A	$z_1z_1z_2z_2$
	(klein geäugt)
Reinrasse entspr. Gruppe C	$z_1z_1Z_2Z_2$
	(„Holstein“)
Reinrasse entspr. Gruppe D	$Z_1Z_1z_2z_2$
	(„Watson“)
Gruppe B heterozygotisch, spaltend	$Z_1z_1z_2z_2$
	in A und D

Dabei würde Vorhandensein des Pigmentierungsfaktors bei Fehlen der beiden Zonenfaktoren (z_1z_2 — ev. Vorhandensein von Z_3) beschränkte, scharfbegrenzte Pigmentbildung um den Nabel (Gruppe A) bewirken, die bei Vorhandensein des einen Zonenfaktors (Z_1) den Charakter einer unscharfen Schleife um den Nabel (Gruppe D) annimmt, während andererseits Vorhandensein des anderen Zonenfaktors (Z_2) Ausdehnung der Pigmentierung bis zur Hälfte, ja darüber hinaus bedingt (Gruppe C). Erst bei Zusammentreffen von Z_1 und Z_2 wird die Pigmentbildung bis über den letzten Rest der Schale hin zur Vollständigkeit ausgedehnt.

In meinen oben referierten Fällen wurde eine heterozygotische Gruppe I stehend zwischen Vollpigmentiert und der Gruppe C nach Spillman unterschieden, während meine Gruppe II etwa der Gruppe C („Holstein“) Spillmans, meine Gruppe III etwa der Gruppe A Spillmans entspricht. Hingegen wurde in meinen Versuchen eine Gruppe D nach Spillman vermißt. Das Nähere ergibt sich aus folgender Gegenüberstellung.

	Spillman	v. Tschermak
	Kuherbse	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Vollpigm.	Z_1Z_2	Z_1z_2 (ev. $Z_1z_2Z_3$)
Gruppe A	z_1z_2 (äußerlich nahestehend)	III z_1z_2 (ev. $z_1z_2Z_3$)
„ B	$Z_1z_1z_2z_2$ (äußerlich verschieden)	I $z_1z_1Z_2z_2$ (ev. $z_1z_1Z_2z_2Z_3Z_3$)
„ C	z_1Z_2 (äußerlich nahestehend)	II z_1Z_2 (ev. $z_1Z_2Z_3$)
„ D	Z_1z_2	—

Die Differenz unserer im wesentlichen weitgehend analogen Befunde ist auf ein verschiedenes Verhältnis der beiden Zonenfaktoren (Z_1Z_2) in beiden Fällen zurückzuführen. Bei der Kuherbse wird vollständige Pigmentierung erst durch Zusammenwirken von Z_1Z_2 hervor gebracht, bei *Phaseolus vulgaris* schon durch Faktor Z_1 allein, welcher sich gegenüber dem erst bei Bastardierung hinzutretenden Z_2 epistatisch erweist. Bei der Kuherbse bewirkt Faktor Z_1 allein nur eine unscharfe, den Nabel umschließende Pigmentschleife. In beiden Fällen besteht bei Fehlen beider Faktoren beschränkte Äugung, bei Alleinvorhandensein des Faktors Z_2 Halbpigmentierung. Hingegen erscheinen die dazwischenstehenden Heterozygoten bei der Kuherbse bloß grobgeäugt, bei der Bohne über die Hälfte bis fast ganz pigmentiert.

In meinem Bohnenfalle bedeutete demgemäß die Verbindung Halbpigmentiert (Gruppe II — z_1Z_2) \times Vollpigmentiert oder Weiß (Z_1z_2) eine bifaktorielle Bastardierung, bei Spillmans Kuherbse die entsprechende Verbindung Halbpigmentiert (Gruppe C, Holstein — z_1Z_2) \times Vollpigmentiert (Z_1Z_2) eine bloß unifaktorielle Bastardierung.

II. Teil.

Bastardierung von *Phaseolus vulgaris* und *Phaseolus multiflorus*.

Die Bastardierung *Phaseolus vulgaris* \times *Phaseolus multiflorus* wurde in zwei Versuchsreihen, und zwar in verschiedener Verbindungsweise

