

Aus dem Institut für Obstzüchtung Naumburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Biochemische und morphologische Untersuchungen an *Vitis*-Artbastarden

Von OTTO HENKE

Mit 7 Abbildungen

### 1. Einleitung

In früheren Untersuchungen war beobachtet worden, daß sich die beiden Herkünfte *Vitis cinerea* Arnold (Börner) und *Vitis cinerea* Klosterneuburg in einigen biochemischen Merkmalen, wie Flavonoidzusammensetzung, Flavonoidgehalt und Polyphenoloxydase-Aktivität, sehr stark von den anderen Rebenarten bzw. -sorten unterscheiden (HENKE, 1959). Ferner konnte an Hand einiger interspezifischer Kreuzungen mit *Vitis cinerea* Arnold (Börner) gezeigt werden, daß nicht nur die Zusammensetzung der Flavonoide in den Blättern, sondern auch ihre Gesamtmenge und die Aktivität der Polyphenoloxydase vererbt werden.

In der vorliegenden Arbeit wird bei einigen Kreuzungskombinationen die Verteilung der genannten biochemischen Merkmale innerhalb der Nachkommenschaft einer Kreuzung untersucht. Gleichzeitig wurde in den Nachkommenschaften das Verhalten einiger morphologischer Merkmale untersucht und geprüft, ob zwischen diesen Merkmalen und den chemischen Inhaltsstoffen bzw. physiologischen Aktivitäten Korrelationen bestehen.

### 2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden an den Nachkommenschaften von Kreuzungen durchgeführt, deren einer Elter *V. cinerea* Arnold (Börner) bzw. *V. cinerea* Klosterneuburg war. Die notwendigen Angaben über das verwendete Material sind der Tab. 1 zu entnehmen. Für die papierchromatographische Analyse der Flavonoide und die quantitative Flavonoidbestimmung wurde stets das 5. Blatt benutzt, wobei das jeweils jüngste entfaltete Blatt mit 1 bezeichnet und die folgenden älteren Blätter fortlaufend nummeriert wurden. Zur Bestimmung der Polyphenoloxydase-Aktivität wurden Acetonpräparate verwendet, die von dem jeweils 7. Blatt der entsprechenden Rebtriebe stammten. Die bei der Entnahme der Proben zu beachtenden störenden Faktoren wurden bereits in einer früheren Arbeit besprochen (HENKE, 1959), und auch hinsichtlich der methodischen Einzelheiten der analytischen Untersuchungen sei auf die gleiche Arbeit verwiesen. Als Bezugssubstanz wurde bei der quantitativen

Flavonoidbestimmung Quercetin benutzt, da es sich bei den in den Blättern vorkommenden Flavonoiden größtenteils um Quercetinglycoside handelt. Die Entnahme der Proben erfolgte in den Monaten Juli und August.

Zur Erfassung des Blattypos wurden nach EICHELSBACHER (1957) folgende Indices gemessen: Der Blattlängen-Buchtenindex, d. h. der Quotient aus

$$\frac{\text{Blattlänge (l)}}{\text{Blattbuchtenabstand (ba)}}$$

und der Blattbreiten-Buchtenindex, d. h. der Quotient aus

$$\frac{\text{Blattbreite (b)}}{\text{Blattbuchtenabstand (ba)}}$$

Einzelheiten sind der Abb. 1 zu entnehmen.

Zur weiteren Festlegung der Blattform wurde, ebenfalls in Anlehnung an EICHELSBACHER (1957), folgendermaßen verfahren: Vom Blattgrund wurde durch die Mitte der oberen linken Blattbucht eine Gerade gezogen, die die Tangente zur linken oberen Blattlappenspitze im rechten Winkel schneidet. Betrug das Stück der Geraden zwischen Tangenten-Schnittpunkt und Schnittpunkt mit der Blattbucht (= bt in Abb. 1) mehr als 50% der Gesamtlänge, so wurde das Blatt als „tiefgelappt“, im Bereich von 25% bis 50% als „gelappt“ und bei weniger als 25% als „ungelappt“ bezeichnet. Besaß ein Blatt unterschiedliche Blattbuchtentiefen, so wurde das Mittel von beiden Seiten genommen.

Die Messung der Blattmerkmale wurde nicht direkt an den Blättern vorgenommen, sondern von letzteren im Lumoprint-Verfahren die Umrisse auf Reflex-Papier festgehalten und an Hand dieser Abbildungen die Blattform-Indices bestimmt.

Die Form der Blätter eines Rebtriebes ist bekanntlich nicht konstant, sie macht im Laufe der Vegetationsperiode eine Wandlung durch. Besonders die der Triebbasis am nächsten stehenden Blätter (juvenile Blattyphen) unterscheiden sich deutlich von später gebildeten. EICHELSBACHER (1957) stellte fest, daß man mit dem jeweils 13. Blatt eines Triebes — von der Triebbasis aus gezählt — mit Sicherheit Blätter erfaßt, die voll ausgebildet sind. Es wurden deshalb die Messungen der Blattform-Indices an dem jeweils 13. Blatt eines Triebes durchgeführt.

Die variationsstatistischen Berechnungen wurden nach der Methode von RINGLEB (1937) ausgeführt.

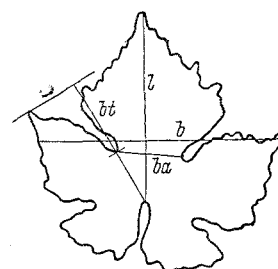


Abb. 1. Rebenblatt (schematisiert).

Tabelle 1. Zusammenstellung des untersuchten Materials. Die Sämlinge einer Kreuzung sind durch die Nummer der Kreuzungsfamilie gekennzeichnet, wobei „Na“ Zuchtstelle Naumburg bedeutet.

