

# DIE FARBENFAKTOREN DER SAMENSCHALE VON PHASEOLUS VULGARIS L. UND P. MULTIFLORUS WILLD.

VON

DR. M. J. SIRKS.

Schon mehrere Untersucher haben sich mit einer mehrweniger tiefgehenden Analyse beschäftigt der vielen Erbfaktoren, welche an dem Zustandekommen verschiedener Farben und Zeichnungen der Samenschale der beiden Bohnenarten *Phaseolus vulgaris* L. und *Ph. multiflorus* Willd. beteiligt sind. Diese Untersuchungen fallen, je nach dem Wege auf welchem sie vorgegangen sind, in zwei Gruppen auseinander.

Erstens kann man durch künstliche Bastardierungen zweier zu verschiedenen Rassen oder gerade zu den beiden verschiedenen Arten gehörigen Individuen und nachherfolgende Analyse der  $F_2$ - und weiterer Nachkommenschaften, sich die genotypischen Konstitutionen der beiden Eltern, oder besser die genotypischen Unterschiede welche zwischen den beiden Eltern bestehen, herausholen; in dieser Weise sind MENDEL (1865), TSCHERMAK (1901, 1902, 1904, 1912), EMERSON (1902, 1904, 1909 a und b), SHULL (1908), SHAW und NORTON (1918), TJEJBBES und KOOIMAN (1919, 1921) und KOOIMAN (1920) zu der Entdeckung einiger genotypischen Verhältnisse gekommen. Aber die technische Darstellung von Bohnenhybriden ist, wie schon TSCHERMAK (1901 S. 706) bemerkte, nicht ganz leicht; nur eine relativ kleine Prozentzahl aus einer ganzen Reihe künstlicher Bastardierungen wird meistens gelingen.

Deshalb sind uns auch die von anderer Seite gebotenen Resultate willkommen: die Produkte spontaner Hybridization, welche vielfach in kultivierten Bohnenrassen aufgefunden werden können, bilden ein vorzügliches Material zum Studium der Farbfaktoren. Zwar ist in diesen Fällen nur eins der Eltern, die Mutterpflanze, genau bekannt, aber vielenfalls ist die Vatterrasse auch mit einiger Wahrscheinlichkeit nachweisbar, und in anderen

ist es ganz gleichgültig, ob man die Väterrassen mit Bestimmtheit nachweisen kann oder nicht. Denn in allen Bastardierungen, welche mit einer weiss-samigen Rasse als einem der Eltern hergestellt worden sind, ist im Grunde genommen die genotypische Konstitution dieses Elters ganz unsicher, weil doch in ein und derselben weiss-samigen Bohnenrasse genotypisch sehr auseinandergelungene Individuen sich vorfinden können. Der Weg, welchen man als ausgezeichnetes Hilfsmittel im Studium der Farbenfaktoren begehen kann, ist also derjenige der Analyse spontaner Bohnenbastardierungen, und dieser Weg ist auch betreten worden von KAJANUS (1914), LUNDBERG und AAKERMAN (1917), TJEJBBES und KOOIMAN (1919), SIRKS (1920). Eine solche Analyse ist nur dann vollständig, wenn sämtliche Samen der aus spontaner Bastardierung hervorgegangenen  $F_1$ -Pflanze zur Verfügung stehen und also die ganze  $F_2$ - und weitere Generationen gezüchtet werden können; von den genannten Autoren haben nur LUNDBERG und AAKERMAN und ich in dieser Weise gearbeitet, während sowohl KAJANUS wie TJEJBBES und KOOIMAN ihr Material aus einem einzigen Samen mit von der Rasse abweichender Samenfarbe ableiteten. Dieser Samen war selbstverständlich auf einer  $F_1$ -Pflanze gebildet, der darin enthaltene Embryo also ein  $F_2$ -Individuum. Darin braucht zwar kein prinzipieller Untersuchungsfehler zu liegen, umso mehr die kleine Zahl der  $F_2$ -Individuen nur in ganz einfachen Fällen eine erschöpfende Analyse ermöglicht, aber trotzdem kann aus dieser letzten Arbeitsweise eine nicht zu unterschätzende Schwierigkeit erfolgen. Erstens kann eine solche  $F_3$ -Nachkommenschaft ganz einheitlich sein, und dann ist dieselbe für ein Studium der Vererbungstatsachen beider Elternrassen bedeutungslos, und ausserdem wird meistens ein  $F_2$ -Individuum nicht die ganze Menge Erbfaktoren zur Verfügung haben, welche in einer  $F_1$ -Pflanze, also in einer  $F_2$ -Generation vorhanden sein können. Ja es kann sogar der Fall auftreten, dass der untersuchte Teil der  $F_3$ -Generation gar keinen Faktor der bekannten Mutterrasse mehr besitzt, und deshalb die Analyse dieses Teils irreführend ist. Jedenfalls wird es erwünscht sein, wenn es nur einigermaßen verwirklicht werden kann, die ganze  $F_2$ -Generation zu züchten und von sämtlichen  $F_2$ -Individuen die weiteren Nachkommen zu erhalten, damit das Untersuchungsmaterial so vollständig wie möglich sei.

Im Folgenden wird versucht werden, die Farbenfaktoren, welche in der Samenschale von *Phaseolus vulgaris* und *Ph. multiflorus* ihre Wirkung zur Äusserung bringen, mit Hilfe der vorliegenden Litteratur sowie neuer Ergebnisse festzustellen.

Die bisherige Litteratur wird geordnet werden nach den darin nachgewiesenen Faktoren oder Faktorenpaaren; die neueren Ergebnisse eigener Untersuchungen nach den künstlichen oder spontanen Bastardierungen, welche zu diesen Ergebnissen geführt haben.

## BISHERIGE LITTERATUR.

### a. PHASEOLUS VULGARIS.

Schon in seiner klassischen Arbeit (1865) hat MENDEL eine kleine Mitteilung eingeschaltet über die Ergebnisse einer Bastardierung von *Ph. vulgaris* (*Ph. nanus* L.) als Mutter und *Ph. multiflorus* Willd. als Vater. Die erstgenannte Art hatte weisse Samen, die Vaterpflanze Samen, welche auf pflirsichrotem Grunde schwarz gefleckt und geflammt waren. Die Samen der Bastardpflanze waren denjenigen der *Ph. multiflorus* ähnlich; in der  $F_2$ -Generation trat neben 30 gefärbtsamigen, 1 weissamige Pflanze auf und dieses Verhältnis (30 farbige : 1 weisse) genügte dem genialen MENDEL das Prinzip der Polymerie hieraus zu erkennen; „wenn man voraussetzen dürfte, dass die Blumen- und Samenfarbe des *Ph. multiflorus* aus zwei oder mehreren ganz selbständigen Farben zusammengesetzt sei, die sich einzeln ebenso verhalten, wie jedes andere constante Merkmal an der Pflanze“. Zu weiteren Schlussfolgerungen genügte aber das ziemlich spärliche Material MENDELS nicht.

In den ersten Jahren nach dem Wendepunkt des Mendelismus war es vor allen TSCHERMAK, der in einer Reihe von Arbeiten Zahlenverhältnisse aus seinen Bohnenbastardierungen zu erhalten versuchte. Seine erste Arbeit (1901) über Bohnen bezog sich nur auf die  $F_1$ -Generationen und die daraus zu schliessende „Wertigkeit“ der Merkmale, in welchen beide Elternrassen verschieden waren; die Weiterzucht der zweiten Generation wurde in 1902 verarbeitet und dabei die ersten Spaltungsverhältnisse beobachtet. Zusammenfassend hat TSCHERMAK darüber in 1904 and 1912 berichtet; bezüglich des Merkmalpaares der Samenschale „pigmentiert-weiss“ bestätigten seine Ergebnisse an einem grossen Material — und zwar sowohl für die einzelnen Mischlingsgenerationen wie für deren Zusammenfassung — das Mendelsche Spaltungsverhältnis 3 : 1. Denn er fand in einigen  $F_2$ -Generationen nach pigmentiert-weiss Bastardierungen 488 pigmentierte: 161 weisse, in den p.-w.-spaltenden  $F_3$ -Familien 596 p. : 177 w., und in den p.-w.-spaltenden  $F_4$ -Familien 226

p.-78 w., insgesamt also 1310 pigmentierte: 416 weisse, oder 3.15 : 1. TSCHERMAK nennt 1912 diesen „chromogenen Grundfaktor“, ohne welchen eine jede Samenschale ungeachtet der An- oder Abwesenheit anderer Farbfaktoren, weiss = unpigmentiert ist. A. Und EMERSON hat in seinen Arbeiten (1902, 1904, 1909 a und b), welche damals eine ausgezeichnete Parallele zu den Untersuchungen TSCHERMAKS bildeten, ähnliche Ergebnisse erhalten. Pigmentiert-weiss-Bastardierung in *Phaseolus vulgaris* ergab in seinen Zuchten in  $F_1$  immer pigmentiert; in  $F_2$  280 mit und 111 ohne Pigment, in spaltenden  $F_3$ -Familien 191 pigmentierte: 70 weisse Individuen. Also ungefähr ein 3 : 1-Verhältnis, auf Grund dessen EMERSON auch schliesst zu einem Faktorenpaar P—p, wobei die Anwesenheit von P pigmentierte, ihre Abwesenheit p pigmentlose Samenschale hervorruft. Dieser Faktor wurde auch von SHULL, SHAW und NORTON und mir als P gedeutet; von TJEBBES und KOOIMAN (1919) als F und von KOOIMAN (1920) als A. Bezüglich ihrer Abwesenheit sind die Autoren einer Meinung; ob aber ihre Anwesenheit an sich ohne weitere Farbfaktoren schon eine Wirkung ausübt is noch nicht ganz sichergestellt. TSCHERMAK (1912) nennt seinen chromogenen Grundfaktor A verantwortlich für das Zustandekommen einer lichtbraunen Färbung (wie seine lichtbraune Rasse „Non plus ultra“ mit der Formel A b c m) während EMERSON (1909 S. 100) der entgegengesetzten Meinung ist: Kreuzung zweier pigmentierten Bohnen, sagt er, welche keine Farbe gemeinsam haben, soll eine gewisse Prozentzahl weissamiger  $F_2$ -Individuen hervorbringen, weil in diesen Fällen die weisse Farbe der Abwesenheit sämtlicher das Pigment modifizierenden Faktoren zugeschrieben werden darf statt der Abwesenheit des Pigmentfaktors selber. Kreuzung einer derartig produzierten weissen Bohne mit einer ohne Pigmentfaktor aber mit modifizierenden Faktoren, soll dann eine gefärbte  $F_1$ -Generation ergeben. Und tatsächlich haben SHAW und NORTON (1918 S. 65) aus der Bastardierung zweier Weissen (Davis Wax  $\times$  Michigan White Wax) eine gefärbte Nachkommenschaft erhalten. Leider haben sie m.W. keine weiteren Mitteilungen über die daraus gezüchteten Nachkommenschaften veröffentlicht. Die Existenz zweier Typen von weissamigen Rassen hat als notwendige Folge, dass nicht eine jede  $F_2$  nach Bastardierung weiss  $\times$  gefärbt in 3 : 1 spalten wird: wenn das weisse (p) Elter nicht alle weiteren Farbfaktoren mit dem gefärbten gemein hat, so kann die Spaltung in  $F_2$  variieren von 2.4 : 1 bis 3 : 1, je nachdem wenige oder mehrere Faktoren in beiden Eltern vorhanden sind (P a B  $\times$  p A b z.B. wird in  $F_2$  spalten nach

45 gefärbt: 19 weiss). Weisse Bohnen, welchen Pigment sowie Farbe-ändernde Faktoren fehlen, geben nach Kreuzung mit gefärbten, Spaltungen zwischen 1.3 gefärbt: 1 weiss und 3 g : 1 w (z. B.  $PA \times pa$  gibt in  $F_2$  9 pigmentiert: 7 weiss), und schliesslich fällt die Spaltung nach Bastardierung einer weissen, welche wohl den Pigmentfaktor, aber keine anderen Faktoren besitzt, mit einer gefärbten Bohne Spaltungen, welche zwischen  $\infty$  : 1 und 3 : 1 liegen, und wo die Spaltungszahl der Zahl der Farbefaktoren gemäss sich nach dem Polymeric-schema 3 : 1, 15 : 1, 63 : 1 usw. steigert.

2. Als zweites Merkmal, welches schon von TSCHERMAK und später von anderen Untersuchern studiert wurde, darf die Marmorierung genannt werden. Dabei trat bald ein prinzipieller Gegensatz hervor, welche zwei Typen von Marmorierung von einander trennt. In Bastardierungen zwischen Bohnen, welche marmorierte Samen als Rassenmerkmal zeigen und einfarbigen, tritt die Marmorierung als völlig dominant auf, mit einer Spaltung in der  $F_2$ -Generation von 3 : 1 (TSCHERMAK 58 : 20, EMERSON 331 : 124, TJEBSSES und KOOIMAN 69 : 22, 130 : 51 u. A.). Aber neben dieser dominanten und als konstantes Rassenmerkmal verwirklichten Marmorierung begegnete TSCHERMAK schon in seinen ersten Bastardierungen ein anderes Vererbungsverhältnis der Scheckzeichnung: falls die Marmorierung in den  $F_1$ -Individuen aus Kreuzungen pigmentiert  $\times$  weiss als Kreuzungsnovum aufgetreten war, verhielt sich die Spaltung in den weiteren Generationen nach 1 : 1, u.zw. fand er in den  $F_2$ -Generationen 284 marmoriert: 263 gleichfarbig, in  $F_3$ -Familien 218 m : 234 g und in  $F_4$ -Familien 91 m : 93 g, oder zusammen 593 marmoriert: 590 gleichfarbig. In den weiteren Zuchten zeigte sich jetzt keine einzige marmoriertsamige Pflanze als konstant; sämtliche aus marmorierten  $F_2$ -Individuen gezüchteten Familien spalteten nach 1 marmoriert: 1 gleichfarbig. Traten daneben noch weisse Deszendenten auf, dann war das beobachtete Verhältnis 6 marm. : 6 gleichf. : 4 weiss. Ausserdem wurde diese inkonstante Marmorierung erhalten nach Kreuzung zweier gleichfarbigen Individuen, wie (TSCHERMAK 1904 S. 34 d. S.-A.) der gleichmässig schwarzen Rasse „Schwarzer Neger“ mit der licht gelbbraunen „Hundert für Eine“. Auch SHAW und NORTON (1918 S. 71) haben in ihren Kreuzungen zwischen „Blue Pod Butter“ mit gelbbrauner Samenfarbe und mehreren gleichfarbigen Rassen immer marmorierte Nachkommen erhalten, welche in  $F_2$  nach 1 : 1 spalteten (z. B. 237 m : 239 g.).

