

den gleichen Anteil an den toten Bäumen. Daraus ergibt sich besonders deutlich, daß eine einmalige Prüfung direkt im Anschluß an den Schadwinter nicht genügt, um einen zuverlässigen Einblick in das Ausmaß der Störungen zu bekommen.

Tabelle 6. Veränderung des Frostschadens (%) beim Apfel (jede Schadensgruppe der zweiten Bonitierung = 100%).

Schadensgruppen	erste Bonitierung (Frühjahr 1956)				Sa.
	0	1	2	3	
ungeschädigt (0)	68,9	26,3	3,6	1,2	100
leichter Schaden (1)	30,2	44,0	15,5	10,3	100
mittl. Schaden (2)	21,9	45,3	20,3	12,5	100
schwerer Schaden (3)	4,8	14,3	33,3	47,6	100
tot (4)	27,1	37,1	8,6	27,2	100

Entsprechend den allgemeinen Vorstellungen über die besondere Frostanfälligkeit ernteerschöpfter Gehölze wurde auch dem evtl. Zusammenhang zwischen Schadensausmaß und Ertragnachgegangen. Es konnten dabei aber nur einige Einzelbäume und keine Sortenbestände verglichen werden, da alle Sorten 1955 einen

relativ geringen Ertrag hatten. Nur bei Bäumen der Sorten Signe Tillish und Breuhahn war mit steigendem Vorjahrsertrag ein zunehmender Frostschaden gegeben, bei Landsberger war es fast umgekehrt. Der übrige Bestand war für diese Prüfung ungeeignet.

Es wurde auch versucht, jene Gehölze, die sich um mehrere Schadstufen verändert hatten, einer besonderen Bewertung zu unterziehen. Das Ergebnis unterscheidet sich jedoch so wenig von den vorstehenden Angaben, daß auf eine Erörterung verzichtet werden kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Spätbonitierung frostgeschädigter Gehölze unbedingt notwendig ist, um den wirklichen Schaden festzustellen. Darüber hinaus ist es nur mit Hilfe der Zweitprüfung möglich, dem Wesen der Schadensüberwindung näher zu kommen, und damit neben der üblicheren Beobachtung der Frostresistenz der Sorten auch den Grad der Regenerationsfähigkeit der frostanfälligen Sorten zu erfassen. Unter geeigneten Voraussetzungen kann evtl. eine sorteneigene Überwindungsresistenz entdeckt werden.

(Aus der Forschungsstelle für Agrobiologie und Pflanzenzüchtung Gülzow-Güstrow der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Leiter: Prof. Dr. H. KRESS)

Ergebnisse der Bestäubung mit Pollengemischen bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus*

Beitrag zur Frage der Polyspermie

Von F. ZACHOW

In der sowjetischen Literatur wird besonders ab 1948 wiederholt über das Auftreten von Hybriden mit Merkmalen mehrerer väterlicher Formen nach einer Bestäubung mit Pollengemischen berichtet. So geht aus den Untersuchungen von AWAKIAN und JASTREB (1) sowie FEIGINSON (2) am Mais, BOGDANOWA (3) am Weizen, TER-AWANESJANS (4) an der Baumwolle, TURBIN und BOGDANOWAS (5) an Tomaten u. a. hervor, daß bei der Bestäubung mit Pollengemischen nicht nur der Pollen des einen Vaters, sondern auch der Pollen des anderen Vaters am Befruchtungsprozeß einer Eizelle teilgenommen hatte. Diese Erscheinung steht im Widerspruch zu den bisherigen Vorstellungen vom Befruchtungsprozeß, wonach nur ein Pollenkorn an der Befruchtung einer Eizelle teilhaben kann.

Durch zyto- und embryologische Untersuchungen konnten ELLENHORN und SWETOSAROWA (6), WASSILZOWA (7), KOSLOW (8) und andere jedoch nachweisen, daß mehrere Spermien in eine Eizelle eindringen können. Vielfach vereinigt sich dann aber nur ein Spermium mit dem Eikern, während die übrigen Spermien von der Eizelle assimiliert werden. Wie aus den Untersuchungsergebnissen weiter hervorgeht, ist es aber für die Entwicklung der Zygote nicht gleichgültig, ob ein oder mehrere Spermien in die Eizelle eindringen. Die hierdurch bedingten Veränderungen ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften könnten sich auch auf die Erbanlagen auswirken.

Neben dieser Polyspermie wurde aber auch das Eindringen von Spermien in die somatischen Fruchtblattgewebe beobachtet, wodurch eine Veränderung des für die Ernährung der Zygote maßgebenden Gewebes stattfindet, welches dann die Merkmalsbildung beein-

flussen kann. PRESENT (9) wies nämlich bei Untersuchungen an isolierten Getreide-Embryonen nach, daß die Art der ersten Nahrung des Keimlings für die Merkmalsausbildung von entscheidender Bedeutung ist, was auch für die Nahrung der Zygote zutreffen kann. GLUSCHTSCHENKO (10) nimmt daher an, daß neben der Metaxenienbildung und der Telegonie auch die Entstehung von Hybriden mit Merkmalen mehrerer Vaterformen nach der Bestäubung mit Pollengemischen aus den beobachteten Erscheinungen der Polyspermie und somatischen Befruchtung hergeleitet werden kann.

Ausgehend von diesen neuen experimentellen Ergebnissen über den Ablauf des Befruchtungsprozesses führten wir bei den Lupinenarten *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* von 1953—1957 Bestäubungen mit Pollengemischen durch. Es sollte geprüft werden, ob auch in dieser Gattung Hybriden mit den Merkmalen mehrerer an der Bestäubung beteiligter väterlicher Formen entstehen. Die Lupinenarten *angustifolius* und *luteus* erschienen uns als Untersuchungsobjekte gut geeignet, da wir über mehrere eingehend untersuchte, konstante Formen mit leicht zu unterscheidenden Merkmalen verfügten. Für die weitere züchterische Bearbeitung dieser Arten war aber auch die Frage bedeutsam, ob durch Bestäubung mit einem Pollengemisch die Kombination einzelner Merkmale vereinfacht und somit das gestellte Zuchtziel schneller erreicht werden könne.

Material und Versuchsmethodik

Für die Versuche mit *Lupinus angustifolius* standen uns 3 Varietäten zur Verfügung. Die seit 1954 in der

Sortenliste der DDR geführte „Gülzower Süße Blaue“, die nicht mehr zugelassene Zuchtsorte „Gülzower Rote Bittere“ und eine weißsamige Form unseres Sortiments „Mutation albus“.

Die „Gülzower Süße Blaue“ hat als dominante Merkmale blaue Blütenfarbe und dreifarbiges Testa-Marmorierung. Ihre rezessiven Merkmale sind Alkaloidarmut und Frohwüchsigkeit.

formen wurden die seit 1951 in der DDR zugelassene Zuchtsorte „Gülzower Süße Gelbe“ und fünf weitere Gülzower Zuchtstämme ausgewählt, die sich in einem oder mehreren monogen bedingten Merkmalen unterscheiden. Die einzelnen Merkmale und ihre Dominanz bzw. Rezessivität der in der Versuchsserie benutzten sechs Varietäten gehen aus der Zusammenstellung, Tab. 1, hervor.

Tabelle 1. Charakteristik der in der Versuchsserie verwandten 6 Varietäten von *Lupinus luteus*.

Varietät	Blütenfarbe		Behaarungslänge		Behaarungsart		Samenfarbe ¹		Samengröße	
	dominant	rezessiv	dominant	rezessiv	dominant	rezessiv	dominant	rezessiv	dominant	rezessiv
„Gülzower Süße Gelbe“ Stamm „HE“	chromgelb	—	lang	—	nicht abfallend	—	—	weiß	norm.	—
Stamm „kurzbehaart“	—	schwefelgelb	lang	—	nicht abfallend	—	gesprenkelt	—	norm.	—
Stamm „kurzbehaart“	chromgelb	—	—	kurz	nicht abfallend	—	—	weiß	norm.	—
Stamm „schwarzsamig“	chromgelb	—	lang	—	nicht abfallend	—	schwarz	—	norm.	—
Stamm „abfallend behaart“	chromgelb	—	lang	—	—	abfallend	—	weiß	norm.	—
Stamm „kleinsamig“	chromgelb	—	lang	—	nicht abfallend	—	—	weiß	—	klein

¹ Die Samenfarben gehören zu einer Serie von multiplen Allelen, weiß ist rezessiv gegenüber gesprenkelt und gesprenkelt rezessiv gegenüber schwarz.

Die „Gülzower Rote Bittere“ vererbt als dominantes Merkmal den normalen Alkaloidgehalt und die rezessiven Merkmale rote Blütenfarbe, zweifarbiges Testa-Marmorierung und Frohwüchsigkeit. Sie unterscheidet sich also in der Blüten- und Samenfarbe sowie im Alkaloidgehalt von der „Gülzower Süßen Blauen“.