Sorten	Eltern	Kreuzungsfamilien	Kreuzung	Anzahl der Sämlinge
<i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	reine Art	Na 5925	Portugieser × <i>V. cinerea</i> Arnold	55
<i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	reine Art	Na 5921	G. 112 × <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	50
Gutedel	reine Art	Na 5926	Gutedel × <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	59
Portugieser	reine Art	Na 5923	Rip. G. 75 × <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	59
<i>Riparia</i> G. 75	reine Art			
G. 112	<i>Riparia</i> × Trollinger			

### 3. Die qualitative Zusammensetzung der Flavonoide in den Blättern der Bastarde

Bei orientierenden Untersuchungen war festgestellt worden, daß sich die Blätter der beiden *Cinerea*-Herkünfte hinsichtlich ihrer Flavonoidzusammensetzung wesentlich von den Blättern der anderen Rebenarten und -sorten unterscheiden. Die papierchromatographische Untersuchung entsprechender Blattproben hatte ergeben, daß die für die *Cinerea*-Reben typischen Flavonoide auch in den Blättern der Bastarde enthalten sind. Die Zusammensetzung der Flavonoidkomplexe in den Blättern einer Anzahl von Rebenarten und -sorten kann einer früheren Arbeit (HENKE, 1959) entnommen werden. Die in den Blättern meist in Form von Glycosiden vorliegenden Flavonoide konnten erst zum Teil identifiziert werden.

Im Rahmen der biochemischen Untersuchung einiger Kreuzungsfamilien wurde auch papierchromatographisch geprüft, in welchem Maße die für die beiden Herkünfte von *V. cinerea* charakteristischen Verbindungen auf die Nachkommen übertragen werden und ob innerhalb der Nachkommenschaft einer Kreuzung mit *V. cinerea* auch Bastarde auftreten, denen in den Blättern diese typischen Flavonoide fehlen.

Bei allen vier untersuchten Kreuzungsfamilien konnte festgestellt werden, daß die für *V. cinerea* charakteristischen Verbindungen in den Blättern sämtlicher Bastarde vorliegen, und zwar in der gleichen oder sogar in einer höheren Konzentration als in den entsprechenden Blättern der *Cinerea*-Reben.

Bei den für die beiden Herkünfte von *V. cinerea* typischen Flavonoiden liegt eine Glycosidierung am 3-Hydroxyl vor, wie an der dunkelbraunen Absorptionsfarbe im UV-Licht und dem Auftreten einer intensiven Gelbfluoreszenz nach Besprühen mit  $\text{AlCl}_3$  (Chelatbildung) zu erkennen ist (LINSKENS, 1955; REZNIK, 1956).

In den letzten Jahren sind vor allem Anthocyane und Flavonoide als einfache Genprodukte erkannt worden (LAWRENCE u. PRICE, 1940; HARTE, 1956, 1958; BÖHME u. SCHÜTTE, 1956; GEISSMAN, HEINREINER u. JORGENSEN, 1956 u. a.). Dabei wurde festgestellt, daß die Bildung spezifischer Flavonoide über ihre Abwesenheit und glycosidische Verbindungen über die entsprechenden einfachen Verbindungen dominieren (PAECH, 1955; HARTE, 1955). Es war daher zu erwarten, daß die für *V. cinerea* charakteristischen Glycoside auch in den Blättern der entsprechenden Bastarde synthetisiert werden.

Die Konzentrationen der anderen Flavonoide sind im Vergleich zu dem neben *V. cinerea* verwendeten Elter mehr oder weniger herabgesetzt, wie aus den kleineren und weniger intensiven Flecken auf den Chromatogrammen entnommen werden kann. Besonders das Hauptflavonoid und das ebenfalls vorliegende Quercetin, das in den *Cinerea*-Blättern nur in Spuren vorkommt, sind stark vermindert. Die Flavonoide der beiden Eltern sind in den Blättern der Bastarde vollzählig vorhanden. Neue, in den Eltern nicht vorkommende Verbindungen treten nicht auf.

Diese Befunde wurden durch quantitative Flavonoidbestimmungen ergänzt.

### 4. Die Flavonoidkonzentrationen in den Blättern der Bastarde

Der Flavonoidgehalt der Blätter einer Rebenart bzw. -sorte schwankt in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Pflanze, dem Blattalter und einigen Umweltfaktoren (z. B. Lichtintensität). Erfolgt jedoch die Entnahme der Blattproben zum gleichen Zeitpunkt und wird dabei darauf geachtet, daß nur Blätter gleicher Insertionshöhe und der Sonnen- oder Schattenseite zum Vergleich gelangen, so bewegt sich die Flavonoidkonzentration der Blätter bestimmter Rebenarten oder -sorten innerhalb relativ enger Grenzen und kann miteinander verglichen werden (HENKE, 1959).

Die Blätter der beiden *Cinerea*-Herkünfte weisen im Vergleich zu den anderen Arten der Gattung *Vitis* einen extrem niedrigen Gehalt an Flavonoiden

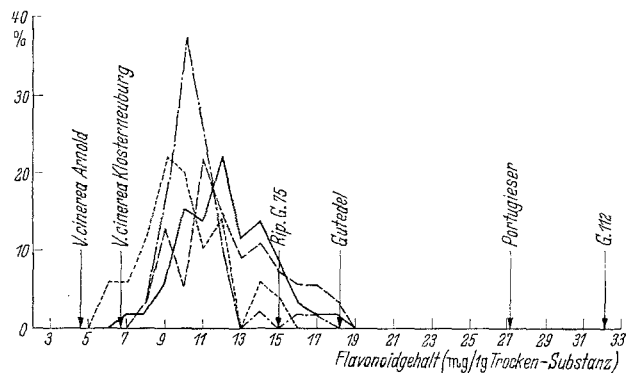


Abb. 2. Die Flavonoidkonzentration in den Blättern der Elternsorten und die prozentuale Verteilung der Sämlinge hinsichtlich des Flavonoidgehaltes.

Na 5923 (Rip. G. 75 × *V. cinerea* Klosterneuburg)  
Na 5925 (Portugieser × *V. cinerea* Arnold Börner)  
Na 5926 (Gutedel × *V. cinerea* Arnold Börner)  
Na 5921 (G. 112 × *V. cinerea* Klosterneuburg)

auf. In Abb. 2 sind die Flavonoidkonzentrationen in den Blättern der Elternsorten und der aus den interspezifischen Kreuzungen mit *V. cinerea* hervorgegangenen Sämlinge dargestellt worden.

Bestimmt man den Flavonoidgehalt in den Blättern der Bastarde und stellt die prozentuale Verteilung der Sämlinge einer Kreuzungsfamilie auf die einzelnen Klassen des Flavonoidgehaltes fest, so können bei den vier untersuchten Kreuzungskombinationen folgende Feststellungen gemacht werden. Bei den Sämlingen der Kombination G. 112 × *V. cinerea* Klosterneuburg ist ein stark dominierender Einfluß der Art *V. cinerea* zu beobachten. Der Flavonoidgehalt der beiden Eltern beträgt 32,20 mg (G. 112) bzw. 6,80 mg (*V. cinerea* Klosterneuburg) pro g Trockensubstanz, während die  $F_1$  einen durchschnittlichen Flavonoidgehalt von 9,95 mg aufweist.