Demgegenüber fand KOOIMAN (1920 S. 36 ff.) dass nicht alle

$F_3$ -Familien aus marmorierterartigen  $F_2$ -Pflanzen diese selbe 1 : 1-Spaltung zeigen. Während die  $F_2$ -Generation in 75 marmoriert: 71 gleichfarbig spaltete, gab es unter den  $F_3$ -Familien eine beträchtliche Zahl, welche nach 2 : 1 (46 : 26, 133 : 70) spaltete, also Marmorierter mit  $66\frac{2}{3}$  % des Ganzen; in anderen  $F_3$ -Familien war das Prozent Marmorierter 53.3 %, und in noch anderen 50 %.

Die Interpretierung dieser Ergebnisse hat schon manche Wandlung durchgemacht. Im Anfang wurden beide Typen von Marmorierung: konstante und immerspaltende von TSCHERMAK scharf getrennt gehalten; der erstgenannte Typus wurde von einem sofort sichtbaren Mendelfaktor verursacht; der zweite war eine fortwährend spaltende Eigenschaft, hervorgerufen aus einem Zustand der Latenz, in welchem sie sich in der gleichfarbigen Rasse befand. SHULL hat dann (1908) den Marmorierungsfaktor als in der weissen Rasse latent angenommen; und dieser Faktor M kann sich nur in heterozyotischem Zustande äussern; M M und m m-Individuen würden gleichfarbig, M m-Bohnen marmoriert sein. Die konstante Marmorierung würde dann auch von einem speziellen Faktor hervorgerufen werden. EMERSON hatte sich anfänglich dieser Hypothese SHULLS angeschlossen; er gibt aber später (1909 b.) einer andern, welche ihm von SPILLMAN vorgeschlagen worden war, den Vorzug. SPILLMAN meint, dass die konstant-marmorierten Rassen zwei absolut gekoppelte Faktoren besitzen, welche in den Keimzellen immer zusammenbleiben; dan konnte es drei Formen von unmarmorierten Bohnen geben; eine, welcher der eine Faktor fehlt, eine zweite ohne den andern der beiden Faktoren und als dritte Form eine Pflanze, welche beide Faktoren vermisst. Sagen wir mit EMERSON, diese Faktoren sind Y und Z, dann gibt es 4 Typen gefärbter und 4 Typen weisser Bohnen u.zw.

1. P YZ = marmoriert.
2. P Yz = gleichfarbig mit einem Marmorierungsfaktor in Latenz.
3. P yZ = gleichfarbig mit anderm Marmorierungsfaktor latent.
4. P yz = gleichfarbig, ohne latente Faktoren.
5. p YZ = weiss, mit beiden Marmorierungsfaktoren latent.
6. p Yz = weiss, mit einem Marmorierungsfaktor latent.
7. p yZ = weiss, mit anderm Marmorierungsfaktor latent.
8. p yz = weiss, ohne latente Faktoren.

Auf Grund dieser Hypothese SPILLMAN's werden also die beiden Marmorierungstypen zusammengefügt: der eine sei fortwährend im Besitze der beiden festverkoppelten Faktoren

X und Y, deren Zusammenwirkung die Marmorierung hervorruft und lässt diese beiden Faktoren in Bastardierungen als einen einzigen dominanten auftreten; der andere, inkonstante Marmorierungstypus kommt zustande nach einer Kreuzung zweier einfarbigen Rassen (oder einer einfarbigen mit einer weissen Rasse), deren jede einen oder den andern der Faktoren X und Y besitzen. EMERSON betont nicht besonders die diesenfalls hervortretende absolute Abstossung dieser beiden Faktoren, welche Annahme aber notwendig ist, wenn man die Zahlenverhältnisse der  $F_2$  (1 : 2 : 1) erklären will. Übrigens liegt, mit Hinsicht auf die in der Litteratur bekannten Fälle der Kopplung und der Abstossung, darin nichts Befremdendes.

Dieser an sich ganz plausibelen Hypothese gegenüber hat KOOIMAN (1920) nun die Einwendung gemacht, dass sie nicht die von ihm in einigen  $F_3$ -Familien erhaltenen Zahlen (von den gefärbten waren bisweilen 66.6 % Marmorierksamige und 53.3% Marmorierksamige) erklären kann. Das erstgenannte Zahlenverhältnis trat hervor in Familien, welche ziemlich viele weiss-samige Pflanzen lieferten; das Verhältnis war dann ungefähr 1 Gleichfarbige : 2 Marmorierksamige : 1 Weisse. Die Familien mit 53.3 % Marmorierksamen spalteten dann nach 8 Marmorierke: 7 Gleichfarbige: 1 Weisse. Auf Grund dieser Ergebnisse erachtet KOOIMAN die Hypothese als angebracht, dass die Marmorierung von einem chromogenen Faktor in heterozygotischer Lage hervorgerufen wird. Er meint A sei der Grundfaktor des Pigments, welcher an sich die Samenschale farblos lässt, sowie dies auch immer der Fall ist wenn A fehlt, ungeachtet der Anwesenheit anderer Faktoren. Ein chromogener Faktor B, verursacht in Zusammenwirkung mit A Färbung der ganzen Samenschale, den schmalen Nabelring ausgenommen. A und B zusammen färben die Samenschale licht zitronengelb. Dieser chromogene Faktor B nun würde nach KOOIMAN in heterozygotischem Zustande immer Marmorierung hervorrufen.  $F_2$ -Generationen einer Hybride A A B b fallen dann in drei Gruppen 1 A A B B : 2 A A B b : 1 A A b b auseinander, also: 1 gleichfarbig: 2 marmoriert: 1 weiss, also  $66\frac{2}{3}$  % der gefärbten wären marmoriert. Die Spaltungen einer A A B b C c-Hybride, worin C zusammen mit A die ganze Samenschale färbt, also mit Einschluss des Nabelringes, ergeben dann: 1 A A B B C C : 2 A A B B C c : 1 A A B B c c : 2 A A B b C C : 4 A A B b C c : 2 A A B b c c : 1 A A b b C C : 1 A A b b C c : 1 A A b b c c; von diesen 16 Kombinationen sind 8 marmoriert (alle mit B b) 7 gleichfarbig und 1 (die letzte) weiss; also ein Verhältnis marmoriert: gleichfarbig 8 : 7, oder 53.3 % marmoriert. Auf

Grund dieser Ergebnisse glaubt KOOIMAN auch den Faktor für konstante Marmorierung als ganz selbständig betrachten zu dürfen, den er M nennt. Dieser Faktor wäre dominant über Gleichfarbigkeit mit einer  $F_2$ -Spaltung nach 3 : 1.

Neben Marmorierung kommt dann noch in einigen Rassen eine anscheinend ganz andere Farbenverteilung vor: eine Streifung, welche die Farbe meistens in langen Streifen, von dem Nabel als Zentrum beherrscht, hervortreten lässt. Auch der für diese spezielle Zeichnung verantwortlich zu stellende Faktor ist ein dominanter, meistens als S gedeuteter mit monohybrider Spaltung auftretender Verteilungsfaktor. Der Faktor S sei nach TSCHERMAK hypostatisch zum Marmorierungsfaktor M.

Schliesslich seien neben diesem Verteilungsfaktor noch die Faktoren, welche Ägung hervorrufen, genannt. Diese eigentümliche Farbenverbreitung wurde besonders von EMERSON studiert: aus seinen Spaltungsbeobachtungen leitete er erstens die Existenz eines Faktorenpaares T—t her; T verursacht Ausbreitung der Farbe auf die ganze Samenschale (Totality); in t-Individuen ist diese Farbe zu einem ziemlich kleinen scharf umgrenzten Gebiete um den Nabel herum, als Pigmentauge, beschränkt. Bei Dominanz der Ganzfärbigkeit in  $F_1$  ergaben die  $F_2$  und die spaltenden  $F_3$ -Familien eine monohybride 3 : 1-Spaltung. Bezüglich dieses T-Faktors bemerkt EMERSON, dass derselbe latent in weissamigen Bohnenrassen vorhanden sein kann. Demzufolge gibt es, mit Rücksicht auf die Faktoren P und T vier Genotypen: P T = ganzgefärbt, P t = geügtegefärbt, p T = weiss, aber mit latenter Ausbreitungsanlage und p t = weiss, ohne Ausbreitungsanlage.

Selbstverständlich wird es auch möglich sein, nach EMERSON (1909 b. S. 78), dass mehrere Faktoren sich an der Pigmentausbreitung beteiligen, namentlich neben P—p und T—t, noch E und e, wovon das letztgenannte Paar die An- oder Abwesenheit der teilweisen (geügten) Pigmentierung verursacht. Diesenfalls würden acht verschiedene Kombinationen verwirklicht werden können: (1) P T E, (2) P T e, (3) P t E, (4) P t e, (5) p T E, (6) p T e, (7) p t E, und (8) p t e. Ganzfärbung würde dann von 1 oder 2 gezeigt werden (E wird hypostatisch zu T angenommen), geügte Bohnen in 3, und weisse Bohnen können eine der Formeln 4—8 als genotypische Konstitution haben. Auch steht noch die Möglichkeit offen, dass verschiedene Faktoren (E', E'') für die unterscheidbaren Typen der Pigmentaushendung wirksam sind. Denn es gibt Bohnenrassen, welche innerhalb der engen Fluktuationsgrenzen, das Pigment auf einen ganz kleinen Fleck um den Nabel herum

beschränkt zeigen, während in anderen Rassen die Verbreitung des Pigments ein Drittel oder mehr der ganzen Samenschale überdeckt. Und diese Pigmentausbreitung ist für die betroffene Rasse charakteristisch.

Nebenbei sei bemerkt, dass ein ähnlicher Faktor für Äugung nicht nur in der Samenschale von *Phaseolus vulgaris* arbeitet, sondern auch in den Samen von *Vigna sinensis*, der Küberbse oder Langbohne, welche daraufhin von SPILLMAN (1913), MANN (1914) und HARLAND (1919) untersucht worden ist.

Die weiteren Faktoren, welche in den bisherigen Untersuchungen aufgefunden worden sind, beziehen sich auf die verschiedenen Farben und Farbstufen, welche der Samenschale von *Phaseolus vulgaris* ihr charakteristisches Aussehen geben. Schon TSCHERMAK hat in seinen ersten Arbeiten versucht, eine weitere Aufteilung der beiden Gruppen gefärbtsamiger Pflanzen zu bilden: die Marmorierten zeigten drei Farbunterschiede: schwarz, violett und braun, und diese drei Gruppen traten in einem Verhältnis von 9 : 3 : 4 auf (92 schwarzmarm., 33 violett-marm. und 38 braunmarm., also genau 9 : 3.23 : 3.72); die Gleichfarbigen ergaben aber ein ganz verkehrtes Verhältnis 4 Schwarze : 3 Violette : 9 Braune (39 schwarzgleichfarbig, 27 violettgleichf. und 101 braungleichf., oder genau 4 : 2.77 : 10.36). In Form einer Tabelle war also TSCHERMAKS Ergebnis das nachfolgende:

Pigmentiert 3	:	Weiss 1.
Marmoriert 1	:	Gleichfarbig 1.
S.M. 9 : V.M. 3 : B.M. 4	S G. 4 : V.G. 3 : B.G. 9.	

Eine weitere Aufteilung der Farben in Gruppen führte zu mancherlei Schwierigkeiten und Unsicherheit betreffs der Durchführung: einzelne Verhältnisse (braunmarmoriert: gelbmarmoriert und reinschwarz: braunschwarz) wiesen deutlich auf eine Mendelsche Relation 3 : 1 hin (30 : 8 und 29 : 10); in anderen Fällen waren aber die Spaltungsverhältnisse weniger deutlich. Zur Erklärung dieser Spaltungen hat TSCHERMAK die Existenz zweier Farbfaktoren neben dem Grundfaktor A, welcher an sich für Pigmentierung verantwortlich gestellt werden darf, angenommen, u.zw. B, welcher Faktor violette Farbe hervorruft, und C, der mit A die Samenschale gelbbraun färbt; B und C zusammen unter Mitarbeit des A würden dann schwarze Farbe bilden. Der Faktor B kann dann, nach TSCHERMAK, noch in zwei Komponenten  $B_1$  und  $B_2$  gegliedert werden, wovon  $B_1 B_2$  und  $B_1 b_2$  violette Farbe,  $b_1 B_2$  eine rote Farbe bildet.

EMERSON hat, SHULL nachfolgend, vier das Pigment ändernde Faktoren angenommen u.zw. O, welcher gelb in oranienbraun, D, der oranienbraun in dunkelbraun und B, der dunkelbraun in

schwarz umbildet; R, ein Faktor welcher rote Farbe hervorruft, ist hypostatisch zu oranienbraun, dieser wieder zu den andern u.s.w. Später sind dann die Mitteilungen KAJANUS (1914) gefolgt, welche nicht zur Aufstellung genotypischer Faktoren führten; wohl aber die Beobachtungen von LUNDBERG und AAKERMAN (1917): Faktor G löst eine gelbbraune Farbe aus, Faktor C verursacht eine schokoladenfarbige Samenschale, und durch deren Zusammenwirken wird die Samenschale dunkelbraun; c c g g heisst also gelbweiss, c c G G gelbbraun, C C g g schokoladenfarbig und C C G G dunkelbraun. Beide Faktoren spalten unabhängig, mit einem  $F_2$ -Verhältnis von 9 : 3 : 3 : 1.