„Mutation albus“ weist dagegen die dominanten Merkmale normalen Alkaloidgehalt und normale Wüchsigkeit, sowie die gegenüber der blauen Blütenfarbe und der dreifarbiges Testa-Marmorierung der „Gülzower Süßen Blauen“ rezessiv gekoppelt vererbende Eigenschaft rein weiße Samen- und hellviolette Blütenfarbe auf. Pflanzen mit hellviolett gefärbter Blüte bildeten in unseren Versuchen immer rein weiße Samen aus. Die Koppelung dieser Merkmale ist entweder sehr eng, oder es liegt eine pleiotrope Genwirkung vor. Bei der Kombination „Mutation albus“ × „Gülzower Rote Bittere“ findet bei der Blüten- und Samenfarbe keine Dominanz des einen Merkmals über das andere statt, sondern als Neubildung tritt eine blaue Blütenfarbe und eine dreifarbiges Testa-Marmorierung in Erscheinung.

Bei *Lupinus angustifolius* wurden drei Bestäubungen mit Pollengemischen und die entsprechenden Kontrollkreuzungen durchgeführt.

I. Kreuzungen bei Bestäubung mit einem Pollengemisch

1. „Gülzower Süße Blaue“ × Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Rote Bittere“
2. „Mutation albus“ × Pollengemisch „Gülzower Süße Blaue“ + „Gülzower Rote Bittere“
3. „Gülzower Rote Bittere“ × Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Süße Blaue“

II. Kontrollkreuzungen

1. „Gülzower Süße Blaue“ × „Gülzower Rote Bittere“
2. „Gülzower Süße Blaue“ × „Mutation albus“
3. „Gülzower Rote Bittere“ × „Mutation albus“

Bei *Lupinus luteus* wurden sieben Kombinationen mit einem Pollengemisch bestäubt, während neun normale Kreuzungen als Kontrolle dienten. Als Eltern-

I. Kreuzungen bei Bestäubung mit einem Pollengemisch

1. „Gülzower Süße Gelbe“ × Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“
2. Stamm „kurzbehaart“ × Pollengemisch Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „HE“
3. Stamm „HE“ × Pollengemisch Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „kurzbehaart“
4. Stamm „kleinsamig“ × Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“
5. Stamm „abfallend behaart“ × Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“
6. Stamm „HE“ × Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „abfallend behaart“
7. Stamm „kurzbehaart“ × Pollengemisch Stamm „abfallend behaart“ + Stamm „HE“

II. Kontrollkreuzungen

1. „Gülzower Süße Gelbe“ × Stamm „HE“
2. „Gülzower Süße Gelbe“ × Stamm „kurzbehaart“
3. Stamm „kurzbehaart“ × Stamm „schwarzsamig“
4. Stamm „HE“ × Stamm „schwarzsamig“
5. Stamm „kurzbehaart“ × Stamm „HE“
6. Stamm „abfallend behaart“ × Stamm „HE“
7. Stamm „abfallend behaart“ × Stamm „kurzbehaart“
8. Stamm „kleinsamig“ × Stamm „kurzbehaart“
9. Stamm „kleinsamig“ × Stamm „HE“

Bedingt durch die Verteilung der dominanten und rezessiven Merkmale auf die jeweils als Vater oder als Mutter benutzten Formen, sowohl bei *Lupinus angustifolius* als auch bei *Lupinus luteus*, und dem Auftreten einer Neubildung bei der Kombination „Gülzower Rote Bittere“ × „Mutation albus“, ist erst aus der F₂-Spaltung zu ersehen, ob beide Vaterformen an der Befruchtung einer Eizelle beteiligt waren. Zur Vermeidung falscher Schlußfolgerungen bei der Auswertung der Versuchsergebnisse erweist es sich damit als erforderlich, daß die benutzten Formen entweder absolute Selbstbefruchter sind oder daß eine eventuell mögliche Fremdbefruchtung durch geeignete Maßnahmen verhindert wird. Durch Fremdbefruchtung zwischen genotypisch verschiedenen F₁-Pflanzen kann nämlich in der F₂-Spaltung leicht die Beteiligung beider Vaterformen an der Befruchtung einer Eizelle vorge-tauscht werden. Die Tab. 2 und 3 geben Aufschluß

über den Grad der Fremdbestäubung bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus*.

Tabelle 2. Grad der Fremdbestäubung bei *Lupinus angustifolius*

	Zahl der beobachteten Pflanzen	% der Fremdbestäubung
Anbau von Einzelpflanzen der „Gülzower Roten Bitteren“ im Bestand von „Mutation albus“	36	0,00 ¹
Anbau von Einzelpflanzen der „Gülzower Roten Bitteren“ im Bestand der „Gülzower Süßen Blauen“	36	0,00 ¹
Anbau von Einzelpflanzen der „Mutation albus“ im Bestand der „Gülzower Roten Bitteren“	27	0,00 ¹
Anbau von Einzelpflanzen der „Mutation albus“ im Bestand der „Gülzower Süßen Blauen“	42	0,00 ¹
Anbau von Einzelpflanzen der „Gülzower Süßen Blauen“ im Bestand von „Mutation albus“	33	0,00 ¹
Aussaat von weißsamigen zu gefärbten im Verhältnis 1 : 1; 3,25 km vom Bienenstand entfernt	1573	0,00 ²
Aussaat von weißsamigen zu gefärbten im Verhältnis 1 : 1; 1,6 km vom Bienenstand entfernt	5120	0,00 ²
Aussaat von weißsamigen zu gefärbten im Verhältnis 1 : 1; 30 m vom Bienenstand entfernt	2582	0,04 ²

¹ Entfernung zum nächsten Bienenstand 1 km

² nach HACKBARTH und TROLL (10)

Wie aus der Tab. 2 hervorgeht, wurde bei *Lupinus angustifolius* keine wesentliche Fremdbestäubung festgestellt. Nur in unmittelbarer Nähe des Bienenstandes wurde unter 2582 geprüften Pflanzen eine fremdbestäubte gefunden, in den übrigen Prüfungen wurde jedoch keine Fremdbestäubung nachgewiesen. *Lupinus angustifolius* kann damit, wie auch allgemein üblich, unter unseren Umweltverhältnissen zu den obligaten Selbstbefruchtern gezählt werden. Dem Faktor Fremdbefruchtung wurde daher in dieser Versuchsserie keine Beachtung geschenkt.

Tabelle 3. Grad der Fremdbestäubung bei *Lupinus luteus*

	Zahl der beobachteten Pflanzen	% der Fremdbestäubung
Anbau von schwefelgelben Pflanzen im Bestand von chromgelben	128	12,6
Anbau von weißsamigen Pflanzen im Bestand von gesprenkelt-samigen	115	14,5
Anbau von kurzbehaarten Pflanzen im Bestand von langbehaarten	98	19,8

Wie dagegen aus der Tab. 3 ersichtlich, neigt *Lupinus luteus* stärker zur Fremdbestäubung, so daß mit unkontrollierbaren Bestäubungen zwischen den F₁-Pflanzen gerechnet werden mußte. Um die Fremdbestäubung aber auch in dieser Versuchsserie auszuschließen, wurden die Haupttriebe der F₁-Pflanzen kurz vor Beginn der Blüte in Pergamintüten einge-

geschlossen. Erst nach Abschluß der Blüte wurden die Tüten wieder entfernt, und nur die Samen der isoliert abgeblühten Haupttriebe kamen als F₂-Generation zur Aussaat.

Die Kreuzungen wurden 1953 und 1954 durchgeführt. Zur Kastration wurden nur solche Blüten ausgewählt, die noch 3—4 Tage bis zum Aufblühen benötigten und deren Staubgefäße noch nicht die Höhe der Narbe erreicht hatten. Blüten, die dieses Stadium schon überschritten hatten bzw. noch nicht so weit entwickelt waren, wurden entfernt. Bei der Kastration wurde zunächst das Schiffchen von unten nach oben mit Hilfe einer Pinzette aufgeschlitzt, und die beiden Schiffchenhälften mitsamt den 10 Staubgefäßen entfernt. Die Staubgefäße wurden dabei nur an den Staubfäden erfaßt, da die Pollensäcke leicht platzen, welche auch schon zu diesem Zeitpunkt funktionstüchtigen Pollen enthalten. Die kastrierten Blütenstände wurden dann zusammen mit einigen Laubblättern in Pergamintüten eingeschlossen.

Die Bestäubung mit dem Pollengemisch erfolgte am Tage nach der Kastration und wurde am folgenden Tage nochmals wiederholt. Dabei wurde mit der Pinzette soviel Pollen auf die Narbe gebracht, daß sich Pollenklümpchen bildeten. Die Bestäubung der Kontrollkreuzungen erfolgte durch Aufsetzen von Schiffchenspitzen auf die Narben. Bei dieser Methode wird der Pollen durch einen leichten Druck in die Schiffchenspitze befördert, dieselbe abgekniffen und vorsichtig mit der Pinzette auf die Narbe gesetzt. Durch diese Methode wird einmal das Austrocknen der Narbe verhindert, und zum anderen erübrigt sich eine zweimalige Bestäubung.

