

So ist es schon jetzt gelungen, durch Behandlung ganz junger Blätter mit Wuchsstoffpaste histioide Gallen in Form von Blattrollungen hervorzurufen (Abb. 4), die ganz den von *Taphrina deformans* an Pfirsichblättern hervorgerufenen ähneln, und ebenso konnten wir, worauf schon hingewiesen wurde, die Fruchtbildung etwas anregen. Wenn das möglich ist, dann werden wir auch lernen, die Samenentwicklung künstlich zu beeinflussen. Das kann aber von großer praktischer Bedeutung werden. Wissen wir doch, daß gewisse Obstsorten (*Prunus avium* L.) nur deshalb steril sind und gewisse Kreuzungen nur deshalb nicht glücken, weil die Embryonen infolge somatischer Einflüsse frühzeitig auf der Mutterpflanze absterben (13). Da wird es oft schon genügen, die Entwicklung etwas länger, als es unter natürlichen Bedingungen der Fall ist, im Gang zu halten, und daß dies mittels Wuchsstoffpaste möglich ist, haben ja die Versuche an Blattstielstümpfen von *Coleus* gezeigt.

Natürlich wird man aber nicht nur Wuchsstoffe, sondern auch andere entwicklungsphysiologisch wichtige Phytohormone, wie sie z. T.

schon entdeckt sind [wurzelbildende Substanzen (14)], z. T. sicher in nächster Zeit aufgefunden werden, in Pastenform den Pflanzenorganen darbieten müssen. Daß dabei auch für die praktische Pflanzenzucht manches Wertvolle herauspringen wird, scheint mir gar nicht zweifelhaft.

#### Literatur.

1. FITTING, H.: Z. Bot. **1** (1909).
2. MORITA, K.: Bot. Mag. Tokyo **32** (1918).
3. LAIBACH, F.: Planta **9** (1929).
4. LAIBACH, F.: Ber. dtsh. bot. Ges. **50** (1932).
5. LAIBACH u. MASCHMANN: Jb. Bot. **78** (1933).
6. LAIBACH u. KORNMANN: Planta **19** u. **21** (1933).
7. KÖGL u. Mitarb.: Z. physiol. Chem. **214** (1933).
8. Vgl. z. B. CHOLODNY, Ber. dtsh. bot. Ges. **42** (1924).
9. NIELSEN u. HARTELIUS: C. r. Trav. Lab. Carlsberg **19** (1932).
10. WENT, F. W.: Rec. Trav. bot. néerl. **25** (1928).
11. NIELSEN, N.: Jb. Bot. **73** (1930).
12. KÖGL u. HAAGEN-SMIT: Proc. Ak. Wet. Amsterd. **34** (1931).
13. TUKEY, H. B.: J. Heredity **24** (1933). — LAIBACH, F.: Z. Bot. **17** (1925).
14. WENT, F. W.: Proc. Ak. Wet. Amsterd. **32** (1929).

## Zur Genetik der weißen Samenfarbe bei *Phaseolus vulgaris*.

Von **Fritz Schreiber**, Quedlinburg.

Bei der praktischen Züchtung von neuen Bohnensorten ist neben anderen erstrebenswerten Eigenschaften die *Farbe* des Bohnenkornes nicht unwesentlich. Ist es doch oft gerade die Färbung des Samens, weshalb manche Sorten vom Verbraucher abgelehnt werden. So verlangt der deutsche Markt mit Vorliebe weißkörnige Bohnen, während die Schweizer und Franzosen dunkelfarbige, besonders schwarze Bohnensamen bevorzugen. Die Konservenfabriken verwenden ungern bunte Bohnensorten, weil die dunklen Samen den eingekochten jungen Bohnenhülsen ein unansehnliches überreifes Aussehen verleihen und die Bohnenbrühe verfärben. Weißkörnige junge Bohnenhülsen hingegen sehen in der Konservendose frisch und zart aus.

Die Wünsche und den Geschmack der Abnehmer muß natürlich der Bohnenzüchter berücksichtigen und darauf bedacht sein, möglichst weißsamige Neuheiten auf den deutschen Markt zu bringen. Zur Erreichung dieses Zuchtzieles gibt es verschiedene Möglichkeiten, die im vorliegenden Bericht näher untersucht werden sollen.

Auf die Vererbung der bunten Kornfarben: Braun, Gelb, Rot usw. und ihre Beziehungen zueinander soll hier nicht eingegangen werden. Die Anzahl der farbigen Individuen in den zu besprechenden Kreuzungen ist nicht groß genug, um stichhaltige Folgerungen daraus ziehen zu können. Eingehende Studien über die Genetik bunter Bohnenfarben sind in neuerer Zeit von LAMPRECHT (1, 2, 3, 4) angestellt worden. In den folgenden Zeilen soll in erster Linie der Erbgang der *weißen* Samenfarbe berücksichtigt werden.

#### 1. Der Grundfaktor für Pigmentierung.

Im allgemeinen ergeben weißsamige Bohnensorten miteinander gekreuzt wieder weißsamige Nachkommen. Abweichungen von dieser Regel werden im letzten Teil dieser Abhandlung besprochen. Des weiteren ist festzustellen, daß die meisten Kreuzungen zwischen einer farbigen und einer weißen Bohne eine farbige erste Generation ergeben, die anders gefärbt ist als die bunte Elternsorte. Die zweite Generation spaltet dann immer ein Verhältnis 3 farbig : 1 weiß. Beispiele hierfür gibt es viele in der Literatur (1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10). In Tabellen 1 und 2 seien dies-

bezüglich die  $F_2$ -Spaltungen je einer Stangenbohnen- und einer Buschbohnenkreuzung angeführt.

Tabelle 1.  $F_2$  der Stangenbohnenkreuzung „Wachs Goliath“ (dunkelbraun)  $\times$  „Weiße Römische Wachs“ (weiß).

	Ge- fund.	Ver- hältnis	Er- rechnet	Diffe- renz	m	D/m
farbig	594	3	590,25	+ 3,75	+ 12,12	0,31
weiß	193	1	196,75	- 3,75	- 12,12	0,31
	787	4	787,00			

Tabelle 2.  $F_2$  der Buschbohnenkreuzung „Konservanda“ (weiß)  $\times$  „Karlsruher Markt“ (braun).