Eine ausführliche Untersuchung am Massachusetts Exper. Station hat dann SHAW und NORTON (1918) instand gesetzt, mehrere Farbfaktoren zu erkennen: neben P, dem Grundfaktor für Pigmentation, würden zwei modifizierende Faktoren, M und  $M^1$ , zur weiteren Farbenbildung Anlass geben; der erste, M, gibt dann die Bohnen der gelb-schwarzen,  $M^1$  diejenigen der roten Reihe. Diese Faktoren bilden in der Meinung der Verf. Enzymen, welche zur Farbenproduktion unbedingt notwendig sind. Weiter haben Verf. als Faktoren gefunden G (schwarz), F (kaffeebraun), C (gelb), E (dunkelrot), D (hellrot) und in einer Rasse (Creaseback) noch einen speziellen Schwarzfaktor, X.

Auch seien noch die Arbeiten TJEBBES und KOOIMANS erwähnt, welche zur Feststellung einiger Farbfaktoren führten. In der ersten Arbeit welche die Verf. über ihre Bohnenstudien veröffentlichten (1919) wurde einerseits die Bastardierung einer gewöhnlichen gelbbraunen Rasse mit einer violettgestreiften verfolgt: die Formel der ersten Rasse soll F F B B s s gewesen sein, (F als Grundfaktor für Pigment, B als Farbenbildungsfaktor), die Formel der violettgestreiften Prager Buschbohne würde dann F F B B S S sein und S ein Faktor, welcher nicht nur die Entwicklung der braunen Farbe an bestimmten Stellen hemmen kann, sondern auch das restierende Braun in Purpur verwandelt. Später (1921) haben Verf. ihre Meinung bezüglich der Arbeitsweise dieser Faktoren dahin geändert: der Faktor S soll nicht auf B in der beschriebenen Weise einwirken doch schon an sich eine stellenweise beschränkte violette Farbe hervorrufen; B, der Braunfaktor und S, der Faktor für violette Streifen, würden dann unter sich eine absolute Abstossung zeigen. Weiterhin fanden TJEBBES und KOOIMAN noch die Faktoren Z (Schwarzfärbung), Bl (Blaufärbung) und V (korrosiver Faktor, welcher eine konstant zu erwirklichende Marmorierung und ausserdem Farbaufhellung hervorruft).

Die Analyse einer spontan entstandenen Hybride gab mir (1920) Anlass, zur Existenz der nachstehenden Faktoren zu schliessen: P Grundfaktor für Farbe, welcher Faktor an sich eine gelbweisse Farbe hervorrufen soll; G der Faktor für gelbbraune Farbe; L ein Faktor für dunkelbraun; V ein Faktor für violette Farbe, welcher zum Faktor L sich als hypostatisch verhält; Gr ein Faktor, welcher den schon vorhandenen Farben einen grauen Anflug verleiht; B als Faktor, der violett in blau umbildet und S ein Streifenfaktor, welcher auf die blauen, violetten und grauen Farben verteilend einwirkt. Eine Kopplung wurde vermutet zwischen P, V und S und zwischen G, L, B und S.

Und schliesslich hat noch KOOIMAN (1920) andere Faktoren in der Samenschale der Rassen von *Phaseolus vulgaris* angenommen: A als Grundfaktor für Farbstoffbildung, an sich farblos; B ein Faktor, welcher nur zusammenwirkend mit A die ganze Samenschale gefärbt erscheinen lässt, mit Ausnahme eines ungefärbten Saumes um den Nabel herum, A B-Bohnen sind zitronengelb; C ist ein Faktor, der in Zusammenwirkung mit A die ganze Samenschale (mit Einschluss des Nabelrings) färbt; während D bei Anwesenheit des Faktors A und Abwesenheit der beiden andern nur den schmalen Nabelring färbt und im Übrigen nur eine feine graue Punktierung hervorruft. Ausserdem sollen dann nach KOOIMAN noch weitere Verstärkungsfaktoren ihren Einfluss ausüben können; zwei besonders konnte er auffinden: E, der im allgemeinen die Intensität der braunen Farbe beeinflusst, und F, der einen grauen oder violetten Anflug hervorrufen soll. Der genannte Faktor B soll dann nach KOOIMAN in heterozygotischem Zustande die nicht konstant zu erhaltene Marmorierung verursachen.

#### b. PHASEOLUS MULTIFLORUS.

Die Angaben bezüglich der Farbenfaktoren der Feuerbohne liegen in der Litteratur viel spärlicher und verwickelter vor, als dies für *Ph. vulgaris* der Fall ist. Neben Mitteilungen von FERMOND und KÖENICKE (von FRUWIRTH 1919 S. 189 zitiert) steht eine von REINKE (1915) beschriebene Beobachtung, derzufolge die weisse Samenfarbe über gefärbte dominieren soll; weil aber *Ph. multiflorus* in weit stärkerem Grade Fremdbefruchter ist als die gewöhnliche Fiole, so kann man nicht umhin, schon im Voraus derartigen Beobachtungen gegenüber mehrweniger Skepsis zu hegen. Weitere Ergebnisse sind nur die schon erwähnten Mitteilungen MENDELS, einige von TSCHERMAK

(1912. S. 223) erhaltene Spaltungszahlen, „denen zufolge 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 Schwarzmarmorierte, Schwarzgleichfarbige und Violettgleichfarbige, ebenso aus den Violettgleichfarbigen noch Schwarzgleichfarbige hervorgehen sollen“ aber auch gefärbte Samenschale über weiss dominiert und schliesslich eine kurze Erwähnung von TJEBBES und KOOIMAN (1919. S. 334), dass eine konstant marmorierte *Ph. multiflorus* (schwarzmarmoriert auf lilafarbigem Grunde) mit weissamiger *Ph. vulgaris* bastardierte in der  $F_2$  u. A. konstantmarmorierte Nachkommen liefert, und ausserdem in diesem Marmorierungsfaktor heterozygotische Individuen neben Gleichfarbigen, welche eine Spaltung in 3 Gleichfarbig: 1 marmoriert zeigen.

In dieser ziemlich verwickelten und unklaren Sachlage bezüglich der genotypischen Farbfaktoren beider Bohnenarten erschien es angebracht, auf diesem Gebiete womöglichst viele und genaue Zahlen zu sammeln, welche in dem nachfolgenden Ausarbeitung finden.

## EIGENE UNTERSUCHUNGEN.

### a. PHASEOLUS VULGARIS.

Das im Vorliegenden bearbeitete Material stammte z. T. aus künstlichen Kreuzungen, zum weitaus grössten Teil aber von aus spontanen Bastardierungen hervorgegangenen  $F_1$ -Pflanzen. Im ersten Fall konnten also sehr leicht die *ganzen*  $F_2$ -Generationen gezüchtet werden; auch in den Fällen spontaner Bastardierungen wurde vom Anfang her die *ganze* Nachkommenschaft einer  $F_1$ -Pflanze weitergebaut. Einen Teil der gezüchteten Bastarde verdanke ich der Hilfe Anderer: für die freundliche Überlassung von Material bin ich den Herren C. J. DROOGENDIJK (Haag), J. D. KOESLAG (Wageningen), Prof. H. MAYER GMELIN (Wageningen) und N. RAAP (Anna Paulowna N.-H.) grossen Dank verschuldet.

Die reinen Rassen, welche zu den Bastardierungen verwendet wurden, waren die nachfolgenden:

1. witte boonen, mit glänzend-weisser Samenschale, völlig ohne Nabelring;
2. citroenboonen, zitronenfarbig, ohne gefärbten Nabelring,

- bisweilen nur um den Nabel herum etwas blau angelaufen (Taf. II. Fig. 22);
3. wagnaars, sofort nach der Ernte zitronenfarbig mit braunem Ring um den Nabel, bald aber mehr ins Graue übergehend und schliesslich (nach einem Jahre im Licht aufbewahrt) ganz lichtgelbbraun gefärbt (Taf. II. Fig. 18);
  4. bruine boonen (Taf. II. Fig. 25), schon von der Reife her gelbbraun gefärbt (eigentlich wurden noch drei verschiedene Rassen benutzt, welche sich aber in ihrer genotypischen Anlage für die Farbe der Samenschale identisch verhielten);
  5. rotjesboonen, eine Rasse mit graubrauner Samenfarbe, welche bei genauer Untersuchung nicht immer ganz einheitlich erschien: ein dunkler graubraun gefärbter (Taf. II, Fig. 23) und heller graubrauner Typus (Fig. 24);
  6. zwarte boonen, mit einer tiefschwarzen Samenschale (Taf. II, Fig. 16);
  7. kievitsstamboonen, mit konstant rotvioletter Marmorierung auf gelbweissgefärbtem Grunde (Taf. II, Fig. 21).

Selbstverständlich waren nur in den Fällen künstlicher Bastardierung die beiden Eltern mit Sicherheit bekannt; viele spontane Hybriden gaben aber in ihren Nachkommenschaften Spaltungsverhältnisse, welche denen gewisser künstlichen völlig parallel gingen und demnach mit grösster Wahrscheinlichkeit eine bestimmte der gezüchteten Rassen als Vaterasse erkennen liessen. In diesen letztgenannten Fällen sind die Ergebnisse immer mit denjenigen künstlicher Bastardierungen zusammengestellt worden.

### 1. Bastardierung Citroenboon $\times$ Wagenaar.

Der genannte Bastard zeigte völlige Dominanz der Wagenaarfarbe; also braunen Nabelring und zudem baldige Verfärbung der übrigen Samenschale. Es wurden davon zwei Familien nach künstlicher und eine nach spontaner Bastardierung untersucht; in allen Bastarden war die Citroen die ursprüngliche Mutter.

Die Spaltungen in den  $F_2$ -Familien ergaben folgende Zahlenverhältnisse:

	Wagenaar- typus	Citroen- typus	Total	Auf 4 berechnet
997 künstl. Bast.	33	8	41	3.21 : 0.79
1033 künstl. Bast.	25	9	34	2.99 : 1.01
1034 spont. Bast..	41	13	54	3.03 : 0.97
Totalzahlen	99	30	129	3.06 : 0.94

Also ein vorzüglicher Nachweis einer monohybriden Spaltung; der Unterschied zwischen beiden Rassen beruht auf einem Faktor, mutmasslich dem von KOOIMAN mit D bezeichneten Faktor.

### 2. Bastardierung Wagenaar $\times$ Bruine.

Auch hier liegt in den von mir beobachteten Fällen völlige Dominanz der gelbbraunen Farbe über die gelbe braunnabelige vor. Die  $F_1$ -Pflanzen hatten immer die Samenfarbe der „Bruine“. Gezüchtet wurde eine Familie aus künstlicher Bastardierung hervorgegangen (vom Herrn C. J. DROOGENDIJK als  $F_2$ -Samen mir zur Bearbeitung überlassen) und eine aus spontaner Hybridisation der Wagenaar-Mutterrasse. Aus der erstgenannten Bastardierung wurden auch noch spaltende  $F_3$ -Familien gezüchtet, welche in unterstehender Tabelle eingeschlossen worden sind:

	Bruine	Wagenaar	Total	Auf 4 berechnet
Künstl. Bast. $F_2$	8	2	10	3.20 : 0.80
1920. 763. $F_3$	33	9	42	3.14 : 0.86
764. $F_3$	38	10	48	3.17 : 0.83
767. $F_3$	61	26	87	2.80 : 1.20
768. $F_3$	33	12	45	2.93 : 1.07
769. $F_3$	35	8	43	3.25 : 0.75
1921. 1038. Spont. Bast. $F_2$	32	10	42	3.04 : 0.96
Totalzahlen	240	77	317	3.02 : 0.98

Die übrigen 3  $F_3$ -Nachkommenschaften der braunen  $F_2$ -Individuen aus künstlicher Bastardierung hervorgegangen, erhielten nur braunsamige Pflanzen (34, 23 und 46); die beiden Wagenaar- $F_2$ -Individuen ergaben neben 33 und 40 Wagenaar-Nachkommen eine einzige braunsamige Pflanze, welche wieder eine neue spontane Hybride war.

Die Spaltungszahlen gestatten wohl nur auf einen monohybriden Unterschiedsfaktor zwischen beiden Rassen zu schließen, wahrscheinlich den von mir früher G, von KOOIMAN C gedeuteten Faktor.

### 3. Bastardierung Citroen $\times$ Bruine.

Auf Grund der in den vorhergehenden Bastardierungen erhaltenen Ergebnisse, würde man nach Bastardierung Citroen  $\times$

Bruine eine dihybride Spaltung erwarten nach dem Schema 12 braune: 3 wagnaar: 1 citroen, weil doch nach KOOIMAN der Faktor C (für braune Samenschale und braunen Nabelring) den Faktor D (nur für braunen Nabelring) überdecken soll, also die CD-Individuen den C d-Individuen phaenotypisch ähnlich sein würden. In den beobachteten Spaltungen traten aber ganz andere Verhältnisse hervor: entweder gab die  $F_2$  eine glatte monohybride Spaltung 3 braune: 1 zitronenfarbige, oder auch umfasste die  $F_2$  wirklich die drei phaenotypischen Gruppen braun, Wagnaar und citroen, jedoch in ganz anderen Zahlen, als dem erwarteten 12 : 3 : 1 — Verhältnis entsprechen. Die beiden Gruppen von  $F_2$ -Familien seien hier gesondert zusammengestellt:

*Monohybride Spaltung.*

	Bruine	Citroen	Total	Auf 4 berechnet
990. Künstl. Bast. ....	3	1	4	3.0 : 1.0
1002. " " .....	30	7	37	3.24 : 0.76
996. Spont. Bast. ....	10	3	13	3.08 : 0.92
1003. " " .....	5	5	10	2 : 2
Totalzahlen	48	16	64	3.0 : 1.0

Der monohybride Charakter dieser Spaltung steht also ausser jedem Zweifel; die zur Bastardierung benutzten braunen Bohnen enthielten einen Faktor, welcher den zitronenfarbigen ganz fehlt.