Zur Herstellung des Pollengemisches wurden trockene, unmittelbar vor dem Öffnen stehende Blüten abgepflückt. Der Pollen wurde mittels einer Pinzette aus der Schiffchenspitze gedrückt, gesammelt und entsprechend der Kombination mit dem Pollen des zweiten Vaters zu gleichen Teilen gut durchmischt. Für die Wiederholung der Bestäubung am zweiten Tage nach der Kastration wurde das Pollengemisch erneut aus frischem Pollen hergestellt.

Die Blütenstände blieben so lange in Pergamintüten eingeschlossen, bis deutlicher Ansatz erkennbar war (ca. 10 Tage nach der Bestäubung). Mit Beginn der Vollreife wurden die Kreuzungen geerntet, einzeln verarbeitet und kamen im nächsten Frühjahr als F₁-Generationen zur Aussaat. Die F₁-Pflanzen standen während der Vegetationsperiode ständig unter genauer Beobachtung und der Phänotyp jeder F₁-Einzelpflanze wurde festgehalten. Die Ernte und Verarbeitung der F₁-Generationen erfolgte wiederum einzelpflanzenweise und ergab im folgenden Jahr die F₂-Generationen.

In den F₂-Generationen von *Lupinus angustifolius* erfolgte vor Beginn der Blüte eine Auszählung der Wuchstypen. Die Untersuchung auf Alkaloidgehalt wurde entweder vor der Blüte nach der Methode von SCHWARZE (12) oder nach der Blüte nach einer in Gülzow entwickelten Methode an grünen Hülsen vorgenommen. Als Reagenz diente bei beiden Methoden Jod-Jodkalium. Alle alkaloidarmen Pflanzen wurden besonders gekennzeichnet. Mit Beginn der Blüte wurden sowohl bei *Lupinus angustifolius*, als auch bei *Lupinus luteus* die Pflanzen mit einem Etikett versehen, auf dem die Blütenfarbe vermerkt wurde. Die

Auszählung der Spaltungsverhältnisse der einzelnen Merkmale wurde gleichzeitig mit der Ernte durchgeführt.

Zur Verrechnung wurden die in gleiche Merkmale spaltenden Parzellen jeder Kombination zusammengefaßt, nachdem die Homogenität des Materials durch den Homogenitätstest überprüft worden war. Die Verrechnung der gefundenen Spaltungsverhältnisse erfolgte dann über die Idealzahlen, wobei die Sicherung nach dem Chi² Test vorgenommen wurde [KAPPERT (10)]. Die Ermittlung von P aus den errechneten Chi²-Werten erfolgte nach den von PÄTAU (14) aufgestellten Kurven. Nach der Bestäubung mit einem Pollengemisch wurden in den F₂-Generationen immer zwei verschiedene Spaltungsgruppen festgestellt, die in den gleichen Merkmalen spalteten, wie die entsprechenden Kontrollkreuzungen. Durch den Homogenitätstest wurde überprüft, ob Kontrollkreuzung und die in den gleichen Merkmalen spaltende Pollengemischgruppe homogen sind und damit auf Kreuzung der gleichen Elternformen beruhen.

Versuchsergebnisse

I. Lupinus angustifolius

Kombination Nr. 1

„Gülzower Süße Blaue“ × Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Rote Bittere“

Von der F₁-Generation dieser Pollengemischkombination wurden 146 Pflanzen geerntet, die auf 30 Kreuzungen zurückgehen. In der Blüten- und Samenfarbe sowie im Alkaloidgehalt war die F₁-Generation einheitlich. Alle Pflanzen blühten blau, hatten dreifarbig Testa-Marmorierung und den normalen Alkaloidgehalt. Dies ist auch verständlich, da die blaue Blüte und die dreifarbig Testa-Marmorierung der „Gülzower Süßen Blauen“ sowohl über die rote Blüte und zweifarbig Testa-Marmorierung der „Gülzower Roten Bitteren“, als auch über die hellviolette Blüte und rein weiße Samenfarbe der „Mutation albus“ dominieren. Der normale Alkaloidgehalt der väterlichen Formen dominiert über die Alkaloidarmut der Mutter. Sowohl bei der Beteiligung nur einer als auch beider väterlicher Formen an dem Befruchtungsprozeß einer Eizelle müßte daher der F₁-Phänotyp dieser Kreuzungskombination die Merkmale blaue Blüte, dreifarbig Testa-Marmorierung und normalen Alkaloidgehalt aufweisen.

Weiterhin unterscheiden sich die im Versuch benutzten Formen aber noch durch den Wuchstyp. Die „Gülzower Süße Blaue“ und die „Gülzower Rote Bittere“ sind frohwüchsig, über welche die Normal-

wüchsigkeit der „Mutation albus“ dominiert. Die F₁-Generation zeigte ebenfalls verschiedene Wuchstypen. Unter den 146 geernteten F₁-Pflanzen waren 75 frohwüchsige und 71 normalwüchsige Pflanzen. Es hatte also den Anschein, als ob bei 75 Pflanzen die „Gülzower Rote Bittere“ und bei 71 Pflanzen die „Mutation albus“ an der Befruchtung beteiligt war. Zur Bestätigung dieser Vermutung war allerdings erst die F₂-Spaltung erforderlich, da die 71 normalwüchsigen Pflanzen auch aus der Befruchtung beider väterlicher Eltern hervorgegangen sein konnten, was auf Grund ihrer rezessiv wirkenden Merkmale für Blüten- und Samenfarbe den Phänotyp der F₁-Generation nicht weiter verändert hätte. Einige Autoren (5, 15) berichteten aber auch darüber, daß bei Vorhandensein unterschiedlicher dominanter Merkmale in den zur Bestäubung benutzten väterlichen Formen nur die Merkmale des einen Vaters im Phänotyp der F₁-Generation sichtbar wurden. Beide Väter waren aber trotzdem am Befruchtungsprozeß einer Eizelle beteiligt, da in der F₂-Generation auch die Merkmale des zweiten Vaters herauspalteten.

Bei Beteiligung beider väterlicher Formen, sowohl der „Gülzower Roten Bitteren“ als auch der „Mutation albus“ am Befruchtungsprozeß mußten also in der Nachkommenschaft einer F₁-Pflanze entweder neben der Blüten- bzw. Samenfarbe der „Gülzower Roten Bitteren“ auch Pflanzen mit dem gekoppelten Blüten-Samenmerkmal der „Mutation albus“ oder neben der Blüten- bzw. Samenfarbe der „Gülzower Roten Bitteren“ auch normalwüchsige Typen in Erscheinung treten.

Die Ergebnisse der F₂-Spaltung bestätigen dagegen, daß immer nur ein Vater an der Befruchtung teilgenommen hatte. Alle normalwüchsigen F₁-Pflanzen spalteten in Wuchstyp, Alkaloidgehalt und in Blüten- und Samenfarbe der „Gülzower Süßen Blauen“ und „Mutation albus“ auf. Rote Blütenfarbe und zweifarbig Testa-Marmorierung wurde bei keiner Pflanze dieser Gruppe gefunden.

In der Tab. 4a wurden die Spaltungsverhältnisse dieser Gruppe zusammengestellt. Beim Vergleich mit der entsprechenden Kontrollkreuzung „Gülzower Süße Blaue“ × „Mutation albus“ ergibt sich dasselbe Spaltungsverhältnis. Die Sicherung mittels Chi² und Homogenitätstest ist gegeben.

Die 75 frohwüchsigen F₁-Pflanzen spalteten in blaue und rote Blütenfarbe, drei- und zweifarbig Testa-Marmorierung, sowie im Alkaloidgehalt. Es wurden also nur Merkmale des zweiten väterlichen Elters, der „Gülzower Roten Bitteren“ festgestellt. Merkmale der „Mutation albus“ fehlten. Die Tab. 4b gibt die ein-

Tabelle 4a. F₂-Spaltung. „Gülzower Süße Blaue“ × Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Rote Bittere“ Spaltung ♀ × ♂₁ und Kontrollkreuzung „Gülzower Süße Blaue“ × „Mutation albus“ Spaltungsverhältnis 9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F ₁ -Pflanzen	Summe F ₂ -Pflanzen	gefunden								erwartet				X ²	P	Homogenitätstest	
			blau		hellviolett		blau		hellviolett		X ²	P	X ²	P				
			3 farbig		weiß		3 farbig		weiß									
			alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm								
Pollengemisch Spaltung ♀ × ♂ ₁	71	1569	894	301	277	97	882,6	294,2	294,2	98,0	1,3202	0,72	206,67	0,56				
Kontrollkreuzung	35	3236	1870	576	596	194	1820,3	606,7	606,7	202,3	1,4397	0,32	89,04	0,82				
Summe	106	4805	2764	877	873	291	2702,8	900,9	900,9	300,4	3,1779	0,36	1,6282	>0 64				

Tabelle 4b. F_2 -Spaltung „Gülzower Süße Blaue“ \times Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Rote Bittere“ Spaltung $\varphi \times \delta_2$ und Kontrollkreuzung „Gülzower Süße Blaue“ \times „Gülzower Rote Bittere“ Spaltungsverhältnis 27:9:9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden							
			blau				rot			
			3 farbig		2 farbig		3 farbig		2 farbig	
			alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm
Pollengemisch Spaltung $\varphi \times \delta_2$	75	1749	757	246	213	84	232	90	90	37
Kontrollkreuzung	43	1719	751	227	259	80	235	63	82	22
Summe	118	3468	1508	473	472	164	467	153	172	59

Kombination	erwartet								χ^2	P	Homogenitätstest	
	blau				rot						χ^2	P
	3 farbig		2 farbig		3 farbig		2 farbig					
	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm				
Pollengemisch Spaltung $\varphi \times \delta_2$	737,7	246,0	246,0	82,0	246,0	82,0	82,0	27,3	10,6259	>0,14	529,20	0,48
Kontrollkreuzung	725,2	241,7	241,7	80,6	241,7	80,6	80,6	26,9	8,0005	0,32	275,5	0,78
Summe	1463,0	487,7	487,7	162,6	487,7	162,6	162,6	54,1	4,7773	0,68	14,16	0,05

zelen Spaltungsverhältnisse wieder. Die Homogenität zwischen Kontrollkreuzung und Kreuzung mit Pollengemisch ist auch in dieser Gruppe gesichert.