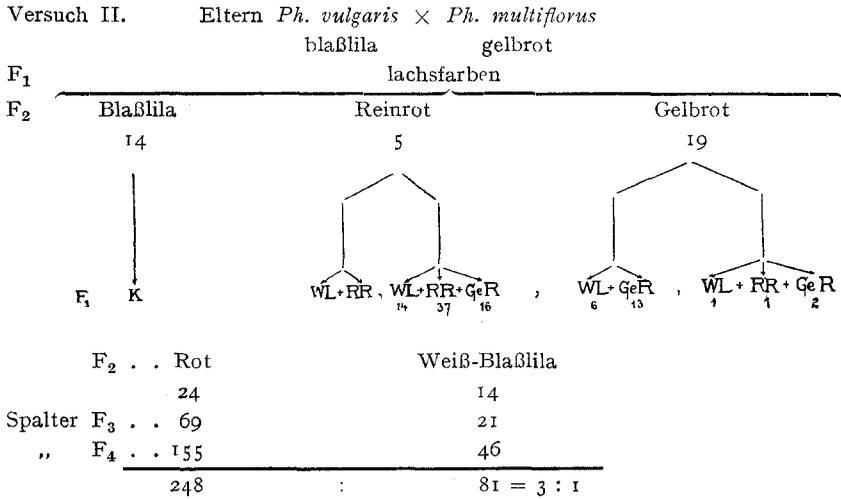
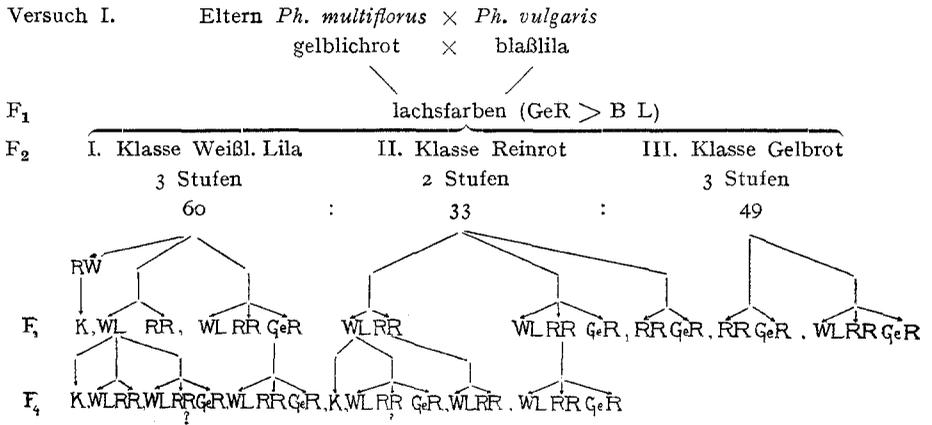
Versuch II. Eltern *Phaseolus vulgaris* niedrig \times *Ph. multiflorus* hoch

	I (mehr H)		
F ₁	-----		
F ₂	N	:	I
	35	:	2
	:		:
	:		18
F ₃	außer 1 H alle N		N I H
	12 Individ. + 3 Individ.		Indiv. 1
	N : H = 58 : 4		Indiv. 2
F ₄	konstant (5—44 Deszendenzen, in Summa 184)		Indiv. 3
			Indiv. 4
			Indiv. 5
			Sa. . .
			N : I : H
		7 : 4 : 1	
		N : I : H	
		100 : 42 : 16	

Spaltungsverhältnis der Deszendenz von H-Individuen	F ₂ . . N : I : H = 35 : 2 : 18 F ₃ 45 : 23 : 10 F ₄ 100 : 42 : 16 <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> Sa. . . . 180 : 67 : 44
---	--

Auch hier nötigt die Kompliziertheit der Spaltungsverhältnisse, ferner die anscheinende Inkonstanz der in F₂ stark in Minorität befindlichen H-Vertreter, endlich die erhebliche Zahl von N-Abkömmlingen in der H-Deszendenz dazu, eine größere Zahl von Faktoren anzunehmen. Spaltungsverhältnisse und Vererbungsweise passen nicht zu der Annahme bloß dihybrider Natur der Bastardierung, kaum zur Annahme trifaktoriellen Unterschiedes. Auch könnte der Fall durch Ungleichzahligkeit in der Gameten- und Zygotenbildung bzw. in der Zygotenentwicklung kompliziert sein.

Über die tatsächliche Vererbungsweise der Blütenfarbe orientiert folgende Übersicht:



Unter der Blaßlilagruppe, und zwar speziell in der Stufe Weiß bzw. Weiß mit lila Aderung wurden konstante Deszendenten aufgefunden — ja in Versuch II erwiesen sich alle geprüften konstant —, nicht so unter den Angehörigen der Reinrot- und der Gelbrotklasse. Angesichts des Fehlens von Rot unter der Deszendenz der Blaßlila-Klasse im Versuche II, bei dem Fremdbestäubung nach Möglichkeit ausgeschlossen wurde, der allerdings keinen sehr großen Umfang hatte, ist wohl Verunreinigung von Versuch I durch Fremdkreuzung sicher anzunehmen. Auch hier ist jedenfalls die Annahme einer Mehrzahl von Faktoren notwendig. Hierauf weist auch die Beobachtung hin, daß blaßrote Hybriddeszendenten konstant zu erhalten sind, während konstante gelbrote bisher nicht gewonnen werden konnten.

Diese Ergebnisse von Versuch I, denen zufolge auch ein Teil der gleichmäßig pigmentierten F_2 - und F_3 -Individuen noch in marmorierte und in gleichmäßig gefärbte spaltet, und zwar anscheinend im Verhältnis 3:1, ferner aus den Braunmarmorierten in gewissen Fällen noch Schwarz-marmorierte, Schwarzgleichfarbige und Violettgleichfarbige, ebenso aus den Violettgleichfarbigen noch Schwarzgleichfarbige hervorgehen sollen, müssen recht auffallend genannt werden. Die gesamten früher analysierten Bastardierungsfälle an Rassen von *Ph. vulgaris* bieten kein Analogon dazu. Hingegen entspricht die Beobachtung, daß lichter gefärbte Samenschale leichter konstant zu erhalten ist als dunklere, den früher erwähnten Erfahrungen.