	Ge- fund.	Ver- hältnis	Er- rechnet	Diffe- renz	m	D/m
farbig	229	3	229,5	+ 0,5	+ 7,57	0,001
weiß	77	1	76,5	- 0,5	- 7,57	0,001
	306	4	306,0			

Die beobachteten Zahlen zeigen in beiden Fällen mit den erwarteten eine gute Übereinstimmung. Das Ergebnis ist durch die unter 1 liegende Zuverlässigkeitszahl „D/m“ gesichert. Die weiße Kornfarbe wird in diesen Fällen durch das Fehlen des Farbgrundfaktors verursacht, der für das Erscheinen jeglicher Färbung unbedingt erforderlich ist. Dieses Grundgen wird von SHULL (9), LAMPRECHT (1, 4) und anderen mit dem Buchstaben „P“ = Pigmentierung bezeichnet. Dieselbe Benennung wollen wir auch in der vorliegenden Besprechung verwenden. TSCHERMAK (10) benutzte für das gleiche Gen den Buchstaben „A“.

Individuen, denen der Pigmentfaktor fehlt, sehen äußerlich weiß aus, sie sind albinotisch. „Albinos“ enthalten aber meist Anlagen für irgendwelche Färbung, die infolge des Pigmentmangels nicht in Erscheinung tritt. Sobald aber durch Kreuzung mit farbigen Individuen das Pigment in die Erbmasse eingeführt wird, kommen diese Farben in den Nachkommen zum Vorschein und vermischen sich mit der Färbung der bunten Elternsorte. So wird in unserem obigen Beispiel die braune Kornfarbe der Stangenbohne „Wachs Goliath“ durch den Einfluß der in der „Weißen Römischen Wachs“ steckenden Farbstoffe zu Dunkelviolet, das Braun der Buschbohne „Karlsruher Markt“ aber verbindet sich mit den latenten Farbanlagen der „Konservanda“, indem daraus eine braunrosa marmorierte erste Generation entsteht. Ähnliche Erscheinungen treten ja auch in der Tierwelt auf (6).

Bei zwei weißsamigen Buschbohnen sorten hingegen, bei „Thuringia“ und „Riesen-Konserven-Zucker-Brech“, wurde diese Regel durchbrochen. Sie brachten bei Kreuzung mit der rosaweiß marmorierten „Konserva“ keine neuen Sekundärfarbgene in die Erbmasse, sondern lieferten in der ersten Generation die gleiche rosaweiß marmorierte Färbung, wie sie die „Konserva“ aufweist, und in der zweiten Generation rosa-weiß marmorierte, rosa gleichfarbige und weiße Nachkommen. Auf diese Kreuzung wurde bereits in einer früheren Veröffentlichung hingewiesen (7). Die Sorten „Thuringia“ und „Riesen-Konserven“ enthalten offenbar den Farbgrundfaktor „P“ ohne sekundäre Farbgene. Auf welche Weise diese Zusatzfarbanlagen verschwunden sind, wird im Laufe dieser Besprechung näher untersucht werden. Beide Sorten haben eine reinweiße Samenfarbe. Demnach ist also das Pigment „P“ an sich farblos, es ist nicht fähig, ohne Zusatzgen irgendeine Färbung des Bohnenkornes zu verursachen.

Daß der Farbgrundfaktor „P“ mit keiner Sekundärfärbung identisch ist, sondern reinweiß erscheint, weist bereits LAMPRECHT (1) an seiner Kreuzung XII „Digoin“ (rohseidengelb)  $\times$  „De-la-Chine“ (geschwefeltes Weiß) nach, bei der er in der zweiten Generation das Spaltungsverhältnis 15 farbig zu 1 weiß erhielt. Die hier abgespaltenen weißen Individuen sind nicht etwa pigmentlose „Albinos“, sondern pigmenthaltige „echtweiße“ Typen, durch Ausmenden der Sekundärfarbgene entstanden.

## 2. Die Scheckklöschung, der dritte Typ für Weißsamigkeit.

Außer den „Albinos“ und „Echtweißen“ wurde nun noch eine dritte genetische Konstitution für weiße Samenfarbe bei Bohnen gefunden. Sie erschien bei der Kreuzung einer gescheckten mit einer ganzfarbigen Bohnensorte und zwar bei der Buschbohnenkreuzung „Wachs Beste von Allen“ (synonym „Brittle Wax“)  $\times$  „Konserva“. „Beste von Allen“ hat ein weißes Korn mit schwarzem Scheckfleck (Äugung) an der Nabelseite. Das Konservakorn ist rosa marmoriert auf weißem Grunde. Die erste Generation war ganzfarbig schwarzrosa marmoriert. Die zweite Generation ergab 525 ganzfarbige, 133 weiße und 44 weißbunt gescheckte Individuen. Die bunten Augenflecke der Schecken sowie die ganzfarbigen Individuen waren teils marmoriert, teils gleichfarbig. Über die Vererbung der Marmorierung innerhalb dieser Kreuzung wurde bereits an anderer Stelle berichtet (7).

Auffallend ist das Erscheinen weißer Bohnensamen in der zweiten Generation, obwohl keine der beiden Elternsorten reinweiß war. Einige weißsamige Pflanzen der  $F_2$  hatten außer reinweißen Körnern auch solche mit winzigem dunklen Punkt an der Mikropyle. Diese brachten in der  $F_3$  buntweiß gescheckte Nachkommen. Die Schecken blieben in allen Generationen konstant. Die weißsamigen Bohnen aber spalteten zum Teil Schecken ab. Die Anzahl der weißen  $F_2$ -Individuen war dreimal so groß wie die der Schecken. Die Scheckung ist also im vorliegenden Falle rezessiv zur weißen Samenfarbe. Demnach *enthalten offenbar die weißsamigen Individuen dieser Kreuzung einen Faktor, der die Teilfärbung der Scheckung auslöscht, und somit Farblosigkeit verursacht*. Der Faktor ist dominant über Scheckung und tritt nur da in Erscheinung, wo die Anlage für totale Kornfärbung fehlt. Denn unter den ganzfarbigen Individuen läßt sich kein diesbezüglicher Unterschied erkennen. Wir wollen dieses *Gen für Schecklöschung* kurz mit dem Buchstaben „L“ benennen und die durch seinen Einfluß entstandenen weißen Bohnen als „Gelöschte Schecken“ bezeichnen zum Unterschied von den „Albinos“ und den „Echten Weißen“.