Kombination Nr. 2

„Mutation albus“ \times Pollengemisch „Gülzower Süße Blaue“ + „Gülzower Rote Bittere“

Von 29 Kreuzungen wurden im nächsten Jahr 140 F_1 -Pflanzen geerntet. Die F_1 -Generation war in allen Merkmalen einheitlich, sie war normalwüchsig, alkaloidhaltig, hatte blaue Blütenfarbe und dreifarbig Testa-Marmorierung. Auch in dieser Kombination war es nicht möglich, durch den F_1 -Phänotyp den Nachweis der Beteiligung beider Väter an der Befruchtung zu erbringen, da die Mutter und der eine väterliche Elter, die „Gülzower Süße Blaue“, alle dominanten Merkmale aufweisen.

In der F_2 -Generation wurden wiederum zwei Spaltungsgruppen festgestellt. Die erste Gruppe spaltete in den Merkmalen Wuchstyp und Alkaloidgehalt sowie in blauer Blüte mit dreifarbig Testa-Marmorierung und in hellvioletter Blüte mit rein weißen Samen. Als Vater hatte in dieser Gruppe offensichtlich nur die „Gülzower Süße Blaue“ am Befruchtungsprozeß teil-

gehabt, welche Vermutung durch den Vergleich dieser Gruppe mit der Kontrollkreuzung „Mutation albus“ \times „Gülzower Süße Blaue“ bestätigt wird (Tab. 5a).

In der zweiten Gruppe sind dagegen Merkmale aller drei an der Kreuzung beteiligter Formen vertreten. Sie spaltet im Wuchstyp aber auch in der Blüten- und Samenfarbe der drei vorhandenen Elternformen. Hier könnte man zu der Annahme neigen, daß beide Väter am Befruchtungsprozeß beteiligt waren, da neben der Blüten- und Samenfarbe der „Gülzower Roten Bitteren“ auch die der „Gülzower Süßen Blauen“ vertreten war. Betrachten wir jedoch die Kontrollkreuzung „Mutation albus“ \times „Gülzower Rote Bittere“, so müssen wir feststellen, daß auch hier Pflanzen mit blauer Blüte und dreifarbig Testa-Marmorierung herauspalteten. Es findet also eine Neubildung statt, was schon bei der F_1 -Generation dieser Kontrollkreuzung sichtbar wurde, da nicht die Blüten- bzw. Samenfarbe des einen Elters dominierte, sondern einheitlich blaue Blüte und dreifarbig Testa-Marmorierung ausgebildet wurde. Vergleichen wir unter diesem Gesichtspunkt die zweite Spaltungsgruppe mit der Kontrollkreuzung, so ergibt sich auch hier, daß nur ein Vater, und zwar die „Gülzower Rote Bittere“ an der Befruch-

Tabelle 5a. F_2 -Spaltung „Mutation albus“ \times Pollengemisch „Gülzower Süße Blaue“ + „Gülzower Rote Bittere“ Spaltung $\varphi \times \delta_1$ und Kontrollkreuzung „Mutation albus“ \times „Gülzower Süße Blaue“ Spaltungsverhältnis 9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden				erwartet				χ^2	P	Homogenitätstest	
			blau		hellviolett		blau		hellviolett				χ^2	P
			3 farbig		weiß		3 farbig		weiß					
			alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm	alkaloidhaltig	alkaloidarm				
Pollengemisch Spaltung $\varphi \times \delta_1$	70	1352	758	263	249	82	760,5	253,5	253,5	84,5	0,5181	>0,91	226,48	0,17
Kontrollkreuzung	95	3721	2119	690	687	225	2093,0	697,7	697,7	232,6	0,8204	>0,84	340,34	0,012
Summe	165	5073	2877	953	936	307	2853,5	951,2	951,2	317,1	0,7619	0,86	0,5760	>0,90

tung teilgenommen hatte (Tab. 5b). Das Spaltungsverhältnis der Kontrollkreuzung ist gleich dem Spaltungsverhältnis der Pollengemischgruppe, der Homogenitätstest bestätigt weiter, daß es sich bei den beiden Ergebnissen, dieser wie auch der vorhergehenden Kombination, um Material mit dem gleichen Erbverhalten handelt, welches zu einem Gesamtergebnis zusammengefaßt werden darf.

Kombination Nr. 3

„Gülzower Rote Bittere“ × Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Süße Blaue“

In dieser Kombination wurden in der F₁-Generation wieder zwei verschiedene Wuchstypen festgestellt, während die F₁-Pflanzen in den übrigen Merkmalen wie normalem Alkaloidgehalt, blauer Blüte und dreifarbigem Testa-Marmorierung einheitlich waren. 34 Kreuzungen ergaben 142 F₁-Pflanzen, davon waren 66 normalwüchsig und 76 frohwüchsig.

Die normalwüchsigen F₁-Pflanzen spalteten in der F₂-Generation im Wuchstyp und in der Blüten- und Samenfarbe der drei in der Kombination vorhandenen Elternformen auf. Die Alkaloiduntersuchung dieser Gruppe erbrachte aber, daß alle Pflanzen alkaloidhaltig waren. Damit kann nur die Form „Mutation albus“ als väterlicher Elter angesehen werden, denn die Blüten- und Samenfarbe der „Gülzower Süßen Blauen“ entsteht als Neubildung bei der Kombination „Gülzower Rote Bittere“ × „Mutation albus“, wie schon bei Beschreibung der Kombination Nr. 2 ausgeführt wurde.

Die frohwüchsigen F₁-Pflanzen spalteten im Alkaloidgehalt sowie in der Blüten- und Samenfarbe der „Gülzower Süßen Blauen“ und der „Gülzower Roten Bitteren“. Als väterlicher Elter muß daher die „Gülzower Süße Blaue“ am Befruchtungsprozeß teilgenommen haben.

Der Vergleich der beiden unterschiedlichen Kreuzungsgruppen dieser Kombination mit den entsprechenden Kontrollkreuzungen ergibt auch hier wieder statistisch gleiche Spaltungsverhältnisse und gute Homogenität zwischen Kontrollkreuzung und Pollengemischgruppe. Es ist somit die Gewähr vorhanden, daß nur jeweils ein väterlicher Elter die Befruchtung einer Eizelle vornahm (Tab. 6a und 6b).

II. *Lupinus luteus*

Von den sieben durchgeführten Kreuzungen mit Pollengemischen bei *Lupinus luteus* soll nur auf die Ergebnisse der Kombinationen Nr. 1, 2, 4 und 6 näher eingegangen werden. In den übrigen drei Kombinationen sind die gleichen Varietäten und damit die gleichen Merkmale enthalten. Da auch die Versuchsergebnisse mit denen der anderen Kombinationen übereinstimmen, wurde von einer ausführlichen Beschreibung abgesehen.¹

Kombination Nr. 1

„Gülzower Süße Gelbe“, × Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“

Die Elternformen dieser Kombination unterscheiden sich in der Blüten- und Samenfarbe sowie in der Behaarungslänge (Tab. 1). Aus den 45 geernteten Kreuzungen erwachsen im Jahre 1954 265 F₁-Pflanzen. Da die Form *Lupinus luteus* mehr oder weniger zur Fremdbestäubung neigt (Tab. 3), wurden mit Beginn der Blüte 100 Haupttriebe in Pergamintüten eingeschlossen, von denen 93 keimfähigen Samen erbrachten.

Die F₁-Generation bestand aus zwei verschiedenen Phänotypen. 49 Pflanzen hatten neben der chromgelben Blütenfarbe und normal langer Behaarung gesprenkelte Samenfarbe, während die restlichen 44 Pflanzen neben gleicher Blütenfarbe und Behaarungslänge weiße Samen ausbildeten. In dem 1. Phänotyp der F₁-Generation zeigten sich also neben den Merkmalen der Mutterform nur die Merkmale des Stammes „HE“. Die Merkmale des zweiten Vaters, des Stammes „kurzbehaart“, konnten auch bei gleichzeitiger Befruchtung einer Eizelle durch beide Väter in diesem Phänotyp nicht in Erscheinung treten, da die kurze Behaarung rezessiv vererbt wird, und die weiße Samenfarbe auch bei der Mutterform vorhanden ist.