Es muß jedoch bezüglich der ganzen bisher gewonnener Daten der Bastardierung *Ph. multiflorus* \times *Ph. vulgaris* zugegeben werden, daß die Wahrscheinlichkeit einer Verunreinigung durch nachträgliche ungewollte Fremdbestäubung eine sehr große ist und ihre Bedeutung doch wohl nicht so gering zu veranschlagen ist, als ich es 1904 zu tun geneigt war (a. a. O. S. 68, 84—85).

Zur Ermöglichung einer reinlichen Faktorenanalyse, wie sie für die Rassenbastardierungen an *Ph. vulgaris* durchgeführt werden konnte, bedarf es auf jeden Fall neuerlicher Versuche, bei denen ungewollte Fremdbefruchtung in noch viel höherem Maße, als ich dies bisher durchführen konnte, ausgeschlossen wird. Eine solche Versuchsreihe ist bereits begonnen, doch noch nicht abgeschlossen. Ich muß daher die Mitteilung hierüber einem späteren Zeitpunkte vorbehalten.

Schlußkapitel.

Übersicht der Ergebnisse und Schlußbetrachtungen.

Die methodische Analyse sehr zahlreicher Fälle von planmäßiger Bastardierung an Levkojen-, Erbsen- und Bohnenrassen hat zunächst gezeigt, daß die Mehrzahl dieser Fälle ohne jede Komplikation einer rationalen Erklärung zugeführt werden kann durch die Annahme selbständiger, trennbarer Merkmalursachen oder Faktoren, welche in der einen Form vorhanden sind und in der anderen fehlen oder beiden eigentümlich sind. Die Faktorenlehre hat sich sonach als eine sehr brauchbare Hypothese erwiesen.

Diesbezüglich seien zunächst folgende analytische Ergebnisse meiner Versuche kurz hervorgehoben.

Unter den Levkojenbastardierungen wurde der Unterschied von *Matthiola incana* var. *rubra* und *Matthiola glabra* var. *alba* als trifaktoriell erwiesen. Bezüglich der Farbersättigung wurde ein Förderungsfaktor nachgewiesen, die Möglichkeit zweier solcher offengelassen; betreffs Behaarung wurde für diese Rassenkombination eine Differenz bloß in einem Faktor erschlossen. — Durch sehr zahlreiche Bastardierungen von 19 verschiedenen Levkojenrassen wurden deren Faktorenformeln betreffs der Blütenfarbe ermittelt und dabei die Zusammensetzung der Grundlage für Blütenfärbung aus 3 Einzelfaktoren erwiesen, von denen ein bestimmter (A_1) allen behaarten weißen Rassen zukommt, hingegen in allen glatten weißen fehlt. Daneben wurde in *Matthiola annua* ein die Farbentwicklung hemmender Faktor nachgewiesen. Ferner wurde die Möglichkeit einer bifaktoriellen Grundlage für Behaarung behandelt.

Die Erbsenbastardierungen gestatteten die Aufstellung von Faktorenformeln für 12 Rassen; im speziellen ergaben sie eine bifaktorielle Grundlage für die rote Blütenfarbe, eine unifaktorielle für Rosa, ferner eine bifaktorielle Grundlage für den roten Makel an den Blattachsen sowie für die violette (rote) Punktierung, auch für die Pigmentierung der Samenschale — deren Entwicklung andererseits in gewissen Fällen durch einen besonderen Hemmungsfaktor beeinträchtigt sein mag. Hingegen erscheint die Grundlage der Marmorierung als unifaktoriell, jene der Samenrunzelung wieder als bifaktoriell.

Die Bastardierungsversuche an Bohnen lieferten das Material für die rationellen Formeln betreffs Zeichnung und Färbung der Samenschale bei 17 Rassen von *Phaseolus vulgaris*. Speziell wurde ein Marmorierungsfaktor festgestellt, welcher, sofern er von einer diesbezüglich kryptomeren, weißen oder gleichfarbigen Rasse beigebracht wird, nur bei Heterozygotie wirksam ist. Andererseits ergaben sich drei Färbungsfaktoren. Versuche über Vererbung der Ägung führten zu der Vorstellung, daß ein Faktor die totale, ein anderer bzw. zwei andere Zonenfaktoren die Pigmententwicklung an bestimmten Partien der Samenschale bewirken. Für das Merkmal Hoch oder Windend wurden 2 Faktoren verantwortlich gemacht. — Die Resultate der Bastardierung von *Phaseolus vulgaris* und *Phaseolus multiflorus* erscheinen noch zu ungleichmäßig und zu wenig umfangreich, um die Aufstellung rationeller Formeln zu gestatten.

Noch nicht abgeschlossen sind meine Studien über die Vererbungsweise der Quantitätsmerkmale, speziell des Samengewichtes bei Erbsen und Bohnen. Sie lassen eine plurifaktorielle — bei *Pisum* anscheinend

tetrafaktorielles — Grundlage für die Vermehrung des Samengewichtes bei *P. sativum* gegenüber den kleinkörnigen *P. arvense* vermuten.

