

vis, O. N.: Studies in vernalisation of cereals. V. The inheritance of the spring and winter habit in hybrids of Petkus rye. *Ann. of Bot., N. S.*, 3, 719—729 (1939). — 50. PURVIS, O. N.: Effect of gibberellin on the flower initiation and stem extension in Petkus winter rye. *Nature (London)* 185, 479 (1960). — 51. PURVIS, O. N.: The physiological analysis of vernalisation. *Handb. d. Pflanzenphysiologie* 16, 76 ff. (1961). — 52. PURVIS, O. N., and F. G. GREGORY: Studies in vernalisation. XII. The reversibility by high temperature of the vernalised condition in Petkus winter rye. *Ann. of Bot., N. S.*, 16, 1—21 (1952). — 53. RUPPERT, F. D.: Inheritance of winter and spring habits in barley. *J. Amer. Soc. Agron.* 17, 656 (1925).* — 54. SARKAR, S.: Versuche zur Physiologie der Vernalisation. *Biol. Zbl.* 77, 1—49 (1958). — 55. SCHIEMANN, E.: Zur Genetik des Sommer- und Wintertypus bei Gerste. *Z. Vererbungslehre* 37, 139—209 (1925). — 56. SEARS, E. R.: The aneuploids of common wheat. *Missouri agric. Exper. Stat. Res. Bull.* 572 (1954).* — 57. SMITH, H. B.: Annual versus biennial growth habit and its inheritance in *Melilotus alba*. *Amer.*

J. Bot. 14, 129—146 (1927). — 58. TAKAHASHI, R., and SH. YASUDA: Genetic studies of spring and winter habit of growth in barley. *Ber. Ohara-Inst. landw. Biol.* 10, 245—308 (1956). — TAKAHASHI, R., and SH. YASUDA: Genetic studies of time of heading in barley. *Proc. int. Genet. Symp.* 1956 (Suppl. Vol. zu „Cytologia“) 1957, 498—501. — 60. ТОЧТУЈЕВ, А. В.: Inheritance of the length of growing period in barley. *Dokl. Akad. Nauk SSSR, N. S.*, 27, 147—150 (1940).* — 61. TSCHERMAK, E. v.: Über Züchtung neuer Getreiderassen mittels künstlicher Kreuzung. *Kritisch-historische Betrachtungen. Z. landw. Versuchswesen Österr.* 4, 1029—1060 (1901).* — 62. TSCHERMAK, E. v.: Bastardierung. *Handb. d. landw. Pflanzenzüchtung* 4, 309—326 (1923).* — 63. TSCHERMAK, E. v.: Praktische und theoretische Ergebnisse auf dem Gebiete der Gerstenbastardierung. *Z. Pflanzenzüchtg.* 12, 370—380 (1927). — 64. VÖCHTING, H.: Über Transplantation am Pflanzenkörper. *Tübingen* 1892.* — 65. ZENKER, A. M.: Jarowisationsuntersuchungen an sommerannuellen *Arabidopsis*-Rassen. *Beitr. Biol. Pflanzen* 32, 135—170 (1955).

Aus dem Institut für Vererbungs- und Züchtungsforschung, Berlin-Dahlem

Beitrag zur Genetik der Fliederprimel, *Primula malacoides* Franchet*

Von W. SEYFFERT¹

1. Einleitung

Die Fliederprimel ist ein anschauliches Beispiel für die Umwandlung einer in ihrer Heimat Yunnan nur als unscheinbares Unkraut bekannten Wildform zu einer ansprechenden Zierpflanze. Seit ihrer Einführung nach England im Jahre 1906 hat sie vor allem im zweiten Viertel unseres Jahrhunderts als Folge einer konsequenten Auslese auf gedrunghenen Wuchs, geschlossenen Blütenstand, große Einzelblüten, reiches Farbenspiel und gute Wüchsigkeit eine bemerkenswerte Veränderung erfahren. Die Arbeit der deutschen und englischen Züchter wurde in unerwarteter Weise durch das spontane Auftreten von Typen, die dem oben beschriebenen Zuchtziel in idealer Weise näher kamen, gefördert. Diese Typen waren, wie KATTERMANN (1934) später nachweisen konnte, tetraploid mit $2n = 36$. Da sie von den Züchtern, zunächst ohne Kenntnis der genomatischen Unterschiede, mit der Mehrzahl der bis dahin vorhandenen diploiden Sorten gekreuzt und rückgekreuzt wurden und Valenzkreuzungen bei *Primula malacoides* fast ausnahmslos tetraploide Nachkommen ergeben, entstand in kurzer Zeit ein Sortiment, das nahezu ausschließlich tetraploide Sorten umfaßte.

In diesen neuen Sorten sind nicht nur die idealen Wuchseigenschaften der tetraploiden mit dem reichen Farbenspiel der diploiden Eltern verbunden, vielmehr ist darüber hinaus eine noch vielfältigere und intensivere Farbausprägung zu erkennen. Die züchterische Bearbeitung des tetraploiden Materials erwies sich indessen mangels grundlegender Erkenntnisse über die Genetik der wichtigsten Sortencharaktere als schwierig. Resultate von KOBEL, CAMENZIND und SCHÜTZ (1937), anhand der Untersuchung diploider Sorten erhalten, ließen sich offenbar nicht auf tetraploide übertragen, Versuche zur

Konstanzzüchtung bestimmter Eigenschaften scheiterten an der scheinbar hohen Mutabilität der Fliederprimel (BÖHNERT und MÜHLENDYK, 1953). Die praktische Züchtung, die bis dahin so beachtliche, wenn auch zum Teil durch den Zufall begünstigte Resultate aufzuweisen hatte, fand sich vor einer gewissen Grenze, deren Überschreitung nur mit Hilfe besseren genetischen Rüstzeugs möglich erscheint. Ihr ist die Anregung zur vorliegenden Arbeit, die einen bescheidenen Beitrag zur Genetik der Fliederprimel und damit zur Lösung züchterischer Probleme darstellen soll, zu verdanken.

2. Material und Methoden

a) Material

Als Ausgangsmaterial für die genetischen und chromatographischen Untersuchungen dienten im Handel befindliche Sorten und Einzelpflanzen, die aus Zuchtstämmen des Instituts für Blumen- und Zierpflanzenbau der TU in Berlin-Dahlem entnommen worden waren. Die Pflanzen wurden in Gewächshäusern und Frühbeeten unter praxisüblichen Bedingungen angezogen. Die Aussaat erfolgte Anfang Juni in Saatschalen, nach zweimaligem Pikieren wurden die Pflanzen in ger Töpfe verpflanzt und bis zum Eintritt des Frostes in Frühbeetkästen kultiviert, anschließend in Kalthäusern aufgestellt und bis zur Samenreife dort belassen.

Um eine erste Übersicht über die Sorteneigentümlichkeiten hinsichtlich der Blütenfarbe zu erhalten, wurde von den verschiedenen Ausgangstypen zunächst der Farbton mit Hilfe der Farbtafeln nach HICKETHIER und der HORTICULTURAL COLOUR CHART festgestellt. Darüber hinaus hielten wir es für notwendig, das Pigmentmuster der als Selbstungs- und Kreuzungseltern verwendeten Typen papierchromatographisch aufzunehmen, um eine eindeutige Kennzeichnungs- und Vergleichsmöglichkeit zu haben.

Die so erhaltenen Charakteristika sind in der Tab. 1 zusammengefaßt worden. Alle Angaben

* Frau Prof. Dr. E. SCHIEMANN zum 80. Geburtstag gewidmet.

¹ Jetzt: Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung, Köln-Vogelsang.

Tabelle 1. Übersicht über die Farbtafelwerte und den Pigmentgehalt der Blüten verschiedener Sorten von *Primula malacoides*.

Sorte	HCC	HICKETHIER	Anthocyane				Flavonole			Fluoreszierende Verbindungen								
			1	2	3	4	1	2	4	3	5	6	7	8	9	4a	4b	7a
Böhnerts dklrote	730	292/393	x	x	xx	xxx	x	x	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	x	x
Fliederfarben	32/1	052/053				xx	x	x	x	x	x	x	x	x				x
Pastellviolett	632/1	042				xx	x	x	x	x	x	(x)	x					x
Kirschrot	26	170	(x)	x	xxx	xxx												x
Purpurea	822	490	x	x	xx	xxx												x
Hansa blutrot	724	491			xx	xx					(x)	(x)	(x)					x
Gmünder dklrote	823	682/692			xx	xxx					(x)	(x)	(x)					x
Gratulation	627	050/150			xx	xx		(x)			x	x	x	x				x
Neurosa	27/1	050/060			x	xx					x	x	x	(x)				(x)
Bachtelfeuer	820	780/790	(x)	x	xxx	(x)					x	(x)	(x)	(x)				(x)

Anmerkungen zur obigen Tabelle:

Anthocyan 1 = unidentifiziert, geringe Konzentration
 2 = unidentifiziert, geringe Konzentration
 3 = Petunidin-3,5-diglukosid (Petunin)
 4 = Malvidin-3,5-diglukosid (Malvin)

Flavonol 1 = unidentifiziert, UV = bräunlich, UV + NH₃ = grünlichgelb, Rf in 415 = 0.09
 2 = unidentifiziert, bräunlich, grünlichgelb, = 0.18
 4 = unidentifiziert, bräunlich, grünlichgelb, = 0.24

Fluoreszierende Verbindungen 3 = unidentifiziert, UV = bläulich, Rf in 415 = 0.21
 5 = unidentifiziert, = gelbbraun, = 0.39
 6 = unidentifiziert, = eisblau, = 0.53
 7 = unidentifiziert, = blau, = 0.64
 8 = unidentifiziert, = dklblau, = 0.79

9 = unidentifiziert, UV = rosagrau, = 0.91
 4a = unidentifiziert, UV + NH₃ = rötlich, = 0.29
 4b = unidentifiziert, = rötlich, = 0.34
 7a = unidentifiziert, = blau, = 0.69
 8a = unidentifiziert, = blau, = 0.86

beruhen auf der Untersuchung mehrerer Pflanzen des gleichen Phänotyps (jeweils mindestens 5), wo Unterschiede im Farbton oder im Gehalt einzelner Pigmentkomponenten zu beobachten waren, wurde das der Mehrzahl der Pflanzen eigentümliche Merkmal notiert.