Der weißsamige F₁-Phänotyp muß aus der Kombination „Gülzower Süße Gelbe“ × Stamm „kurzbehaart“ entstanden sein. Die Möglichkeit einer Selbstung konnte außer Betracht bleiben, da die Kastration mit größter Sorgfalt durchgeführt wurde.

In der F₂-Generation spaltete der weißsamige F₁-Phänotyp nur in dem Merkmal Behaarungslänge, da zwischen Mutterform und dem Stamm „kurzbehaart“ nur dieser Merkmalsunterschied besteht. Die gesprenkeltsamigen F₁-Pflanzen spalteten dagegen in Blüten- und Samenfarbe. Die rezessiv vererbende schwefelgelbe Blüte des Stammes „HE“ und die rezessive weiße Samenfarbe der „Gülzower Süßen Gelben“ traten in ganz bestimmten Zahlenverhältnissen in der F₂-Generation wieder in Erscheinung.

Es hatte damit jeweils nur der Pollen eines Vaters an der Merkmalsbildung teilgenommen. Der Beweis wird wieder über den Vergleich zwischen Kontrollkreuzung und der entsprechenden Pollengemischgruppe geführt (Tab. 7a und 7b). Die Homogenitätsprüfung der Kontrollkreuzung und der Spaltung ♀ × ♂₂ Tab. 7b ergibt einen ziemlich hohen P-Wert, was bedeutet, daß die Differenz gegenüber der Erwartung unwahrscheinlich klein ist. Es besteht aber wohl kein Grund zu der Annahme, daß Kontrollkreuzung und Pollengemischgruppe zu verschiedenem Material gehören, da die Einzelwerte, bezogen auf das gleiche Spaltungsverhältnis, gute Sicherung ergeben.

Kombination Nr. 2

Stamm „kurzbehaart“ × Pollengemisch Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „HE“

Die Kreuzungspartner dieser Kombination haben verschiedene Erbanlagen für Blütenfarbe, Samenfarbe und Behaarungslänge (siehe Tab. 1). Der Stamm „kurzbehaart“ enthält die beiden rezessiven Merkmale kurze Behaarung und weiße Samenfarbe. Der Stamm „HE“ vererbt nur die schwefelgelbe Blütenfarbe rezessiv, während der Stamm „schwarzsamig“ ausschließlich dominante Merkmale aufweist. Jede Form hat eine andere Samenfarbe. Zu beachten ist aber, daß die drei unterschiedlichen Samenfarben weiß, gesprenkelt und schwarz zu einer Serie multipler Allele gehören, die intensivere Färbung dominiert über die weniger starke Pigmentierung. Schwarz dominiert damit über gesprenkelt und gesprenkelt dominiert über weiß. In der F₁-Generation mußte

¹ Die Unterlagen dieser Ergebnisse können auf Wunsch zur Verfügung gestellt werden.

Tabelle 5b. F_2 -Spaltung „Mutation albus“ \times Pollengemisch „Gülzower Süße Blaue“ + „Gülzower Rote Bittere“
 Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$ und Kontrollkreuzung „Mutation albus“ \times „Gülzower Rote Bittere“
 Spaltungsverhältnis 27:9:3:1:6.

Kombination	Anzahl F_2 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden						erwartet						Homogenitätstest	
			blau		rot		hellviolett		blau		rot		hellviolett		χ^2	P
			3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig		
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$ Kontrollkreuzung	70	1639	678	225	260	74	402	691,5	230,5	230,5	76,8	409,8	266,58	0,65		
	25	2043	827	286	307	106	517	861,9	287,3	287,3	95,8	510,7	81,00	0,86		
Summe	95	3682	1505	511	567	180	919	1553,3	517,8	517,8	172,6	920,5	1,6975	0,78		

Tabelle 6a. F_2 -Spaltung „Gülzower Rote Bittere“ \times Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Süße Blaue“
 Spaltung $\text{♀} \times \delta_1$ und Kontrollkreuzung „Gülzower Rote Bittere“ \times „Mutation albus“
 Spaltungsverhältnis 27:9:3:1:6.

Kombination	Anzahl F_2 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden						erwartet						Homogenitätstest	
			blau		rot		hellviolett		blau		rot		hellviolett		χ^2	P
			3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig		
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \delta_1$ Kontrollkreuzung	66	1292	542	187	197	63	303	545,1	181,7	181,7	60,5	323,0	231,03	0,91		
	25	2043	827	286	307	106	517	861,9	287,3	287,3	95,8	510,7	81,00	0,86		
Summe	91	3335	1369	473	504	169	820	1407,0	469,0	469,0	156,3	833,7	1,8403	0,76		

Tabelle 6b. F_2 -Spaltung „Gülzower Rote Bittere“ \times Pollengemisch „Mutation albus“ + „Gülzower Süße Blaue“ Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$ und Kontrollkreuzung „Gülzower Rote Bittere“
 + „Gülzower Süße Blaue“ Spaltungsverhältnis 27:9:9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_2 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden						erwartet						Homogenitätstest		
			blau		rot		alkaloidhaltig		blau		rot		alkaloidhaltig		χ^2	P	
			3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	alkaloidhaltig	alkaloidarm	3 farbig	2 farbig	3 farbig	2 farbig	alkaloidhaltig	alkaloidarm			
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$ Kontrollkreuzung	76	1630	715	245	228	65	66	687,7	229,2	229,2	76,4	229,2	76,4	25,5	7,0932	0,42564,29	0,12
	43	1719	751	227	259	80	82	725,2	241,7	241,7	80,6	241,7	80,6	26,9	8,0005	0,32275,5	0,78
Summe	119	3349	1466	472	487	145	148	1412,7	471,0	471,0	157,0	471,0	157,0	52,3	10,2199	0,165,0435	0,66

Tabelle 7a. F_2 -Spaltung „Gülzower Süße Gelbe“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“ Spaltung $\varphi \times \delta_1$ und Kontrollkreuzung „Gülzower Süße Gelbe“ \times Stamm „kurzbehaart“ Spaltungsverhältnis 3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden		erwartet		X_2	P	Homogenitätstest		
			Behaarungs- länge:	lang	kurz	lang			kurz	X_2	P
Pollengemisch Spaltung $\varphi \times \delta_1$	44	1129		873	256	846,8	282,2	3,2431	$>0,07$	45,25	0,38
Kontrollkreuzung	25	628		483	145	471,0	157,0	1,2229	0,26	5,4544	$>0,99$
Summe	69	1757		1356	401	1317,8	439,2	4,4298	0,04	0,0262	$>0,86$

Tabelle 7b. F_2 -Spaltung „Gülzower Süße Gelbe“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“ Spaltung $\varphi \times \delta_2$ und Kontrollkreuzung „Gülzower Süße Gelbe“ \times Stamm „HE“ Spaltungsverhältnis 9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden				erwartet				X^2	P	Homogenitätstest	
			Blüten- farbe:		schwefelgelb		chromgelb		schwefelgelb				X^2	P
			chromgelb	weiß	gespren- kelt	weiß	gespren- kelt	weiß	gespren- kelt	weiß				
Pollengemisch Spaltung $\varphi \times \delta_2$	49	1455	847	270	254	84	818,5	272,8	272,8	90,9	2,8405	$>0,40$	85,71	$>0,99$
Kontroll- kreuzung	48	1032	603	191	183	55	580,5	193,5	193,5	64,5	2,8734	$>0,40$	135,44	0,64
Summe	97	2487	1450	461	437	139	1399,0	466,3	466,3	155,4	5,4913	0,14	0,2488	0,97

wieder mit zwei Phänotypen gerechnet werden. Unter den 47 geselbsteten F_1 -Pflanzen waren 17 schwarz-körnig und 30 hatten gesprenkelte Samenfarbe.

Die schwarzkörnigen F_1 -Phänotypen spalteten in der F_2 -Generation in lange und kurze Behaarung, sowie in weiße und schwarze Samenfarbe. Die chromgelbe Blütenfarbe blieb konstant. In dieser Gruppe wurden neben den Merkmalen der Mutterform nur solche des zweiten Vaters, des Stammes „schwarzsamig“, festgestellt. Die Beteiligung des Stammes „HE“ am Befruchtungsprozeß konnte damit in dieser Gruppe nicht nachgewiesen werden.

Der zweite F_1 -Phänotyp mit gesprenkelter Samenfarbe spaltete in der F_2 -Generation in chromgelbe und schwefelgelbe Blütenfarbe, gesprenkelte und weiße Samenfarbe sowie in lange und kurze Behaarung. F_2 -Pflanzen mit schwarzer Samenfarbe wurden in der Nachkommenschaft dieses F_1 -Phänotyps nicht beobachtet, was darauf hinweist, daß in dieser Gruppe nur der Stamm „HE“ am Befruchtungsprozeß beteiligt war.

Auch in dieser Kombination wurde eine gut gesicherte Übereinstimmung der Spaltungsverhältnisse und der Homogenität der Kontrollkreuzungen mit denen der Pollengemischgruppen ermittelt (Tab. 8a und 8b).