Die Anzahl der ganzfarbigen  $F_2$ -Nachkommen (525) ist dreimal so groß wie die der Weißen und Schecken zusammengenommen (177). Die Individuen mit Anlage für Scheckung unterscheiden sich also von den ganzfarbigen durch das Fehlen eines Erbfaktors, der die Gesamtfärbung des Kornes bedingt. TSCHERMAK (10) erklärt die Verteilung der Farbe über das ganze Bohnenkorn durch Zonalfaktoren. Wir wollen uns hier SHAW und NORTON (8) anschließen, die das *Gen für Totalfärbung* des Bohnensamens mit dem Buchstaben „T“ bezeichnen. Bei der Abwesenheit des Gens „T“ ist das Bohnenkorn nur noch teilweise gefärbt, also gescheckt. Die Scheckung ist jedoch nur dann sichtbar, wenn der Löschungsfaktor „L“ fehlt. Voraussetzung für das Erscheinen jeglicher Färbung, auch bei den Schecken, ist aber die Anwesenheit von Pigment „P“ und einem oder mehreren Farbgenen. Die phänotypische Erbformel einer Schecke wäre demnach „Ptl“. Tritt der Löschungsfaktor hinzu „PtlL“, so sieht die Bohne weiß aus. Ist „T“ vorhanden, so ist das Korn vollständig gefärbt, ganz gleich ob der Löschungsfaktor „L“ anwesend ist oder nicht. Bei Dominanz von „T“ ist „L“ wirkungslos. „T“ ist epistatisch über „L“. In Tabelle 3 ist die Aufspaltung veranschaulicht.

Tabelle 3. Spaltungsschema der Kreuzung „Gescheckt“ (PPTtll)  $\times$  „Ganzfarbig“ (PPTTLL).

$$F_1: \text{Ganzfarbig}, F_2: P \begin{cases} 3T < 3L - 9TL \\ 1t < 3L - 3tL \end{cases} \begin{matrix} 12 \text{ Ganz-} \\ \text{farbig} \\ 3 \text{ Weiß} \\ 1 \text{ Gescheckt} \end{matrix}$$

Setzen wir die so gefundenen Verhältniszahlen in die Tabelle 4 ein und vergleichen die beobachteten Zahlen mit den erwarteten, so stellen wir eine gute Übereinstimmung fest. Die gefundenen  $F_2$ -Zahlen entsprechen dem angenommenen Verhältnis. Die biometrische Sicherung ist eine sehr gute.

Tabelle 4.  $F_2$  der Kreuzung „Wachs Beste von Allen“  $\times$  „Konserva“.

	Gefunden	Verhältnis	Errechnet	Differenz	m	D/m
Ganzfarbig	525	12	526,490	-1,490	$\pm 11,47$	0,12
Weiß	133	3	131,625	+1,375	$\pm 10,34$	0,13
Gescheckt	44	1	43,875	+0,125	$\pm 6,41$	0,001
	702	16	702,000			

Rückschließend von dieser Spaltung auf die Genotypen der beiden Elternsorten ist festzustellen, daß die Gene „T“ und „L“ offenbar von der Sorte „Konserva“ in die Erbmasse eingeführt wurden, denn sie fehlen der Schecke „Beste von Allen“. Beide Sorten enthalten „P“.

Die für uns wesentliche Folgerung aus dieser Kreuzung ist, daß es noch einen dritten Typ der weißen Bohnenfarbe gibt, nämlich den der „gelöschten Schecke“. Er ist rezessiv zu Ganzfarbigkeit, aber dominant über Scheckung.

### 3. Ungelöschte Scheckvererbung.

Die Schecke „Beste von Allen“ wurde noch mit zwei weißsamigen Bohnensorten gekreuzt. Tabelle 5 zeigt das Ergebnis der Kreuzung „Beste von Allen“  $\times$  „Anthracnose Resistant“ bezüglich der Scheckvererbung.

Tabelle 5.  $F_2$  der Kreuzung „Beste von Allen“ (gescheckt)  $\times$  „Anthracnose Resistant“ (weiß).

	Gefunden	Verhältnis	Errechnet	Differenz	m	D/m
Ganzfarbig	87	9	78,75	+8,25	$\pm 5,08$	1,624
Gescheckt	18	3	26,25	-8,25	$\pm 5,08$	1,624
Weiß	35	4	35,00	0,00		
	140	16	140,00			

Das Ergebnis dieser Kreuzung wurde bereits an anderer Stelle erwähnt (7, S. 441). In der zweiten Generation zeigt genau der vierte Teil der Gesamtzahl weiße Kornfarbe. Die weißkörnigen Pflanzen brachten auch in den folgen-

den Generationen konstant weiße Samen. Es ist daher anzunehmen, daß bei ihnen die weiße Farbe allein durch Pigmentmangel zu erklären ist, wie er von der pigmentlosen „Anthracnose Resistant“ ererbt wurde, nicht aber durch Löschung der Scheckung. Die Schecken sind augenscheinlich durch Schwinden des Gens für Totalfärbung, das von der „Anthracnose Resistant“ in die Erbmasse gebracht wurde, direkt von den Ganzfarbigen abgespalten, ohne daß ein Gen für Schecklöschung dazwischen trat. Es sind demnach hier nur die beiden Gene „P“ und „T“ wirksam, von denen „Beste von Allen“

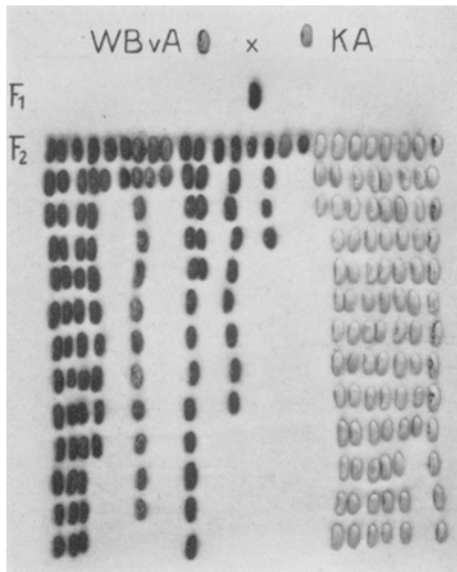


Abb. 1. „Wachs-Beste von Allen“ × „Konservanda“. Je ein Korn der Eltern und der ersten Generation, sowie von jeder Pflanze der zweiten Generation.

PPtt, „Anthracnose Resistant“ aber ppTT enthält. Dem entspricht das folgende Spaltungsschema:

Tabelle 6. Spaltungsschema „Gescheckt“ PPtt × „Weiß“ ppTT.