Aus dieser Übersicht ist zu ersehen, daß sich violett-farbene Phänotypen („Böhnerts dunkelrote“ trägt diese Farbbezeichnung zu Unrecht, sie ist richtiger als „dklviolett“ zu bezeichnen) von roten oder rosa-farbenen eindeutig durch die Anwesenheit von Flavonolen unterscheiden lassen. Ferner besteht ein Unterschied im Anthocyangehalt: die ziegelrote Sorte „Bachtelfeuer“ enthält als Hauptpigment Petunin, während die übrigen roten und auch violett-farbenen Sorten Malvin als dominierendes Anthocyan aufweisen (SEYFFERT, 1959a). Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Gehalt an bestimmten fluoreszierenden Verbindungen und dem Phänotyp scheint — wie bei anderen Pflanzen auch — nicht zu bestehen.

Alle für die nachstehenden Untersuchungen verwendeten Sorten und Einzelpflanzen sind tetraploid mit $2n = 36$. Besondere cytologische Untersuchungen, um den Polyploidiegrad der einzelnen Ausgangstypen festzustellen, wurden nicht angestellt, da sich tetraploide *Primula malacoides* von diploiden phänotypisch recht gut unterscheiden lassen und es überdies aufgrund der Abstammung der Sorten als sicher gelten kann, daß keine diploiden Typen im Ausgangsmaterial vorhanden waren.

b) Methoden

Beurteilung von Spaltungszahlen

Tetrasome Spaltungen werden in der Regel aufgrund ihrer Abweichung von der Erwartung bestimmter, für die Annahme der Chromosomen- oder der Chromatidenspaltung gegebener Zahlenverhältnisse beurteilt. Dies geschieht in der üblichen Weise mit Hilfe der χ^2 -Methode, deren Anwendung in vielen Fällen jedoch ein Test auf Heterogenität der Versuchsdaten, in der Regel nach der BRANDT-SNEDECOR-Formel (FISHER, 1950) durchgeführt, vorausgeht. Jener Test wurde stets angewandt, wenn die Nachkommenschaften gleicher Abstammung ähnliche

Spaltungsergebnisse zeigten, ferner diente er zur Prüfung der Frage, ob Nachkommenschaften verschiedener Herkunft, die im gleichen Locus dem mutmaßlich gleichen Spaltungsmodus folgen, zu einem Gesamtergebnis zusammengefaßt werden dürfen.

Der Aufbau der Tab. 3—10 läßt unsere Arbeitsweise erkennen.

Chromosomen- und Chromatidenspaltung sind zwei mögliche, an bestimmte Voraussetzungen gebundene Grenzfälle des Verhaltens polysomer Spaltungsnachkommenschaften. LITTLE hat bereits 1945 und 1958 darauf hingewiesen, daß es richtiger ist, gegebene polysome Spaltungen anhand des Koeffizienten α zu beurteilen, d. h. das Ausmaß der doppelten Reduktion zu schätzen, anstatt sich auf die bessere Übereinstimmung der Spaltungszahlen mit einem der beiden Grenzfälle zu verlassen. Zur Schätzung der doppelten Reduktion bedienen wir uns der von MATHER (1951) für diesen Fall abgeleiteten Maximum-Likelihood-Methode, jedoch verwenden wir die von FISHER (1949) für den Koeffizienten α gegebene Definition, die mit der MATHERS nicht übereinstimmt.

In der nachfolgenden Tab. (2) sind die bei Vorliegen tetrasomer Vererbung und Vorkommen doppelter Reduktion zu erwartenden Gametenfrequenzen (FISHER, 1949) zusammengestellt worden.

Tabelle 2. Übersicht über die Gametenausbeute bialleler tetrasomer Genotypen.

Elterlicher Genotyp	Gametengenotyp		
	AA	Aa	aa
AAAA	1	0	0
AAAa	$(2 + \alpha)/4$	$(1 - \alpha)/2$	$\alpha/4$
AAaa	$(1 + 2\alpha)/6$	$2(1 - \alpha)/3$	$(1 + 2\alpha)/6$
Aaaa	$\alpha/4$	$(1 - \alpha)/2$	$(2 + \alpha)/4$
aaaa	0	0	1

Von diesen Gametenfrequenzen ausgehend kann die Zusammensetzung einer beliebigen Zygotenpopulation, sei es für den Fall der Selbstung, der Rückkreuzung oder der Kreuzung bestimmter Genotypen, berechnet werden. Die so erhaltenen Zygotenhäufigkeiten dienen als Grundlage für die Ablei-

tung zur Maximum-Likelihood-Schätzung (vgl. auch SEYFFERT, 1959 b, 1960a).

Chromatographische Untersuchung

Übersichtschromatogramme der verschiedenen Ausgangstypen (vgl. Tab. 1) wurden nach Extraktion mit 1% methanolischer HCl auf Papier Schleicher und Schüll 2043a, 60 cm absteigend in Butanol-Essigsäure-Wasser (4:1:5) hergestellt. Die Bestimmung der Anthocyan Komponenten ist bereits an anderer Stelle beschrieben worden (SEYFFERT, 1959a), auf die Identifizierung der Flavonole und der im UV-Licht fluoreszierenden Verbindungen wurde im Zusammenhang mit den vorliegenden Untersuchungen kein Wert gelegt.

3. Ergebnisse

Die ersten Angaben zur Genetik der Fliederprimel wurden von KOBEL, CAMENZIND und SCHÜTZ (1937) aufgrund ihrer Untersuchungen an diploiden Sorten veröffentlicht. Entsprechende Beobachtungen an tetraploiden Handelssorten, die wegen ihrer bemerkenswerten Überlegenheit über die diploiden heute fast ausschließlich angebaut werden, scheinen bisher nicht vorzuliegen. KATTERMANN hat 1934 über die cytologischen Verhältnisse der diploiden und tetraploiden Pflanzen berichtet und die Entstehungsweise der Polyploiden diskutiert, von SKIEBE (1958) liegen Untersuchungen über die Bildung unreduzierter Gameten bei *Primula malacoides* vor, die, ebenso wie die vorgenannten, für die Annahme der Autopolyploidie sprechen. Mitteilungen von BÖHNERT (1936) über gelungene Gattungsbastardierungen haben sich als nicht zutreffend erwiesen.

Nachstehend werden die Resultate einiger Untersuchungen an tetraploiden Handelssorten mitgeteilt.

a) Ausbildung anthocyanfreier Blüten

Zur Prüfung der Vererbung des Unterschieds zwischen anthocyanhaltigen und anthocyanfreien Phänotypen stand uns nur wenig Material zur Verfügung. Aus allen Daten, die erhalten werden konnten, geht aber der monogen rezessive Charakter der völlig anthocyanfreien Blütenfarbtypen eindeutig hervor. Die Nachkommenschaften 8/57 und 34/57 zeigen eine von der Annahme der Chromatidenspaltung eines Duplextyps nicht signifikant abweichende Spaltung, die im Falle der Selbstung des Typs „pastell 1“ durch die Rückkreuzung derselben Pflanze mit einer weißblühenden durch das bei Annahme eines Duplextyps zu erwartende 5:1-Verhältnis bestätigt wird. Die Kreuzung derselben pastellfarbigen mit einer anderen anthocyanführenden Pflanze ergab in der F₂ eine 120:1-Aufspaltung, die als Chromatidenspaltung eines Triplextyps gedeutet wurde (Tab. 3). Wir kennzeichnen die Allele des Anthocyangrundfaktors mit den Symbolen *w*⁺ und *w*.

b) Unterschiede zwischen anthocyanhaltigen Pflanzen

Pflanzen mit gefärbten Blüten entstehen, wie im vorigen Abschnitt gezeigt wurde, offensichtlich unter dem Einfluß des dominierenden Allels eines Anthocyangrundfaktors. Unterschiede zwischen verschiedenen Anthocyanfarben äußern sich in mannigfacher Weise. Sie können durch die An- oder Abwesenheit von Co-Pigmenten, durch eine Modifizierung des Grundfarbtönen oder auch durch eine Änderung der Intensität der Färbung hervorgerufen werden. Diese drei bisher beobachteten und untersuchten Modifikationsprinzipien wirken unabhängig voneinander. Sie genügen, um einen großen Teil der durch die verschiedenen Sorten vertretenen Variation der Blütenfärbung zu erklären.

1. Co-Pigmentierung der Anthocyanfarben

Der einprägsamste Unterschied zwischen Phänotypen, die nach ihrem Aufhellungsgrad in die gleiche

Tabelle 3. Aufspaltung der Nachkommenschaften anthocyanfarbiger Elterpflanzen.