Kombination Nr. 4

Stamm „kleinsamig“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“

Es kam die gleiche Pollengemischzusammensetzung zur Anwendung wie in der Kombination Nr. 1. Der Stamm „HE“ und der Stamm „kurzbehaart“ wurden wieder als Vaterformen benutzt, während ein kleinsamiger Stamm die „Gülzower Süße Gelbe“ ersetzte. Der Stamm „kleinsamig“ wurde nach Behandlung mit Röntgenstrahlen aus der „Gülzower Süßen Gelben“ ausgelesen. Er vererbt die gleichen Merkmale wie die Ausgangsform, nur das Tausendkorngewicht wurde durch Mutation verändert. Das normale Tausendkorngewicht, welches bei *Lupinus luteus* 130—150 g beträgt, dominiert über die Kleinsamigkeit, TKG

80—100 g. Kleinsamige Pflanzen sind leicht von normalsamigen zu trennen, da neben der Samen- auch die Hülsengröße verändert wurde, was sich besonders in einer geringeren Hülsenbreite äußert.

Die Ansatzprozente waren in dieser Kreuzung sehr gering. Von 25 durchgeführten Kreuzungen konnten nur 7 geerntet werden. Die F_1 -Generation enthielt 35 Pflanzen, von denen 8 die Merkmale chromgelbe Blüte, lange Behaarung, normales Tausendkorngewicht und weiße Samenfarbe ausbildeten. Die übrigen 27 F_1 -Pflanzen hatten ebenfalls chromgelbe Blütenfarbe, lange Behaarung und normales Tausendkorngewicht, aber gesprenkelte Samenfarbe.

Die Nachkommenschaften der 8 weißsamigen F_1 -Pflanzen spalteten in den Merkmalen Behaarungslänge und Samengröße. Die Erbanlage für Samenfarbe war homozygot. Die Befruchtung der Eizellen, aus denen die 8 weißsamigen F_1 -Pflanzen hervorgingen, erfolgte durch Gameten des Stammes „kurzbehaart“.

Die 27 gesprenkelten F_1 -Pflanzen spalteten in den drei Merkmalen Blütenfarbe, Samengröße und Samenfarbe. Die Behaarung aller F_2 -Pflanzen war einheitlich normal lang. Auch in dieser F_2 -Generation traten keine Pflanzen auf, welche die doppelte väterliche Vererbung zeigten. Es wurden nur die Merkmale eines Vaters, und zwar des Stammes „HE“ festgestellt.

In den Tab. 9a und 9b wurden die Spaltungsverhältnisse zusammengestellt. Die Homogenität zwischen Pollenmischgruppe und entsprechender Kontrollkreuzung ist vorhanden.

Kombination Nr. 6

Stamm „HE“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „abfallend behaart“

In der Kombination Nr. 6 wurde als neue Form der Stamm „abfallend behaart“ aufgenommen, der nach Röntgenbestrahlung aus der „Gülzower Süßen Gelblupine“ ausgelesen werden konnte. Die Erbanlage für abfallende Behaarung ist rezessiv gegenüber der normalen Behaarungsart, es ist dabei gleichgültig, ob lange oder kurze Behaarung vorhanden ist. Bei der

Tabelle 8a. F_2 -Spaltung Stamm „kurzbehaart“ \times Pollengemisch Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „HE“
Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_1$ und Kontrollkreuzung Stamm „kurzbehaart“ \times Stamm „schwarzsamig“ Spaltungsverhältnis 9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden				erwartet				X^2	P	Homogenitätstest	
			lang		kurz		lang		kurz				X^2	P
			Samenfarbe: schwarz	weiß	schwarz	weiß	schwarz	weiß	schwarz	weiß				
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_1$	17	403	245	72	62	24	226,6	75,6	75,6	25,2	4,1692	>0,24	49,86	>0,40
Kontrollkreuzung	81	3171	1817	576	588	190	1783,6	594,6	594,6	198,2	1,6198	0,64	234,93	0,58
Summe	98	3574	2062	648	650	214	2010,4	670,1	670,1	223,4	3,0517	>0,38	2,74	>0,42

Tabelle 8b. F_2 -Spaltung Stamm „kurzbehaart“ \times Pollengemisch Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „HE“
Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_2$ und Kontrollkreuzung Stamm „kurzbehaart“ \times Stamm „HE“
Spaltungsverhältnis 27:9:9:9:3:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden									
			chromgelb				schwefelgelb					
			lang		kurz		lang		kurz			
			Blütenfarbe: Behaarungs-länge: Samenfarbe: gesprenkelt	weiß	gesprenkelt	weiß	gesprenkelt	weiß	gesprenkelt	weiß		
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_2$	30	689			306	94	86	26	100	32	31	14
Kontrollkreuzung	44	1801			796	241	234	92	237	89	79	33
Summe	74	2490			1102	335	320	118	337	121	110	47

Kombination	erwartet								X^2	P	Homogenitätstest	
	chromgelb				schwefelgelb						X^2	P
	lang		kurz		lang		kurz					
	gesprenkelt	weiß	gesprenkelt	weiß	gesprenkelt	weiß	gesprenkelt	weiß				
Pollengemisch Spaltung $\text{♂} \times \text{♂}_2$	290,7	96,9	96,9	32,3	96,9	32,3	32,3	10,7	4,5190	0,72	217,24	0,24
Kontrollkreuzung	759,8	253,3	253,3	84,4	253,3	84,4	84,4	28,1	6,9764	>0,42	277,50	0,83
Summe	1050,4	350,2	350,2	116,7	350,2	116,7	116,7	38,9	8,5405	>0,28	2,9082	>0,88

Tabelle 9a. F_2 -Spaltung Stamm „kleinsamig“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“
Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_1$ und Kontrollkreuzung Stamm „kleinsamig“ \times Stamm „kurzbehaart“ Spaltungsverhältnis 9:3:3:1.

Kombination	Anzahl F_1 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden				erwartet				X^2	P	Homogenitätstest	
			lang		kurz		lang		kurz				X^2	P
			Samen-größe: normal-samig	klein-samig	normal-samig	klein-samig	normal-samig	klein-samig	normal-samig	klein-samig				
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_1$	8	350	210	62	55	23	196,9	65,6	65,6	21,9	2,8373	0,42	23,95	0,30
Kontrollkreuzung	10	115	71	21	14	9	64,6	21,6	21,6	7,2	3,7749	0,28	23,97	0,60
Summe	18	465	281	83	69	32	261,5	87,2	87,2	29,1	5,7440	>0,12	1,0097	0,80

abfallend behaarten Mutante werden die Haare zunächst normal ausgebildet, sie brechen jedoch durch die geringste mechanische Einwirkung leicht ab und lassen sich daher auch gut abreiben. Während der Vegetationsperiode geschieht dies aber schon durch Wind und Regen, so daß die Pflanzen bei der Reife mehr oder weniger unbehaart sind. Eine Verwechslung abfallend behaarter Pflanzen mit kurzbehaarten ist nicht möglich, da einmal zwischen den Kornfächern kleinere und größere Harpolster zurückbleiben, und zum anderen die Haare unmittelbar an der Epidermis abbrechen, so daß keine Reste mehr eine kurze Behaarung vortäuschen können.

28 Kreuzungen erbrachten 72 F_1 -Pflanzen, deren Haupttriebe wiederum geselbstet wurden. Der Phänotyp der F_1 -Generation mußte in dieser Kombination homogen sein, unabhängig davon, ob nur der eine bzw. der andere Vater oder auch beide Väter gemeinsam an der Zygotenbildung beteiligt waren. Beide Väter enthalten nämlich die dominierende Erbanlage für chromgelbe Blütenfarbe. Darüber hinaus haben sie jeweils ein dominantes Merkmal mit der Mutter gemeinsam, der Stamm „abfallend behaart“ die lange Behaarung und der Stamm „kurzbehaart“ die normale Behaarungsart. Das vierte in dieser Kombination vorhandene Merkmal, die Samenfarbe, liegt dagegen

Tabelle 9b. F_2 -Spaltung Stamm „kleinsamig“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“
 Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$ und Kontrollkreuzung Stamm „kleinsamig“ \times Stamm „HE“
 Spaltungsverhältnis 27:9:9:3:3:3:1:1.

Kombination	Anzahl F_2 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden												erwartet						Homogenitätstest	
			Blütenfarbe: Samen-größe:			chromgelb			schwefelgelb			chromgelb			schwefelgelb			P	χ^2	P	χ^2	
			Samenfarbe:	gesprenkelt	weiß	normalsamig	kleinsamig	gesprenkelt	weiß	normalsamig	kleinsamig	gesprenkelt	weiß	normalsamig	kleinsamig	gesprenkelt	weiß					
																		425	149	45	138	44
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$	27	977	425	149	45	138	44	38	13	412,1	137,4	45,8	137,4	45,8	137,4	45,8	45,8	15,3	4,2634	>0,74	159,43	0,89
Kontrollkreuzung	37	1019	455	148	44	131	55	46	17	429,8	143,3	47,8	143,3	47,8	143,3	47,8	47,8	15,9	7,9942	>0,40	229,92	0,84
Summe	64	1996	880	297	89	269	99	84	30	842,0	280,7	93,6	280,7	93,6	280,7	93,6	93,6	31,1	8,5197	>0,28	2,8669	>0,88

Tabelle 10a. F_2 -Spaltung Stamm „HE“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „abfallend behaart“
 Spaltung $\text{♀} \times \delta_1$ und Kontrollkreuzung Stamm „HE“ \times Stamm „kurzbehaart“
 Spaltungsverhältnis 27:9:9:3:3:3:1:1.