$F_1$ : PpTt Ganzfarbig,  $F_2$ :  $\begin{cases} 3P < 3T - 9 \text{ Ganzfarb.} \\ 1t - 3 \text{ Gescheckt} \\ 1P < 3T \\ 1t \end{cases} \} 4 \text{ Weiß}$

Die weißen Typen dieser Kreuzung sind offensichtlich albinotisch. Sie sind rezessiv sowohl zu Ganzfarbigkeit wie auch zu Scheckung, also reinerbig weiß.

#### 4. Gelöschte Schecken und Albinos.

Des weiteren wurde die Schecke „Beste von Allen“ mit der weißsamigen „Konservanda“

gekreuzt. Letztere ist eine Mutation aus der Sorte „Konserva“ und unterscheidet sich von dieser durch die Abwesenheit des Pigmentes „P“. Die erste Generation der erwähnten Kreuzung glich denn auch vollkommen derjenigen der Kreuzung „Beste von Allen“ × „Konserva“ (Tabelle 4). Sie war ganzfarbig, schwarzrosa marmoriert. In der zweiten Generation erschienen unter 196 Individuen 108 ganzfarbige, 77 weiße und 11 Schecken (Abb. 1). Es fällt bei diesen Zahlen sofort auf, daß die Anzahl der weißen  $F_2$ -Individuen im Verhältnis zur Gesamtzahl bei weitem größer ist als die der Konservakreuzung (Tabelle 4). Es wirkt sich hier außer der Schecklöschung die Abwesenheit des Pigmentfaktors bei der Sorte „Konservanda“ aus, wodurch allein schon der vierte Teil der Gesamtzahl der zweiten Generation weiß erscheint. Zu dem Schema der Tabelle 3 kommt hier also noch die Spaltung des heterozygoten Pigmentfaktors hinzu. So entsteht das in Tabelle 7 angegebene Spaltungsverhältnis.

Tabelle 7. Spaltungsschema der Kreuzung „Gescheckt“ PPTtll × „Albinotisch“ ppTTLl.

$F_1$ : Ganzfarbig PpTtll,  $F_2$ :  $\begin{cases} 3P < 3T < 3L - 27 \text{ PTL} \\ 1t < 3L - 9 \text{ Ptl} \\ 1P < 3L - 9 \text{ PTL} \\ 1t < 3L - 9 \text{ Ptl} \end{cases} \} 36 \text{ Ganzfarb. (gelöschte Schecken)}$   
 $\begin{cases} 1P < 3L - 9 \text{ PTL} \\ 1t < 3L - 9 \text{ Ptl} \end{cases} \} 16 \text{ Weiß (Pigmentlose Albinos)}$

Die gelöschten Schecken sind äußerlich von den Albinos nicht zu unterscheiden, so daß wir sie beide unter dem Phänotyp „Weiß“ zusammenfassen müssen. So entsteht das Spaltungsverhältnis 36 Ganzfarbig : 25 Weiß : 3 Gescheckt.

Errechnen wir nach diesen Verhältniszahlen die entsprechenden absoluten Werte für 196 Individuen, so erhalten wir eine gute Übereinstimmung mit den beobachteten Zahlen (Tab. 8).

Tabelle 8.  $F_2$  der Kreuzung „Beste von Allen“ × „Konservanda“.

	Ge-fun-den	Verh.	Errechnet	Differenz	m	D/m
Ganzfbg.	108	36	110,2500	- 2,2500	± 6,95	0,32
Weiß	77	25	76,5625	+ 0,4375	± 6,83	0,06
Gescheckt	11	3	9,1875	+ 1,8125	± 2,96	0,70
	196	64	196,0000			

In der dritten Generation trat der Fall ein, daß sowohl weiße  $F_2$ -Samen Schecken, wie auch daß gescheckte  $F_2$ -Samen weiße Individuen hervorbrachten. „Weiß“ kann in dieser Kreuzung entweder dominant oder rezessiv zu „Ge-

scheckt“ sein. Es liegen hier eben zwei genetisch ganz verschiedene weiße Typen vor.

Die Verteilung der drei Gene, die sich hier auswirken, ist in den Elternsorten etwa so, daß die Schecke „Beste von Allen“ dem Genotyp „PPttll“ und die albinotische „Konservanda“ dem Genotyp „ppTTLL“ entspricht.

### 5. Weißsamige Sorten verschiedenen Genotyps.

Nach dem bisher Besprochenen läßt sich zusammenfassend sagen, daß einem weißen Bohnenkorn drei vollkommen verschiedene Genotypen zugrunde liegen können, die äußerlich nicht zu unterscheiden sind:

1. Pigmentlose farbstoffhaltige „Albinos“ (ppXX).
2. Pigmenthaltige farblose „Echtweiße“ (PPxx).
3. „Gelöschte Schecken“ (PPttLL).

Es wäre nun zu untersuchen, welchem dieser drei Typen unsere weißsamigen Handelssorten entsprechen. Wie bereits anfangs bemerkt, ist der größte Teil der weißen Bohnenrassen albinotisch (Typ 1). Zwei Sorten aber fielen durch ihr abweichendes Verhalten auf: „Thuringia“ und „Riesen-Konserven-Zucker-Brech“. Sie scheinen also eine andere genetische Konstitution zu haben. Diese Vermutung wird durch die Kreuzung „Riesen-Konserven“  $\times$  „Wachs-Protekta“ bestätigt. Beide Elternsorten haben weiße Samenfarbe. Man hätte also wie gewöhnlich bei Kreuzung zweier weißsamiger Sorten in der ersten Generation wieder ein weißes Korn erwartet. Diese Annahme trat jedoch überraschenderweise nicht ein, sondern die Samen der ersten Generation waren tiefschwarz, also gerade das Gegenteil der Eltern. Die Tatsache, daß aus einer Kreuzung zweier weißsamiger Bohnensorten buntsamige  $F_1$ -Nachkommen entstehen können, wird schon von SHAW und NORTON (8) erwähnt. Sie berufen sich auf die Kreuzung „Davis Wax“  $\times$  „Michigan White Wax“, die sie jedoch nicht weiter verfolgten. Auch LAMPRECHT (1) weist auf diese Möglichkeit hin.