Die Nachkommenschaften der drei anderen Kreuzungskombinationen scheinen sich in bezug auf den Flavonoidgehalt der Blätter intermediär zu ihren Eltern zu verhalten, wie aus einem Vergleich der durchschnittlichen Werte der Eltern mit den Mittelwerten der entsprechenden Nachkommenschaften (Tab. 2) und der prozentualen Verteilung der Sämlinge hinsichtlich des Flavonoidgehaltes der Blätter (Abb. 2) hervorgeht. Diese Werte geben aber kein richtiges Bild über das tatsächliche Ausmaß der Vererbung der Flavonoidkonzentration durch *V. cinerea* auf die Nachkommenschaften, wenn hierbei folgende Ergebnisse berücksichtigt werden.

Im allgemeinen enthalten die aus Kreuzungen von Rebenarten hervorgegangenen Bastarde in ihren Blättern höhere Flavonoidkonzentrationen als die Ausgangsformen (Tab. 3), und es konnte bisher nur bei Artbastardierungen, an denen *V. cinerea* beteiligt war, eine Verminderung des Gehaltes an Flavonoiden in den Blättern der Sämlinge festgestellt werden.

Eine Erhöhung der Konzentration aller Flavonoidkomponenten in den Bastardblättern ist normalerweise zu erwarten, da zahlreiche Beobachtungen darauf hinweisen, daß eine Störung des pflanzlichen Stoffwechsels durch äußere oder innere Faktoren eine verstärkte Synthese derartiger Inhaltsstoffe zur Folge hat (PAECH, 1950; REZNIK, 1956; SPRECHER, 1956 u. a.). SCHWARZE (1959) konnte in den Blättern von *Phaseolus*-Artbastarden eine gesteigerte Flavonoidproduktion nachweisen und erklärt sie als Folge der durch die Bastardierung in den Bastarden geschaffenen abnormen inneren Bedingungen (Einfluß der artfremden Kerngene auf das Plasma).

Der bei Kreuzungen mit *V. cinerea* zu beobachtende relativ niedrige Flavonoidgehalt in den Blättern der Bastarde stellt daher innerhalb der Gattung *Vitis* einen Ausnahmefall dar und läßt deutlich erkennen, daß von der Art *Vitis cinerea* die Fähigkeit zur Synthese von nur relativ geringen Flavonoidkonzentrationen in den Blättern vererbt wird.

### 5. Die Aktivität der Polyphenoloxydase in den Blättern der Bastarde

Während in den Blättern von *Vitis cinerea* ein extrem niedriger Gehalt an Flavonoiden vorliegt, zeigen sie in bezug auf die Polyphenoloxydase eine auffallend hohe Aktivität im Vergleich zu den anderen Rebenarten bzw. -sorten. Es wurde daher parallel zu den quantitativen Flavonoidbestimmungen auch die Aktivität der Polyphenoloxydase in den Blättern der Kreuzungsnachkommen bestimmt, um zu prüfen, ob die relativ hohe Aktivität dieses Fermentes von *V. cinerea* auf die Bastarde vererbt wird.

Die neben *V. cinerea* als Kreuzungspartner verwendeten Reben *Rip. G. 75*, *G. 112*, *Gutedel* und *Portugieser* weisen in ihren Blättern eine Polyphenoloxydase auf, deren Aktivität unter den verwendeten Versuchsbedingungen praktisch null ist. Auf die außergewöhnlich hohe Aktivität in den beiden *Cinerea*-Herkünften wurde bereits hingewiesen. In Abb. 3 ist die Aktivität der Polyphenoloxydase in den Blättern der Sämlinge und ihre prozentuale Verteilung auf die verschiedenen Aktivitätsstufen dargestellt worden.

Bei allen vier untersuchten Kombinationen zeigte die Mehrzahl der Bastarde in bezug auf die Polyphenoloxydase-Aktivität der Blätter ein intermediäres Verhalten. Bei der Kombination *Portugieser* × *V. cinerea* Arnold (Börner) spalteten auch Sämlinge heraus, die eine zum Teil beträchtlich aktivere Poly-

Tabelle 2. Flavonoidgehalt der Blätter in mg/1 g Trockensubstanz. *m* = Mittelwert, *3 fm* = dreifacher mittlerer Fehler des Mittelwertes, *σ* = Streuung, *3 fσ* = dreifacher mittlerer Fehler der Streuung, *n* = Stockzahl bzw. Anzahl der Sämlinge, *d* = Intervallbreite.

Sorten	m	3 fm	σ	3 fσ	n	d
* <i>V. cinerea</i> Arnold (Börn.)	4,60	1,395	0,57	0,312	1	1
* <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	6,80	0,402	0,52	0,282	1	1
Gutedel	18,14	0,234	0,53	0,207	46	1
Portugieser	27,07	0,231	0,57	0,165	54	1
* <i>Rip. G. 75</i>	14,99	0,432	0,56	0,306	1	1
* <i>G. 112</i>	32,20	0,495	0,54	0,256	1	1

#### Kreuzungsfamilien

Na 5925						
Portugieser × <i>V. cinerea</i> Arnold (Börn.)	12,49	1,011	2,50	0,714	55	1
Na 5921						
<i>G. 112</i> × <i>V. cinerea</i> Klost.	9,95	0,777	1,83	0,549	50	1
Na 5926						
Gutedel × <i>V. cinerea</i> Arnold (Börn.)	10,46	0,429	1,10	0,101	59	1
Na 5923						
<i>Rip. G. 75</i> × <i>V. cinerea</i> Klost.	12,13	0,858	2,20	0,202	59	1

\*Die Werte der Eltern, die nur als Einzelstock zur Verfügung standen, stellen Mittelwerte von je 15 Bestimmungen dar.

Tabelle 3. Flavonoidgehalt (mg/1 g Frischgewicht) einiger Rebenarten und der entsprechenden Bastarde.