Nr.	Herkunft	farbig	weiß	Σ	χ ² het	FG	P
8/57	F ₂ r. winterfr. × hansa	391	16	407			
34/57	S pastell 1	26	3	29			
Σ	(Hypothese = 35:1)	417	19	436	2.672	1	0.10
36/57	F ₁ pastell 1 × weiß	21	4	25			
100/58	F ₂ pastell 1 × neurosa	120	1	121			

Prüfung der Hypothesen:

Beobachtung	Annahme	χ ² (o)	FG	P	χ ² (a)	FG	P	α	s _α
417:19	35:1	4.030	1	0.04	0.054	1	0.81	0.126260 ± 0.070255	
21:4	5:1	0.008	1	0.93	0.437	1	0.50		
120:1	Triplex	—			—			0.363636 ± 0.154304 *	

Abkürzungen: het = Heterogenität
(o) = Chromosomenspaltung
(a) = Chromatidenspaltung

* = signifikant, P < 0.05

Gruppe gehören, äußert sich in einer klaren Trennung in violette und rote Farbtöne. Zur Gruppe der violettfarbenen gehören z. B. die Sorten „Böhnerts dunkelrote“ (in den Tabellen als „dklviolett“ bezeichnet), „Fliederfarben“ und „Pastellviolett“, die rot gefärbten Pflanzen sind durch die Sorten „Kirschrot“, „Purpurea“, „Hansa blutrot“, „Gmünder dunkelrote“, „Gratulation“, „Neurosa“ und „Bachtelfeuer“ charakterisiert. Der Farbton der violetten umfaßt den Bereich von 730 bis 632/1 HCC, der der roten Phänotypen den von 820 über 822 bis zu 27/1 HCC.

Kreuzungen zwischen verschiedenfarbigen Eltern ergaben stets eine einheitlich violettfarbene F₁, sofern nicht Heterozygotie des violetten Elters vorlag. Violett dominiert somit über rot, der Erbgang ist monogen, wie aus den in der Tab. 4 zusammengefaßten verschiedenen Aufspaltungen derartiger Kreuzungen und ihrer Nachkommenschaften hervorgeht.

Eine chromatographische Untersuchung von F₁- und F₂-Pflanzen bestätigte in jedem Falle den schon aufgrund der Untersuchung der nach Farbtönen gruppierten Ausgangspflanzen erhaltenen Befund (s. Tab. 1), daß violettfarbene Phänotypen Anthocyane und Flavonole, rote dagegen nur Anthocyane enthalten. Wenn Anthocyan vorhanden ist, äußert sich demnach die Anwesenheit von Flavonolen in

einer merklichen Verschiebung des Farbtons der normalerweise rot gefärbten Pflanzen zum blauen Bereich hin, eine Erscheinung, die üblicherweise als Co-Pigmenteffect bezeichnet wird.

Die in der Tab. 4 zusammengefaßten violett/rot-Spaltungen lassen den monogenen Charakter der Flavonbildung erkennen. Die hierfür verantwort-

lichen Allele sind nach der Art ihrer Wirkung in die Gruppe der Grundfaktoren einzureihen, sie sollen mit den Symbolen f^+ und f belegt werden.

Auf eine Besonderheit muß im Zusammenhang mit der Tab. 4 noch verwiesen werden: Es gibt eine Reihe von Spaltungen, die sich einer bestimmten Hypothese nicht zuordnen lassen. So wurde in

Tabelle 4. Aufspaltung der Nachkommenschaften violettfarbiger Elternpflanzen.

Nr.	Herkunft	violett	rot	Σ	χ^2 het	FG	P
19/57	S flieder 1	46	1	47			
20/57	F ₁ flieder 1 × weiß	33	1	34			
22/57	S flieder 2	40	2	42			
25/57	S flieder 3	44	1	45			
32/57	S flieder 5	46	2	48			
40/57	F ₁ weiß × dklviolett	18	1	19			
21/58	F ₂ dklviolett × kirschrot	78	2	80			
22+ 23/58	F ₂ kirschrot × dklviolett	96	3	99	3.536	1	0.06
40/58	F ₂ dklviolett × flieder	52	1	53			
44— 46/58	F ₂ dklviolett × flieder	196	7	203	0.590	2	0.44
78— 80/58	F ₂ weiß × bachtelfeuer	54	3	57			
88+ 89/58	F ₂ flieder 1 × neurosa 1	85	3	88	0.825	1	0.35
97— 99/58	F ₂ flieder × pastell	114	2	116	0.243	1	0.62
100— 103/58	F ₂ pastell × neurosa	315	10	325	0.291	2	0.86
1/58	S dklviolett	26	2	28			
Σ	(Hypothese = 35:1)	1243	41	1284	7.931	15	0.93
19/58	F ₂ hansa × dklviolett	326	96	422			
20/58	F ₂ dklviolett × kirschrot	13	3	16			
55— 57/58	F ₂ flieder × kirschrot	80	22	102	0.640	2	0.42
75— 77/58	F ₂ bachtelfeuer × flieder 5	77	22	99	0.092	2	0.95
84— 87/58	F ₂ flieder 1 × neurosa 1	130	43	173	3.581	3	0.31
1/59	S dklviolett	17	6	23			
9— 10/59	S dklrot	51	13	64	0.094	1	0.75
Σ	(Hypothese = 3:1)	694	205	899	1.036	6	0.98
21/57	F ₁ flieder 1 × neurosa 1	24	5	29			
24/57	F ₁ flieder 2 × kirschrot 1	18	6	24			
27/57	F ₁ flieder 3 × neurosa 1	26	4	30			
43/57	F ₁ weiß × neurosa 1	19	6	25			
44/57	F ₁ weiß × kirschrot 1	17	2	19			
45/57	F ₁ weiß × bachtelfeuer	20	3	23			
65/57	F ₁ gratulation × flieder	24	5	29			
70/57	F ₁ bachtelfeuer × flieder 5	17	2	19			
71/57	F ₁ bachtelfeuer × weiß	24	2	26			
83/57	F ₁ purpurea × flieder 5	18	7	25			
84/57	F ₁ purpurea × weiß	25	4	29			
Σ	(Hypothese = 5:1)	232	46	278	7.704	10	0.66
30/57	F ₁ flieder 4 × gratulation	16	9	25			
31/57	F ₁ flieder 4 × bachtelfeuer	14	7	21			
Σ	(Hypothese = „2:1“)	30	16	46	0.358	1	0.55
28/57	S flieder 4	48	10	58			
72— 74/58	F ₂ flieder 4 × bachtelfeuer	129	23	152	0.632	2	0.72
27— 32/58	F ₂ bachtelfeuer × dklviolett	198	42	240	3.551	5	0.81
33/58	F ₂ bachtelfeuer × dklviolett	82	—	82			
49— 53/58	F ₂ dklviolett × neurosa	271	49	320	9.903	4	0.043
58+ 59/58	F ₂ purpurea × flieder 5	165	26	191	1.923	1	0.16
Σ	(Hypothese = „5:1“)	844	151	995	5.884	5	0.32
69/57	F ₁ bachtelfeuer × dklviolett	28	1	29			

Prüfung der Hypothesen

Beobachtung	Annahme	χ^2 (o)	FG	P	χ^2 (a)	FG	P	α	s_{α}
1243: 41	35:1	0.820	1	0.36	5.734	1	0.015	0.036081 ± 0.004983***	
694:205	3:1	2.314	1	0.13	15.272	1	0.001	—	
232: 46	5:1	0.003	1	0.95	3.935	1	0.045	—	
30: 16	„2:1“								
844:151	„5:1“								
28: 1	Triplex?								

Abkürzungen: het = Heterogenität
(o) = Chromosomenspaltung
(a) = Chromatidenspaltung
*** = signifikant, P < 0.001

zwei F₁-Generationen anstelle einer 1:1-Spaltung ein Verhältnis beobachtet, das besser mit der Annahme 2:1 übereinstimmt.

In anderen Fällen wurde in F₂-Generationen, in denen ein 3:1-Verhältnis zu erwarten war, eine Aufspaltung beobachtet, die mehr einem 5:1 oder 6:1-Verhältnis angenähert ist. Derartige Abweichungen von der Norm waren auch in anderen Spaltungen (vgl. Tab. 8, 9) noch zu beobachten, sie sollen daher gemeinsam im Abschnitt 4 besprochen werden.

2. Veränderungen des Grundfarbtönen

In den letzten Jahren ist eine Sorte unter dem Namen „Bachtelfeuer“ in den Handel gekommen, die sich durch einen warmen, fast ziegelroten Farbton erheblich von den bis dahin vorhandenen unterscheidet. Eine chromatographische Untersuchung ließ erkennen, daß das farbbestimmende Pigment ein Petunidin-3,5-diglukosid ist, das bei den anderen, normalerweise Malvidin-3,5-diglukosid führenden Sorten nur in Spuren vorkommt (SEYFFERT, 1959a). Flavonole sind nicht oder nur in sehr geringen Spuren vorhanden, so daß dieser neue Typ eindeutig der Gruppe der rotblühenden *ffff*-Genotypen zuzuordnen ist. In Kreuzungen mit den übrigen vorhandenen Ausgangstypen erwies sich der ziegelrote Farbton der Sorte „Bachtelfeuer“ als rezessiv gegenüber dem magentaroten oder violetten der anderen Sorten. Bei sorgfältigem Vergleich mit den Elterpflanzen konnte jedoch in der Regel festgestellt

Tabelle 5. Farbtafelwerte der rot blühenden Phänotypen.

Phänotyp	HCC	BF*	Genotyp
„rot 4“	27	10 L	++++
„rot 3“	025	9,5 L	+++b
„rot 2“	724	8,5-9 L	++bb
„rot 1“	822	8 L	+bbb
„rot 0“	820	7,5 L/R	bbbb

* Farbtafel nach BIESALSKI

Tabelle 6. „Bachtelfeuer“-Spaltungen.