Kombination	Anzahl F_2 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden												erwartet						Homogenitätstest	
			Blütenfarbe: Behaarungs-länge:			chromgelb			schwefelgelb			chromgelb			schwefelgelb			P	χ^2	P	χ^2	
			Samenfarbe:	gesprenkelt	weiß	lang	kurz	gesprenkelt	weiß	lang	kurz	gesprenkelt	weiß	lang	kurz	gesprenkelt	weiß					
																		279	101	90	24	109
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \delta_1$	22	675	279	101	90 <td>24</td> <td>109</td> <td>29</td> <td>32</td> <td>11</td> <td>284,7</td> <td>94,9</td> <td>94,9</td> <td>31,7</td> <td>94,9</td> <td>31,7</td> <td>10,5</td> <td>4,9810</td> <td>0,66</td> <td>144,87</td> <td>0,54</td>	24	109	29	32	11	284,7	94,9	94,9	31,7	94,9	31,7	10,5	4,9810	0,66	144,87	0,54	
Kontrollkreuzung	66	1868	833	247	240	97	257	84	78	32	787,9	262,7	262,7	87,6	262,7	87,6	29,2	8,1131	>0,39	393,04	0,97	
Summe	88	2543	1112	348	330	121	366	113	110	43	1072,9	357,6	357,6	119,2	357,6	119,2	39,7	5,3442	>0,60	7,5865	0,36	

Tabelle 10b. F_2 -Spaltung Stamm „HE“ \times Pollengemisch Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „abfallend behaart“
 Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$ und Kontrollkreuzung Stamm „HE“ \times Stamm „abfallend behaart“
 Spaltungsverhältnis 27:9:9:3:3:3:1:1.

Kombination	Anzahl F_2 -Pflanzen	Summe F_2 -Pflanzen	gefunden												erwartet						Homogenitätstest	
			Blütenfarbe: Behaarungsart:			chromgelb			schwefelgelb			chromgelb			schwefelgelb			P	χ^2	P	χ^2	
			Samenfarbe:	gesprenkelt	weiß	nicht abfallend behaart	abfallend behaart	gesprenkelt	weiß	nicht abfallend behaart	abfallend behaart	gesprenkelt	weiß	nicht abfallend behaart	abfallend behaart	gesprenkelt	weiß					
																		437	153	126	44	152
Pollengemisch Spaltung $\text{♀} \times \delta_2$	50	1009	437	153	126	44	152	46	39	12	425,6	141,9	141,9	47,3	141,9	47,3	15,8	6,3104	0,59	337,87	0,57	
Kontrollkreuzung	110	1614	701	229	210	67	237	81	68	21	680,9	226,9	226,9	75,7	226,9	75,7	25,3	5,2060	>0,62	761,16	>0,50	
Summe	160	2623	1138	382	336	111	389	127	107	33	1106,6	368,9	368,9	122,9	368,9	122,9	41,0	10,2926	>0,07	1,2108	>0,99	

nur bei der Mutter in dominanter Form vor. Die F_1 -Generation war auch in ihrem Phänotyp einheitlich. Es wurden die Eigenschaften chromgelbe Blütenfarbe, lange und normale Behaarungsart sowie gesprenkelte Samenfarbe bonitiert.

Die F_2 -Spaltung bestätigte auch in dieser Kombination, daß nur der Pollen eines Vaters die Befruchtung einer Eizelle vorgenommen hatte, denn es wurden wiederum zwei verschiedene Spaltungsgruppen beobachtet. 22 Parzellen spalteten in chromgelbe und schwefelgelbe Blütenfarbe, lange und kurze Behaarung sowie in gesprenkelte und weiße Samenfarbe. Neben den Merkmalen des Stammes „HE“ wurden also nur solche des Stammes „kurzbehaart“ ausgezählt. Die Abstammung dieser 22 F_2 -Parzellen muß daher aus der Kreuzung Stamm „HE“ \times Stamm „kurzbehaart“ hergeleitet werden.

Die weiteren 50 F_2 -Parzellen spalteten ebenfalls in der Blüten- und Samenfarbe, daneben aber auch in der Behaarungsart. Die normal lange Behaarung blieb konstant. Als väterlicher Elter war in dieser Spaltungsgruppe der Stamm „abfallend behaart“ an der Merkmalsbildung beteiligt.

Die Überprüfung auf Homogenität der Kontrollkreuzung mit der Pollengemischgruppe Spaltung $\text{♀} \times \text{♂}_1$ (Tab. 10a) ergab gute statistische Sicherung. Die Homogenitätsprüfung der zweiten Kontrollkreuzung mit der Pollengemischspaltungsgruppe $\text{♀} \times \text{♂}_2$ (Tab. 10b) ergab einen sehr hohen P-Wert. Die Verrechnung der Einzelwerte nach gleichem Spaltungsverhältnis erbrachte aber ausreichende Sicherung, so daß die Hypothese, daß nur ein väterlicher Elter an der Befruchtung teilhatte, aufrecht erhalten werden kann.

Diskussion

Die Klärung der Frage, ob die Gameten zweier oder mehrerer an der Bestäubung beteiligter Väter an dem Befruchtungsprozeß einer Eizelle teilhaben und die Merkmalsbildung beeinflussen können, läßt sich experimentell auf zwei verschiedenen Wegen erbringen. Durch cytologische und embryologische Untersuchungen kann festgestellt werden, ob tatsächlich mehrere Spermien in eine Eizelle eindringen oder ob über somatischem Gewebe ein Einfluß auf die wachsende Zygote ausgeübt wird. Der zweite Weg zur Klärung der Frage führt über das Kreuzungsexperiment, indem überprüft wird, ob nach Ausschaltung aller Fehlerquellen in der Nachkommenschaft eines Kreuzungskorns, sei es in der F_1 - oder in späteren Generationen, die Merkmale zweier oder mehrerer an der Bestäubung beteiligter Väter beobachtet werden können.

Für unsere Untersuchungen mit Pollengemischen an Vertretern der Gattung *Lupinus* wählten wir den zweiten Weg, da die Gattung *Lupinus* für cyto- und embryologische Untersuchung kein günstiges Objekt ist. Es steht bei der Auswertung unserer Versuchsergebnisse also nicht die Frage zur Diskussion, ob bei der Gattung *Lupinus* ein oder mehrere Spermien in die Eizelle eindringen können oder ob eine Befruchtung somatischer Zellen der Samenanlage stattfindet, sondern nur die Frage, wie sich die Merkmalsbildung nach Bestäubung mit einem Pollengemisch verhält.

Aus den F_2 -Spaltungsergebnissen sowohl bei *Lupinus angustifolius* als auch bei *Lupinus luteus*

geht hervor, daß immer nur die Merkmale einer der beiden im Pollengemisch vorhandenen Vaterformen in der Nachkommenschaft eines Kreuzungskorns beobachtet werden konnten. Es wurden bisher nur die Ergebnisse der F_1 - und F_2 -Generationen näher behandelt. Einige Autoren (5; 15) berichteten aber, daß dominante Merkmale des zweiten an der Bestäubung beteiligten Vaters erst in späteren Generationen sichtbar wurden. Es war daher notwendig, unsere Versuchsergebnisse in dieser Richtung zu überprüfen. Aus diesem Grunde wählten wir aus den Spaltungsgruppen jeder Pollengemischkombination und aus den Kontrollkreuzungen mehrere F_3 -Parzellen aus und führten eine F_3 -Prüfung durch. Auf die Einzelheiten der Ergebnisse soll hier nicht näher eingegangen werden. Das Gesamtergebnis ergab, daß auch in den F_3 -Generationen in der Merkmalsbildung kein Unterschied zwischen der Bestäubung mit Pollengemischen und den Kontrollkreuzungen festgestellt wurde. Auf Grund der bisher vorliegenden Versuchsergebnisse kann daher nur die Auffassung vertreten werden, daß bei den Arten *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* nach Bestäubung mit einem Pollengemisch nur eine Vaterform an der Befruchtung und Merkmalsbildung einer Eizelle beteiligt ist.

Alle bisher bei den Lupinenarten näher analysierten Eigenschaften werden durch den Kern, also chromosomal vererbt, wie aus den einwandfreien Mendelspaltungen hervorgeht. Es wäre aber von Interesse, festzustellen, wie sich eine Pollengemischbestäubung auf Formen auswirkt, bei denen gleichzeitig eine Plasmavererbung stattfindet. Dringen tatsächlich die Spermien beider Väter in eine Eizelle ein und werden die überzähligen Spermien von dem Plasma der Eizelle assimiliert, so bestünde die Möglichkeit, daß die durch das Plasma vererbten Eigenschaften beeinflußt werden könnten. Allerdings ist hierbei zu bedenken, daß die im Zellkern und auch die im Zellplasma ablaufenden Reaktionsketten wohl niemals völlig voneinander unabhängig sind, sondern vielseitige Wechselwirkungen zwischen Kern und Plasma bestehen.