<i>V. solonis</i> Geneva	14,62	<i>V. riparia pubescens</i> Klost.	11,43
<i>V. rupestris</i> du Lot	10,73	<i>V. rupestris</i> du Lot	10,73
Ca. 2163		MG 101—14	
( <i>V. solonis</i> Geneva × <i>V. rupestris</i> du Lot)	15,92	( <i>V. riparia</i> × <i>V. rupestris</i> )	16,23
<i>V. solonis</i> Geneva	14,62	<i>V. riparia pubescens</i> Klost.	12,42
<i>V. riparia pubescens</i> Klo.	11,43	Trollinger	20,65
C. 1616		G. 26	
( <i>V. solonis</i> Geneva × <i>V. riparia</i> )	24,60	( <i>V. riparia</i> × Trollinger)	24,13

phenoloxydase enthalten, als selbst die in dieser Beziehung extreme Art *V. cinerea* aufweist.

Da einerseits dem niedrigen Flavonoidgehalt in den Blättern der beiden *Cinerea*-Herkünfte eine hohe

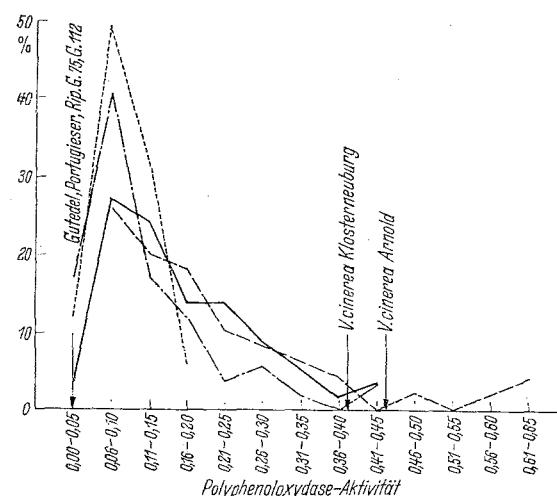


Abb. 3. Die prozentuale Verteilung der Sämlinge auf die Aktivitätsstufen der Polyphenoloxydase der Blätter.

Na 5926 (Gutedel × *V. cinerea* Arnold Börner)  
Na 5921 (*G. 112* × *V. cinerea* Klosterneuburg)  
Na 5923 (*Rip. G. 75* × *V. cinerea* Klosterneuburg)  
Na 5925 (Portugieser × *V. cinerea* Arnold Börner)

Aktivität der Polyphenoloxydase parallel geht und zum anderen in den Blättern der Sorten Portugieser, Gutedel, *Rip. G. 75* und *G. 112* eine relativ hohe Flavonoidkonzentration mit einer sehr geringen Polyphenoloxydase-Aktivität verbunden ist, wurde auch untersucht, ob bei den Kreuzungsnachkommen eine Korrelation zwischen Flavonoidgehalt

und Polyphenoloxydase-Aktivität vorliegt. Wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, konnte bei den Bastarden keine Korrelation zwischen Flavonoidkonzentration und Polyphenoloxydase-Aktivität nachgewiesen werden.

Tabelle 4. Die Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) für die Korrelation zwischen Flavonoidgehalt und Polyphenoloxydase-Aktivität bei den untersuchten Kombinationen.

Kreuzungs-familie	$r$	mittlerer Fehler von $r$
Na 5925	-0,010	0,134
Na 5923	-0,227	0,123
Na 5921	+0,235	0,133
Na 5926	+0,003	0,130

## 6. Morphologische Analyse der Bastardblätter

Parallel zu der Prüfung der Verteilung des Flavonoidgehaltes und der Polyphenoloxydase-Aktivität in den Blättern der Sämlinge wurde auch festgestellt, in welchem Maße *V. cinerea* als Kreuzungspartner morphologische Eigenschaften der Bastarde beeinflusst. Da das ausgewachsene Rebenblatt wertvolle sortensystematische Merkmale liefert und die Einzelmerkmale, welche die Form des Blattes bestimmen, sehr gut zu analysieren sind (SEELIGER, 1925; MOOG, 1957; u. a.), wurde die Blattform der Kreuzungsnachkommen in die Untersuchungen einbezogen.

Tabelle 5.  $\frac{\text{Blattbreite}}{\text{oberer Blattbuchtensabstand}}$ -Indices.

Sorten	m	3 fm	$\sigma$	3 f $\sigma$	n
* <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	1,50	0,240	0,17	0,168	1
* <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	1,56	0,159	0,12	0,111	1
Portugieser	2,79	0,108	0,27	0,075	54
Gutedel	3,61	0,135	0,31	0,096	46
* <i>Rip. G. 75</i>	1,96	0,279	0,21	0,198	1
Kreuzungsfamilien					
Na 5925					
Portugieser $\times$ <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	3,32	0,315	0,80	0,222	59
Na 5926					
Gutedel $\times$ <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	3,67	0,369	0,93	0,261	59
Na 5923					
<i>Rip. G. 75</i> $\times$ <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	2,12	0,153	0,39	0,105	57

\* 5 Messungen am Einzelstock.

Tabelle 6.  $\frac{\text{Blattlänge}}{\text{oberer Blattbuchtensabstand}}$ -Indices.

Sorten	m	3 fm	$\sigma$	3 f $\sigma$	n
* <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	1,52	0,255	0,19	0,183	1
* <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	1,57	0,119	0,09	0,083	1
Portugieser	1,89	0,120	0,30	0,084	54
Gutedel	2,86	0,159	0,36	0,111	46
* <i>Rip. G. 75</i>	1,87	0,121	0,09	0,085	1
Kreuzungsfamilien					
Na 5925					
Portugieser $\times$ <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	2,56	0,267	0,68	0,189	59
Na 5926					
Gutedel $\times$ <i>V. cinerea</i> Arnold (Börner)	2,92	0,276	0,70	0,195	59
Na 5923					
<i>Rip. G. 75</i> $\times$ <i>V. cinerea</i> Klosterneuburg	2,03	0,147	0,37	0,102	57

\* 5 Messungen am Einzelstock.