Nr.	Herkunft	violett bzw. rot					Σ	Hypothese	χ ² (o)	FG	P	χ ² (a)	FG	P	α	s _α
		4	3	2	1	0										
8/57 S	bachtelf.					45	1	—			—					
14/58 F ₃	aus 6/57-1					5	1	—			—					
4/59 S	13/58 bacht.					4	1	—			—					
5/59 F ₄	aus 14/58					4	1	—			—					
15/58 F ₃	aus 6/57-2			9	29	6	1:2:1	2.538	2	0.28	—					
35/58 F ₂	bacht. × kirschrot 1			(-26)	9	35	(3):1	0.009	1	0.92	0.152	1	0.70	0.028370 ± 0.291378		
6/59 F ₄	aus 17/58-1			3	6	2	1:2:1	—			—					
6/57 F ₂	purp. × bacht.			(-69)	17	1	(27):8:1	1.328	1	0.25	—					
7/57 F ₂	purp. × bacht.			(-45)	75	13	?	—			—					
17/58 F ₃	aus 6/57-4			2	(-61)	4	1:(34):1	2.551	2	0.28	0.654	2	0.72	0.134811 ± 0.123644		
2/59 S	aus dklviol.			(-7)	(-14)	1	(9):(26):1	0.545	1	0.46	0.080	1	0.78	0.184164 ± 0.235378		
3/59 S	aus dklviol.			(-11)	4	1	(27):8:1	0.333	1	0.57	0.036	1	0.85	0.250000 ± 0.325705		
8/59 F ₄	aus 17/58-3			—	6	15	(1):8:18:8:(1)	0.080	2	0.96	0.701	2	0.70	—		
26/59 F ₂	aus 18/58-1			2	11	73	1:8:18:8:1	—	4	0.0001	68.386	4	10 ⁻¹¹	—		
27/59 F ₂	aus 18/58-2			3	33	120	1:8:18:8:1	24.564	4	0.09	—	4	—	—		
28/59 F ₂	aus 18/58-3			2	14	52	1:8:18:8:1	—	4	—	—	4	—	—		
29/59 F ₂	aus 18/58-4			7	33	67	1:8:18:8:1	4.760	4	—	—	4	—	—		
9/59 F ₄	aus 31/58-1			rot =	violett =	33		—			—					
10/59 F ₄	aus 31/58-2			rot =	violett =	9	1	—			—					
11/59 F ₄	aus 31/58-3			rot =	violett =	18	1	—			—					
12/59 F ₄	aus 31/58-4			rot =	violett =	4		—			—					
14/59 F ₄	aus 31/58-6			rot =	violett =	9	(3):1	0.286	1	0.60	0.0002	1	0.98	0.138090 ± 0.260816		
15/59 F ₄	aus 31/58-7			rot =	violett =	3	1:2:1	4.226	2	0.12	4.435	2	0.10	—		
16/59 F ₄	aus 31/58-8			rot =	violett =	10	Simplex	0.947	2	0.62	0.839	2	0.86	0.119726 ± 0.076720		
21/59 F ₄	aus 72/58-3			rot =	violett =	30	1:2:1	2.160	2	0.34	3.971	2	0.14	—		
19/59 F ₄	aus 72/58-1			rot =	violett =	2	(1):8:18:8:1	1.806	2	0.40	2.509	2	0.28	—		
				rot =	violett =	11	(1:2:1)	—			—					
				rot =	violett =	5		—			—					
				rot =	violett =	8	1	—			—					

Abkürzungen: (o) = Chromosomenspaltung (a) = Chromatidenspaltung * = chromatographisch bonitiert

werden, daß die F_1 eine mehr oder weniger intermediäre Merkmalsausprägung zeigt. Das war insbesondere bei Kreuzungen mit magentafarbenen Typen der Fall, während die Verwendung violett blühender Elterpflanzen keine so deutliche Unterscheidung ermöglichte, vermutlich durch eine epistatische Wirkung der f^+ -Allele bedingt.

Selbstungen von Bachtelfeuer-Typen (in der Tab. 6 als „rot 0“ bezeichnet) ergaben stets einheitlich ziegelrot blühende Nachkommenschaften. Die Analyse der übrigen F_2 -, F_3 - und F_4 -Nachkommenschaften bereitete gewisse Schwierigkeiten, da der Übergang vom Farbton des homozygot dominierenden über die drei möglichen Heterozygoten bis zum homozygot rezessiven Phänotyp nahezu kontinuierlich ist. Wir haben uns so beholfen, daß wir die einzelnen Pflanzen einer Spaltungsnachkommenschaft ihrem Farbton entsprechend der Reihe nach sortiert haben, was bei Topfpflanzen ja leicht durchführbar ist. Daran anschließend haben zwei Personen unabhängig voneinander festzustellen versucht, wo in der \pm kontinuierlich auf- oder absteigenden Reihe eine Diskontinuität vorhanden ist, welche die Abgrenzung einer Gruppe gerechtfertigt erscheinen läßt. Sofern beide beurteilenden Personen zum gleichen Resultat kamen, wurden die je Gruppe vorhandenen Individuen ausgezählt, in Zweifelsfällen wurde eine dritte Beurteilung vorgenommen oder eine weitere Person zur Beurteilung herangezogen.

Die in den einzelnen Nachkommenschaften auf diese Weise gebildeten Gruppen wurden untereinander auf die Übereinstimmung der in ihnen enthaltenen Farbtonbereiche verglichen. Dabei stellte es sich heraus, daß die Gruppenbildung in den einzelnen Nachkommenschaften auf verschiedene Weise zustande gekommen war. In einigen Fällen waren z. B. Quadruplex- und Triplex Typen, in anderen zusätzlich noch Duplex Typen zu einer einzigen Gruppe zusammengefaßt worden. Demzufolge sind bei Vergleichen zwischen zwei verschiedenen Nachkommenschaften des genetisch gleichen Spaltungstyps einander überschneidende Gruppen vorhanden, wie es in den Spalten der Tab. 6 zum Ausdruck kommt. In dieser Tabelle sind die Phänotypen mit Nummern gekennzeichnet worden, wobei „4“ für den extrem magentaroten, „0“ für den ziegelroten Typ steht. Die Farbtafelwerte der roten Phänotypen vermitteln einen ungefähren Eindruck vom Ausmaß der Unterschiede (siehe Tab. 5).

Selbstungen des Typs „rot 0“ ergaben in allen untersuchten Fällen ausschließlich einheitlich ziegelrot blühende Nachkommenschaften. Nachkommenschaften der Typen „rot 1“ zeigten eine Variation, die den Bereich von „rot 2“ bis „rot 0“ umfaßte, in einigen Fällen konnten klare 1:2:1-Spaltungen erhalten werden, in anderen war es nicht sicher möglich, zwischen Typ „rot 1“ und „rot 2“ einwandfrei zu entscheiden, so daß hieraus eine 3:1-Spaltung resultierte. Größere Schwierigkeiten bereitete die Beurteilung der Nachkommenschaften des Typs „rot 2“, vor allem in den ersten Jahren. Erst als zu erkennen war, daß sich die phänotypischen Unterschiede auch chromatographisch nachweisen lassen (SEYFFERT, 1959a), war uns eine Möglichkeit an die Hand gegeben, in Zweifelsfällen aufgrund des chromatographischen Befundes eine Zuordnung vorzu-

nehmen. Die Aufspaltungen der Nachkommenschaften des Typs „rot 2“ charakterisieren ihn als einen Duplex Typ. Nur in einem einzigen Fall (Nr. 7/57) wurde eine mit keiner Hypothese vereinbare Spaltung erhalten, was sehr wahrscheinlich auf Fehler bei der Beurteilung der Phänotypen zurückzuführen ist.

In diesem Zusammenhang muß noch auf ein weiteres, interessantes Phänomen hingewiesen werden: Bei der Beurteilung der Nachkommenschaften Nr. 26 bis 29/59 ergab sich zunächst die Tatsache, daß alle eine Duplex-Spaltung zeigten. Da es sich um Selbstungen von Geschwisterpflanzen handelt, wurde mit Hilfe eines Heterogenitätstestes geprüft, ob eine Zusammenfassung der Daten gerechtfertigt war. Überraschenderweise wurde eine signifikante Heterogenität erhalten, die auf das abweichende „Verhalten“ der Nr. 29/59 zurückzuführen war. Nach einer Einteilung in Gruppen, d. h. Nr. 26—28 auf der einen und 29 auf der anderen Seite, konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß nur noch zwischen den Gruppen, nicht aber innerhalb der Gruppen bedeutsame Unterschiede vorhanden waren (Tab. 7).

Tabelle 7. Heterogenitätstest für die Nr. 26—29/59.

Ursache	χ^2	FG	P
Gesamtversuch	22.585	12	0.035
zwischen d. Gruppen	17.432	4	0.0015
innerhalb d. Gruppen	5.153	8	0.74

Bemerkenswert ist nun die Tatsache, daß die ersten drei Nachkommenschaften, die untereinander homogen waren, sich aber von der vierten unterschieden, ausschließlich visuell, die vierte dagegen ausschließlich chromatographisch beurteilt wurden. Die Beurteilungsgrundlage beeinflußt demnach das Resultat in diesem Fall erheblich. Wie die nachfolgende Prüfung der Abweichung von der angenommenen 1:8:18:8:1-Spaltung zeigt, stimmen die visuell beurteilten nur sehr schlecht mit dieser Annahme überein, während dies bei den chromatographisch beurteilten nicht der Fall ist. Ein Vergleich der beobachteten und aufgrund der Hypothese erwarteten Werte zeigt, daß zu wenig Individuen in den Homozygotenklassen vorhanden waren und außerdem zu viele Triplex Typen irrtümlich als Duplex Typen klassifiziert worden sein müssen:

Phänotyp (visuell bonitiert) =	4	3	2	1	0
beobachtet	7	58	245	87	6
erwartet (Chromosomen-spaltung)	11.2	89.6	201.4	89.6	11.2
erwartet (Chromatiden-spaltung)	18.5	98.7	168.6	98.7	18.5

Wir schließen daraus, daß der Phänotyp der extremeren Formen modifikatorisch in Richtung der intermediären Typen verschoben wird. Es ist vorstellbar, daß die beiden Homozygoten Grenzwerte der möglichen phänotypischen Ausprägung darstellen, die wohl nach der einen, nicht aber nach der anderen Seite hin variiert werden können. Wenn die gleiche Annahme in abgeschwächter Form auch für die Triplex- und, in geringerem Umfang, für die Simplex Typen gilt, wäre das Zustandekommen der beobachteten Phänotypenverteilung durchaus erklärbar.