Das Auftreten von Färbung in der ersten Generation unserer Kreuzung läßt vermuten, daß eine der beiden Elternsorten die Anlage für „Schwarz“ in die Erbmasse gebracht hat. Um nun festzustellen, welche Elternsorte den schwarzen Farbstoff enthält, müssen wir sie beide mit derselben hellfarbigen dritten Sorte kreuzen. Die beiden Kreuzungen lagen bereits vor. Als Kontrollsorte dient die rosaweiß marmorierte „Konserva“. Wie bereits oben erwähnt, blieb die „Konserva“-Farbe bei der Kreuzung mit „Riesen-Konserven“ in der ersten Gene-

ration unverändert; die  $F_1$  der Kreuzung „Wachs-Protekta“  $\times$  „Konserva“ hatte jedoch schwarze Samen mit rosa Marmorierung. Dar- aus ist zu folgern, daß „Wachs-Protekta“ die Anlage für „Schwarz“ enthält, so daß die Farbe latent bleibt. Das „Weiß“ ihrer Kornfarbe ist also nur albinotisch und entspricht dem Typ 1 der obigen Zusammenstellung.

Aus der Tatsache, daß die unsichtbare Farb- anlage der pigmentlosen „Wachs-Protekta“

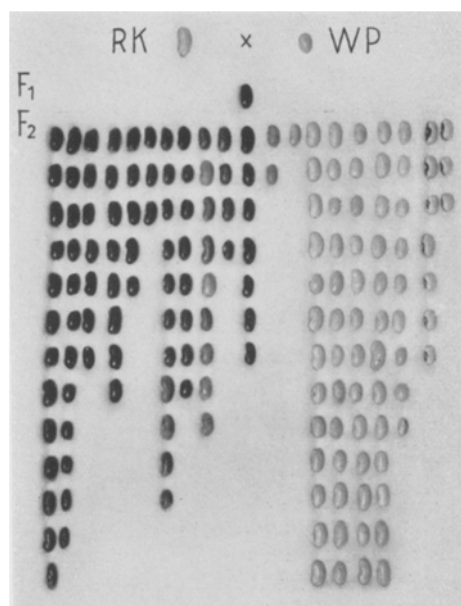


Abb. 2. „Riesen-Konserven“  $\times$  „Wachs-Protekta“. Je ein Korn der Eltern, der ersten Generation und von jeder Pflanze der zweiten Generation.

durch Kreuzung mit „Riesen-Konserven“ zum Vorschein gebracht wird, ist die Folgerung zu ziehen, daß „Riesen-Konserven“ den Pigmentfaktor enthält und ihre Farblosigkeit durch Fehlen der Sekundärfarbene zu erklären ist. In der Annahme, daß sie dem Typ der „Echtweißen“ (PPxx) entspräche, würde man in der zweiten Generation unserer Kreuzung mit „Wachs-Protekta“ (ppXX) eine Aufspaltung im Verhältnis 9 Farbig (PX) zu 7 Weiß (3 Px + 3 px + 1 px) erwarten. Diese Vermutung trat jedoch nicht ein, sondern es tauchten neben 90 Ganzfarbigen und 61 Weißen auch 10 Schecken auf (Abb. 2). Die Zahlen ähneln außerordentlich dem dihybriden Spaltungsverhältnis 9 : 6 : 1. Trotzdem kann aber eine Erklärung mit nur zwei Genen hier nicht angewandt werden. Denn die Scheckung ist doch nicht als komplett rezessiver Typ durch Fehlen von Pigment und Sekundär-

färbung auszulegen. Die Ägung, deren Farb-abstufungen genau so mendeln wie die der ganz-farbigem Individuen, beweist doch unzweifelhaft, daß in den Schecken sowohl Pigment als auch Sekundärfarbene vorhanden sein müssen. Der Genotyp 2 der „Echten Weißen“ Bohne kommt also für die Sorte „Riesen-Konserven“ nicht in Betracht.

Wie ist nun aber das Auftreten der Schecken zu erklären? Die Anlage für Scheckung muß doch sicher in einer der beiden Elternsorten vorhanden gewesen sein. Wir wenden uns also wieder der bereits erwähnten Kreuzung „Wachs-

Schecke „Beste von Allen“ mit „Konserva“ und „Konservanda“ (Tabellen 4 u. 8) ersichtlich ist, besteht die Möglichkeit, daß die Scheckfärbung latent in äußerlich weißen Bohnen vorhanden sein kann. Diese Erkenntnis läßt sich auf die Sorte „Riesen-Konserven“ übertragen. Sie entspricht offenbar dem Genotyp der „Gelöschten Schecke“ „PPttLL“. Der Gegentyp hierzu „ppTtll“, ein „Albino“ mit Anlage für Totalfärbung ohne Löschungsfaktor, wäre dann für „Wachs-Protekta“ einzusetzen. Bei Kombination dieser beiden Genotypen erhalten wir genau das gleiche Spaltungsschema wie in Tabelle 7 (Abb. 3).

Bei Umrechnung der Verhältniszahlen 36:25:3 in absolute Werte für 161 Individuen kann in Tabelle 9 ein Vergleich mit den in der Natur gefundenen Zahlen vorgenommen werden.

Tabelle 9.  $F_2$  der Buschbohnenkreuzung „Riesen-Konserven“ (weiß)  $\times$  „Wachs-Protekta“ (weiß).

	Ge- fun- den	Verh-	Er- rechnet	Differenz	m	D/m
Ganzfarbig	90	36	90,564	- 0,564	$\pm 6,30$	0,09
Weiß	61	25	62,890	- 1,890	$\pm 6,19$	0,31
Gescheckt	10	3	7,546	+ 2,454	$\pm 2,68$	0,92
	161	64	161,000			

Die Übereinstimmung zwischen Befund und Berechnung ist ausgezeichnet. Der Zuverlässigkeitswert ist überall kleiner als 1. Die Annahme der Verhältniszahlen kann also als gesichert gelten. Ein Vergleich zwischen Tabellen 8 u. 9. läßt erkennen, daß in beiden Kreuzungen das gleiche Spaltungsverhältnis vorliegt, obwohl die Ausgangssorten ganz verschieden waren. Das eine Mal wurde „Ganzfarbig“ mit „Gescheckt“, das andere Mal „Albino“ mit „Gelöschte Schecke“ gekreuzt. In beiden Fällen spalten zwei genetisch verschiedene weiße Typen ab: Reinerbige pigmentlose „Albinos“ und spalterbige „Gelöschte Schecken“.

#### 6. Der Genotyp der Sorte „Riesen-Konserven“.

Die Sorte „Riesen-Konserven“ entspricht demnach dem dritten Typ der weißsamigen Bohnen. Sie besitzt den Farbgrundfaktor „P“, es fehlt ihr aber das Gen für Totalfärbung „T“, und die dadurch entstehende Teilfärbung ist infolge der Anwesenheit des Löschungsfaktors „L“ beseitigt.