Die Angaben einzelner Größen der Blätter, wie Länge des Hauptnerves oder Blattbreite, sind jedoch

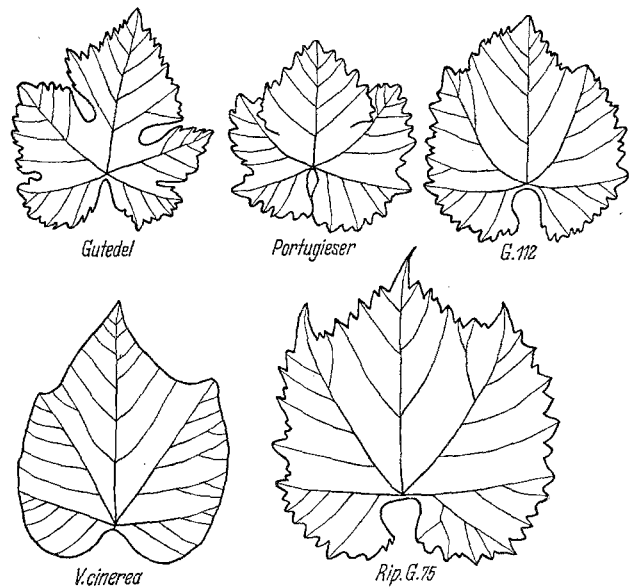


Abb. 4. Blattformen der für die interspezifischen Kreuzungen verwendeten Arten (1/4 nat. Gr.).

völlig wertlos (MOOG, 1930), und EICHELSBACHER (1957) und BREIDER (1958) weisen deshalb noch einmal mit Nachdruck darauf hin, daß nicht die Einzelmerkmale für sich den Sortencharakter be-

stimmen, sondern erst das Verhältnis der Einzelmerkmale zueinander die Blattform prägt. Es wurde daher an den Blättern der Kreuzungsnachkommen der Blattbreiten-Buchtenindex und der Blattlängen-Buchtenindex bestimmt. Die Blätter eines Rebtriebes machen jedoch im Verlauf der Vegetationsperiode eine Formwandlung durch. Die der Triebbasis zunächststehenden primären Blätter sind anders geformt als später gebildete. Zur Messung der Blattmerkmale wurde deshalb in Anlehnung an EICHELSBACHER (1957) das jeweils 13. Blatt eines Triebes, von der Triebbasis aus gezählt, benutzt, um mit Sicherheit voll ausgebildete Blätter zu erfassen.

### a) Blattformindices

Die Blätter der Reben *V. cinerea* Arnold (Börner) und *V. cinerea* Klosterneuburg sind ungelappt und ihre Längen entsprechen ungefähr den Breiten. Eine ähnliche Form weist die Rebe *Rip. G. 75* auf, während die noch als Kreuzungspartner verwendeten Sorten Gutedel und Portugieser beide stark gelappt und durch eine größere Blattbreite als -länge charakterisiert sind (Abb. 4).

Bei den in die Untersuchung einbezogenen Rebenarten und -sorten erwies sich ein Vergleich des Merkmals

$\frac{\text{Blattlänge}}{\text{oberer Blattbuchtensabstand}}$  als am geeignetsten. Nicht so groß waren die

Unterschiede in bezug auf den Index

Blattlänge  
oberer Blattbuchtenabstand

während das Verhältnis von Blattlänge zu Blattbreite bei dem vorliegenden Material zum Vergleich wenig geeignet war. Die Mittelwerte der Indices der Merkmale Blattbreite:oberer Blattbuchtenabstand und Blattlänge:oberer Blattbuchtenabstand der Kreuzungspartner und der entsprechenden Bastarde sind in Tab. 5 und 6 aufgeführt. Die prozentuale Verteilung der Sämlinge auf die Klassen dieser beiden Merkmale wurde in den Abb. 5 und 6 dargestellt.

Die Werte für das Merkmal Blattbreite:Blattbuchtenabstand streuen bei den untersuchten Kreuzungskombinationen sehr stark. Aus der Abb. 5 und dem Vergleich der Mittelwerte der Nachkommenschaften mit den Werten der Eltern (Tab. 5) geht hervor, daß sich bei der Mehrzahl der Sämlinge der

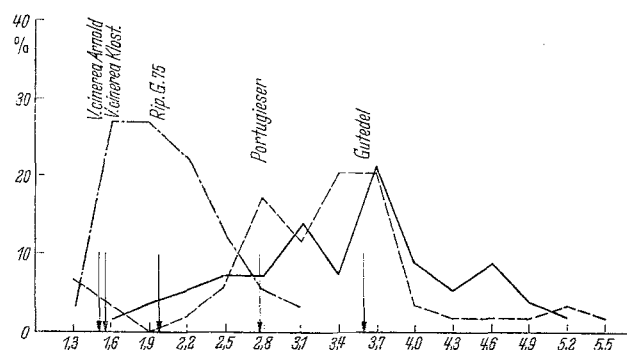


Abb. 5. Prozentuale Verteilung der Sämlinge bezüglich des Blattbreiten-Buchtenindex.

Na 5925 (Portugieser  $\times$  *V. cinerea* Arnold Börner)  
Na 5923 (*Rip. G. 75*  $\times$  *V. cinerea* Klosterneuburg)  
Na 5926 (Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold Börner)

Kreuzungen Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) und Portugieser  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) ein starker Einfluß des Gutedels bzw. des Portugiesers auf den genannten Blattindex bemerkbar macht. In der Nachkommenschaft der letztgenannten Kombination tritt ein hoher Prozentsatz von Sämlingen auf, deren Werte für das Merkmal Blattbreite:Blattbuchtenabstand zum Teil beträchtlich größer sind als die des Portugiesers.

Bei der Kombination *Rip. G. 75*  $\times$  *V. cinerea* Klosterneuburg unterscheiden sich die beiden Eltern in bezug auf das geprüfte Merkmal nur geringfügig. Die entsprechenden Werte der Sämlinge variieren daher nicht so stark wie bei den anderen Kreuzungskombinationen und das Dominieren einer Ausgangsform ist nicht festzustellen.

Hinsichtlich des Merkmals Blattlänge:Blattbuchtenabstand konnten bei den untersuchten Kreuzungsfamilien ähnliche Verhältnisse wie bei dem zuerst besprochenen Merkmal beobachtet werden. Die Bastarde, die aus der Kreuzung Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) hervorgegangen sind, zeigten auch in bezug auf dieses Merkmal ein intermediäres Verhalten, jedoch wies die Mehrzahl von ihnen Blätter auf, die sich dem Blattypos des Gutedels näherten. Das gleiche gilt für die Nachkommenschaften der Kreuzung *Rip. G. 75*  $\times$  *V. cinerea* Klosterneuburg. Bei den Sämlingen der Kreuzungskombination Portugieser  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) dominiert deutlich der Blattypos des Portugiesers. Hierbei sind

zahlreiche Sämlinge herausgespalten, die zum Teil bedeutend höhere Werte für das Merkmal Blattlänge:Blattbuchtenabstand aufweisen als die Blätter der Sorte Portugieser (Abb. 6, Tab. 6).