Darüber hinaus lenken wir die Aufmerksamkeit auf die selektive Befruchtung, die sich in den Versuchsergebnissen zeigt. Bei der Bestäubung mit dem Pollengemisch wurde der Pollen beider Väter gleichzeitig auf die Narbe der Mutterform aufgetragen. Der Pollen jeder Vaterform hatte damit die gleiche Möglichkeit, die Befruchtung der Eizellen vorzunehmen, vorausgesetzt, daß von der Mutterform nicht der Pollen des einen oder anderen Vaters besonders bevorzugt bzw. im Wachstum gefördert wurde. Da auch bei Bestäubung mit einem Pollengemisch immer nur der Einfluß eines väterlichen Elters an der Befruchtung und Merkmalsbildung einer Eizelle nachgewiesen werden konnte, müßte bei sonst gleichen Bedingungen auch annähernd die gleiche Anzahl von Eizellen durch jede der beiden Vaterformen befruchtet werden. Aus den Spaltungen der F_2 -Parzellen ist leicht festzustellen, in welchem Verhältnis die beiden Väter an der Befruchtung beteiligt waren. Die Tab. 11 und 12 geben Auskunft, welchen Anteil die einzelnen Väter an der Befruchtung hatten.

Aus den Pollengemischkreuzungen mit *Lupinus angustifolius* geht hervor, daß bei den durchgeführten drei Kombinationen, die im Pollengemisch vorhandenen Väter annähernd im gleichen Verhältnis an der

Tabelle 11. Anteil der im Pollengemisch vorhandenen Väter an der Befruchtung bei *Lupinus angustifolius*.

Pollengemischkombinationen			Anzahl F ₁ - Pflanzen	F ₂ -Parzellen			
				Spaltung			
				♀ × ♂ ₁		♀ × ♂ ₂	
♀	♂ ₁	♂ ₂	Anzahl	in %	Anzahl	in %	
„Gülzower Süße Blaue“ × „Mutation albus“ + „Gülzower Rote Bittere“			146	71	48,6	75	51,4
„Mutation albus“ × „Gülzower Süße Blaue“ + „Gülzower Rote Bittere“			140	70	50,0	70	50,0
„Gülzower Rote Bittere“ × „Mutation albus“ + „Gülzower Süße Blaue“			142	66	46,4	76	53,6

Tabelle 12. Anteil der im Pollengemisch vorhandenen Väter an der Befruchtung bei *Lupinus luteus*.

Pollengemischkombinationen			Anzahl F ₁ - Pflanzen	F ₂ -Parzellen			
				Spaltung			
				♀ × ♂ ₁		♀ × ♂ ₂	
♀	♂ ₁	♂ ₂	Anzahl	in %	Anzahl	in %	
„Gülzower Süße Gelbe“ × Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“			265	112	42,3	153	57,7
Stamm „kurzbehaart“ × Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „HE“			47	17	36,2	30	63,8
Stamm „HE“ × Stamm „schwarzsamig“ + Stamm „kurzbehaart“			229	101	44,1	128	55,9
Stamm „kleinsamig“ × Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“			35	8	22,9	27	77,1
Stamm „abfallend behaart“ × Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „HE“			51	20	39,2	31	60,8
Stamm „HE“ × Stamm „kurzbehaart“ + Stamm „abfallend behaart“			72	22	30,6	50	69,4
Stamm „kurzbehaart“ × Stamm „abfallend behaart“ + Stamm „HE“			45	18	40,0	27	60,0

Befruchtung teilgenommen hatten. Eine Bevorzugung der einen oder anderen Vaterform fand nicht statt.

Bei *Lupinus luteus* ist dagegen eine deutliche Verschiebung des Verhältnisses zugunsten einer Vaterform festzustellen. Der Stamm „HE“ wird hierbei besonders hervorgehoben. Bei allen Kombinationen, in deren Pollengemisch der Stamm „HE“ vertreten war, kam er bevorzugt zur Befruchtung. Auf welche Ursachen diese Erscheinung im einzelnen zurückgeführt werden muß, ob das Wachstum der Pollenschläuche des Stammes „HE“ in den Fruchtblattgeweben besonders gefördert wird oder aber die Eizellen ein bestimmtes Wahlvermögen gegenüber den Spermien dieses Stammes besitzen, wird interessant sein, in weiteren Untersuchungen zu klären.

Zusammenfassung

Von 1953 bis 1957 wurde die Vererbung morphologischer und physiologischer Merkmale bei *Lupinus angustifolius* und *Lupinus luteus* nach Bestäubung mit einem Pollengemisch untersucht. Bei *Lupinus angustifolius* wurden drei und bei *Lupinus luteus* sieben Kreuzungskombinationen bei Bestäubung mit einem Pollengemisch durchgeführt. Normale Kreuzungen mit jeweils nur einem Vater dienten als Kontrolle. Durch die F₂-Spaltung wurde festgestellt, welche väterlichen Formen an der Befruchtung und Merkmalsbildung einer Eizelle beteiligt waren. In den F₂-Generationen der Pollengemischkombinationen wurden sowohl bei *Lupinus angustifolius* als auch bei *Lupinus luteus* stets zwei verschiedene Spaltungsgruppen ermittelt. Der Vergleich dieser verschiedenen Gruppen mit den entsprechenden Kontrollkreuzungen ergab, daß Kontrollkreuzung und Pollengemischgruppe aus der Kreuzung gleicher Elternformen hervorgingen. Die statistische Sicherung erfolgte über den Homogenitätstest. Das gleichzeitige Vorhandensein von Merkmalen beider an der Bestäubung beteiligter Väter in den Nachkommenschaften eines Kreuzungskornes konnte weder bei *Lupinus angustifolius* noch bei *Lupinus luteus* beobachtet werden.

In der Diskussion wird noch kurz auf die selektive Befruchtung eingegangen. Während bei *Lupinus angustifolius* beide Väter im gleichen Verhältnis an der Befruchtung der vorhandenen Eizellen teilhatten, konnte bei *Lupinus luteus* eine deutliche Bevorzugung eines Vaters festgestellt werden. Die Ursachen dieser Erscheinung sollen in weiteren Untersuchungen geklärt werden.

Literatur

1. AWAKIAN, A. A., und M. JASTREB: Über das Vorhandensein von Merkmalen zweier Vatersorten in der hybriden Nachkommenschaft. Die Agrobiologie 58 — 69 (1948).
2. FEIGINSON, N. I.: Die Beteiligung mehrerer Vaterformen bei der Befruchtung des Mais. Die Agrobiologie 92—108 (1948).
3. BOGDANOWA, E. N.: Erzeugung hybrider Pflanzen des Winterweizens mit den Merkmalen zweier Vaterformen. Nachrichten der Leningrader Universität 1952, Nr. 1.
4. TER-AWANESJAN, D. W.: Über die Vererbung der Merkmale zweier Vaterformen bei der Hybridisation der Baumwolle. Die Agrobiologie 105—109 (1949).
5. TURBIN, N. W., und E. N. BOGDANOWA: Zum Problem der Natur des Befruchtungsprozesses bei den Pflanzen. Nachr. d. Ak. d. W. der UdSSR, Biol. Serie 1949, 432—454.
6. ELLENHORN, J. J., und W. W. SWETOSAROWA: Zum Befruchtungsprozess bei den bedecktsamigen Pflanzen. Nachr. d. Ak. d. W. der UdSSR, Biol. Serie 1950, 20—42.
7. WASILZOWA, T. M.: Somatische Befruchtung bei Zitrusgewächsen. Nachr. d. Ak. d. W. der UdSSR, Biol. Serie 1951, 18—39.
8. KOSLOW, W. J.: Zytologische Analyse der Befruchtung der Erbse im Zusammenhang mit der Vererbung von Merkmalen mehrerer Vatersorten. Berichte d. Ak. d. W. der UdSSR, 1951, 277—280.
9. PRESENT, I. I.: Die biologische Bedeutung der doppelten Befruchtung. Die Agrobiologie 45—47 (1948).
10. GLUSCHTSCHENKO, I. E.: Die Erscheinung der Polybefruchtung bei Pflanzen. Die Agrobiologie 3—18 (1957).
11. HACKBARTH, J., und H. J. TROLL: Lupinen als Körnerleguminosen und Futterpflanzen. Handbuch der Pflanzenzüchtung IV, 2. Auflage, 1—51, Berlin 1958: Verlag Paul Parey.
12. SCHWARZE, P.: Feldmethoden zur Auslese von gelben, blauen und weißen Süßlupinen. Der Züchter 13, 195—197 (1941).
13. KAPPERT, H.: Die vererbungswissenschaftlichen Grundlagen der Züchtung. Berlin 1953: Verlag Paul Parey.
14. PÄTAU, K.: Eine neue Chi² Tafel. Z. Vererbungslehre 80, 558—564 (1942).
15. LEBEDEW, M. M.: Polysperme Befruchtung bei Tieren. Nachr. d. Ak. d. W. der UdSSR, Biol. Serie 1951, 63—72.