*Dihybride Spaltung.*

	Bruine	Wage- naar	Citroen	Total	Auf 16 berechnet
987. Künstl. Bast.	20	4	10	34	9.41 : 1.88 : 4.71
991. " "	9	2	3	14	10.28 : 2.29 : 3.43
993. Spont. Bast.	20	10	8	38	8.42 : 4.21 : 3.37
999. " "	17	5	9	31	8.80 : 2.58 : 4.62
1004. " "	14	4	3	21	10.67 : 3.05 : 2.28
Totalzahlen	80	25	33	138	9.28 : 2.90 : 3.82

Das Ergebnis zeigt also keineswegs auch nur eine Annäherung zur Erwartung 12 : 3 : 1; in sämtlichen Familien, sowie auch

in den Totalzahlen sind die Zahlenverhältnisse mit dieser theoretischen Voraussetzung in schroffem Gegensatz. Vielmehr nähert sich die Spaltung dem Schema 9 : 3 : 4, welches Schema eine Lösung ermöglicht, die unten besprochen werden wird, wobei einige parallele Spaltungen berücksichtigt werden können.

#### 4. Bastardierung Citroen $\times$ Rotjes.

Wie schon oben erwähnt, ist die als „Rotjesboon“ gebaute Rasse, nicht immer ganz einheitlich, sondern umfasst sie mehrere Typen, u. A. neben dunkleren, auch heller graubraun gefärbte Individuen. Weiter kann die Farbe ins Rotbraune schwanken; neben Individuen mit dem Rassenmerkmal, braunem Nabelring, kommen, obwohl ganz selten auch grausamige Pflanzen ohne braunen Nabelring vor. Die Schuld dieser Typenmischung trägt die Schwierigkeit der Unterscheidung dieser Typen; falls darunter spontane Bastardierungen mit andern Rassen laufen, welche in den Rassen mit heller Samenfarbe (wie Citroen, Wagenaar und Bruine) sofort als solche erkannt werden, so können diese spontanen Bastardierungen unter den Rotjesboonen unbemerkt bleiben und sich fortpflanzen; die graue Farbe, welche in allen Typen auftritt, überdeckt die andern Farben ziemlich stark, sodass nur eine genaue Auslese die Typenunterschiede aufdecken kann.

Die Bastardierung Citroen ♀  $\times$  Rotjes ♂ (graubraun wie Taf. II. Fig. 23) wurde in einer  $F_2$ -Familie gezüchtet; daneben gaben zwei in den Citroenboonen aufgefundene spontane Hybriden eine ganz analoge Spaltung. Die  $F_1$ -Individuen waren in diesen Fällen rotbraun; die  $F_2$  bestand aus 8 scharf unterschiedenen phaenotypischen Gruppen: Ia dunkelrotbraun; Ib rotbraun (wie  $F_1$ ); IIa dunkelgraubraun; IIb graubraun (alle vier Gruppen mit braungefärbtem Nabelring); III graubraun mit ungefärbtem Nabelring; IV gelbbraun wie die braunsamige Rasse („Bruine“); V Wagenaar-Typus (gelb mit braunem Nabelring) und VI citroen-Typus (gelb ohne gefärbten Nabelring). Die Typen I, II und III sind auf Taf. I, Figg. 3, 4 und 7 abgebildet; die übrigen drei stimmen mit den Figg. 25, 18 und 22 auf Taf. II völlig überein. Ausserdem wurden aus einer Kultur Rotjesboonen zwei Pflanzen mit rotbraunem Samen ausgesucht, deren Nachkommenschaften in derselben Weise spalteten und welche demnach spontane Hybriden mit Citroen als Vater gewesen sind. Die Frequenz der verschiedenen Typen kann wie folgt tabellarisch zusammengetragen werden:

Typus	Ia	Ib	IIa	IIb	III	IV	V	VI	Total
988 Künstl. Bast. ....	5	5	1	3	6	3	1	2	26
994 Spont. Bast. aus Citroen	2	7	1	2	11	2	2	3	30
1005 " " " "	1	3	—	1	1	2	—	1	9
1006 " " " Rotjes	3	3	—	—	3	3	2	1	15
1015 " " " "	6	11	2	4	2	2	—	5	32
	17	29	4	10	23	12	5	12	112
	46		14		23	12	5	12	

Nimmt man die Gruppen I a mit I b und II a mit II b zusammen, so zeigt sich bald, dass hier eine trihybride Spaltung vorliegen muss: ein Teil der Individuen hat den Grau-Faktor (wahrscheinlich den von mir schon früher erwähnten L-Faktor), ein anderer Teil nicht; ein Teil hat braunen Nabelring (D), ein anderer Teil nicht; ein Teil hat den gelbbraunen Faktor (G) für die ganze Samenschale, ein anderer Teil nicht. Also hatten die  $F_1$ -Individuen die genotypische Formel G g D d L l und sollten die  $F_2$ -Generationen ohne Rücksicht auf die heterozygotische oder die homozygotische Anwesenheit dieser Faktoren zusammengestellt sein aus: 1) 27 G D L, 2) 9 G D l, 3) 9 G d L, 4) 9 g D L, 5) 3 G d l, 6) 3 g D l, 7) 3 g d L und 8) 1 g d l. Unter Voraussetzung, dass die drei Faktoren unabhängig spalten: D, die braune Farbe des Nabelrings, G die gelbbraune Farbe der ganzen Samenschale und L die graue Farbe hervorruft, so weisen die Zahlen mit Bestimmtheit daraufhin, dass der G-Faktor sich nur dann äussern kann, falls der D-Faktor vorhanden ist; fehlt der D-Faktor so kann der G-Faktor wohl anwesend sein, aber nur in kryptomerer Lage. Unter Annahme dieses Verhaltens ist dann die Gruppe 1 ( $\frac{27}{64}$  des Ganzen) rotbraun (Typus I), Gruppe 2 gelbbraun (Typus IV), Gruppen 3 und 7 grau mit ungefärbtem Nabelring, (Typus III), Gruppe 4 graubraun (Typus II), Gruppe 5 und 8 zitronenfarbig (Typus VI) und Gruppe 6 Wagenaar-Typus (Typus V).

Demnach kann man jetzt die Erwartung in folgender Tabelle an den gefundenen Zahlenverhältnissen prüfen:

Typus	I	II	III	IV	V	VI
Genotypen.....	G D L	g D L	GdL und gdL	G D l	g D l	Gd l und gd l.
Theoret. Zahl..	$\frac{27}{64}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{9}{64} + \frac{3}{64}$	$\frac{9}{64}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{3}{64} + \frac{1}{64}$
Erwartung.....	47.25	15.75	21.0	15.75	5.25	7.0
Beobachtet ....	46	14	23	12	5	12

Die Unterscheidung der beiden Gruppen I *a* und I *b*, II *a* und II *b* beruht dann wahrscheinlich auf einer nicht völligen Dominanz des L-Faktors; wenn die L L- von den L l-Individuen durch grössere Farbenintensität abweichen, so sollte in den Gruppen I, II und III dieses bemerklich sein und diese Gruppen wieder in zwei Teile ( $\frac{1}{3}$  und  $\frac{2}{3}$ ) aufgeteilt werden können. Mit den ersten beiden Gruppen war dieses wirklich der Fall; in Gruppe III konnte eine weitere Aufteilung nicht durchgeführt werden. Und die Zahlen stimmen wieder mit der Erwartung 1 : 2 gut überein: Gruppe I *a* 17 mit Erwartung 15.75, I *b* 29 (31.5), II *a* 4 (5.25), II *b* 10 (10.5).

### 5. Bastardierung Bruine × Rotjes.

Zur Untersuchung kamen zwei Familien künstlicher Hybriden von graubraunen Rotjes × Bruine (1012 und 1013), zwei Familien aus rotbraunen Rotjes-Individuen herkommend, deren Spaltung mit den beiden andern parallel ging, sechs Familien aus künstlichen Bastarden Bruine × graubraunen Rotjes und acht Familien von rotbraunen, in einer Kultur gelbbrauner Bohnen angetroffenen spontanen Hybriden abstammend. Diese 18 F<sub>2</sub>-Familien zeigten nun, in ganz derselben Weise klassifiziert, wie die oben besprochenen Citroen-Rotjes-Hybriden, die nachfolgenden Spaltungszahlen:

Typus	Ia	Ib	IIa	IIb	III	IV	V	VI	Total
1012. Künstl. Bast. aus Rotjes	4	9	2	3	—	4	2	—	24
1013. " " " "	3	7	3	5	—	4	1	—	23
1014. Spont. Bast. " "	1	5	2	3	—	2	—	—	13
1016. " " " "	2	4	1	2	—	1	—	—	10
1018. Künstl. Bast. aus Bruine	2	4	2	1	—	4	—	—	13
1019. " " " "	3	13	5	9	—	7	1	—	38
1085. " " " "	4	7	1	6	—	11	—	—	29
1086. " " " "	6	14	2	1	—	4	—	—	27
1087. " " " "	2	9	3	1	—	4	—	—	19
1100. " " " "	1	1	—	—	—	1	—	—	3
1021. Spont. Bast. " "	7	15	3	4	—	4	1	—	34
1022. " " " "	4	14	2	2	—	7	2	—	31
1088. " " " "	3	3	1	3	—	5	—	—	15
1089. " " " "	2	7	1	—	—	1	1	—	12
1090. " " " "	3	9	1	—	—	2	3	—	18
1103. " " " "	—	5	1	3	—	3	1	—	13
1104. " " " "	2	1	—	—	—	1	1	—	5
1105. " " " "	3	7	1	4	—	3	—	—	18
	52	134	31	47	—	68	13	—	345

Die beiden Typen ohne D (III und VI) fehlen also völlig; die übrigen zeigen eine zum Schema 9 : 3 : 3 : 1 ziemlich gut annähernde Spaltung; Erwartung auf einem Total von 345 : 194  $\frac{1}{16}$  : 64  $\frac{11}{16}$  : 64  $\frac{11}{16}$  : 21  $\frac{9}{16}$ , gefunden 186 : 78 : 68 : 13. Die Aufteilung in Gruppen I a und I b, II a und II b ist nicht so gut, ist aber mit Rücksicht auf die Schwierigkeit der Beurteilung auch nicht so leicht objektiv durchzuführen.

Die genotypische Anlage der graubraunen Rotjesboonen kann also, ganz wie in der vorigen Bastardierungsreihe als g g D D L L angenommen werden; die Formel der gelbbraunen Rasse „Bruine“ ist dann wieder G G D D I I. Daraus resultiert eine rotbraune Hybride G g D D L l, und in der F<sub>2</sub>-Generation 9 G D L, 3 G D l, 3 g D L und 1 g D l.

Bemerkt sei noch, dass neben diesen mit der theoretischen Voraussetzung gut stimmenden Familien, auch in einer Kultur gelbbrauner Pflanzen eine einzige graubraunsamige gefunden wurde; die Nachkommenschaft dieser graubraunen Pflanze (1027) spaltete in 4 zur Gruppe II und 2 zur Gruppe V gehörige Individuen. Vermutlich war hier die Mutter der spontanen Hybride eine G g D D I I-Heterozygote, welche dann mit einer g g D D L L-Vaterpflanze ein g g D D L l F<sub>1</sub> Individuum ergeben hat. Die geselbstete Nachkommenschaft der ursprünglichen Mutter konnte aber nicht mehr zurückgefunden werden; eine Kontrolle dieses Vermutens ist aus diesem Grunde unmöglich gewesen.

### 6. Nachkommen abweichender Rotjes-Pflanzen.

Als Nachkommenschaften abweichender Pflanzen, welche in Kulturen der Rotjes-Rasse aufgefunden wurden, wurden vier weitere Familien gezüchtet, deren Stammpflanzen in drei Fällen rotbraune, in einem Fall graubraune Samen ohne Nabelring hatten. Die Nachkommenschaften spalteten in der folgenden Weise:

Typus	I	II	III	IV	V	VI	Total	Mutmassliche Formel
992 graubraun ohne Nabelring . . . .	—	—	26	—	—	7	33	g g d d L l
1007 rotbraun . . . .	11	2	—	—	—	—	13	G g D D L L
1008 rotbraun . . . .	6	2	4	—	—	—	12	G g D d L L
1009 rotbraun . . . .	7	2	—	—	—	—	9	G g D D L L

Die Stammpflanze der Familie 992 mit genotypischer Formel g g d d L l war also entstanden aus zwei Gameten g d L und g d l, entweder nach spontaner Bastardierung einer mit ihr

phaenotypisch übereinstimmenden Rotjes-Pflanze  $g g d d L L$  und einer Citroen als Vaterpflanze ( $g g d d l l$ ), oder auch als Nachkomme eines Spaltungsproduktes nach vorhergehender, mehr verwickelter Bastardierung. Die Familie 1008 verdankte ihre Entstehung wohl einer Bastardierung  $g g D D L L \times G G d d L L$ , beide graubraune Eltern (das zweite aber ohne Nabelring), und die Stammpflanzen der Familien 1007 und 1009 einer Bastardierung  $G G D D L L \times g g D D L L$ . Jedenfalls sind diese Spaltungen mit den bis jetzt aufgestellten Annahmen gar nicht im Widerspruch.

### 7. Bastardierung Citroen $\times$ Kievits.

Die sogenannte „Kievits“-Rasse (Taf. II, Fig. 21) ist durch eine rotviolett-marmorierete Samenschale auf hellgelbem Grunde gekennzeichnet; diese Marmorierung zeigt gar kein regelmässiges Verhalten in der Farbenverteilung, wie die in anderen Rassen vorhandene violette Streifung; sie ist jedoch sowie diese, konstantes Rassenmerkmal und mit der inkonstanten, heterozygotischen Marmorierung nicht zu verwechseln. Das andere Elter dieser Bastardierungen war die oben schon genannte Citroen-Rasse, gelbe Samenschale ohne Nabelring (Taf. II, Fig. 22). Auf künstlichem Wege wurde die Hybride erhalten als 3  $F_1$ -Individuen (2 Citroen  $\text{♀}$   $\times$  Kievits  $\text{♂}$  und 1 reziprok). Daneben wurden aus einer Kultur der Kievits-Rasse noch zwei Pflanzen ausgelesen, deren Samenschale mit derjenigen der erhaltenen  $F_1$ -Individuen identisch war und deren Nachkommenschaften parallel mit diesen spalteten; zudem noch zwei ähnliche spontane Hybriden aus der Citroen-Rasse.