Wenn demgemäß die Sorte „Riesen-Konserven“ den Genotyp „PPttLL“ hat, so müßte sie bei Kreuzung mit der Schecke „Beste von Allen“, deren Genotyp wir gemäß Tabelle 4 und 8 mit „PPtll“ angenommen haben, in der

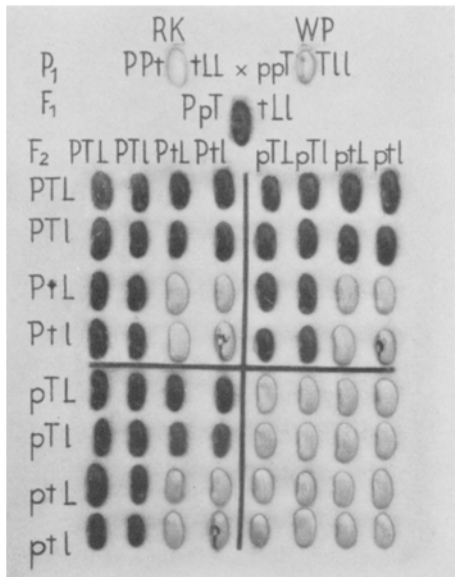


Abb. 3. Spaltungsschema der Kreuzung „Riesen-Konserven“ (PPttLL)  $\times$  „Wachs-Protekta“ (ppTtll). In der zweiten Generation erscheinen zwei genetisch verschiedene weiße Typen: 9 farbgelöschte Schecken (PTL) und 16 Albinos (p.).

Protekta“  $\times$  „Konserva“ zu, von der etwa 200 Individuen der zweiten Generation vorliegen. Es ist aber keine einzige Schecke darunter, sondern nur Ganzfarbige und Weiße. „Wachs-Protekta“ hat demnach keine Veranlagung für Scheckung in sich. Untersuchen wir also die Sorte „Riesen-Konserven“. Sie wurde mit der weißsamigen „Anthraxose-Resistant“ (vgl. 7) gekreuzt, deren Genotyp bekannt ist und keine Anlage für Scheckung hat. Auch hier wurde die erste Generation bunt, sie war ganzfarbig sepiagrau marmoriert, und die zweite Generation ergab 18 ganzfarbige, 12 weiße und 4 gescheckte Nachkommen. Es ist also ganz klar, daß die Anlage für Scheckung von der „Riesen-Konserven“ übertragen wurde. An ihr ist äußerlich kein Anzeichen für Scheckung zu erkennen. Wie jedoch aus den Kreuzungen der

ersten Generation (PPttLl) die Scheckung verwischen und ein reinweißes Korn liefern; denn der in „Riesen-Konserven“ vorhandene Lösungs-faktor müßte über die Scheckung dominieren. Um diesen Schlußstein in das von zwei Seiten aufgeführte Gebäude zu setzen, wurde diese Kreuzung in beiden Richtungen durchgeführt. Die Prüfung für die Richtigkeit der Gedankengänge ist bestanden. Sie hat einwandfrei die Erwartung bestätigt. Die im Herbst 1933 geernteten  $F_1$ -Samen waren sämtlich weiß. Die Scheckung war verschwunden. Einige Samen

gelöschte Schecken handelt. Im ersteren Falle sieht die  $F_1$  schwarz aus, im zweiten weiß.

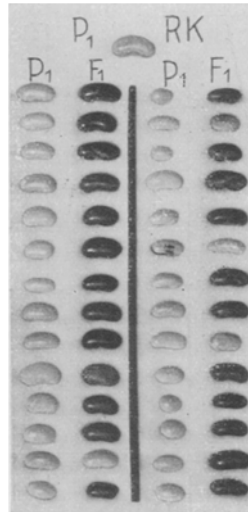
#### 7. Die Farbenanlagen der albinotischen Bohnensorten.

Der Umstand, daß „Riesen-Konserven“ den Pigmentfaktor enthält, Faktoren für Sekundärfärbung aber nicht, macht sie zu einer Testsorte für die Feststellung der Sekundärfarbanlagen in albinotischen Bohnen.

In diesem Sinne wurde daher eine größere Anzahl im Handel befindlicher weißer Buschbohnen-

#### Bohnensorte: Riesen-, Konserven-, Zucker-, Brech-, gekreuzt mit

weiße Flageolet .....
früheste weiße langhülsige Treib- .....
Hamburger Glas-Nieren .....
weiße Ilsenburger .....
Kaiser Wilhelm Riesen- .....
Kaiser Wilhelm .....
Krummschnabel .....
weiße langhülsige Nieren a) .....
„ „ „ b) .....
hochstaudige Schlachtschwert .....
Schwert-, Hamburger Markt- .....
Schwert-, Nordstern .....
Thuringia .....
Zucker-, Butter, doppelte holländ. Prinzeß....



..... Zucker-Perl-, Holsteiner
..... Konservanda
..... Zucker-Perl-Perfektion
.. .. Wachs-Flageolet mit weißen Samen
... Wachs-Hinrichs Riesen- mit weißen Samen
..... Wachs-, „Beste von allen“
..... Wachs-Butter-Königin
..... Wachs-, Geheimrat Ramm
..... Wachs-Ideal mit Fäden
..... Wachs-Ideal ohne Fäden
..... Wachs-Protekta
..... Wachs-Zucker-Perl
..... Weltruf
..... Goldwährung

Abb. 4. 27 weiße und 1 gescheckte Bohnensorte ( $P_1$ ) mit „Riesen-Konserven“ ( $P_1$ ) gekreuzt, ergaben die unter „ $F_1$ “ aufgereihten Bohnen. Neben jede weiße Sorte ist die entsprechende farbige  $F_1$ -Bohne gelegt, die von ihr abstammt.

wiesen an der Mikropyle den für heterozygote Schecklöschung charakteristischen winzigen Punkt auf. Die  $F_1$ -Hülsen hatten die Fadenlosigkeit der Wachsohne „Beste von Allen“ und die grüne Farbe der fädigen „Riesen-Konserven“. Dieses letzte Kreuzungsergebnis scheint mir ein besonders stichhaltiger Beweis dafür zu sein, daß es einen Erbfaktor bei Bohnen gibt, der imstande ist, die Farbe der Scheckung auszulöschen.