Besonderes Gewicht wurde gelegt auf die Nachprüfung der Faktorenformeln, wie sie sich zunächst aus den Spaltungsverhältnissen, ferner aus dem Verhalten der weiteren Deszendenz, endlich aus dem Vergleich der Bastardierungsergebnisse verschiedener Rassenkombinationen gewinnen lassen, durch das Mittel der systematischen neuerlichen Bastardierung. Zu diesem Zwecke wurden die Hybriddeszenten zunächst mit ihren Stammeltern, dann untereinander, weiter mit fremden reinen Rassen, endlich mit Hybriddeszenten anderer Herkunft neuerlich bastardiert. Die so gewonnenen Resultate erhärteten die auf den oben bezeichneten Wegen erschlossenen Faktorenformeln und damit das Grundprinzip der Faktorenlehre überhaupt. Man darf diese kritische Nachprüfung der in Frage stehenden Hypothese durch das Mittel systematischer Rehybridisation durchaus nicht als überflüssig bezeichnen. Vielmehr erschien die Durchführung dieses experimentum crucis aus prinzipiell wissenschaftlichen Gründen wie aus Rücksichten auf die Gewinnung der praktischen Züchter für die Verwertung der Faktorenlehre unbedingt notwendig.

Kann doch eine noch so brauchbare Hypothese erst durch systematische Prüfung ihrer einzelnen Konsequenzen den Charakter einer exakten wissenschaftlichen Theorie gewinnen. So wurde speziell das nach der Faktorenlehre zu erwartende Vorkommen nicht-kryptomerer Bastardnachkommen tatsächlich festgestellt. Beispielsweise wurden weißblühende Levkojenindividuen erhalten, welche mit Rot bastardiert nicht mehr Violett ergaben, ferner weißblühende Erbsen, welche mit Rosa bastardiert nicht mehr einen Umschlag in Rot bewirkten oder an einer *Arvense*-Rasse ohne Blattmakel nicht mehr den Makel auslösten; in Analogie dazu wurde eine weißblühende Erbsenrasse festgestellt, welche im Gegensatz zu den anderen geprüften weißen Rassen bei Bastardierung mit punktlosem *Pisum arvense* keine Punktierung der Samenschale auslöste.

Eine systematische experimentelle Nachprüfung der Faktorenlehre ist jedoch noch aus folgendem praktischen Grunde wichtig, ja unerlässlich. Häufig ist nämlich die Entscheidung zwischen verschiedenen Möglichkeiten der Faktorenformel überhaupt nur auf diesem Wege oder wenigstens nur so mit abschließender Sicherheit nach Art eines experimentum crucis zu gewinnen.

Von den eben entwickelten Gesichtspunkten aus wurde in der vorstehenden Untersuchung die Rehybridisationsprüfung der Fak-

torenformeln für verschiedene Levkojenrassen, besonders für *Matthiola incana* var. *rubra* und *M. glabra* var. *alba*, ebenso für verschiedene Rassen von *Pisum arvense* in großem Umfange durchgeführt. Durch den positiven Ausfall dieser Experimente erfährt die Faktorenlehre unstreitig eine wesentliche Sicherung und Stütze, wie ich dies schon anderwärts¹⁾ betont habe. Auch dürfte sie dadurch bei den praktischen Züchtern, denen sie zum Teil bisher etwas zu kühn oder zu „theoretisch“ erschienen sein mag, an Vertrauen und Ansehen gewinnen. Bezüglich der Bohnenbastardierungen ist diese systematische Nachprüfung noch nicht durchgeführt bzw. vollendet; es entbehrt daher manche bei der bloßen Faktorenanalyse hier offengelassene Alternative noch der Entscheidung, die gerade von den Resultaten der Rehybridisation zu erwarten ist.

Auch hier sei hervorgehoben, daß der Begriff der Kryptomerie durch die Faktorenlehre keineswegs überholt und überflüssig gemacht ist, daß er vielmehr nur einer Erweiterung bedarf als Besitz von zwar nicht manifesten, doch reaktionsfähigen Faktoren, welche infolge geänderter Gruppierung (Zusammenwirken mit anderen Faktoren oder Trennung von solchen) sinnfällig neuerscheinende Merkmale bedingen können.

Entscheidendes Gewicht ist ferner zu legen auf den Ausbau und die Vertiefung unserer Vorstellungen über die Wirkungsweise der einzelnen Faktoren aufeinander, da die Feststellung von deren Zahl und ihre bloße mathematische Symbolisierung durchaus nicht ausreichen kann. Gerade auf diesem Gebiete hat Shull²⁾ eine sehr verdienstliche Anregung gegeben durch seine Unterscheidung verschiedener Formen der Wechselwirkung. Ich selbst habe dieses Problem schon in einer allerdings knappen Darstellung der Faktorenlehre³⁾ speziell behandelt und durch besondere termini technici gekennzeichnet. Detaillierter habe ich diese Frage für den Spezialfall der Vererbung des Blühtermins bei Erbsen⁴⁾ behandelt, und zwar durch die Unterscheidung eines Zug- und eines Treibfaktors. Im vorstehenden wurde die Rolle von Hemmungs- und Förderungsfaktoren, von Zonenfaktoren u. dgl. eingehender erörtert. Allgemein sei hier hin-

1) Examen de la théorie des facteurs par le recroisement methodique des hybrides. 4. Conférence de Genetics. Paris 1911.

2) l. c. 1908.

3) In Fruwirth: Züchtung der landw. Kulturpflanzen, 4. Bd., 1910.