Die Samenschale der  $F_1$ -Individuen (Taf. I, Fig. 12) war rotviolett-marmoriert auf gelbbraunem Grunde, welcher an sich gleichfarbig erschien; wie schon jetzt mitgeteilt werden darf, waren diese  $F_1$ -Individuen in ihrer Samenschale phaenotypisch denjenigen der Bastardierung Bruine  $\times$  Kievits (s.unten) vollkommen gleich. Die Spaltung der  $F_2$ -Familien war, wie erwartet werden konnte, eine ziemlich verwickelte: Typus I zeigte eine mehrweniger entwickelte rotviolette Marmorierung auf gelbbraunem Grunde, wie die  $F_1$ -Pflanzen hatten; je nachdem aber das Rotviolett oder das Braun vorherrschte, wurde dieser Typus noch in fünf Subtypen (I a—e) zerlegt; Subtypus I c entspricht dann völlig dem Äusseren der  $F_1$ . Typus II war gleichfarbig gelbbraun; in einigen Fällen hatte die Samenschale über den gelbbraunen Grund einen gleichfarbigen violetten Anflug, weshalb II a als rein-gelbbraun, II b als gelbbraun mit violetter Anflug beschrieben wurde. Typus III a stimmte völlig mit der

schon bekannten Wagenaar-Rasse, während III *b* derselbe Typus mit gleichfarbigem violetten Anflug war. Die als Typus IV klassifizierten Pflanzen hatten immer die Farbe und Zeichnung der Kievits-Rasse; auch hier, wie bei Typus I, schwankte aber die Intensität des Violetts dermassen, dass eine weitere Aufteilung in fünf Subtypen versucht wurde: Taf. II, Fig. 19 gibt eine Bohne des hellsten Typus IV *e*, wieder. Die Typen V, VI, VII und VIII waren völlig ohne Violett und ohne Gelbbraun in ihren Phaenotypen: V wie die Citroen-Rasse, VI gelb-weiss marmoriert (Taf. II, Fig. 20), VII reinweiss und VIII mit reinweisser Samenschale, jedoch mit braunem Nabelring (Taf. I, Fig. 10, wohl dem von KOOIMAN erwähnten H-Typus identisch). Die Individuen der sieben untersuchten  $F_2$ -Familien zeigten in den verschiedenen Typen die folgenden Frequenzen (siehe Tabel Seite 22).

Auf den ersten Blick könnten vielleicht diese Zahlen wenig versprechend erscheinen; fasst man aber die Zahlen der Gruppen I, II, III u.s.w. jede für sich zusammen, ohne Rücksicht auf die feineren Verteilungen I *a*, I *b* u.s.w., dann kann doch ein ziemlich gutes Verhältnis herausgeholt werden. Es gibt Typen mit und Typen ohne den braunen Nabelring (Faktor D), Typen mit und Typen ohne die gelbbraune Farbe der ganzen Samenschale (Faktor G), Typen mit und Typen ohne die „Kievits“-Zeichnung (violette Marmorierung, welche wir einem Faktor K zuschreiben dürfen) und schliesslich unter den recessiven hellgelben noch gleichfarbige und marmorierte. Diese letztere Spaltung findet nun ihre gute Erklärung durch die Annahme KOOIMANS, dass ein chromogener Faktor B in homozygotischer Anlage gleichfarbig, in heterozygotischer aber marmoriert erscheint, welche Marmorierung demzufolge inkonstant ist. Unklar ist aber, warum dieser Unterschied zwischen den B B-, B b- und b b-Individuen, welchen KOOIMAN unter den gelbbraunen beobachten konnte, in meinen Versuchen nicht hervortrat. Nennt man nun mit ihm den Grundfaktor für Pigment A, und sind die A A-Pflanzen ohne weitere Farbfaktoren weiss-samige, dann kann man diese verwickelte Spaltung ganz gut in einem Faktorenschema erläutern. Die Formel der Citroen-Rasse ist dann, im Einklang mit der oben gestellten Annahme A A B B G G k k d d, und der Faktor G darin kryptomer, weil der für ihre Äusserung notwendige D-Faktor fehlt; die Formel der Kievits-Rasse A A b b g g K K D D, dann wird die  $F_1$ -Generation selbstverständlich A A B b G g K k D d, also eine Tetrahybride, welche 16 verschiedene Gameten: A B G K D, A B G k d,

Typus											Total												
	ia	ib	ic	id	ie	ii <sup>a</sup>	ii <sup>b</sup>	iii <sup>a</sup>	iii <sup>b</sup>	iv <sup>a</sup>		iv <sup>b</sup>	iv <sup>c</sup>	iv <sup>d</sup>	iv <sup>e</sup>	v	vi	vii	viii				
989. Künstl. Bast. aus Citroen	—	21	—	—	—	6	—	1	1	3	11	—	—	—	4	8	4	—	59				
995. " " "	1	2	—	3	—	3	1	1	—	—	—	—	2	—	2	—	3	—	18				
998. Spont. " "	1	2	2	8	2	5	—	4	2	—	2	—	5	—	2	9	2	—	46				
1001. " " "	—	11	—	—	2	7	2	1	—	—	3	—	—	—	1	—	—	2	29				
978. Künstl. Bast. aus Kievits	—	—	3	13	2	6	1	2	—	—	—	—	2	3	2	7	3	—	44				
979. Spont. " "	2	—	3	12	5	3	2	1	—	—	—	1	1	2	4	9	1	—	46				
980. " " "	—	2	4	4	1	3	—	1	1	—	—	2	—	—	2	2	5	—	27				
	106										39	15		37					17	35	18	2	269

A B g K d, A b g k D und A b g k d bildet. Demzufolge entstehen in der  $F_2$  256 Kombinationen. In Erwägung der Tatsache, dass die Faktoren G, K und D völlig dominieren, während nur die B b-Individuen sich von den B B-Pflanzen unterscheiden können, und unter Annahme dass K, ganz wie G, kryptomer ist, sobald D fehlt (einerlei ob B anwesend ist oder nicht), so kommt man zur folgenden Gruppierung dieser 256 Kombinationen:

27 B B G K D $F_1$ -Typus I	3 B B G k d zitronenfarbig V
54 B b G K D idem I	6 B b G k d zitronenmarm. VI
27 b b G K D idem I	3 b b G k d weiss VII
9 B B G K d zitronenfarbig V	3 B B g K d zitronenfarbig V
18 B b G K d zitronenmarm. VI	6 B b g K d zitronenmarm. VI
9 b b G K d weiss VII	3 b b g K d weiss VII
9 B B G k D gelbbraun II	3 B B g k D wagnaar III
18 B b G k D idem II	6 B b g k D wagnaar III
9 b b G k D idem II	3 b b g k D weiss mit braunem Nabelring (H-Typus) VIII
9 B B g K D kievits IV	1 B B g k d zitronenfarbig V
18 B b g K D idem IV	2 B b g k d zitronenmarm. VI
9 b b g K D idem IV	1 b b g k d weiss VII

Auf jede 256 Individuen der  $F_2$ -Generation kommen dann 108 vom Phaenotypus I, 36 von II, 9 von III, 36 von IV, 16 von V, 32 von VI, 16 von VII und 3 von VIII. Berücksichtigt sei dabei, dass ein Unterschied zwischen den B B- und den B b-Pflanzen sich in den Typen I, II, III, IV nicht bemerklich macht. Vergleicht man nun die wirklich erhaltenen Zahlen mit den auf ein Total von 269 nach diesem Verhältnis berechneten, so stimmt die Sache für eine dermassen verwickelte Spaltung ganz gut:

Typus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
beobachtet . . . . .	106	39	15	37	17	35	18	2	269
theoretisches Verhältnis	108	36	9	36	16	32	16	3	256
Erwartung . . . . .	113	38	9	38	17	34	17	3	269

Nur Typus III, der Wagnaar-Typus ist in einer über die Erwartung einigermassen herausgehenden Zahl aufgetreten,

während der Typus I etwas unter der erwarteten bleibt; ich glaube aber, dass diese Abweichungen nicht so beträchtlich sind, dass sie die theoretischen Voraussetzungen erschüttern können. Besonders ist dies nicht der Fall, weil doch von den 15 zum Typus III gerechneten Individuen es 4 mit violetter Anflug waren, welche vielleicht noch zu einer andern Gruppe gehören. Die feineren Aufteilungen in die Typen I a, I b u.s.w. gestatten jetzt noch nicht einen weiteren Ausbau dieser Voraussetzungen; zwar könnte man vielleicht aus den Gruppen I und IV ein polymeres Verhalten der violetten Marmorierung und aus den Typen II und III die Zerbrechung einer etwaigen Koppelung Violett-Marmorierung (bis jetzt von mir als ein Faktor K betrachtet) herausholen, aber ohne weitere Untersuchung der F<sub>3</sub>- und nachfolgenden Generationen lässt sich darauf nicht schliessen.

Jedenfalls ist durch diese Bastardierung m. E. erwiesen:

- eine unabhängige Spaltung der vier Faktoren B, G, K und D;
- eine Unterscheidung der B B- und B b-Pflanzen in den übrigens rezessiven Formen;
- eine Kryptomerie der G- und K-Faktoren, falls der Faktor D fehlt.

### 8. Bastardierung Bruine × Kievits.

Oben wurde schon erwähnt, dass in der Samenfarbe die F<sub>1</sub>-Individuen aus der Bastardierung Citroen × Kievits denjenigen der Bruine × Kievits phaenotypisch gleich sind. Demzufolge kann man die Nachkommen spontaner Bastardierung mit der Kievitsrasse als Mutterrasse nicht sofort dem Vater nach bestimmen; die Spaltungen in der F<sub>2</sub> von Bruine × Kievits waren aber selbstverständlich weniger verwickelt, weil doch beide Eltern den Faktor D für Nabelringfarbe besitzen, die Hybriden also in diesem Faktor homozygot waren. In diesen Spaltungen waren demzufolge nur die Typen mit braunem Nabelring, also I, II, III, IV und VIII vorhanden und so konnte auch in den Fällen unbekannter Vaterpflanzen mit grösster Wahrscheinlichkeit die gelbbraune Rasse als solche bestimmt werden. Zur Züchtung gelangten die Nachkommen dreier spontanen und eines künstlichen Bastards mit Kievits als Mutter und einer spontanen nebst zweier künstlichen Hybriden, welche aus Bruinen als Mutterrasse stammten.

Im folgenden sind die Spaltungszahlen wieder den Typen nach geordnet:

Typus	ia	ib	ic	id	ie	ia	ib	ic	ib	ivd	ive	v	vi	vii	viii	Total												
974. Spont. Bast. aus Kievits	1	4	10	4	2	10	—	—	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	—	—	—	—	—	—	39
975. " " "	—	4	8	6	4	10	1	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	43	
976. " " "	1	3	5	8	2	10	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	38	
982. Künstl. Bast. "	1	—	2	6	3	4	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	19	
1093. Spont. Bast. aus Bruine	—	—	1	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	6	
1096. " " "	—	—	—	—	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	11	
1099. Künstl. Bast. "	—	—	1	8	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19	
	3	11	27	35	16	42	1	7	4	3	5	7	11	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	175	
	92											43											28		1		175	

Diese Spaltungsergebnisse sind mit den oben für die Bastardierung Citroen  $\times$  Kievits angeführten Hypothesen in völliger Übereinstimmung; die Hybride ist jetzt eine Trihybride A A B b G g K k D D und spaltet demnach in folgender Weise:

9 B B G K D F <sub>1</sub> -Typus I	3 B B g K D kievits IV
18 B b G K D idem I	6 B b g K D idem IV
9 b b G K D idem I	3 b b g K D idem IV
3 B B G k D gelbbraun II	1 B B g k D wagenaar III
6 B b G k D idem II	2 B b g k D idem III
3 b b G k D idem II	1 b b g k D weiss mit braunem Nabelring VIII

Nach diesem Schema gehören dann auf jede 64-Zahl der F<sub>2</sub>-Individuen zum Typus I 36, II 12, III 3, IV 12 und VIII 1. Die auf einem Total von 175 berechneten Zahlen können dann in dieser Weise mit den beobachteten verglichen werden:

TYPUS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
Beobachtet .....	92	43	11	28	—	—	—	1	175
Theoretisches Verhältnis	36	12	3	12	—	—	—	1	64
Erwartung .....	98	33	8	33	—	—	—	3	175

Auch hier darf diese Vergleichung der erhaltenen Ergebnisse mit den, den theoretischen Voraussetzungen nach erwarteten, als gelungen betrachtet werden; bezüglich der feineren Aufteilungen der Typen I und IV, sowie des violetten Anflugs in den Typen II *b* und III *b* kann auch aus diesen Ergebnissen nichts Weiteres gefolgert werden.

### 9. Bastardierung Rotjes $\times$ Kievits.

In einer Kultur der Rotjes-Rasse wurden zwei Pflanzen aufgefunden, deren Samen durch eine Marmorierung der graubraunen Farbe, sowie durch eine nur hier und da auffällige blaviolette Marmorierung über die graubraune, von den übrigen Pflanzen sich unterschieden. Obwohl künstliche Bastardierungen mit Kievits nicht vorlagen, darf man doch wohl aus dem Verlauf der beiden Spaltungen herleiten, dass als Vaterassen dieser spontanen Hybriden rotviolett-ungleichfarbige Rassen funktioniert hatten, im einen Fall aber wahrscheinlich die von mir oben schon erwähnte marmorierte Kievits-Rasse, in der andern spontanen Hybride aber eine violett-gestreifte

Rasse, etwa wie die von TJEKES und KOOIMAN zu ihren Versuchen benutzte Prager violettgestreifte Buschbohne.