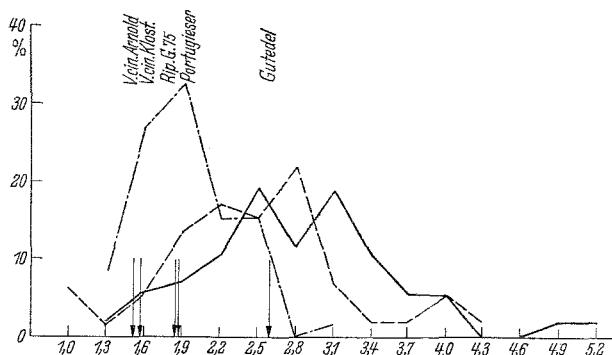


Abb. 6. Prozentuale Verteilung der Sämlinge bezüglich des Blattlängen-Buchtenindex.

Na 5925 (Portugieser  $\times$  *V. cinerea* Arnold Börner)  
Na 5923 (*Rip. G. 75*  $\times$  *V. cinerea* Klosterneuburg)  
Na 5926 (Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold Börner)

## b) Blattform

Betrachtet man die Blattform der Bastarde und unterteilt sie — wie in der Methodik beschrieben wurde — in ungelappt, gelappt und tiefgelappt, so erhält man bei den einzelnen Kreuzungsfamilien folgende Ergebnisse (Abb. 7). Bei den Sämlingen der Kombination Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) dominierte die Blattform des Gutedel, denn der größte Teil der Sämlinge (82,59%) besitzt tiefgelappte Blätter. Obgleich bei der Kreuzungskombination *Rip. G. 75*  $\times$  *V. cinerea* Klosterneuburg beide Eltern durch ungelappte Blätter charakterisiert sind, besitzen ca. zwei Drittel der Bastarde gelappte Blätter. Dieses Ergebnis weist darauf hin, daß eine oder auch beide Ausgangsformen Gene für Lappung der Blätter enthalten. Auch innerhalb der Nachkommenschaft der Kombination Portugieser  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) verhalten sich die Gene für die „gelappte“ Blattform dominant gegenüber den Genen für nichtgelappte Blätter.

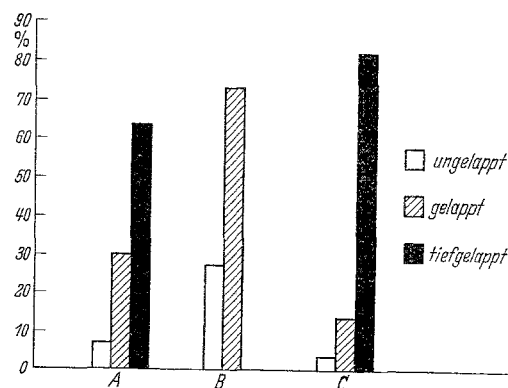


Abb. 7. Prozentuale Verteilung der Kreuzungsnachkommenschaften auf die Blattformklassen.

A: Na 5925  
Port.  $\times$  *V. cin.* Arnold (Börn.)  
Port. = tiefgelappt  
*V. cin.* Arnold (Börn.) = ungelappt  
B: Na 5923  
*Rip. G. 75*  $\times$  *V. cin.* Klost.  
*Rip. G. 75* = ungelappt  
*V. cin.* Klost. = ungelappt  
C: Na 5926  
Guted.  $\times$  *V. cin.* Arnold (Börn.)  
Guted. = tiefgelappt  
*V. cin.* Arnold (Börn.) = ungelappt

## 7. Beziehungen zwischen biochemischen und morphologischen Merkmalen der Bastarde

Nachdem die Verteilung der untersuchten biochemischen und morphologischen Merkmale in den Nachkommenschaften der einzelnen Kreuzungskom-

binationen festgestellt worden war, wurde auch geprüft, ob zwischen der Menge der Flavonoide und der Aktivität der Polyphenoloxydase der Blätter einerseits und dem morphologischen Blatttypus andererseits Wechselbeziehungen bestehen. Falls eine positive Korrelation vorliegt, müßte einem relativ geringen Flavonoidgehalt und einer relativ hohen Polyphenoloxydase-Aktivität das Fehlen einer Lappung und niedrige Werte für die Indices Blattbreite: Buchtenabstand bzw. Blattlänge: Buchtenabstand, mit anderen Worten der morphologische Typ des *Cinerea*-Blattes, parallel gehen.

In Tab. 7 sind als Beispiel die Beziehungen zwischen chemischen Inhaltsstoffen bzw. Fermentaktivitäten und den morphologischen Eigenschaften der Blätter bei den Sämlingen der Kombination Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) angeführt. Allgemein konnte bei allen drei untersuchten Kreuzungsfamilien folgende Beziehung festgestellt werden. Bastarde, deren Blätter relativ geringe Flavonoidkonzentrationen enthalten (*Cinerea*-Typ), weisen den höchsten Prozentsatz an Blättern auf, die relativ hohe Werte für den Blattbreiten-Buchtenindex besitzen und demnach in ihrer Morphologie mehr den als zweiten Elter verwendeten Sorten Gutedel, Portugieser und *Rip. G. 75* ähneln. Das gleiche gilt auch für die Blattlappung, da die genannten Bastarde ebenfalls den größten Anteil an tiefgelappten bzw. gelappten Blättern aufzuweisen haben.

Durch Berechnung des Korrelations- bzw. Regressionskoeffizienten wurde überprüft, ob tatsächlich eine negative Korrelation zwischen Flavonoidgehalt und den Blattindices bzw. der Blattform besteht, wie sie durch die prozentuale Verteilung der Merkmale angedeutet wird. Es konnte jedoch keine gesicherte Beziehung zwischen den genannten Merkmalen festgestellt werden.

Tabelle 7. Beziehung zwischen biochemischen und morphologischen Merkmalen in der Nachkommenschaft der Kreuzung Gutedel  $\times$  *V. cinerea* Arnold (Börner) (Na 5926). Angaben in %.