4) Über die Vererbung der Blütezeit bei Erbsen. 49. Bd. der Verh. d. naturf. Ver. in Brünn 1911.

zugefügt, daß bezüglich Hemmung und Förderung, ähnlich wie dies die von meinem Bruder Armin v. Tschermak aufgestellte Lehre von der Bedingungsinnervation¹⁾ auf tierphysiologischem Gebiete tut, verschiedene Abstufungen zu unterscheiden sind. Die Förderung oder Hemmung kann eine absolute sein, so daß im ersteren Fall von einer Auslösung, im letzteren von einer Unterdrückung zu sprechen ist. Hingegen ist die „relative“ Rolle durch bloße Begünstigung oder Beeinträchtigung eines immerhin im Ablauf begriffenen Vorganges gekennzeichnet. Es bestehen zweifellos Übergänge zwischen der absoluten oder totalen und der bloß relativen oder partiellen Wirkungsweise.

Ein anscheinend wichtiges neues Gebiet der Faktorenbeziehung wird durch die Hypothese einer Assoziation oder Dissoziation²⁾ von Faktoren, des Eintretens oder Ausbleibens von Wechselwirkung, von Zusammenarbeiten oder Verschmelzen bezeichnet. So wurde in gewissen Fällen auf ein reaktionsloses Nebeneinandervorkommen, ein ausnahmsweises Getrenntbleiben zweier Faktoren geschlossen, welche sonst sich assoziieren und durch ihr Zusammenwirken ein bestimmtes sinnfälliges Merkmal bedingen. Es sind dies — neben Einzelfällen unter Levkojen (Weißerscheinen trotz angenommenen Vorhandenseins aller Komponenten des chromogenen Komplexes) — die Erbsenbastardierungen „Rosa“ \times Rosa = Rot statt Rosa, Weiß aus „Rosa“ \times Rosa = Rot, wobei das „Rosa“ als larviertes Rot betrachtet wurde, d. h. als im Besitze der beiden getrennten Faktoren ($A \downarrow B$), welche verbunden (\overline{AB}) Rot ergeben. Ein ähnlicher Fall dürfte bei gewissen scheinbar ungezeichneten, nicht marmorierten Hybrid-deszendenten bei Erbsen vorliegen, in deren Nachkommenschaft hellbraune Marmorierung — durch gelegentliche Verbindung zweier sonst getrennter Faktoren — auftritt. Analog ist das gelegentliche Auftreten von Rotblüte, Punktierung oder Marmorierung der Samenschale an Vertretern rosablühender, ungezeichneter Rassen oder an

¹⁾ Studien über tonische Innervation. Pflügers Archiv d. ges. Physiol. Bd. 119, S. 165—226, 1907 und Bd. 136, S. 692—711, 1910. Vgl. auch Folia neurobiologica Bd. 1, S. 30—37, 1907 und Bd. 3, S. 676—694, 1909, ferner Sitzungsber. der Wiener Akad. d. W. Abt. III Bd. 118, S. 1—99, 1909 und Monatsschr. f. Psychol. und Neurolog. Bd. 26, S. 312—335, S. 1909.

²⁾ Der Begriff der Assoziation oder Dissoziation ist prinzipiell klar zu unterscheiden von dem Begriffe der Faktorensynthese oder -analyse nach W. Bateson, worunter die Herstellung einer Wechselwirkung durch Zufuhr neuer Faktoren oder die Aufhebung einer Wechselwirkung durch Abgabe bestimmter Faktoren zu verstehen ist, wie sie im Anschlusse an Bastardierung bzw. bei der Gameten- und Zygotenbildung erfolgt.

ebensolchen Hybriddeszendents. Analog sind ferner solche gleichfarbige Bohnenrassen, in welchen der Marmorierungsfaktor bei Reinzucht unwirksam vorhanden bleibt, jedoch bei Bastardierung mit einer weißen, desselben Faktors entbehrenden Rasse — also in dem künstlich hervorgerufenen Falle von Heterozygotie — in Assoziation tritt mit dem Pigmentfaktor und eine sinnfällige Wirkung — nämlich örtliche Beschränkung der Pigmentbildung im Sinne von Marmorierung — entfaltet.

Fälle wie die oben erwähnten — plötzliches Auftreten von Rot, Punktirt, Marmorirt in der reinlinigen Deszendenz von Rosa, Punktlos, Nichtmarmorirt — erwecken geradezu den Eindruck von Mutation. Mutationen solcher und verwandter Art dürften sich bei weiterer Untersuchung als nicht selten herausstellen. Die bezeichnete Vorstellung gestattet nun überhaupt eine Erklärung solcher spontaner Mutationen, welche im plötzlichen Hervortreten eines dominierenden Merkmales in einer Reinzucht rezessivmerkmaliger Rasse-Individuen oder im Nachbau rezessivmerkmaliger Hybriddeszendents oder umgekehrt im plötzlichen Abspalten rezessivmerkmaliger Abkömmlinge aus bisher konstanten dominantmerkmaligen Stämmen bestehen.

Die bezeichneten Mutationen sind nach obiger Annahme auf Unterbleiben oder auf Eintreten einer Wechselwirkung nebeneinander bereits vorhandener Faktoren zurückzuführen: Mutation durch Eintritt von Faktorendissoziation oder von Faktorenssoziation ohne Änderung im Faktorenbestande an sich, ohne Zufuhr oder Abgabe solcher.