Die  $F_2$ -Nachkommenschaft des erstgenannten spontanen Bastards spaltete in fünf gut ausgeprägte Typen, deren wieder drei in Subtypen zerlegt werden konnten: Typus I stimmte in seinem Phaenotypus ganz gut mit der  $F_1$ -Pflanze überein, nur waren einige Individuen (I a) wesentlich dunkler graubraun als die übrigen (I b); Typus II hatte das Äussere der violett-marmorierten Kievits-Rasse, aber jetzt blauviolett statt rotviolett; auch hier wurden zwei Intensitäten des Blauvioletts unterschieden: II a dunkelblauviolett (Taf. I, Fig. 11), II b heller und mehr mattblau; der dritte Typus war der gewöhnlichen Kievits-Rasse gleich, nur wieder in fünf Intensitäten abstuftend (III a—e); IV stimmte mit der graubraunen Rotjes-Rasse überein und V war ein Wagenaar-Typus. Die Verteilung der Individuen, den Typen nach, war die folgende:

Typus	Ia		IIa		IIIa		b	c	d	e	IV	V	Total
	b		b										
1010. Spont. Bast. aus Rotjes	3	23	7	8	1	3	2	2	4	9	5		67
	26		15		12					9	5		67

Es ist nicht gerade leicht, sofort eine zu dieser Spaltung passende Formulierung der verschiedenen Genotypen und Phaenotypen zu finden; aus den vorgehenden Bastardierungen können wir schon entnehmen, dass der Kievits-Rasse ein K-Faktor gehört und ein Faktor L fehlt, während dieser K-Faktor in der Rotjes-Rasse abwesend ist und L dieser Rasse eigen ist. Die Spaltung ist aber verwickelter als eine dihybride, denn mit den K- und L-Faktoren allein lässt sich das Auftreten des Typus II (blau gefärbt) nicht erklären. Es soll deshalb in der Rotjes-Rasse noch ein Bl-Faktor vorhanden sein, welcher das Rotviolett der Kievits-Marmorierung in Blau umwandelt und dessen Wirkung vom Graubraun der Rotjes-Farbe völlig versteckt wird. In den Typen IV und V kann also dieser Bl-Faktor sich nicht bemerklich machen, kann demnach darin kryptomer vorhanden sein. Stellt man nun die Typen mit und ohne L, mit und ohne Bl und mit und ohne K einander gegenüber, so erwartet man in jedem Falle eine 3 : 1-Spaltung; dem ist aber nicht so:

Typus.	mit L	ohne L	mit Bl	ohne Bl.	mit K	ohne K.
	I u. IV	II, III u. V	I u. II	III	I, II u. III	IV u. V
Zahl ..	35	32	41	12	53	14

Bezüglich Bl und K stimmen diese Spaltungszahlen wenigstens ziemlich gut (erwartet 40 : 13 und 50 : 17); mit Rücksicht auf den Faktor L liegt aber eine Abweichung vor, welche nicht sofort erklärt werden kann und welche daraufhin weist, dass der L-Faktor in einigen Individuen kryptomer vorhanden sein dürfte. Am wahrscheinlichsten ist dies in den bl-Individuen der Fall, wo also der Bl-Faktor fehlt, denn die Äusserung des L-Faktors kann doch schwerlich von der Anwesenheit des K-Faktors abhängen, weil in der Rotjes-Rasse doch schon der L-Faktor gesondert vom K-Faktor sich äussert. Demnach kann die Spaltung erläutert werden, falls man den Bl-Faktor kryptomer annimmt in den Typen, wo der K fehlt, und den L-Faktor in den Typen, denen der Bl-Faktor fehlt. Zum Typus I gehören dann die Kombinationen K L Bl (27 aus 64), zum Typus II K l Bl (9 aus 64), zu III K L bl (9) und K l bl (3), zu IV K L Bl (9) und zu V k L bl (3), k l Bl (3) und k l bl (1). Vergleicht man wieder die beobachtete Frequenz dieser Typen mit der erwarteten Zahl, so erhält eine ziemlich gute Übereinstimmung:

Typus	I	II	III	IV	V	Total
1010. Beobachtete Frequenz ...	26	15	12	9	5	67
Theoretisches Verhältnis ..	27	9	12	9	7	64
Erwartete Zahl .....	29	9	13	9	7	67

Im zweiten Typus stimmt die Beobachtung also nicht völlig zur Erwartung; die Weiterzucht der F<sub>3</sub>-Generation, welche in diesem Jahre angebaut werden soll, soll entscheiden ob die vorläufige obige Annahme gutbegründet ist oder nicht; auch die Bedeutung der feineren Gruppierung in Subtypen sei einer späteren Bearbeitung vorbehalten.

Der andere spontane Bastard hatte leider eine viel beschränktere Deszendenz und konnte demnach mit weniger Genauigkeit untersucht werden. Auch hier war eine Gruppierung in fünf verschiedene Typen angewiesen; der erste Typus dann noch in zwei Subtypen, einen dunkleren I a (Taf. I, Fig. 5), nebst einem helleren (Taf. I, Fig. 6); Typus II war ein deutlich blauviolett gestreifter auf hellgelbem Grunde (Taf. I, Fig. 1), Typus III derselbe aber mit rotvioletter Streifung (Taf. I, Fig. 2), IV wieder die Rotjes-Rasse und V die Wagenaar-Rasse. Der Typus III wird wohl mit der unbekanntenen Vaterrasse übereinstimmen. Die in dieser F<sub>2</sub>-Familie beobachtete Spaltung stimmte nicht

besonders gut mit der theoretischen Erwartung wie aus folgendem hervorgeht:

Typus	I	II	III	IV	V	Total
1011. beobachtete Frequenz ...	3	9	5	3	2	22
theoretisches Verhältnis .	27	9	12	9	7	64
erwartete Zahl .....	10	3	4	3	2	22

Nehmen wir wieder zusammen die Typen mit und diejenigen ohne einen der sichtbaren Faktoren, so tritt dieselbe Erscheinung wie in der vorhergehenden Bastardierung zu Tage: mit K' (I, II und III) 17, ohne K' (IV, V) 5; mit Bl (I, II) 12, ohne Bl (III) 5, mit L (I, IV) 6, ohne L (II, III, V) 16. Bezüglich K' und Bl gesondert stimmen also die Spaltungen ganz gut auf 3 : 1; bezüglich L aber auch hier nicht durch eine viel zu geringe Frequenz der L-haltigen Pflanzen. Die Kryptomerie des L-Faktors in den Typen, welche Bl nicht enthalten, ist dafür die mutmassliche Ursache. Besonders aber in den Typen I und II ist die Abweichung von der Erwartung zu gross; wahrscheinlich liegt hier als Ursache eine etwaige Koppelung oder Abstossung vor zwischen zwei der Faktoren L oder Bl und K' (= der für die violette *Streifung* verantwortliche Faktor). Die Untersuchung der folgenden Generationen wird hierüber Auskunft geben.

#### 10. Bastardierung Bruine × Zwarte.

Nur in einer F<sub>1</sub>-Pflanze, welche reinschwarze Samen hatte, wurde dieser Bastard erhalten; die F<sub>2</sub> spaltete ganz einfach in 3 Gruppen aus: I reinschwarze (39 Pflanzen), II rotbraune (dem Typus I der Bastardierung 4, Citroen × Rotjes, ähnlich; 6 Individuen) und III gelbbraune, wie die gewöhnliche gelbbraune Rasse „Bruine“ (3 Individuen). Die Hybride spaltet also nicht weiter, als bis zum gelbbraunen Typus, woraus erfolgt, dass der Faktor G in beiden Eltern anwesend war. Ausserdem scheint in der schwarzen Rasse auch der Faktor L und ein Faktor Z, der die Schwarzfärbung hervorruft, vorhanden zu sein. Die Hybride ist dann G G L l Z z und spaltet demnach in 9 G L Z, 3 G l Z, 3 G L z und 1 G l z, also 12 schwarze: 3 rotbraune: 1 gelbbraune, und mit den Zahlenverhältnissen stimmt dies ganz gut:

Typus	I	II	III	Total	BEMERKUNG
1028. beobachtete Frequenz	39	6	3	48	Unter den 39 schwarzsami- gen Pflanzen gab es 4, wel- che neben schwarzen auch rotbraune Samen hatten, deren Zugehörigkeit zum Typus I deshalb zweifel- haft war.
theoretisches Verhältnis	12	3	1	16	
erwartete Zahl . . . . .	36	9	3	48	

### 11. Bastardierung Kievits $\times$ Zwarte.

Ein spontan entstandener Bastard, in einer Kultur von „Kievits“bohnen aufgefunden, hatte schwarzmarkierte Samen auf grauweissem Grunde. Die  $F_2$  dieser Hybride, deren Vater selbstverständlich unbekannt war, ergab auf 53 Individuen kein einziges Weisses, sodass die Vermutung, es liege Bastardierung einer Kievitsbohne mit einer weissen vor, wohl als sehr schwach betrachtet werden darf. Am wahrscheinlichsten aber hat eine schwarzsamige Pflanze als Vater funktioniert; die Spaltung ergab 11 phaenotypische Gruppen:

977. I. schwarz marmoriert auf grauweissem Grunde (28 Individuen);  
 II. mattblau marmoriert auf grauweissem Grunde (1 Ind.);  
 III. dunkelblauviolett marmoriert auf weissgelbem Grunde (1 Ind.);  
 IV. mattblauviolett marmoriert auf weissgelbem Grunde (1 Ind.);  
 V. graubraun marmoriert, hier und da violett (3 Ind.);  
 VI. rotbraun marmoriert, hier und da violett (4 Ind.);  
 VII. rot marmoriert, hier und da violett (2 Ind.);  
 VIII. gelbbraun marmoriert, hier und da violett (2 Ind.);  
 IX. schwarz gleichfarbig (9 Ind.);  
 X. rotbraun gleichfarbig (1 Ind.);  
 XI. wagenaar-Typus (1 Ind.).

Selbstverständlich gestattet eine solche verwickelte Spaltung mit kleinen Gruppennzahlen keine eingehende Faktorenanalyse, wo wie hier nur die  $F_2$ -Generation vorliegt; das nächste Jahr soll mit seinen  $F_3$ -Kulturen die Entscheidung bringen. Dennoch lässt sich schon jetzt diesen Ergebnissen wohl etwas entnehmen, das eine vorläufige Hypothese über die genotypische Konstitution der Eltern und des Bastards ermöglicht. Stellt man die Gruppen in verschiedener Weise wieder zu grössern zusammen, so gibt es Gruppen mit dem Schwarzfaktor Z und ohne diesen Faktor, Gruppen mit L (dem Faktor für graubraun) und Gruppen ohne; Gruppen mit Blaufärbung Bl und ohne diese; Gruppen mit G, dem Faktor für Gelbbraun und ohne diesen,

und Gruppen mit K, dem Faktor für Kievitszeichnung nebst Gruppen ohne den K-Faktor. Die mutmassliche genotypische Konstitution der Kievitsrasse war dann:  $g\ g\ l\ l\ bl.\ bl.\ z\ z\ K\ K$ , während demgegenüber die schwarze Rasse wie in der vorhergehenden Bastardierung  $G\ G\ L\ L\ Bl.\ Bl.\ Z\ Z\ k\ k$  als genotypische Formel hatte. Die Spaltung wird dann als eine pentaheterozygotische stattfinden und als so nicht ganz aus den bis jetzt zur Verfügung stehenden Gruppennzahlen gefolgert werden können. In einigen Hinsichten aber sind wohl die Zahlenverhältnisse klar; fasst man alles zusammen in vier Gruppen schwarz marmoriert, scharzgleichfarbig, nicht schwarzmarmoriert: nicht schwarzgleichfarbig, dann sind diese Gruppen vertreten durch 28 : 14 : 9 : 2 Individuen, während eine Spaltung nach 9 : 3 : 3 : 1 auf einem Total von 53 das Verhältnis 30 : 10 : 10 : 3 erwarten liess. Es scheint aber ziemlich aussichtslos hierauf jetzt schon weiter einzugehen, solange nicht mehrere derartige Spaltungen untersucht worden sind.

#### 12a. Bastardierung Bruine × Witte.

Vier  $F_1$ -Pflanzen wurden durch künstliche Bastardierung erhalten: eine mit der weissamigen Rasse als Mutter (mir von Herrn DEOGENDIJK überlassen), drei mit der gelbbraunen Rasse als Mutterpflanze. Dazu kamen noch vier als spontane Bastardierungen in der weissamigen Rasse aufgefundenen  $F_1$ -Pflanzen, neben fünf als solche erkannten Hybriden aus einer Kultur der „Bruine“. Diese, im ganzen also dreizehn,  $F_1$ -Pflanzen hatten nicht nur denselben Phaenotypus, sondern spalteten in ihren  $F_2$ -Generationen auch ganz in derselben Weise auf, sodass auch genotypische Identität der  $F_1$ -Individuen auf der Hand lag. Die Aufspaltung hatte das Auftreten von neun phaenotypischen Gruppen als Erfolg; die erste, I, mit demselben Äussern wie die  $F_1$ -Pflanzen hatten, schwarzmarmoriert auf gelbbraunem Grunde (Taf. II, Fig. 13); II hatte rotbraune Marmorierung auf gelbbraun, III graubraune Marmorierung auf grauweissem Grunde (Taf. II, Fig. 14), IV war gelbbraun-marmoriert auf hellgelbem Grunde (Fig. 15); parallel zu diesen waren die Gruppen V, VI, VII und VIII gleichfarbig schwarz (Fig. 16), bzw. rotbraun, graubraun (Fig. 17) und gelbbraun; schliesslich eine Gruppe (IX) ganz weiss mit ungefärbtem Nabelring.