Blattform	Blattbreite Blattbuchenabst. Index	Flavonoidgehalt			Polyphenoloxydase-Aktivität		
		niedrig	mittel	hoch	niedrig	mittel	hoch
	klein	0	2	50	6	0	9
	mittel	23	21	0	12	21	27
	groß	77	77	50	82	79	64
	ungelappt	0	3	50	6	0	8
	gelappt	13	15	0	6	14	25
	tiefgelappt	87	82	50	88	86	67

Die Blätter der Sämlinge, die eine hohe Polyphenoloxydase-Aktivität (*Cinerea*-Typ) aufweisen, sind innerhalb der Kreuzungsfamilie Na 5925 relativ häufig durch größere Werte für die Blattindices und stärkere Lappung ausgezeichnet. Bei den Familien Na 5923 und Na 5926 dagegen sind die Blätter mit hoher Fermentaktivität prozentual weniger häufig mit höheren Werten für die Blattindices und starker Lappung gekoppelt, als es bei den Blättern mit geringeren Fermentaktivitäten der Fall ist.

Es bestehen aber auch zwischen Polyphenoloxydase-Aktivität und den morphologischen Merkmalen keine gesicherten Korrelationen. Der Zusammenhang zwischen beiden Merkmalsreihen ist weder bei einer Sicherungsgrenze von 0,27% noch

bei Zugrundelegung der 1%-Grenze (WEBER, 1948) gesichert.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß zwischen den untersuchten biochemischen Inhaltsstoffen bzw. Fermentaktivitäten auf der einen Seite und den morphologischen Merkmalen der Blätter andererseits keine Korrelation besteht. Die für *V. cinerea* typische Blattform wird nicht gemeinsam mit der für diese Art charakteristischen niedrigen Flavonoidkonzentration und der relativ hohen Aktivität der Polyphenoloxydase vererbt. LIGETI (1959), der die Vererbung des Glycosidgehaltes in den Blättern von *Digitalis lanata* Ehrh. untersuchte, konnte ebenfalls keine Korrelation zwischen den morphologischen Eigenschaften und den chemischen Inhaltsstoffen der untersuchten Stämme feststellen. Bei anderen Objekten dagegen können Beziehungen zwischen chemischen Inhaltsstoffen und der Blattmorphologie vorliegen, wie von STEINER u. HOCHHAUSEN (1954) bei *Mentha* nachgewiesen wurde. Sie fanden eine Korrelation zwischen der Blattform und der Zusammensetzung der ätherischen Öle.

### Zusammenfassung

1. An Hand einiger interspezifischer Kreuzungen mit zwei Herkünften von *Vitis cinerea* konnte gezeigt werden, daß die für diese Art charakteristischen Flavonoide in den Blättern sämtlicher Bastarde vorliegen.

2. Die Art *V. cinerea* weist in ihren Blättern einen extrem niedrigen Flavonoidgehalt auf. Der verhältnismäßig geringe Flavonoidgehalt in den Blättern der Bastarde, die aus Kreuzungen mit *V. cinerea* hervorgegangen sind, läßt erkennen, daß von der Art *V. cinerea* die Fähigkeit zur Synthese von nur relativ geringen Flavonoidkonzentrationen in den Blättern vererbt wird.

3. Die Blätter der beiden *Cinerea*-Herkünfte sind im Vergleich zu den anderen Rebenarten durch eine sehr aktive Polyphenoloxydase ausgezeichnet. Die Mehrzahl der Bastarde der untersuchten Kreuzungskombinationen zeigte in bezug auf die Aktivität der Polyphenoloxydase ein intermediäres Verhalten. Zwischen Polyphenoloxydase-Aktivität und Flavonoidkonzentration besteht keine Korrelation.

4. Parallel dazu wurde auch die Vererbung einiger morphologischer Merkmale in den Nachkommenschaften einiger Kreuzungen untersucht. Es besteht keine Korrelation zwischen den genannten biochemischen Inhaltsstoffen bzw. Fermentaktivitäten und den morphologischen Merkmalen der Blätter.

### Literatur

1. BIRCH, A. J., F. W. DONOVAN and F. MOEWUS: Biogenesis of flavonoids in *Chlamydomonas eugametos*. Nature 172, 902—904 (1953). — 2. BÖHME, H., und H. R. SCHÜTTE: Genetisch-biochemische Untersuchungen über Blütenfarbstoffe an Mutanten von *Antirrhinum majus* (L.). I. Mitteilung. Biol. Zentralbl. 75, 597—611 (1956). — 3. BREIDER, H.: Über die Bedeutung biometrischer Sortenvergleiche nach genetisch-züchterischen Gesichtspunkten. Klosterneub. Mitt. 8, 10—18 (1958). — 4. EICHELSBACHER, H. M.: Ein genetisch-züchterischer Vergleich der Rebensorten Riesling, Silvaner und Müller-Thurgau. Gartenbauwiss. 22, 99—139 (1957). — 5. GEISSMAN, T. A., E. H. HEINREINER and E. C. JORGENSEN: Inheritance in the carnation, *Dianthus caryophyllus*. V. The chemistry of flower colour variation. II. Genetics 41, 93—97 (1956). — 6. HARTE, C.: Die Wirkung der

Gene auf biochemische Vorgänge bei höheren Pflanzen. Naturwissenschaften **42**, 199—206 (1955). — 7. HARTE, C.: Genetik der Samenpflanzen. Fortschr. Bot. **18**, 264 bis 288 (1956). — 8. HARTE, C.: Genetik der Samenpflanzen. Fortschr. Bot. **20**, 221—235 (1958). — 9. HENKE, O.: Untersuchungen über den Einfluß von *Vitis cinerea* Arnold auf einige biochemische Eigenschaften der Kreuzungsnachkommen. Z. Pflanzenzücht. **41**, 253—270 (1959). — 10. LAWRENCE, W. J. C., and J. R. PRICE: The genetics and chemistry of flower colour variation. Biol. Rev. **15**, 35—58 (1940). — 11. LIGETI, G.: Die Vererbung des Glykosidgehaltes in den Blättern bei *Digitalis lanata* Ehrh. Pharmazie **14**, 162—166 (1959). — 12. LINSKENS, H. F.: Papierchromatographie in der Botanik. Berlin/Göttingen/Heidelberg (1955). — 13. MOOG, H.: Beiträge zur Ampelographie. Mitt. Preuß. Rebenveredlungskommiss. **6**, 1—130 (1930). — 14. MOOG, H.: Einführung in die Rebenartenkunde. Stuttgart (1957). — 15. PAECH, K.: Biochemie und Physiologie der sekundären Pflanzenstoffe. Berlin/Göttingen/Heidelberg (1950). — PAECH, K.: Colour development in flowers. Ann. Rev. Plant. Physiol. **6**,