Im ersteren Falle unterbleibt die reguläre Wechselwirkung gewisser Faktoren (\overline{AB}), doch schafft ihr getrenntes Nebeneinandervorkommen ($A \downarrow B$) stets die Möglichkeit einer Wiedervereinigung und damit eines äußerlichen Rückschlages oder Atavismus (Beispiele: Produktion von rosa-, punktlos-, marmorierungslos-larvierter Individuen aus roten, punktierten, marmorierten Stämmen, grüner Erbsen aus gelbsamigen, Grannenträger bei den Getreidearten aus grannenlosen usw. — Ausnahmsindividuen, welche unter Umständen wieder rote, punktierte, marmorierte usw. Deszendents ergeben können).

Im zweiten Falle tritt Wechselwirkung (\overline{AB}) bisher getrennt nebeneinander vorkommender Faktoren ($A \downarrow B$) ein — allerdings mit der Möglichkeit einer neuerlichen Trennung (Beispiele: Produktion roter, punktierter, marmorierter Individuen aus rosablühenden ungezeichneten Stämmen — Ausnahmsindividuen, welche unter Umständen wieder

rosa, ungezeichnet ergeben können). Solche zur Faktorenassoziation veranlagte Formen sind in besonderem Sinne „kryptomer“ zu nennen. Hier bedarf es nicht der Zufuhr neuer Faktoren durch Bastardierung, um ein „Novum“ zu produzieren, sondern bloß einer Einwirkung, welche die Reaktion in Gang setzt, für welche sämtliche Komponenten bereits getrennt nebeneinander gegeben sind. Eine solche Mutation kann sich einerseits auf einzelne Teile eines Individuums beschränken (lokale oder Knospenmutation — Beispiel: lokales Auftreten von Punktierung oder Marmorierung der Samenschale an sonst ungezeichneten Individuen von *Pisum*, lokales Auftreten sattfarbiger Blüten an einem sonst schwach gefärbten oder fast farblos blühendem Stocke, z. B. von Azaleen, Akelei, Antirrhinum und umgekehrt lokaler Albinismus). Andererseits kann eine solche Veränderung gewiß nicht bloß an einzelnen Individuen eintreten, sondern unter Umständen den Anschein eines plötzlichen allgemeinen Rassenumschlages bewirken. Die Anlässe zu solchen assoziativen oder dissoziativen Mutationen sind allerdings bisher unbekannt. In gewissen Fällen mag eine Bastardierung durch gewisse Nebenwirkungen, speziell durch Herbeiführung des Zustandes der Heterozygotie — nicht durch Zufuhr weiterer Faktoren an sich — den Anstoß abgeben. In anderen Fällen dürften speziell äußere, unter anderen klimatische Einflüsse, so auch Frost — welche, wie heute sicher feststeht (Mc. Dougall, L. Tower), Mutationen auslösen können — in der Weise wirken, daß sie unter bereits vorhandenen Faktoren das eine Mal die Wechselwirkung beeinträchtigen und aufheben, das andere Mal fördern und herstellen. Besonders der gelegentliche Rückschlag von im allgemeinen rezessivmerkmaligen Kulturformen in dominantmerkmalige Wildformen — eventuell sogar lokal an einer und derselben Pflanze — könnte so erklärt werden. Ebenso findet eine Erklärung das bald völlige, bald nur teilweise Konstantbleiben solcher Mutationsprodukte, ferner das Verhalten gewisser Mittelrassen ($50\% A \downarrow B$, $50\% \widehat{AB}$), ebenso gewisse Fälle von äußerlicher Spaltung (Pleiotypie) in der ersten Hybridgeneration (F_1). Auch die Produktion gewisser Fälle von Albinismus könnte auf Dissoziation von Faktoren, die bisher einen chromogenen Komplex bildeten, bezogen werden.

Die sprunghafte Entstehung neuer Formen, welche bei Bastardierung mit der Stammform ein Mendelsches Verhalten ergeben, erscheint durch diese Hypothese einer Mutation durch Dissoziation oder Assoziation von Faktoren nunmehr der Erklärung näher gerückt. Man darf diese meines Wissens hier zum ersten Male ausgesprochene Idee wohl als erheblich fruchtbar bezeichnen. Sie rechtfertigt jedenfalls

die oben betonte Forderung eines detaillierten Studiums der Wechselwirkung der Faktoren überhaupt.