Die Verteilung der Nachkommenschaften in diese neun Gruppen folgt aus unterstehender Tabelle: sofort fällt die gute Übereinstimmung mit der Theorie in die Augen bezüglich des Verhältnisses weiss : gefärbt : 87 weisse neben 279 gefärbten Individuen, während erwartet werden konnte 91 : 275. Sämtliche

weissen Eltern scheinen also einer aa-Konstitution ihre weisse Farbe zu verdanken; wie aber ihre übrigen genotypischen Anlagen sich verhalten, lässt sich nicht sofort sagen. Demnach hat es, falls die kleinen Zahlen eine Schlussfolgerung erlauben allen Anschein, als wären die weissen Eltern der Bastardierungen in ihrer ganzen genotypischen Konstitution identisch gewesen; die Spaltungen gingen immer nach demselben Schema vor sich:

TYPUS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Total
Künstl. Bast. aus Witte	7	1	1	3	5	2	4	2	6	31
983. Spont. " " "	9	2	—	1	3	—	2	3	5	25
984. " " " "	19	5	—	—	7	2	3	—	15	51
985. " " " "	10	—	4	5	8	1	6	2	8	44
986. " " " "	7	4	—	2	3	1	5	4	12	38
1020. Künstl. Bast. aus Bruine	1	2	—	—	1	1	1	—	3	9
1024. " " " "	1	1	—	—	—	—	1	—	1	4
1025. " " " "	4	3	1	1	2	—	—	—	—	11
1029. Spont. " " "	23	4	4	3	19	9	7	11	30	110
1094. " " " "	1	1	—	—	2	2	—	3	3	12
1097. " " " "	4	1	—	1	1	—	3	—	2	12
1098. " " " "	8	—	—	1	—	—	1	—	—	10
1102. " " " "	3	—	—	—	4	—	—	—	2	9
	97	24	10	17	55	18	33	25	87	366
	148				131				87	366

Obschon die Zahlenverhältnisse nicht ganz gut zu den bis jetzt erörterten theoretischen Voraussetzungen Anklang haben, so kann doch wohl etwas aus diesen Spaltungen gefolgert werden. Mit Gewissheit kann festgestellt werden, dass die  $F_1$ -Pflanzen heterozygotisch gewesen sind in Beziehung zu den Faktoren A (Grundfaktor f. Pigment), D (Faktor für Farbe des Nabelrings), G (gelbbraune Samenschale), L (graubraune Samenschale) und Z (Schwarzfaktor). In wieweit hierzu nun noch der von KOOIMAN als Ursache der nicht-konstanten Marmorierung betrachtete Faktor B kommt, lässt sich nicht erweisen. Jedenfalls ist die Spaltung hier vollkommen in Übereinstimmung mit dem schon mehrfach beobachteten Verhältnis 6 : 6 : 4, u.zw. sind hier die Zahlen 148 Marmorierte: 131 Gleichfarbige: 87 Weisse (Erwartung auf 366 war  $137\frac{1}{4}$  :  $137\frac{1}{4}$  :  $91\frac{1}{2}$ ). Nur die Abwesenheit von Gelbbraunen (sowohl marmoriert, wie gleichfarbig) in der doch ziemlich umfangreichen Familie 984 weist vielleicht darauf hin, dass diese  $F_1$ -Pflanze homozygotisch war im L-Faktor, also der Vater nicht eine gelbbraune, sondern eine

rotbraune (Rotjes)-Pflanze gewesen sein muss. Aus der Heterozygotie des A-Faktors folgt die Abspaltung der weissamigen a a-Pflanzen; der D-Faktor (welcher sich in den gefärbten mehrweniger deutlich merkbar macht) fehlt in diesen Weissamigen ganz, weil doch niemals ein Individuum des oben genannten H-Typus beobachtet wurde. Daraus ist dann zu schliessen auf eine sehr starke Koppelung, welche die Faktoren A und D bindet; sämtliche a a-Pflanzen waren auch d d, sämtliche A-Pflanzen, insoweit die Beobachtung möglich war, enthielten ebenfalls D. Der Schluss zur Heterozygotie des G-Faktors konnte vielleicht etwas Befremdendes haben, weil die Hybride in der  $F_2$ -Generation nicht weiter abspaltet als zum gelbbraunen Typus; aus den vorhergehenden Bastardierungen war aber die genotypische Konstitution des graubraunen Typus (wie der Rotjesrasse) g g L L angenommen, und auf Grund des Auftretens solcher graubraunen  $F_2$ -Individuen soll doch wohl die Hybride in dem G-Faktor heterozygotisch gewesen sein.

Schon TSCHERMAK hat gefunden, dass die Spaltung innerhalb der Gruppe der Marmorierksamigen anders verläuft, als unter den Gleichfarbigen. Auch in den obenstehenden Zahlen findet sich dieser Unterschied; ganz wie in TSCHERMAK's Versuchen, sind auch hier die Schwarz-gleichfarbigen relativ viel weniger, die Graubraun- und Gelbbraunen viel mehr vorhanden als die gleichen Farben unter den Marmorierten. Die weitere Ausarbeitung, für welche die  $F_2$ -Generation gar nicht genügt, soll aber einer späteren Mitteilung vorbehalten werden.

### 12b. Bastardierung Bruine $\times$ Witte?

Neben den im vorhergehenden Abschnitt erwähnten schwarzgelbbraun marmorierten  $F_1$ -Pflanzen, deren Nachkommenschaften sich in ähnlicher Weise spalteten, gab es auch eine  $F_1$ -Pflanze, als spontaner Bastard in einer Kultur von „Bruinen“ gefunden, deren Samen phaenotypisch den vorigen gleich waren, deren Spaltung aber anders war, besonders mit Rücksicht auf die unerwartet kleine Zahl der weissen  $F_2$ -Individuen. Die Verteilung in dieselben phaenotypischen Gruppen als in den vorigen Bastardierungen, ergab folgendes:

Typus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Total
1023. spont. Bast. aus Bruine	11	4	—	—	8	2	7	5	3	40

Falls hier wirklich als Vaterpflanze eine weissamige funktio-

niert hat, dann ist wahrscheinlich diese weisse Pflanze doch ein A-Individuum gewesen, dem alle weiteren Farbfaktoren gefehlt haben oder jedenfalls in kryptomerer Lage waren. Vielleicht mag hier die Hybridformel  $A A B b G g L l Z z$  gewesen sein, was aber näherer Bestätigung bedarf.

### 12c. Bastardierung Bruine $\times$ Witte.

Der schwarz-gelbbraune Phaenotypus ist nicht der einzige, welcher aus Bastardierung Bruine  $\times$  Witte hervorgehen kann. Auch mehrere spontane Bastardierungen mit rotbraun-marmorierten Samen wurden angetroffen; ihre Spaltung war selbstverständlich weniger verwickelt als diejenige der schwarz-marmorierten; nur fünf phaenotypische Gruppen kamen dabei in Betracht: I. rotbraunmarmoriert, II. gelbbraunmarmoriert, III. rotbraungleichfarbig, IV. gelbbraungleichfarbig und V. weiss. In den  $F_2$ -Generationen und in einigen in ähnlicher Weise spaltenden und aus rotbraunmarmorierten  $F_2$ -Individuen gezüchteten  $F_3$ -Familien wurden folgende Frequenzen beobachtet:

Typus	I	II	III	IV	V	Total
1044. Spont. Bast. aus Bruine.....	8	2	11	4	7	32
1047. " " " " .....	4	1	6	1	5	17
1048. $F_2$ nach spont. Bast. aus Bruine	20	7	19	6	19	71
1049. " " " " " "	11	4	18	5	11	49
1050. " " " " " "	18	7	14	4	12	55
	61	21	68	20	54	224

Andere aus rotbraunmarmorierten  $F_2$ -Pflanzen hergeleitete  $F_3$ -Familien spalteten in anderer Weise; auch diese seien hier tabellarisch zusammengonnenen:

Typus	I	II	III	IV	V	Total	Vermutl. Genotypus der $F_2$ -Pflanze
1045. $F_3$ -Familie	6	—	9	—	5	20	$A a B b G G L L$
1046. "	11	—	14	—	—	25	$A A B b G G L L$
1053. "	15	3	17	7	—	42	$A A B b G G L l$
1054. "	12	5	16	3	—	36	$A A B b G G L l$
1057. "	18	—	21	—	12	51	$A a B b G G L L$

Sämtliche Zahlen weisen hin auf eine trihybride Natur der  $F_1$ -Pflanzen, deren Formel als  $A a B b G G L l$  geschrieben

werden darf; ihre Spaltungen ergeben dann fünf phaenotypische Gruppen I. A B b G L, II. A B b G l, III. A B B (oder b b) G L, IV. A B B (oder b b) G l und V. weisse a-Pflanzen. Die F<sub>2</sub>-Familien 1048, 1049 und 1050 stammen dann von A a B b G G L l-Heterozygoten ab, die Familien 1045 und 1057 von A a B b G G L L-Individuen, 1046 von einer A A B b G G L L-Pflanze, während 1053 und 1054 ein A A B b G G L l-Individuum als F<sub>2</sub>-Mutterpflanze hatten.

### 12d. Bastardierung Bruine × Witte.

Schliesslich wurde als dritter Phaenotypus einer Bruine-Witte-Bastardierung eine Pflanze angetroffen in einer Kultur von Bruine mit gelbbraunmarmorierten Samen, derselbe Phaenotypus als II unter den vorigen Spaltungsgruppen. Ganz sowie die F<sub>2</sub>-Nachkommenschaft dieser Pflanze, spalteten auch die F<sub>3</sub>-Nachkommenschaften der unter 12 c genannten gelbbraunmarmorierten F<sub>2</sub>-Individuen nach 6 gelbbraunmarmoriert: 6 gelbbraungleichfarbig: 4 weiss. Denn die Spaltungszahlen waren in diesen Spaltungen 8 : 5 : 3, 12 : 14 : 9, 21 : 19 : 14, 9 : 11 : 5 und 26 : 22 : 17, also zusammen 76 : 73 : 48, mit einer Erwartung  $73\frac{7}{8} : 73\frac{7}{8} : 49\frac{1}{4}$ . Diese spontanen Bastarde wie auch diese F<sub>2</sub>-Pflanzen hatten also A a B b G G als genotypische Formel und spalteten in 6 A B b G, 6 A B B (und b b) G, und 4 a-Pflanzen.

### 13. Bastardierung Citroen × Witte?

Zum Schluss sei noch eine in einer Citroen-Kultur gefundene spontane Hybride erwähnt, die in einigen Hinsichten mit der unter 12 b genannten verglichen werden darf. Nur fehlen hier die rotbraunen und gelbbraunen Gruppen, während demgegenüber der Bastard in F<sub>2</sub> weiter zersplittert. Die F<sub>1</sub>-Generation hatte grauschwarz-marmorierte Samen auf grauweissem Grunde (Taf. I, Fig. 9) und spaltete in F<sub>2</sub> in acht phaenotypische Gruppen auf. I war dem F<sub>1</sub>-Typus ähnlich, II grau-marmoriert auf weiss, III grauschwarz-gleichfarbig, IV grau-gleichfarbig, V H-Typus, VI Wagenaar-Typus, VII zitronenfarbig, und VIII weiss. Die F<sub>2</sub>-Frequenz war folgende:

Typus	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total
1000. Spont. Bast. aus Citroen.....	10	4	5	2	5	1	1	1	29

Falls hier derselbe Schwarzfaktor Z vorliegt, wie in den vorher-

gehenden Bastardierungen, so scheint dieser Faktor sich nur dann als glänzend tiefschwarz zu äussern, wenn auch der Gelbbraunfaktor G da ist; fehlt dieser, so ist die schwarze Farbe nur eine grauschwarze. Zu weiteren Schlussfolgerungen gibt diese Spaltung noch keinen Anlass.

#### b. PHASEOLUS MULTIFLORUS.

Die Feuerbohne lässt sich in vielen Hinsichten weniger leicht genotypisch untersuchen als die Fisolenrassen; nicht nur erfordert eine jede Pflanze in Individualkulturen eine Stange und einen Quadratmeter Raum für sich, sondern auch die Fremdbefruchtung ist bei dieser Art unbedingt grösser als in der vorigen, weshalb die Isolation der Infloreszenzen eigentlich notwendige Forderung zur Erhaltung genauer Ergebnisse erscheinen dürfte. Diese Isolation ist aber sehr schwierig und hat mir bei allen Methoden nur sehr geringen Fruchtansatz gegeben. Die Erhaltung ganz zuversichtlicher Zahlenverhältnisse ist hier also viel weniger wahrscheinlich als in der vorigen Untersuchungsreihe.

Die Art ist nur wenig formenreich; die gewöhnlichste rotblühende Form hat schwarz-marmorierete Samenschale auf hellvioletem Grunde (Taf. III, Fig. 2); daneben gibt es rotblühende Formen mit dunkelrotvioletem Samen und schwarzer Marmorierung (Fig. 3), rotblühende Formen mit hellvioletem Samen und spärlichen schwarzen Flecken (Fig. 4), rotblühende mit reinschwarzen Samen (Fig. 5), rot-weiss-blühende (sog. Papillon)-Formen mit weissgelben Samen und brauner Marmorierung (Fig. 6), rot-weiss-blühende mit gelblich-weissen Samen und grauer Marmorierung (Fig. 7) und eine weissblühende Rasse mit reinweissen Samen (Fig. 1), welche letztere in den letzten Jahrzehnten als Gemüserasse in unserm Lande weite Verbreitung gefunden hat. Die rotblühenden und rot-weissblühenden Rassen baut man jetzt mehr als Zierpflanzen an.

Die weissamige Rasse wurde in den vier Versuchsjahren 1918—1921 immer in der Nähe der rotblühenden Pflanzen gebaut, gab aber bis jetzt niemals gefärbte Nachkommen; künstliche Bastardierungen gelangen mir nicht, obwohl sie in ziemlich umfangreicher Zahl hergestellt wurden.

Die rotblühende Rasse, als solche von einer Samenhandlung bezogen zeigte aber schon sofort eine gewisse Vielförmigkeit in der Samenzeichnung: schon im ersten Züchtungsjahr konnten die in Figuren 2, 3, 4 und 5 abgebildeten Samentypen ausgesucht werden. Später wurden dann die Typen 6 and 7 als solche

erkannt. Die Nachkommenschaften dieser Pflanzen zeigten sich zum Teil konstant, zum andern Teil gaben sie eine Vielförmigkeit, welche aus den verschiedenen Züchtungen wie folgt tabellarisch zusammengestellt werden kann:

MUTTERTYPUS:	NACHKOMMENTYPUS.							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
1. Weiss.....	42	—	—	—	—	—	—	42
" .....	20	—	—	—	—	—	—	20
" .....	31	—	—	—	—	—	—	31
2. Hellmarmoriert ..	—	27	—	—	—	7	—	34
" ..	2	12	—	—	11*	—	—	25
" ..	3	52	—	—	2*	—	—	57
" ..	—	73	4*	—	3*	—	—	80
" ..	—	56	1*	—	8*	—	—	65
" ..	10	45	7*	—	14*	—	—	76
" ..	8	59	—	—	9*	—	—	76
" ..	—	45	—	3*	—	—	—	48
3. Dunkelmarmoriert	—	9	21	—	—	—	—	30
" ..	—	16	59	—	3*	—	—	78
4. Fleckentypus ...	—	9	—	21	—	—	—	30
" ..	—	17	—	44	1*	—	—	62
5. Schwarz .....	—	7	—	—	23	—	—	30
" .....	—	9	—	—	31	—	—	40
" .....	—	18	—	—	60	—	—	78
" .....	4	14	—	—	47	—	—	65
" .....	17	15	—	—	43	—	—	75
6. Papillonzeichnung	—	6*	—	—	—	10	3	19

Diese Zahlenverhältnisse sind wohl nicht ganz beweisend, doch scheinen sie wohl daraufhin zu weisen, dass:

1. Weiss die rezessive Form ist, welcher ein Grundfaktor fehlt;
2. Hellmarmorierte Pflanzen weisse Nachkommen abspalten; die monohybride Natur dieser Spaltung geht aber aus den Zahlen nicht hervor (168 : 23);
3. Dunkelmarmoriert über hellmarmoriert dominiert; der Unterschied ist ein einfaktoriger (80 : 25);
4. Der Fleckentypus dominiert über die Marmorierung, was hervorgeht aus der Spaltung 63 Fleckentypus: 26 Hellmarmoriert;
5. Schwarz ist dominant über hellmarmorierte, sowie über weisse Samenschale; 204 schwarze: 63 hellmarmorierte; die

\*) Vermutlich neue spontane Bastarde.