273—298 (1955). — 17. REZNIK, H.: Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der chymochromen Farbstoffe. Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. Wiss. Math.-Nat. Kl. 3—95 (1956). — 18. RINGLEB, F.: Mathematische Methoden der Biologie. Leipzig u. Berlin (1937). — 19. SCHWARZE, P.: Untersuchungen über die gesteigerte Flavonoidproduktion in *Phaseolus*-Artbastarden (*Phaseolus vulgaris* × *Phaseolus coccineus*). Planta **54**, 152—161 (1959). — 20. SEELIGER, R.: Vererbungs- und Kreuzungsversuche mit der Weinrebe. Z. induct. Abst.- u. Vererbungslehre **39**, 31—163 (1925). — 21. SEYFFERT, W.: Über die Wirkung von Blütenfarbgenden bei *Cyclamen*. Z. induct. Abst.- u. Vererbungslehre **87**, 311—334 (1955). — 22. SPRECHER, E.: Beiträge zur Frage der Biogenese sekundärer Pflanzenstoffe der Weinraute (*Ruta graveolens* L.). Planta **47**, 323—358 (1956). — 23. STEINER, M., and I. HOCHHAUSEN: Parallele Veränderungen von Blattform und Chemismus bei somatischen Mutationen von *Mentha*. Der Züchter **24**, 47—48 (1954). — 24. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik für Naturwissenschaftler und Mediziner. Jena (1948).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Poznań der Polnischen Akademie der Wissenschaften

## Selbstfertilität und Inzuchtdepression bei tetraploidem Rotklee

Von T. ŁĄCZYŃSKA-HULEWICZ

Mit 1 Abbildung

Die künstliche Verdoppelung des Chromosomensatzes kann oft zu Veränderungen in der Blühbiologie führen, u. a. kann die Selbstfertilität bei den selbststerilen Pflanzen erheblich erhöht werden. Diese Tatsachen haben bei *Trifolium repens* und *Trifolium hybridum* BREWBAKER (4), sowie kürzlich auch FOCKE (5) bei *Trifolium pratense* festgestellt. LEWIS (9) hat diese Erscheinung zu erklären versucht, indem er annimmt, daß der diploide, heterogene Pollen (z. B.  $S_1S_2$ ) selbstfertil sein kann, und zwar dann, wenn sogenannte „competition“-Pollenklassen gebildet werden, die auf einem Zusammenspiel von besonderen Allelen beruhen. Auch die Dominanz einzelner Gene kann hier eine wichtige Rolle spielen, wenn diese die von den Allelen hervorgerufene Hemmwirkung aufheben. Die Hypothese von LEWIS wurde von ATWOOD und BREWBAKER (3) an tetra- und diploidem *Trifolium repens* ausführlich überprüft.

Eigene Versuche haben ebenfalls erwiesen, daß bei tetraploidem Rotklee weitgehende Selbstfertilität auftritt (11). Diese Erscheinung wurde während eines dreijährigen Versuches (1956—1959) an 30 bis 100 Einzelpflanzen nachgeprüft. Verwendet wurde der tetraploide, zweischürige Rotklee der Sorte „Wielkolistna“ (eigene Züchtung). Im ersten Versuchsjahr wurde zur Kontrolle die Ausgangssorte Gloria (Züchter Dr. E. KOSTECKI) mit herangezogen.

Bei dem Versuch wurden verschiedene Methoden der Selbstbestäubung angewandt. Es wurden sowohl die kleistogame Bestäubung als auch verschiedene Grade der Geitenogamie berücksichtigt. An jeder der 30 Versuchspflanzen wurden folgende Bestäubungen vorgenommen:

- Komb. A: 2 Köpfchen wurden zwecks freier Selbstbestäubung in engmaschige Gazebeutel eingeschlossen.  
Komb. B: 2 Köpfchen wurden mit der Hand mit Hilfe von Streichhölzern innerhalb der Einzelblüten bestäubt. (Die Streichhölzer

wurden nach jeder Einzelbestäubung in Alkohol getaucht.)

Komb. C: 2 Köpfchen wurden mittels kleiner Kartonstücke innerhalb des Blütenstandes bestäubt.

Komb. D: 2 Köpfchen wurden gegenseitig auf derselben Pflanze mit Hilfe eines Kartonstückchens bestäubt.

Komb. E: 5 Köpfchen wurden freier Bestäubung überlassen.

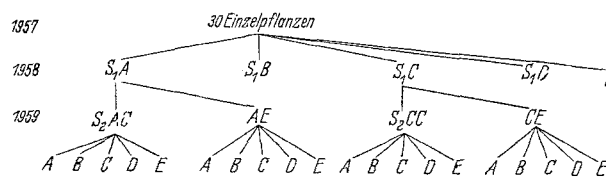


Abb. 1. Versuchsplan

Der Versuchsplan während der drei Jahre ist in Abbildung 1 zusammengestellt. Die Samen, die wir im Jahre 1957 von verschiedenen Selbstbestäubungen erhielten, wurden zunächst in Kästchen ausgesät und dann ins Feld umgepflanzt (insgesamt 1778 Pflanzen). Die  $S_1A$ -Pflanzen (Pflanzen aus freier Selbstbestäubung) und die  $S_1C$ -Pflanzen (aus künstlicher Bestäubung innerhalb der Köpfchen (Komb. C)) wurden im Jahre 1958 noch einmal selbstbestäubt, jedoch nur innerhalb der Köpfchen (Komb. C). Im Jahre 1959 wurden die so entstandenen  $S_2$ -Nachkommenschaften ins Feld ausgepflanzt (insgesamt 980 Pflanzen) und aus jeder der 42 Nachkommenschaften 2 Pflanzen ausgewählt, an denen wiederum alle vier Bestäubungskombinationen durchgeführt worden sind. Auf diese Weise konnte auch der Grad der Selbstfertilität bei den  $S_1$ - und  $S_2$ -Nachkommenschaften festgestellt werden. Die Resultate der verschiedenartigen Selbstbestäubungen sind in Tab. 1 wiedergegeben. Bei allen nachgeprüften Kombinationen war der tetraploide Rotklee wesentlich