Ein weiteres Problem, dessen Durcharbeitung von Bedeutung erscheint, wird durch die Frage bezeichnet, ob die durch Zusammentreffen mehrerer Faktoren bewirkten Blütenfarben auf eine wahre Verbindung, d. h. auf Produktion einer mikroskopisch homogenen Färbung¹⁾ in der Blütenblättern zu beziehen sind oder auf eine optische Mischwirkung örtlich getrennter Pigmente bzw. Färbungseinrichtungen²⁾ überhaupt. Prinzipiell können ja die durch Faktorenkombination infolge Bastardierung erzeugten Farben ebenso durch getrennte Einrichtungen bewirkt sein, welche nur für das beobachtende Auge — sei es im Sinne physikalischer Addition oder physikalischer Subtraktion — zusammenwirken, als sie auf einer homogenen Grundlage beruhen können. Im Falle einer rein optischen Mischwirkung wäre das Farbmerkmal durch mikroskopische Untersuchung in Einzelmerkmale zerlegbar. Das Zusammenwirken gewisser Faktoren würde dann nur den Anschein einer Verbindung erwecken. In Wirklichkeit blieben diesfalls die betreffenden Faktoren, welche an der Blütenfärbung im Sinne von Änderung des Farbentons oder der Sättigung (Förderungs- oder Hemmungsfaktoren) beteiligt sind, ohne Wechselwirkung — etwa wie die Faktoren bzw. Faktorenpaare, welche bei *Pisum* Blütenfärbung und Blattachselfärbung bewirken; sie würden nur nebeneinander selbständige Einrichtungen bewirken, die für das unbewaffnete Auge einen gemeinsamen, scheinbar einheitlichen Effekt hätten. So könnte in gewissen Fällen Violett aus Rot \times Weiß durch Addition einer selbständigen optischen Einrichtung zu dem an sich unverändert bleibenden Rot bewirkt sein. Mit Andeutung einer solchen Eventualität sei allerdings nicht deren Zutreffen gerade für den Levkojenbastardierungsfall Rot \times Weiß = Violett behauptet. Zu einer solchen hier nur prinzipiell angeregten mikroskopischen Analyse der Blütenfarben an Hybriden und deren Stammeltern müssen die interessanten Ergebnisse auffordern, zu welchen die Studien von F. und S. Exner³⁾ über die physikalischen Grundlagen der Blütenfärbungen überhaupt geführt haben. Gewiß sind von der

1) Sei es durch einen einzigen Farbstoff oder durch wechselseitige Mischung oder Lösung verschiedener Farbstoffe — in saurer oder alkalischer Lösung — in derselben Zelle!

2) Diese allgemeine Fassung ist notwendig, da schon besondere Reflexions- oder Refraktionseinrichtungen den optischen Eindruck eines Pigmentes ganz erheblich zu verändern vermögen.

3) S.B. der Wiener Akad. d. Wiss., Bd. 119 Abt. I, S. 191—245, 1910.

meinerseits beabsichtigten Bearbeitung dieses Problems nicht unwichtige Aufschlüsse auch über Spezialfragen der Faktorenlehre zu erwarten.

Dem eben gekennzeichneten Bedürfnis nach einer weiteren Klärung des gegenseitigen Verhältnisses der einzelnen Faktoren haben auch W. Bateson und Punnett in gewisser Hinsicht entsprochen durch Ausbildung der Lehre von der absoluten oder totalen und der relativen oder partiellen Verkoppelung gewisser Faktoren.

Eine Einengung der Selbständigkeit der Faktoren durch absolute oder totale Verkoppelung hat sich in der vorliegenden Untersuchung beispielsweise für folgende Fälle ergeben. So erwiesen sich bei Levkojenrassen absolut verkoppelt das Paar der Behaarung bedingenden Faktoren (T_1T_2) und der isoliert allerdings wirkungslose Grundfaktor für Blütenfärbung (A_1), während umgekehrt Blütenfärbung möglich ist ohne merkliche Behaarung — allerdings wohl nicht ohne Vorkommen eines an sich wirkungslosen Teilfaktors für Behaarung (T_1). Absolut verkoppelt erweisen sich ferner bei Erbsenrassen der Grundfaktor für Blütenfärbung (A) und ein isoliert ohne Effekt bleibender Teilfaktor für die Ausbildung des roten Makels in den Blattachseln (c), ferner ein an sich wirkungsloser Teilfaktor für Punktierung der Samenschale (E) und ein an sich schwach wirksamer Faktor für Pigmentierung der Samenschale (G). Durch eine solche Verkoppelung gewinnt ein Fall von prinzipiell trifaktorieller Differenz den Anschein einer bloß dihybriden Bastardierung.

Eine relative oder partielle Verkoppelung wurde angenommen, um die Erscheinung zu erklären, daß der Prozentsatz gefülltblütiger Individuen an gewissen Levkojenrassen, sowie an den einzelnen Generationen der daraus gewonnenen Hybriden ein konstanter ist. In Übereinstimmung mit E. R. Saunders komme ich zu dem Schlusse, daß in diesen Fällen alle einfachblütige Individuen produzierenden Zygoten zweifach heterozygotischen Charakter ($ABab$) tragen müssen. Zur detaillierten Erklärung wurde einerseits die Theorie von Bateson-Saunders herangezogen, daß infolge partieller Verkoppelung die einzelnen Faktorenkombinationen oder Gametenarten gesetzmäßigerweise — anstatt nach dem Mendelschen Typus der Gleichzahligkeit — in verschiedener Häufigkeit, also in ungleicher Zahl gebildet werden und sich daraus besondere atypische Zygotenverhältnisse ergeben. Andererseits wurde eine zweite Möglichkeit zur Diskussion gestellt. Es könnte nämlich die ursprüngliche Bildung der Gameten wie der Zygoten zwar in den typischen Mendelschen Zahlen erfolgen, jedoch könnten die verschiedenen Zygotenarten eine verschiedene Lebensfähigkeit und Resistenz besitzen, so daß ein elektives Unentwickeltbleiben und Ab-

sterben gewisser Zygoten resultiert, wobei sich die zur Produktion gefülltblütiger Individuen veranlagten Zygoten als widerstandsfähiger erweisen würden als die zur vollständigen Differenzierung des Geschlechtsapparates, d. h. zur Einfachblütigkeit veranlagten Zygoten. Diese allerdings noch unbewiesene Möglichkeit eines elektiven Unentwickeltbleibens und Absterbens gewisser Zygoten habe ich auch zur Erklärung atypischer Spaltungsverhältnisse in gewissen Bastardierungsfällen bei *Phaseolus vulgaris*-Rassen herangezogen.