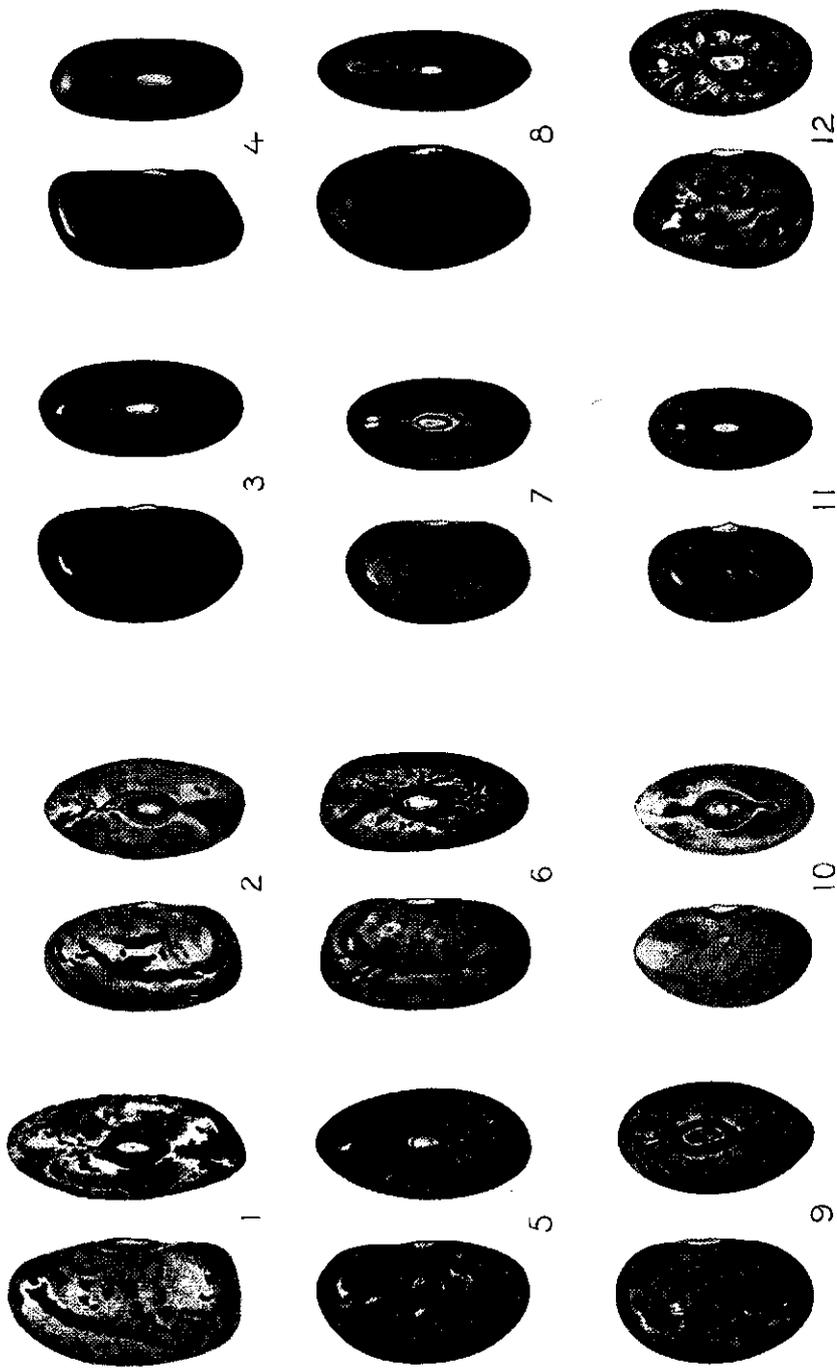
- eine schwarz-hellmarmorierte-weiße Spaltung scheint nach  $12 : 3 : 1$ , die andere aber nach  $9 : 3 : 4$  zu gehen, welcher Gegensatz bis jetzt nicht aufgehoben werden kann;
6. Die Papillonzeichnung ist zu der Hellmarmorierung rezessiv ( $27 : 7$ ); nebenbei sei bemerkt, dass es eine absolute Kopplung gibt zwischen dieser Papillonzeichnung der Samenschale und der Zweifarbigkeit der Blüte (oder wenn man will, dass beide Merkmale die Äusserungen eines pleiotropen Faktors sind);
  7. Die braune Papillonzeichnung dominiert wieder über die graue Papillon (Spaltung  $10 : 3$ ).

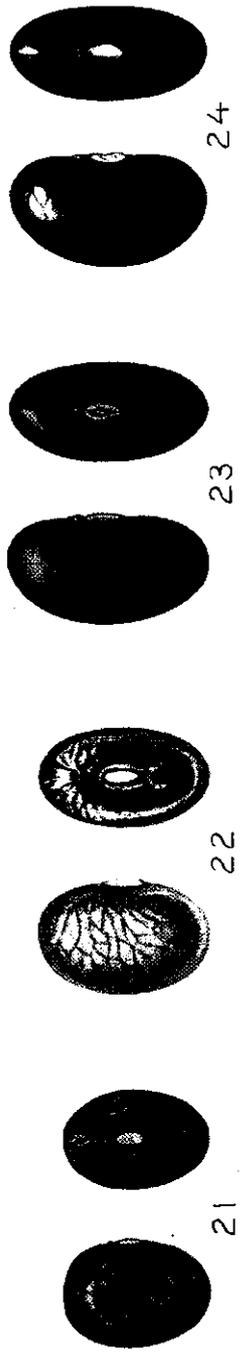
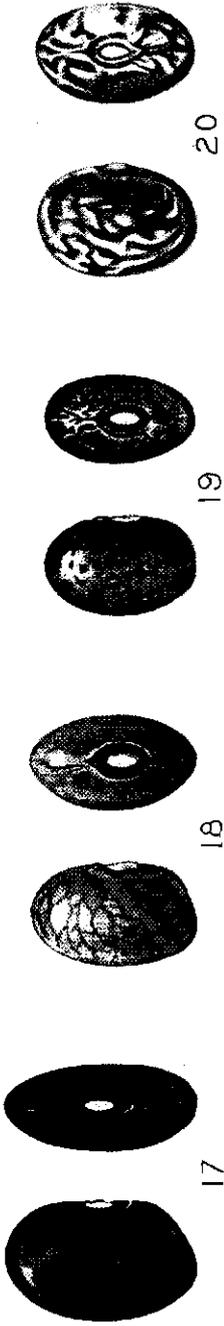
## ZITIERTE LITERATUR.

- EMERSON R. A., 1902. Preliminary account of variation in bean hybrids (15th. Ann. Rept. Nebr. Agr. Expt. Stat. S. 30—43).
- EMERSON R. A., 1904. Heredity in bean hybrids (17th. Ann. Rept. Nebr. Agr. Expt. Stat. p. 33—68).
- EMERSON R. A., 1909a. Factors for mottling in beans (Ann. Rept. Am. Breeders Ass. V. p. 368—376).
- EMERSON R. A., 1909b. Inheritance of color in the seeds of the common bean (22 d. Ann. Rept. Nebr. Agr. Expt. Stat. p. 67—101).
- FRUWIRTH C., 1919. Handbuch der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung. Band III. Dritte Auflage (Berlin, P. Parey, 1919).
- HARLAND C. S., 1919. Inheritance of certain characters in the cowpea, *Vigna sinensis* (Journ. Genetics. VIII. p. 101—132).
- KAJANUS B., 1914. Zur Genetik der Samen von *Phaseolus vulgaris* (Zschr. f. Pflanzenzüchtung. II. S. 377—388).
- KOOIJMAN H. N. 1920. Over de erfelijkheid van de kleur der zaadhuid van *Phaseolus vulgaris* (Diss. Univ. Utrecht. Bussum C. A. J. v. Dishoeck, 1920).
- LUNDBERG J. F. och AAKERMAN A., 1917. Jakttagelser rörande fröfärgen hos avkommen av en spontan korsning mellan tvenne former av *Phaseolus vulgaris* (Sveriges Utsädesfören. Tidsskr. XXVII, p. 115—121).
- MANN A., 1914. Coloration of the seed coat of cowpeas (Journ. agr. Research II. p. 33—56).
- MENDEL G. J., 1865. Versuche über Pflanzenhybriden (Verhandl. naturf. Ver. Brünn. IV. S. 3—47).
- REINKE J., 1915. Eine bemerkenswerte Knospenvariation der Feuerbohne nebst allgemeinen Bemerkungen über Allogonie (Ber. Deutsch. Botan. Gesellsch. XXXIII S. 324—348).
- SHAW J. K. and J. B. NORTON, 1918. The inheritance of seed coat colours in garden beans (Mass. Agr. Expt. Stat. Bull 185, p. 59—104).
- SHULL G. H., 1907. Some latent characters in a white bean (Science 1907, p. 828—832).
- SHULL G. H., 1908. A new mendelian ratio and several types of latency (Amer. Natural. XLII, p. 433—451).
- SIRKS M. J., 1920. De analyse van een spontane boonhybride (Genetica II, p. 97—114).
- SPILLMAN W. J., 1913. Colour correlations in cowpeas (Science XXXVIII, p. 302—304).

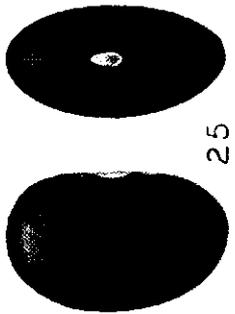
- TJEBBES K. en H. N. KOOIMAN, 1919. Erfelijkheidsonderzoekingen bij boonen I en II (*Genetica* I, p. 323—346).
- TJEBBES K. en H. N. KOOIMAN, 1921. Erfelijkheidsonderzoekingen bij boonen, IV. Over den strepingsfactor. Een geval van volkomen afstooting tusschen twee factoren. V. Analyse eener spontane kruising van de stokkievitsboon (*Genetica* III, p. 28—49).
- TRACY W. W. JR., 1907. American varieties of garden beans (U. S. Dept. Agr. Bur. Plantindustry. Bull. 109. 173 pp.).
- TSCHERMAK E., 1901. Weitere Beiträge zur Verschiedenwertigkeit der Merkmale bei Kreuzung von Erbsen und Bohnen (*Zschr. f. d. Landw. Versuchswesen Oesterr.* IV. S. 641—735).
- TSCHERMAK E., 1902. Über die gesetzmässige Gestaltungsweise der Mischlinge (*Zschr. f. d. landw. Versuchswesen Oesterr.* V. Sep. 80 SS.).
- TSCHERMAK E., 1904. Weitere Kreuzungsstudien an Erbsen, Levkojen und Bohnen (*Zschr. f. d. landw. Versuchswesen Oesterr.* VII. S. 533—638).
- TSCHERMAK E., 1912. Bastardierungsversuche an Erbsen, Levkojen und Bohnen (*Zschr. ind. Abst. Vererb. Lehre* VII, S. 81—234).
- TSCHERMAK E., 1919. Bastardierungsversuche mit der grünsamigen Chevrier-Bohne (*Zschr. f. Pflanzenzüchtung* VII. S. 57—61).

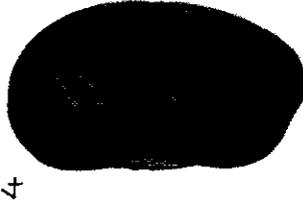
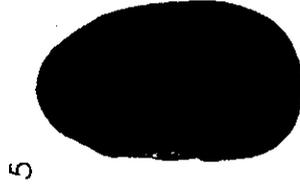
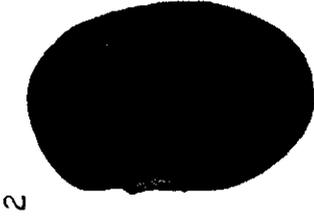
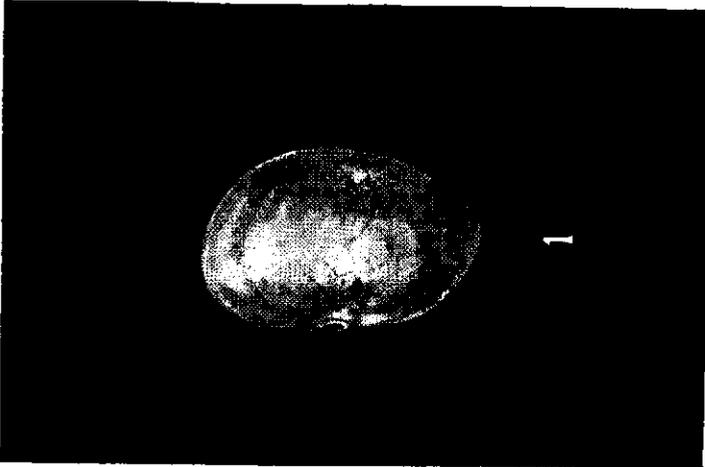
TAFEL I





B. VAN ONGEREN DEL.





A. S. ZIMMERMAN