Man müßte sich in diesem Fall die Variationskurven der Homozygoten als einseitig, die der Triplex- bzw. Simplextypen als links bzw. rechts schief und die der Duplextypen als mehr oder weniger symmetrisch vorstellen. Eine experimentelle Überprüfung dieser Annahme war bisher nicht möglich.

Im zweiten Abschnitt der Tabelle 6 sind die Aufspaltungen der Nachkommenschaften violettfarbiger Elterpflanzen mitgeteilt, die in allen Fällen die bisherigen Resultate bestätigen und ergänzen. Es ist hierzu zu bemerken, daß es keinen ausgeprägten violettfarbenen „Bachtelfeuertyp“ gibt, da die Unterschiede infolge der Flavonolanwesenheit noch stärker als bei flavonolfreien oder -armen Typen vermischt sind.

Wir bezeichnen die Allele des Locus, der die Änderung des Grundfarbtones kontrolliert, mit den Symbolen b^+ (purpurfarben, malvidinhaltig) und b (bachtelfeuerrot, petunidinhaltig), ihre Wirkung ist

unvollständig dominant. Die Berechnung des Koeffizienten α zeigt, daß infolge der hohen Varianz der α -Werte in keinem Fall ein signifikant von null abweichender Wert erhalten werden konnte, was erneut die Schwierigkeiten bzw. Unsicherheiten bei der Klassifizierung der Phänotypen erhellt.

3. Wirkung der Aufhellungsfaktoren

Im Gegensatz zu den bisher untersuchten Modifikatoren äußert sich die Wirkung der Aufhellungsfaktoren nicht in einer qualitativen Änderung des Pigmentmusters, sondern offenbar in einer quantitativen Verschiebung der Anthocyankonzentration. Zumindest konnten bisher keine bedeutsamen qualitativen Unterschiede im Chromatogramm sehr hell, mittel oder intensiv gefärbter Phänotypen nachgewiesen werden. Somit waren wir bei der Beurteilung der Farbunterschiede allein auf das Auge angewiesen, da Messungen der Farbtintensität wegen

Tabelle 8. F_2 -Spaltungen der Aufhellungsfaktoren.

Nr.	Herkunft	Elterphänotyp	mittel			tief	Σ	χ^2 het	FG	P	Typ
			sh	mi	sd						
50/58	dklviolett × neurosa	mi.s.d.			62	2	64				1
8/57	r. winterfr. × hansa	mi.du.									1+4
21— 23/58	dklviolett × kirschrot	mi.du.	3	259	116	13	391				1+4
39— 41/58	dklviolett × flieder 5	mi.du.		92	53	9	154	1.167	2	0.56	1+4
42/58	dklviolett × flieder 5	mi.du.		118	63	10	191	8.101	4	0.09	1+4
43/58	dklviolett × flieder 5	mi.du.		29	6	1	36				1+4
44— 47/58	flieder 3 × dklviolett	mi.du.		75	6		81				6
49/58	dklviolett × neurosa	mi.du.		185	74	6	265	10.307	6	0.08	1+4
51— 54/58	dklviolett × neurosa	mi.du.		38	20	3	61				1+4
55/58	dklviolett × neurosa	mi.du.		205	15	1	221	1.046	3	0.78	3
60— 62/58	purpurea × kirschrot	mi.du.		33	5	1	39				1+6
69+ 70/58	purpurea × neurosa	mi.du.		114	42	4	160	1.474	4	0.83	1+4
91/58	kirschrot × gratulation	mi.du.		37	8	1	46	0.0003	1	0.95	1+4
92/58	gratulation × neurosa	mi.du.		13	5		18				4
94— 99/58	dklviolett × pastell	mi.du.		74	39	4	117				1+4
100+ 103/58	flieder 4 × pastell	mi.du.		224	78		302	5.076	5	0.40	4
7/58	pastell × neurosa	mi.du.		137	56		193	2.401	1	0.12	4
55/58	neurosa (Selbstung)	mi.du.		27	5		32				4
57/58	flieder 2 × kirschrot	mi.du.		33	5	1	39				1+6
67a/58	kirschrot × flieder 5	mi.du.		46	8		54				6
81+ 82/58	neurosa × hansa	mi.du.		65	6		71				6
83/58	neurosa × bachtelfeuer	mi.du.		121	19	1	141	0.632	1	0.42	1+6
58+ 59 /58	bachtelf. × gratulation	mi.mi.		66		4	70				1
63+ 66/58	purpurea × flieder 5	mi.mi.	10	169	12		191	0.399	2	0.82	2
79/58	neurosa × kirschrot	mi.mi.	3	100	4	1	108	0.172	2	0.68	1+2
85— 87/58	weiß × bachtelfeuer	mi.mi.		34	1		35				3
89/58	flieder 1 × neurosa	mi.mi.		115	7		122	5.619	2	0.06	3
93/58	flieder 1 × neurosa	mi.mi.	1	31	2		34				2
101/58	dklviolett × pastell	mi.mi.		119	6		125				3
8— 12/58	pastell × neurosa	mi.mi.	1	114 (7)	1		123				2
88/58	neurosa (Selbstung)	mi.mi.	9	135	11		155	13.494	6	0.03	2
68/58	flieder 1 × neurosa	mi.he.	5	46			51				5
	neurosa × hansa	mi.s.h.	31				31				

Zusammenfassung der Spaltungen und Prüfung der Hypothesen.

Typ	Beobachtung	Annahme	χ^2 het χ^2 (o)	FG FG	P P	χ^2 (a)	FG	P	α	s_{α}
1	mittel:tief 1748:60	35:1	15.647 1.547	14 1	0.34 0.21	7.536	1	0.006	0.041148 ± 0.035760	
2	s.:mi.:sd. 24:556:30	1:34:1	13.676 13.699	8 2	0.09 0.001	0.723	2	0.70	0.131158 ± 0.040997**	
3	mi.mi.:mi.sd. 473:29	35:1	1.206 17.745	3 1	0.75 0.0001	1.609	1	0.20	0.221055 ± 0.063719***	
4	mi.mi.:mi.sd. 1349:566	3:1	19.739 21.201	13 1	0.14 10 ⁻⁵	0.684	1	0.40	0.174622 ± 0.039998***	
5	mi.sh.:mi.mi. 5:46	1:3	— 9.322	— 1	— 0.002	3.163	1	0.07	—	
6	mi.mi.:mi.sd. 340:44	„5:1“	3.267	4	0.50					

Abkürzungen: het = Heterogenität mi. = mittel sh. = sehr hell
(o) = Chromosomenspaltung he. = hell sd. = sehr dunkel
(a) = Chromatidenspaltung du. = dunkel

der Zahl der zu untersuchenden Einzelpflanzen und wegen der Abhängigkeit der Intensität einer einzelnen Blüte von ihrem Alter, ihrer Stellung innerhalb des Blütenstandes und den jeweiligen Kulturbedingungen nicht durchführbar waren.

Es zeigte sich sehr bald, daß das uns vorliegende Material in zwei große Gruppen unterteilt werden konnte, in mittelfarbene und tief gefärbte. Innerhalb beider Klassen zeigten sich weitere Unterschiede, die wir aber nur bei den mittelfarbenen — wegen der größeren Anzahl der in diese Klasse fallenden Typen — auszählen konnten. Mit dem Auge noch gut unterscheidbar waren drei Unterklassen: sehr helle Typen, mehr oder minder variierende mittelfarbene und sehr dunkle. In einigen Fällen glaubten wir eine weitere Unterteilung der Unterklasse „mittel“ in helle, mittlere und dunkle Typen vornehmen zu können, doch war diese Unterteilung zu unsicher, so daß wir es bei der mehr oder minder variierenden Unterklasse „mittel“ beließen.

Wie die in der Tab. 8 zusammengefaßten F_2 -Spaltungen, die alle aus dem Kreuzungstyp „mittel“ \times „tief“ hervorgegangen sind, erkennen lassen, verhält sich das Merkmal „tief gefärbte Blüte“ gegenüber mittelfarbigem monogen rezessiv. Daß ausnahmslos 35:1-Spaltungen erhalten wurden, erklärt sich aus der Art der Kreuzung und der Tatsache, daß offensichtlich alle Elterpflanzen Quadruplex-, zumindest aber Triplex Typen waren. Die Dominanz der an diesem Locus vorhandenen Allele scheint vollständig zu sein. Zumindest konnte in der Nachkommenschaft Nr. 50/58, die nur in diesem Locus Heterozygotie anzeigte, phänotypisch kein Unterschied in der Intensität der mittelfarbenen Homo- und Heterozygoten festgestellt werden.