Bei den vier Bohnensorten „Konserva“, „Riesen-Konserven“, „Beste von Allen“ und „Wachs-Protekta“ haben wir nun von den sechs untereinander möglichen Kreuzungen fünf besprochen. Um den Ring zu schließen, bliebe nur noch die Kreuzung „Beste von Allen“  $\times$  „Wachs-Protekta“ übrig. Sie ergibt in der ersten Generation „Schwarz“.

Die schwarz-weiß gescheckte Sorte „Wachs Beste von Allen“ kann mithin für Kontrollkreuzungen benutzt werden, um festzustellen, ob es sich bei weißen Bohnen um Albinos oder um

sorten mit „Riesen-Konserven“ gekreuzt und die  $F_1$ -Samen im letzten Herbst geerntet (Abb. 4). Die Ergebnisse zeigten, daß die meisten weißsamigen Bohnensorten bestimmte Farbfaktoren enthalten. Nur die Sorte „Thuringia“ zeigt die gleichen Erbanlagen wie „Riesen-Konserven“. Auch sie besitzt die Fähigkeit, bei Kreuzung mit albinoweißen Sorten, eine farbige erste Generation zu erzeugen, und zwar bei jeder Sorte die gleiche Farbe wie bei der entsprechenden Kreuzung mit „Riesen-Konserven“. Die beiden Sorten scheinen miteinander verwandt zu sein, denn „Riesen-Konserven“ unterscheidet sich von „Thuringia“ im wesentlichen nur durch die längere Hülse.

In Tabelle 10 sind die Farben angegeben, die in den verschiedenen albinotischen Bohnensorten enthalten sind und die bei Kreuzung mit der Sorte „Riesen-Konserven“ in der ersten Generation sichtbar wurden.

Die Farben sind nach den Normen des OSTWALDSchen Farbsystems bestimmt und die ent-

sprechenden deutschen Farbbezeichnungen nach der von KRÜGER (5) ausgearbeiteten Methode daneben angegeben. Bei den marmorierten Samen ist in Anlehnung an LAMPRECHT (I, 4) die dunkle Farbe zuerst genannt.

Aus dieser Tabelle lassen sich verwandtschaftliche Beziehungen gewisser Bohnensorten feststellen. So enthalten „Weiße Flageolet“

Unter den Perlbohnen gleichen sich „Wachs Protekta“ und „Wachs Zucker Perl“ ganz und gar, wie schon früher einmal festgestellt wurde (7). Sie enthalten beide schwarzen Farbstoff. Die übrigen Perlbohnen aber, „Zucker-Butter doppelte holländische Prinzess“, „Holsteiner Zucker Perl“ und „Zucker-Perl-Perfektion“ weisen ganz verschiedene Farbanlagen auf.

Tabelle 10. Weiße Buschbohnsorten und ihre  $F_1$ -Färbung bei Kreuzung mit der Sorte „Riesen-Konserven“ in alphabetischer Reihenfolge.

Sortenname	Oswaldsche Farbnorm	Farbbezeichnung nach KRÜGER
Grünhülsige mit Fäden.		
Anthracnose Resistant . . . . .	5 ni/rn	tiefdunkelkreßbraun/trübkreß marmoriert
Flageolet, weiße . . . . .	10 rn/ea	dunkelpurpur, hell marmoriert
Früheste weiße langhülsige Treib . . . . .	13 pn/3 ni	trübdunkelindigo/hellsepie marmoriert
Hamburger Glas-Nieren . . . . .	11 rn/ie	dunkelveil/hellveil marmoriert
Ilseburger, weiße . . . . .	12 rn/ea	dunkelamethyst/hellamethyst marmoriert
Kaiser Wilhelm . . . . .	12,5 rn/lg	dunkelamethystindigo/stumpfamethyst-indigo marmoriert
Kaiser-Wilhelm Riesen . . . . .	4 ri/ie	dunkelchrom/stumpfchrom marmoriert
Krummschnabel . . . . .	13 rn/ie	tiefdunkelindigo/stumpfindigo marmoriert
Nieren, weiße a) . . . . .	4 ra	leuchtend chromgelb (bister) mit Corona
b) . . . . .	8 ri	dunkelrot
Schlachtschwert, hochstaudige . . . . .	13 ni/ea	trübindigo/hellindigo marmoriert
Schwert Hamburger Markt . . . . .	12 ni/ge	trübamethyst/stumpfamethyst marmort.
Schwert Nordstern . . . . .	12 ge/4 gc	stumpfamethyst/stumpfchrom marmort.
Thuringia . . . . .	a	reinweiß
Zucker Butter Brech, doppelte holl. Prinzess . . . . .	13 rn/4 ge	tiefdunkelindigo/stumpfchrom marmoriert
Zucker Perl, Holsteiner . . . . .	9 ri/5 gc	dunkelamarant/stumpfkreß marmoriert, mit Corona
Grünhülsige ohne Fäden		
Konservanda . . . . .	9 ea/a	hellamarant-rosa/weiß marmoriert
Weltruf . . . . .	11 rn	tiefdunkelveil
Zucker Perl Perfektion, ohne Fäden und ohne Ranken . . . . .	4 nl/ie	trübschromgrau/stumpfchrom marmoriert
Gelbhülsige mit Fäden		
Wachs-Flageolet mit weißen Samen . . . . .	13 rn/ea	tiefdunkelindigo/hellindigo marmoriert
Wachs-Hinrichs-Riesen, mit weißen Samen . . . . .	13 rn/ca	tiefdunkelindigo/hellindigo marmoriert
Wachs-Ideal . . . . .	10 ie/a	purpurrosa/weiß marmoriert
Gelbhülsige ohne Fäden		
Wachs-Butterkönigin . . . . .	11 rn/ca	dunkelveil/hellveil marmoriert
Wachs Geheimrat Ramm . . . . .	14 rn/ec	dunkelultramarin/hellultramarin marmort.
Goldwährung . . . . .	10 rn	dunkelpurpur
Wachs-Ideal ohne Fäden . . . . .	4,5 ni	trübkreßbraun mit Corona
Wachs-Protekta . . . . .	t	schwarz
Wachs-Zucker-Perl . . . . .	t	schwarz

und „Wachs Flageolet mit weißen Samen“ ähnliche Farbanlagen wie die bunten Flageoletbohnen, und „Weiße Ilseburger“ die gleiche Färbung wie „Bunte Ilseburger“. Ganz genau stimmt die Rosa-Marmorierung, welche in der pigmentlosen „Konservanda“ verborgen ist, mit der pigmenthaltigen „Konserva“ überein. Ihre Verwandtschaft tritt hier offen zutage.