Partielle Verkoppelung habe ich schon in früheren Versuchen nachgewiesen für die Blaufärbung der Samen bei Levkojen einerseits, für Behaarung und Pigmentblütigkeit andererseits; und zwar begünstigt Blaufärbung Behaarung und Farbblütigkeit gegenüber Glätte und Weißblütigkeit, speziell unter den Pigmentblütigen die Violetten gegenüber den Roten. Die F_2 -Relation, in welcher bei Bastardierung von Farbig glatt \times Weiß glatt Behaarte auftreten, mag — wenigstens in gewissen Fällen — durch eine partielle Verkoppelung zwischen der Hauptkomponente des chromogenen Komplexes (A_1) und dem einen Behaarungsfaktor (T_1) atypisch gestaltet sein.

Es sei nicht versäumt, hervorzuheben, daß die Statuierung einer partiellen Verkoppelung völlig dem Begriff der echten Korrelation¹⁾ entspricht, die in bestimmten Fällen gebrochen oder umgangen (Johannsen) werden kann. Die Faktorenlehre hat also nicht etwa zur Auflösung des Korrelationsbegriffes geführt, wohl aber zu dessen Vertiefung und detaillierter Analyse.

Der Nachweis eines durchgängigen typisch verschiedenen Faktorengehaltes für zahlreiche weißblühende Rassen von Levkojen, Erbsen und Bohnen — unter denen die behaarten Levkojenrassen durchweg den Hauptfaktor des chromogenen Komplexes (A_1) aufweisen, die glatten dieses Faktors ausnahmslos entbehren, — legt die Frage nahe, auf welchem Wege diese verschiedenen pigmentlosen Elementarformen entstanden sein dürften. Bei Hervorgehen aus Bastardierung, ebenso bei Vorkommen spontaner Bastar-

1) Diesbezüglich sei auf meine Darstellung in Fruwirth Bd. IV, Züchtung der landw. Kulturpflanzen verwiesen. Unter den Biometrikern hat sich besonders U. Jule um die Feststellung des Korrelationsbegriffes bemüht. Vgl. seine Veröffentlichungen: On the theory of correlation. Journ. of the Royal Statistical Soc. 1897; An Introduction to the theory of statistics. London Griffin 1911; On the interpretation of correlations between indices or ratios. Journ. Roy. Stat. Soc. 1910 Vol. 73, p. 644—647. Vgl. auch R. Pearl Biometric ideas and methods in biology. Scientia Vol. X 1911.

dierung in nur irgend erheblichem Betrage wäre eine deutliche Inhomogenität jeder einzelnen weißen Elementarform zu erwarten. Konnte doch beispielsweise eine solche nachgewiesen werden unter den Descendenten, welche aus der Hybridisation *Matthiola incana* var. *rubra* × *M. glabra* var. *alba* hervorgegangen waren. Hingegen konnten in meinen Versuchen an käuflichen „reinen“ Ausgangsrassen, wie sie die Gartenkultur seit alters her aufweist, nur zwei Fälle von Inhomogenität, und zwar in Form von bloß zwei in einem Faktor bzw. zwei Faktoren differierenden Elementartypen konstatiert werden. Der erste betraf die weißschalige Bohnenrasse Chevrier (Kap. IV, Abschnitt 2), der zweite die Weiße Wachs (Kap. IV, Abschnitt 2 u. 3). Doch ist hier die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, daß eine Zumischung je eines erst in meinen eigenen Bastardierungsversuchen entstandenen Spaltungsproduktes (Chevrier II bzw. Weiße Wachs II) zu der typischen reinen Elementarform (Chevrier I, weiße Wachs I) vorliegt. — Will man nicht zu der Hilfsannahme greifen, daß wiederholte Auslese¹⁾ nach einzelnen Individuen, also fortgesetzte Individualzüchtung — geübt unter den Produkten einer komplizierten Aufspaltung nach Bastardierung —, zur Gewinnung der einzelnen in sich homogenen Elementarformen geführt hätte, so muß die Möglichkeit eines Hervorgehens aus Bastardierung als wenig wahrscheinlich bezeichnet werden. — Weit plausibler erscheint es, die erstaunliche Homogenität der einzelnen käuflichen weißblühenden Rassen auf isolierte Entstehung durch Depigmentierungs-Mutation — eventuell durch Ausfall einzelner Komponenten des chromogenen Faktorenkomplexes (vgl. die Konstitution der weißen Levkojenrassen) — zu beziehen. Daneben ist ein Ausgeschlossenbleiben oder wenigstens ein völliges Zurücktreten der spontanen Bastardierung gegenüber der reinlinigen Fortpflanzung, speziell durch Selbstbefruchtung, zu erschließen.

¹⁾ Die Chance, auf heterozygotische Individuen mit nichthomogener Nachkommenschaft zu treffen, ist übrigens bei plurifaktorieller Verschiedenheit größer als die Chance des zufälligen Herausgreifens von homozygotischen Individuen.