Die Intensitätsunterschiede zwischen tief- und mittelfarbenen Phänotypen sind augenfällig, wir möchten daher die Allele des hierfür verantwortlichen Locus als „stark wirkende Aufhellungsfaktoren“ bezeichnen und die Symbole t^+ (mittelfarbig) und t (tief) verwenden.

Vor dem Hintergrund der gut sichtbaren Helligkeitsunterschiede ist nun noch eine weitere Differenzierung wahrnehmbar, die sich unabhängig von der Wirkung der „stark wirkenden Aufhellungsfaktoren“ manifestiert. Diese durch die Bildung von „Unterklassen“ erfassbare Variation läßt sich durch die Wirkung eines weiteren Allelenpaares, eines „schwach wirkenden Aufhellungsfaktors“, erklären, das offensichtlich unvollständige Dominanz zeigt.

In der Tab. 8 sind in der letzten Spalte mit der Überschrift „Typ“ die Nachkommenschaften durch Nummern gekennzeichnet, die dem gleichen Spaltungsmodus folgen. Die Zusammenfassung gleichartiger Spaltungen am Fuße der Tabelle läßt erkennen, daß ein monogener Erbgang vorliegen muß. Die unvollständige Dominanz geht einerseits aus den Spaltungstypen hervor, andererseits aus der Tatsache, daß die phänotypische Beurteilung der F_1 -Pflanzen in der Regel recht gut mit dem F_2 -Resultat übereinstimmt. F_2 -Typ „mittel, sehr dunkel“ ergibt Konstanz innerhalb der mittleren Klasse, Typ „mittel, dunkel“ führt in der Regel zu einer 3:1-Spaltung und ist demnach als Simplex Typ zu charakterisieren, Typ „mittel, mittel“ spaltet 35:1 und

„mittel, hell“ 1:3, während der andere Extremtyp „mittel, sehr hell“ wiederum Konstanz zeigt.

Wir schlagen für dieses Allelenpaar das Symbol d^+ (hell) und d (dunkel) vor. Wie die Berechnung des Koeffizienten α zeigt, muß der d -Locus am distalen Ende eines zur Multivalentbildung befähigten Chromosoms liegen, da andernfalls keine signifikante doppelte Reduktion auftreten könnte.

Auch in diesem Falle gibt es die schon auf S. 138 erwähnte Ausnahmospaltung „5:1“, deren Vorkommen in einer F_2 nicht erklärbar ist.

c) Ausbildung chlorophylldefekter Blätter

Von der Fliederprimel ist es bekannt, daß Eisenmangel sehr leicht zur Chlorose führt. Durch entsprechende Gegenmaßnahmen ist in diesen Fällen leicht Abhilfe zu schaffen. Anders verhält es sich dagegen mit Chlorophylldefekten, die in unserem Material auftraten. Da alle Pflanzen im gleichen Substrat angezogen wurden und nur bei einigen wenigen Nachkommenschaften einzelne Pflanzen gelbgrüne bis gelbe Blätter ausbildeten, waren Mangelercheinungen als Ursache von vornherein unwahrscheinlich. Die Auszählung des Anteils chlorophylldefekter Pflanzen ergab die in der Tab. 9 zusammengefaßten Resultate.

Wie aus den Spaltungszahlen zu ersehen ist, muß es sich bei den von uns beobachteten chlorophylldefekten Typen um erblich bedingte handeln. Die Spaltungen lassen den monogen rezessiven Charakter dieser Phänotypen erkennen. Bemerkenswert ist, daß auch in diesem Material unerwartete Spaltungstypen wie „5:1“, „2:1“ und „1:3“ auftraten, die zunächst nicht erklärbar sind.

d) Verschiedene Merkmale

In diesem Abschnitt sind einige Merkmale zusammengefaßt worden, die beiläufig mitbeobachtet wurden und nur kurz erwähnt werden sollen. So wurde ein offenbar monogener Erbgang für die Fransung und Wellung des Blütenblattes beobachtet. Wir fanden, daß gekrauste Blüten zu glatten im Verhältnis 3:1 auftraten (Tab. 10).

Auch die Farbe des „Auges“, des mehr oder weniger großen hellen Basalfleckes der Petalenzipfel, der ringförmig den Kronenschlund umgibt, scheint genetisch bedingt zu sein. In der Nachkommenschaft Nr. 8/57 fanden wir eine klare 35:1-Spaltung für den Unterschied gelbes:weißes Auge.

Über den Charakter der Verbänderung haben wir keine endgültige Klarheit gewinnen können. Es wurden sowohl 3:1- wie auch 1:3-Spaltungen beobachtet, die für sich betrachtet einen monogenen Erbgang vermuten ließen, im Zusammenhang jedoch nicht ohne weitere Untersuchungen zu deuten sind.

Die Blütenfüllung erwies sich in der Regel als rezessiv, wobei jedoch zu beachten ist, daß hier ein Merkmal mit variabler Expressivität vorzuliegen scheint. Es gibt zumeist eine größere Anzahl Pflanzen mit schlecht gefüllten, z. T. mißgebildeten Blüten, die bei der Analyse zu den nicht gefüllten = normalen gerechnet wurden. Auf die Schwierigkeiten bei der Beurteilung dieses Merkmals haben bereits KOBEL, CAMENZIND und SCHÜTZ (1937) hingewiesen.

Schließlich ist noch eine Beobachtung zu erwähnen, die sich auf die Homogenität der Anthocyanfärbung

Tabelle 9. Aufspaltung der Nachkommenschaften normal-grüner Elterpflanzen.

Nr.	Herkunft	grün	gelb	Σ	χ^2 het	FG	P
1/58	S dklviolett	16	12	28			
11/58	S neurosa	37	19	56			
12/58	S neurosa	49	18	67			
19/58	F ₂ hansa × dklviolett	303	119	422			
8—10/59	S rot	97	30	127	0.804	2	0.68
15—17/59	S rot	104	25	129	1.265	2	0.52
28—29/59	S rot	194	58	252	0.265	1	0.62
30/59	S dklviolett	68	24	92			
Σ	(Hypothese = 3:1)	868	305	1173	11.530	7	0.12
53/58	F ₂ dklviolett × neurosa	70	3	73			
96/58	F ₂ flieder × pastell	32	2	34			
97/58	F ₂ flieder × pastell	27	3	30			
1—3/59	S dklviolett	64	6	70	0.018	2	0.99
Σ	(Hypothese 35:1)	193	14	207	1.718	3	0.64
11, 12, 14/59	S rot	164	28	192	0.273	2	0.87
19—25/59	S rot	66	120	186	0.984	5	0.96
26—27/59	S rot	221	111	332	3.811	1	0.05

Prüfung der Hypothesen.

Beobachtung	Annahme	χ^2 (o)	FG	P	χ^2 (a)	FG	P	α	s_{α}
868:305	3:1	0.628	1	0.42	4.170	1	0.04	0.039675 ± 0.050734	
193:14	35:1	12.175	1	0.0005	2.228	1	0.13	0.280190 ± 0.095087*	
164:28	„5:1“								
66:120	„1:3“								
221:111	„2:1“								

Abkürzungen: het = Heterogenität, (o) = Chromosomenspaltung ($\alpha = 0$), (a) = Chromatidenspaltung ($\alpha = 1/7$), * = signifikant, $P < 0.05$.

innerhalb der Petalen bezieht. In einer Nachkommenschaft trat spontan ein Typ auf, der als „hellrandig“ bezeichnet wurde. Er war durch eine feine weiße, zum Rande der Petalenzipfel sich verdichtende Strichelung der normalerweise rot gefärbten Blütenblätter gekennzeichnet. Die Selbstung dieses Typs ergab die in der Tab. 10 in der letzten Zeile aufgeführte Spaltung, die einer 1:8:18:8:1-Verteilung entspricht und somit eine dosisproportionale Abhängigkeit dieses Phänomens anzeigen würde. Die Extremtypen sind einheitlich rot bzw. fast weiß gefärbt, die mutmaßlichen Heterozygoten zeigen alle Übergänge.

4. Diskussion und Zusammenfassung

Unsere Untersuchungen an Nachkommenschaften tetraploider Handelssorten und Einzelpflanzen aus Zuchtstämmen der Fliederprimel haben zum Nachweis des monogenen Erbganges der folgenden Merkmalsunterschiede geführt:

1. Anthocyanbildung (w^+) oder Anthocyanfreiheit (w), vollständig dominanter Anthocyangrundfaktor;

2. Flavonolbildung (f^+) oder Flavonolfreiheit (f), vollständig dominanter Flavonolgrundfaktor;

3. Anwesenheit von Malvin (b^+) oder Petunin (b), unvollständig dominanter Anthocyanmodifikator (Methylierung des Seitenphenylringes);

4. stark aufgehellte Blütenfarbe (t^+) oder intensive Blütenfärbung (t), vollständig dominanter, stark wirksamer Aufhellungsfaktor;

5. schwach aufgehellte Blütenfarbe (d^+) oder nicht aufgehellte Farben (d), unvollständig dominanter, schwach wirksamer Aufhellungsfaktor, der sich vor dem Hintergrund des stark wirksamen manifestiert;

6. normal grüne Laubblätter (c^+) und chlorotische Blätter (c), Dominanz nicht ganz vollständig.

Die Allele der einzelnen Loci sind miteinander frei kombinierbar, die daraus resultierenden verschiedenen Kombinationstypen genügen, um das Zustandekommen des größten Teils der im Handelssortiment vertretenen Blütenfarbtöne zu erklären.