Gewisse Beziehungen lassen sich auch zwischen den Schwertbohnen an ihren Farbäußerungen erkennen. So haben „Hamburger Markt“, „Nordstern“ und „Kaiser Wilhelm Riesen“ recht ähnliche Farbanlagen.

Einige Bohnensorten, die den gleichen Namen haben, wie „Wachs Ideal“ mit Fäden und „Wachs Ideal“ ohne Fäden, „Hinrichs Riesen“ und „Wachs Hinrichs Riesen“, „Kaiser Wilhelm“ und „Kaiser Wilhelm Riesen“ scheinen jedoch nicht miteinander verwandt zu sein. Darauf weisen neben anderen Anzeichen nun auch die ganz verschiedenen Farbanlagen hin.

Eigenartig ist, daß eine Sorte wie „Weiße Nieren“ zwei verschiedene Farbtypen aufweist, nämlich solche Individuen, die *dunkelrot* und solche, die *chromgelb* reagieren. Die Sorte ist offensichtlich nicht einheitlich, sondern eine aus



mindestens zwei Linien zusammengesetzte Population.

#### Zusammenfassung.

An zwölf Bohnenkreuzungen wurde die Vererbung der weißen Samenfarbe verfolgt. Drei verschiedene Genotypen für „Weiß“ wurden festgestellt:

1. Albinos, farbhaltige ohne Pigment (ppXX).
2. Echtweiße, pigmenthaltige ohne Farbstoff (PPxx).
3. Gelöschte Shecken, pigmenthaltige mit farbloser Sheckanlage (PPttLL).

Der dritte Typ wurde aus der Kreuzung „Konserva“  $\times$  „Wachs Beste von Allen“ gewonnen und außerdem in der Sorte „Riesen-Konserven Zucker Brech“ entdeckt.

Die Gene für Pigmentierung „P“, Totalfärbung „T“ und Schecklöschung „L“ sind in den untersuchten Sorten folgendermaßen verteilt:

- Konserva PTL.
- Konservanda pTL.
- Wachs Beste von Allen Ptl.
- Riesen Konserven Zucker Brech PtL.
- Wachs Protekta pTl
- Anthraxose Resistant pTl.

Die Kreuzungen PtL (weiß)  $\times$  pTl (weiß) und PtL (weiß)  $\times$  pTL (weiß) ergeben eine farbige

erste Generation. Im ersteren Falle werden in der zweiten Generation Shecken abgespalten, im letzteren nicht.

27 weiße Bohnensorten wurden mit „Riesen-Konserven“ gekreuzt und auf ihren Farbgehalt geprüft. Bezüglich der Vererbungsweise der weißen Samenfarbe konnten für die Züchtung wertvolle Schlußfolgerungen gezogen werden.

#### Schrifttum.

1. LAMPRECHT, H.: Beiträge zur Genetik von *Phaseolus vulgaris*. Hereditas XVI, 169 (1932).
2. LAMPRECHT, H.: Hereditas XVII, 1 (1932).
3. LAMPRECHT, H.: Hereditas XVII, 54 (1932).
4. LAMPRECHT, H.: Hereditas XVII, 249 (1933).
5. KRÜGER, F. A. O.: Abriß der Ostwaldschen Farbenordnung. Deutsche Werkstelle für Farbkunde, Dresden.
6. NACHTSHEIM, H.: Die Entstehung der Kaninchenrassen im Lichte der Genetik. Z. Tierzüchtg XIV, 1 (1929).
7. SCHREIBER, F.: Resistenzzüchtung bei *Phaseolus vulgaris*. Phytopatholog. Z. IV, 4 (1932).
8. SHAW, I. K., and J. B. NORTON: The inheritance of seed coat colours in garden beans. Massachusetts Agr. Exp. Bull. 185 (1918).
9. SHULL, G. H.: Some latent characters of a white bean. Science N. S. XXV, 646 (1907).
10. TSCHERMAK, E. V.: Bastardierungsversuche an Bohnen mit Rücksicht auf die Faktorenlehre. Z. Abstammungslehre VII, 81 (1912).

(Aus der Station für Pflanzenzüchtung und Samenkontrolle Cluj, Rumänien.)

## Ein Beitrag zur Züchtung des Rotklees auf geringen Blattverlust.

Von I. Safta.

Unseres Wissens ist die Züchtung von Rotkleestämmen auf Resistenz gegen Blattverlust noch nicht unternommen worden. Diese Tatsache dürfte auf die klimatischen Verhältnisse West- und Nordwesteuropas zurückzuführen sein, da offensichtlich das maritime Klima nicht in demselben Maße den Blattverlust bei der Heubereitung begünstigt, wie das trockene, kontinentale Klima Ost- und Südosteuropas. Es kommt hinzu, daß in den westlichen Ländern die Trocknung des Klees ausschließlich auf Kleereiter, Heizen, Hütten u. dgl. und nicht in Schwaden geschieht, so wie es im trockenen Osten größtenteils auch heutzutage noch üblich ist. Bei der Trocknung auf Kleereiter sind aber die Blattverluste bedeutend kleiner als bei denjenigen in Schweden.

Die Blätter sind jedoch die wertvollsten und eiweißreichsten Bestandteile einer Kleepflanze. Sie enthalten in der Trockensubstanz ungefähr doppelt soviel Stickstoff wie der Stengel. Blattverlust bedeutet daher einen erheblichen Stickstoffverlust. Es ist infolgedessen für den

Osten die Frage nach der Möglichkeit der Züchtung auf geringen Blattverlust sehr wichtig.

Über die realen Blattverluste, welche unter unseren Verhältnissen eine Heuernte einbüßt, stehen uns leider keine genauen Angaben zur Verfügung, doch müssen wir annehmen, daß Verluste von 50% des Gesamtblattgewichtes und darüber hinaus als normal zu betrachten sind.

Die Station für Pflanzenzüchtung und Samenkontrolle in Cluj, welche sich unter anderem auch mit der Züchtung des Rotklees beschäftigt, hat sich als erstrebenswertes Ziel die Züchtung von resistenten Formen gegen Blattverlust vorgenommen. Über die allerersten Anfänge dieser Arbeiten soll in diesem Zusammenhang ganz kurz berichtet werden.

Zunächst müßten wir uns darüber im klaren sein, ob bei der betrachteten Eigenschaft überhaupt eine Variabilität zu verzeichnen ist. Zu diesem Zwecke ernteten wir im Sommer 1933 in voller Blüte 67 Elitepflanzen aus unserem Felde, und nach der gewöhnlichen Trocknung