KOBEL, CAMENZIND und SCHÜTZ (1937) haben sich wohl als erste mit der Analyse von Blütenfarbfaktoren bei der Fliederprimel befaßt. Sie konnten für den Merkmalsunterschied An- oder Abwesenheit von Anthocyanen einen dimeren Erbgang nachweisen, während in unserem Material lediglich ein monomerer zu beobachten war. Ob unser w -Locus mit einem der beiden Loci, die von den genannten Autoren für diesen Unterschied verantwortlich gemacht werden, identisch ist, kann nicht entschieden werden.

Ferner wurden von KOBEL, CAMENZIND und SCHÜTZ monogen bedingte Unterschiede zwischen den diploiden Typen [Rosea (10na, Farbtafel nach OSTWALD) und „Salmonea“ (10ea, ia) wie auch zwischen „Carminea“ (10, 5 ra) und „Rosea (10na)] beobachtet. Sehr wahrscheinlich entsprechen diese Merkmalsdifferenzen den durch die Allele der Loci d und f bedingten, wobei allerdings unterstellt werden müßte, daß sich die unvollständige Dominanz des d^+ -Allels bei Diploiden möglicherweise nicht eindeutig erkennen läßt, so daß nur eine 3:1-Spaltung beobachtet werden kann. Die genannten Autoren haben F₂-Spaltungen, in denen die drei oben genannten Phänotypen gemeinsam auftraten, als dihybriden Mendelfall mit einer Aufspaltung von 9:3:4 (Carminea: Rosea: Salmonea) gedeutet. Da in anderen F₂-Nachkommenschaften eine 12:3:1-Spaltung der gleichen Typen vorzuliegen schien, wurde ein drittes Faktorenpaar angenommen, um die voneinander abweichenden Resultate erklären zu können.

Tabelle 10. Zusammenfassung verschiedener Aufspaltungen.

Nr.	Herkunft	Blüten = gekraust		glatt	Σ	Hypothese	χ² (o)	FG	P	χ² (a)	FG	P	α	S _a	
		weiß	gelb												
8/57 38/57	F ₂ r. winterfr. × hansa F ₂ pastell × neurosa	272	91	135	407	3:1	14.487	1	0.0001	3.975	1	0.04	0.303721 ± 0.081043***	—	
		27	91	27	118	3:1	0.282	1	0.60	1.952	1	0.16			
Nr.	Herkunft	Augen = gelb		weiß	Σ	Hypothese	χ² (o)	FG	P	χ² (a)	FG	P	α	S _a	
8/57	F ₂ r. winterfr. × hansa.	395	12	12	407	35:1	0.044	1	0.85	2.509	1	0.11	—	—	
Nr.	Herkunft	normal	ver- bändert	Σ	Hypothese	χ² (o)	FG	P	χ² (a)	FG	P	α	S _a		
19/58 40/58 43/58	F ₂ hansa × dklviolett F ₂ dklviolett × flieder F ₂ dklviolett × flieder	288 17 30	134 35 51	422 52 81	3:1 1:3 1:3	10.265 7.581	1 1	0.0004 0.006	1.924 2.865	1 1	0.16 0.09	0.254012 ± 0.084279** 0.377843 ± 0.152053*			
Nr.	Herkunft	Blütenfüllung		Σ	Hypothese	χ² (o)	FG	P	χ² (a)	FG	P	α	S _a		
50/58 53/58 82/58 85/58	F ₂ dklviolett × neurosa. F ₂ dklviolett × neurosa F ₂ neurosa × bachtelfeuer F ₂ flieder × neurosa	—	(—+)	++	Σ	χ²het = 4.506 P(3) = 0.21	FG	P	χ² (a)	FG	P	α	S _a		
		48	20	6	54										
		36	8	12	68										
10	5	3	21												
34	14	14	53												
Σ	(Hypothese = 3:1)	161		35	196	5.333	1	0.02							
52/58 63/58	F ₂ dklviolett × neurosa F ₂ neurosa × kirschrot	60 14	6 56	66 70	66 70										
Nr.	Herkunft	normal	1	2	3	fast w.	Σ	χ² (o)	FG	P	χ² (a)	FG	P	α	S _a
5/57	S hellrandig (spontan)	3	8	36	17	2	66	2.485	2	0.28	6.048	1	0.05	—	

Abkürzungen: het = Heterogenität, (o) = Chromosomenspaltung,
 (a) = Chromatidenspaltung,
 *** P < 0.001
 ** P < 0.01
 * P < 0.05

In unserem Material sind bisher stets nur dihybride Spaltungen beobachtet worden, die, auf Diploide übertragen, ein Verhältnis von 3:6:3:1:2:1 ergeben. Da uns keine diploiden Sorten zur Verfügung standen, ist es schwierig, die offensichtliche Diskrepanz der Resultate zu erklären. Möglicherweise sind die Farbunterschiede bei diploiden Pflanzen nicht so stark ausgeprägt wie bei tetraploiden, oder es handelt sich in den von den Schweizer Autoren untersuchten Fällen um Locus, die nicht mit den von uns angenommenen übereinstimmen, sondern lediglich eine ähnliche Wirkung haben. So liegt, vor allem aufgrund der Namensgebung der Sorten, die Vermutung nicht fern, daß der Merkmalsunterschied zwischen „Rosea“ und „Salmonea“ nicht durch die Allele des *d*-Locus, sondern vielmehr durch die des *b*-Locus bedingt und somit der Typ „Salmonea“ gewissermaßen ein diploider Vertreter der Sorte „Bachtelfeuer“ sei. Diese Annahme würde noch gestützt durch die Beobachtung, daß das Allel *f*⁺ über die *b*-Allele epistatisch ist, d. h. daß auf Diploide übertragen eine 12:3:1-Spaltung resultieren müßte, die ja in der Tat in einigen Fällen von KOBEL und seinen Mitarbeitern beobachtet wurde. Wie jedoch ein Vergleich der Farbtafelwerte lehrt, ist diese Annahme höchst unwahrscheinlich, da der für „Salmonea“ angegebene Wert nach OSTWALD (10ea, ia) viel zu weit im magentafarbenen Bereich liegt.

Schließlich wird noch von einer weiteren Aufspaltung berichtet, die für die Typen „Carminea“ (10,5ra) und „Coerulea“ (12ea) ein 3:1-Verhältnis anzeigt. In diesem Falle scheint der stark wirksame Aufhellungsfaktor *t*⁺ bzw. *t* beteiligt zu sein.

Die in unserem Material beobachteten Aufspaltungen der verschiedenen Loci haben in jedem Fall erkennen lassen, daß die jetzt im Handel befindlichen Sorten autotetraploid sein müssen. Dieser Befund ist nicht aufregend, nachdem schon KATTERMANN (1934) aufgrund cytologischer Untersuchungen zu der Auffassung gekommen war, daß Autopolyploidie nicht unwahrscheinlich ist. KATTERMANN fand in der Mehrzahl der von ihm untersuchten Pflanzen 4—5 Multivalente (Grundzahl $x = 9$). Außerdem beobachtete er bei diploiden Pflanzen wiederholt das Vorkommen unreduzierter Gameten und schloß daraus, daß die an verschiedenen Orten aus diploiden Kulturformen spontan entstandenen Tetraploiden durch die Vereinigung unreduzierter Gameten zustande gekommen sein können.

Umfangreiche Untersuchungen von SKIEBE (1958) haben diese Annahme bestätigt, so daß im Zusammenhang mit den oben mitgeteilten Resultaten wohl kaum noch ein Zweifel an der Autotetraploidie der Fliederprimel übrigbleibt und Angaben über gelungene Einkreuzungen anderer Primelarten, als Ursache für die Entstehung der heutigen Handelssorten, endgültig ins Reich der Fabel verwiesen werden können.

Bei genauerer Betrachtung erweist sich die Mehrzahl der Spaltungen als dem Typ der „Chromosomen-spaltung“ nahestehend oder, anders formuliert, nur in wenigen Fällen gibt es einen signifikant von null abweichenden Koeffizienten für das Vorkommen doppelter Reduktion und nur in einem einzigen (Locus *d*) kann in allen Nachkommenschaften ein signifikanter α -Wert nachgewiesen werden. Da

Chromosomenspaltung bereits dann eintritt, wenn nur eine von zwei Voraussetzungen, regelmäßige Multivalentbildung einerseits und Austausch zwischen Locus und Zentromer andererseits, nicht erfüllt ist, kann die Ursache für das Vorkommen dieses Spaltungstyps nicht eindeutig geklärt werden.

KATTERMANN (1934) weist darauf hin, daß die Chromosomen der *Primula malacoides* verhältnismäßig kurz sind und nur wenig Chiasmata ausbilden. Ob diese Beobachtung im oben genannten Zusammenhang wesentlich ist, ist jedoch sehr fraglich. Für einen Teil der Loci ist die schon aus statistischen Gründen gerechtfertigte Annahme sicher zutreffend, daß sie nicht weit vom Zentromer entfernt liegen und somit nur selten zum Austausch befähigt sind. Die Hauptursache für das Vorkommen der Chromosomenspaltung dürfte aber die nicht regelmäßige Bildung von Multivalenten sein, deren Bedeutung für die Selektion schon an anderer Stelle diskutiert wurde (SEYFFERT, 1959b, 1960a).

Bemerkenswert erscheinen uns die von der Erwartung einer 3:1- oder 1:1-Spaltung abweichenden F₂- bzw. Rückkreuzungsdaten, die in mehreren Nachkommenschaften beobachtet wurden. Wir fanden in manchen Fällen eine 5:1 oder auch 6:1 angenäherte Spaltung bzw. ein 2:1-Verhältnis. Diese mit keiner der üblichen Hypothesen vereinbaren Spaltungen sind nicht nur bei *Primula malacoides*, sondern auch bei *Cyclamen persicum* (unveröffentlicht) beobachtet worden. Nach unserer Ansicht gibt es hierfür die folgenden Erklärungsmöglichkeiten:

1. eine um etwa 50% reduzierte Lebensfähigkeit der homoallel rezessiven Gonen,
2. eine selektive Befruchtung, wobei $\frac{2}{3}$ der Pollen auf Eizellen des ungleichen Genotyps gelangen.

Zwischen diesen beiden Möglichkeiten kann anhand der vorliegenden Daten nicht entschieden werden. Es soll an dieser Stelle lediglich auf das Vorkommen derartiger Spaltungsstörungen bei Autotetraploiden hingewiesen werden, da wir glauben, daß dieser Typ der Abnormalität verhältnismäßig häufig zu beobachten ist und Beachtung verdient.

Für die praktische Züchtung bedeutet das Vorkommen der Autopolyploidie eine gewisse, jedoch nicht zu ernst zu nehmende Erschwernis. Sofern die Reinzüchtung bestimmter, durch dominierende Allele bedingter Farbtöne angestrebt wird, ist es fraglich, ob das Zuchtziel einer absoluten Sortenkonstanz wirklich erstrebenswert ist. Fliederprimeln werden ja bekanntlich nicht zur Gruppenpflanzung verwendet, sondern als Topfpflanzen gehandelt, so daß gelegentlich auftretende Pflanzen mit vom Sortencharakter abweichenden Farbtönungen weder störend noch unverkäuflich sind. Anders verhält es sich mit den durch unvollständig dominante Faktoren bedingten Eigenschaften und den rezessiven Mißbildungen oder Defekten. Im ersten Falle muß eine gewisse Variabilität in Kauf genommen werden, wobei durch entsprechende Auswahl von Simplex-, Duplex- oder Triplexotypen als Elterpflanzen dennoch eine gewisse Einschränkung der Variabilität erzielt werden kann, wie KESSLER (1959) im Zusammenhang mit der *Cyclamen*-Züchtung gezeigt hat.

Sofern rezessive Defekte vorliegen, sind Testkreuzungen mit homozygot rezessiven Merkmalsträgern

bei gleichzeitiger Selbstung der Elterpflanzen am besten geeignet, in kurzer Zeit den erwünschten Erfolg zu erzielen.

Literatur

1. BÖHNERT, E.: Züchterfolge bei der Fliederprimel. *Der Züchter* 8, 21—24 (1936). — 2. BÖHNERT, E., und E. MÜHLENDYCK: Die züchterische Entwicklung der *Primula malacoides* Franchet. TU Berlin-Charlottenburg, Festschr. zur 50. Wiederkehr der Verlegung der Höheren Gartenbaulehranstalt von Wildpark nach Dahlem, 7—18 (1953). — 3. FISHER, R. A.: The theory of inbreeding. London: Oliver and Boyd 1949. — 4. FISHER, R. A.: Statistical methods for research workers. London: Oliver and Boyd 1950. — 5. KAPPERT, H.: Die vererbungs-wissenschaftlichen Grundlagen der Züchtung. Berlin: Parey 1953. — 6. KATTERMANN, G.: Cytologische Feststellungen bei *Primula malacoides*. I. Mitteilung. Die diploiden Rassen. *Gartenbauwissenschaft* 9, 120—134 (1934a). — 7. KATTERMANN, G.: Die cytologischen Verhältnisse bei *Primula malacoides*. II. Mitteilung. Die tetraploiden Pflanzen. *Gartenbauwissenschaft* 9, 159—174 (1934b). — 8. KESSLER, G.: Genetische Untersuchungen über die Variabilität der Sorten „Rosa von Zehlendorf“ und „Lachshell“ von *Cyclamen persicum* Mill. *Z. f. Pflanzenzüchtung* 42, 250—294 (1959). — 9. KOBEL, F., P. CAMEN-

ZIND und F. SCHÜTZ: Züchtungsversuche mit *Primula malacoides* Franchet. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 47, 284—318 (1937). — 10. LITTLE, T. M.: Gene segregation in autotetraploids. I. *Bot. Rev.* 11, 60—85 (1945). — 11. LITTLE, T. M.: Gene segregation in autotetraploids. II. *Bot. Rev.* 24, 318—339 (1958). — 12. MATHER, K.: The measurement of linkage in heredity. London: Methuen 1951. — 13. SEYFFERT, W.: Untersuchungen über interallele Wechselwirkungen. III. Der Dosisseffekt eines die Methylierung von Anthocyanen kontrollierenden Gens. *Naturwissenschaften* 46, 272 (1959a). — 14. SEYFFERT, W.: Theoretische Untersuchungen über die Zusammensetzung tetrasomer Populationen. II. Selbstbefruchtung. *Z. Vererbungslehre* 90, 356—374 (1959b). — 15. SEYFFERT, W.: Theoretische Untersuchungen über die Zusammensetzung tetrasomer Populationen I. Panmixie. *Biometr. Z.* 2, 1—44 (1960a). — 16. SEYFFERT, W.: Über die Wirkung von Blütenfarbgenen bei der Levkoje, *Matthiola incana* R. Br. *Z. f. Pflanzenzüchtung* 44, 4—29 (1960b). — 17. SKIEBE, K.: Die Bedeutung von unreduzierten Gameten für die Polyploidiezüchtung bei der Fliederprimel (*Primula malacoides* Franchet). *Der Züchter* 28, 353—359 (1958). — 18. Farbtafeln: BIESALSKI, E.: Pflanzenfarbenatlas. Göttingen: Musterschmidt 1957. — HORTICULTURAL COLOUR CHART. — HICKETHIER, A.: Farbenordnung Hickethier. Hannover: Osterwald 1952. — Farbtafeln nach OSTWALD.

Aus dem Botanischen Institut der Universität Erlangen

Keimversuche auf genetischer Grundlage

7. Weitere Versuche mit Samen von Homozygoten

Von J. SCHWEMMLE*

Mit 20 Abbildungen

Im Jahre 1956 war die Keimung der Samen von Homozygoten untersucht worden, um zu prüfen, ob diese eine endogene Rhythmik zeigt. Zunächst ergab sich, daß die Lichtbedürftigkeit der Samen bei den verschiedenen Formen recht unterschiedlich ist, ebenso der Keimverlauf und auch die Nachreife. Die genetische Konstitution der Embryonen in den Samen ist dafür bestimmend. Die wiederholten mehr oder weniger großen Schwankungen stimmten bei den genetisch so verschiedenen Formen weitgehend überein. Das war eigentlich nicht zu erwarten und spricht nicht für das Vorhandensein einer endogenen Rhythmik. Ebensogut konnten die Schwankungen in der Keimung durch wechselnde noch unbekannte und deshalb nicht kontrollierbare Versuchsbedingungen verursacht sein. Um vielleicht eine Entscheidung zwischen den zwei Möglichkeiten treffen zu können, war es geboten, die Versuche zu wiederholen. Darüber wird nachfolgend berichtet.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei auch an dieser Stelle für die bewilligten Mittel herzlich gedankt, ebenso Frl. Dr. RICHTER für ihre Mitarbeit.

1. Material und Methode

Für die vom 14. 1. bis 15. 7. 1957 laufenden Versuche wurden Samen aus Selbstungen der 4 Homozygoten *Oenothera argentea* (ha.ha), *Oe. longiflora* (hl.hl), *Oe. scabra* (hsc.hsc) und der I. I verwendet. Das sind die gleichen Formen, welche die Samen für die Versuche des Jahres 1956 lieferten. Einbezogen wurde noch die *Oe. Hookeri*, eine Homozygote aus der

Gruppe der *Oe. biennis*. Im Jahre 1955 hatte Herr Kollege HECHT aus Amerika Samen verschiedener Homozygoten aus seinen Kulturen geschickt. Dafür sei ihm herzlich gedankt. Von den 1956 aufgezogenen Formen wurden 3 verschiedene Standortsrassen der *Oe. affinis* ausgewählt, nämlich *Oe. aff. St. Fé*, *Oe. aff. Argentina* und *Oe. aff. Buenos Aires*; sie stehen unserer *Oe. longiflora* sehr nahe. Die anderen Formen waren aus verschiedenen Gründen für die geplanten Untersuchungen nicht geeignet.

Es wurde darauf geachtet, daß die verschiedenen Samen aus Selbstungen beim Ansetzen der Versuche gleich alt waren. Nur solche dürfen für Vergleichsversuche verwendet werden. Bei den beiden Dunkelversuchen vom 14. 1. und 4. 2. 57 keimten die Samen nur schlecht oder überhaupt nicht. Sie wurden deshalb nicht fortgesetzt, um Samen zu sparen. Bei den 2×10 Std.-Versuchen wurden die Samen — 200 bis 300 bei jedem Versuch — am 1. und 2. Tag je 10 Std. mit 300 Lux, bei den Dauerlichtversuchen am 1. Tag 10 Std., vom 2. Tag ab ständig belichtet bis zum Abschluß der Versuche am 10. Tag. Die Keimlinge wurden jeden Tag gezählt, nunmehr im blauen Streulicht einer Cadmiumlampe (467,8—480,0 m μ). So konnte auch der Keimverlauf erfaßt werden. Die Samen der *Oe. argentea* (ha.ha) keimten, um es vorwegzunehmen, überhaupt nicht. Sie fielen deshalb für den Vergleich wie schon bei den Versuchen des Jahres 1956 aus. Die Schalen mit den bis zum 10. Versuchstag nicht gekeimten Samen wurden am Fenster bis zum 20. Tag stehen gelassen, um durch diese Nachkeimung zu erfassen, wieviele Samen überhaupt keimen konnten.

* Frau Prof. Dr. E. SCHIEMANN zum 80. Geburtstag gewidmet.