

an Kulturpflanzen. I. Röntgenbestrahlungen von Winter- und Sommergersten. *Der Züchter* 17/18, 365—374 (1947). — 22. WETTSTEIN, D. von: Nuclear and cytoplasmic factors in development of chloroplast structure and function. *Canad. Journ. Bot.* 39, 1537—1545 (1961). — 23. Woods, M. W., and H. G. du Buv: Hereditary and

pathogenic nature of mutant mitochondria in *Nepeta*. *Journ. Nat. Canc. Inst.* 11, 1105—1151 (1951). — 24. YASUI, K.: Studies on the maternal inheritance of plastid characters in *Hosta japonica* Aschers. et Graebn. f. *albo-marginata* Mak. and its derivatives. *Cytologia* 1, 192—215 (1929).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Dornburg/Saale der Friedrich-Schiller-Universität Jena

## Untersuchungen über die Beziehungen zwischen der individuellen Leistung von Luzerneklonen (*Medicago med.* L.) und ihren aus freier bzw. gelenkter Bestäubung hervorgegangenen Nachkommenschaften\*

Von E. KEPPLER und R. STEUCKARDT

Mit 5 Abbildungen

### Einleitung

Mit Hilfe der vegetativen Vermehrung lassen sich von einer Mutterpflanze beliebig viele Teile erzeugen, die alle das gleiche genetische Individuum verkörpern. Derartige Klone sind in der Lage, Typ und Wert der ursprünglichen Einzelpflanzen so weit zu verdeutlichen, daß ihre individuellen Unterschiede klar hervortreten. Damit erhebt sich die Frage, ob bei Klonen der genotypisch bedingte Leistungsanteil bereits genügend stark in Erscheinung tritt, um eine erfolgreiche Selektion von Einzelpflanzen zu ermöglichen. Obwohl einzelne Autoren (JUNGFER 1955, WELLENSIEK 1952, WILSIE und SKORY 1948, CHRISTIE und KALTON 1960) nach gemeinsamer Abblüte „leistungsstarker“ Klone bessere Nachkommenschaften erhielten als bei der entgegengesetzten Kombination, sind die Beziehungen zwischen Mutter- und Tochterleistung im allgemeinen so lose, daß die individuelle Leistung die Nachkommenschaftsprüfungen als Grundlage für die Selektion nicht ersetzen kann. Aber selbst die nach freier Bestäubung gewonnenen Familien reichen für die sichere Differenzierung eines Zuchtmaterials häufig nicht aus, weil bei den modernen Züchtungsmethoden besonderer Wert auf die sogenannte Kombinationseignung gelegt wird. Den hierzu notwendigen diallelen Test haben TYSDAL, KIESSELBACH und WESTOVER (1942) bei Luzerne durch das Polycrossverfahren ersetzt und wesentlich vereinfacht. Die Wirksamkeit des PC-Testes ist aber an eine weitgehende Panmixie gebunden, die für die Luzerne nach Ansicht mancher Autoren (z. B. LESINS 1961) nicht immer in dem erforderlichen Umfang gegeben ist. Andere Bedenken erheben sich durch Versuchsergebnisse, nach denen sich Klonnachkommenschaften nach einem Polycross nicht wesentlich von Familien aus freier Abblüte im Klonfeld unterscheiden haben, der Polycrosstest das Zuchtmaterial also nicht stärker differenziert hat, als es durch eine Familienbeurteilung möglich war (FYFE 1958).

Da am hiesigen Institut ein umfangreiches Klonmaterial zu Züchtungsversuchen an Luzerne bereitstand, war es möglich, einmal der Frage nachzugehen, auf welche Weise der Zuchtwert einer Mutterpflanze am besten erkannt werden kann. In den hier zu schildernden Versuchen wurde besonders drei Fragen nachgegangen:

\* Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. H. STUBBE zum 60. Geburtstag gewidmet.

1. Liefern die Nachkommenschaften frei abgeblühter Klone dem Polycrosstest ebenbürtige und vor allem gleichlautende Informationen für die allgemeine Kombinationseignung?

2. Kann bereits von der individuellen Leistung der Klone oder einer Beurteilung ihrer ertragsbestimmenden Merkmale auf die Nachkommenschaftsleistung oder Kombinationseignung geschlossen werden?

3. Wird durch eine vorhergehende Klonauslese und die gemeinsame Abblüte vorselektierter Klone der Kombinationswert in der betreffenden Selektionsrichtung verstärkt und das Zuchtmaterial richtig erkannt?

Bei den in Dornburg seit 1956 durchgeföhrten züchtungsmethodischen Versuchen handelt es sich also im wesentlichen um die Frage, ob durch Nachkommenschaftsprüfungen zahlreicher frei abgeblühter Klone die sehr arbeitsaufwendigen Polycrossteste zu umgehen sind, oder ob eine Vorselektion von Klonen bereits so sicher ist, daß Nachkommenschaftsprüfungen nur noch an einem eingeschränkten Material erforderlich werden.

### Material und Methoden

Das Ausgangsmaterial zu den vorliegenden Versuchen stammt zum größten Teil aus alten Luzernesammlungen des Instituts für Pflanzenzüchtung in Halle und wurde durch Thüringer Herkünfte aus Dornburg und Herbsleben (Bez. Erfurt) ergänzt. Aus diesem größeren Mutterpflanzenbestand sind zunächst von 200 Pflanzen Klone zu je 20 Pflanzen gebildet und in einem Klonfeld parzellenweise zu 4×5 Pflanzen (50×50 cm Abstand) ausgepflanzt worden.

Für die Bildung von Klonen hat sich folgende Vermehrungsweise in unseren Versuchen bewährt:

Die Mutterpflanzen wurden Mitte Januar im Gewächshaus angetrieben, so daß Anfang Februar Kopfstecklinge geschnitten werden konnten. Als Bewurzelungssubstrat diente 1955 und 1956 ein Sand-Torf-mull-Gemisch (10:1), in allen späteren Versuchsjahren reiner, mit CaO neutralisierter Torf, der mit Knop'scher Nährlösung auf 80% seiner Wasserkapazität gesättigt wurde. Die Bewurzelung erfolgte nach etwa 3—4 Wochen. Im Sand-Torf-Gemisch bewurzelten durchschnittlich 60%, in-reinem Torf bis zu 95% der Stecklinge, wobei zwischen den Klonen größere Unterschiede zu finden waren.

Die im Sommer 1955 ausgepflanzten Klone überwinterten ohne Verluste und ermöglichen anhand des ersten und zweiten Aufwuchses 1956 eine gute

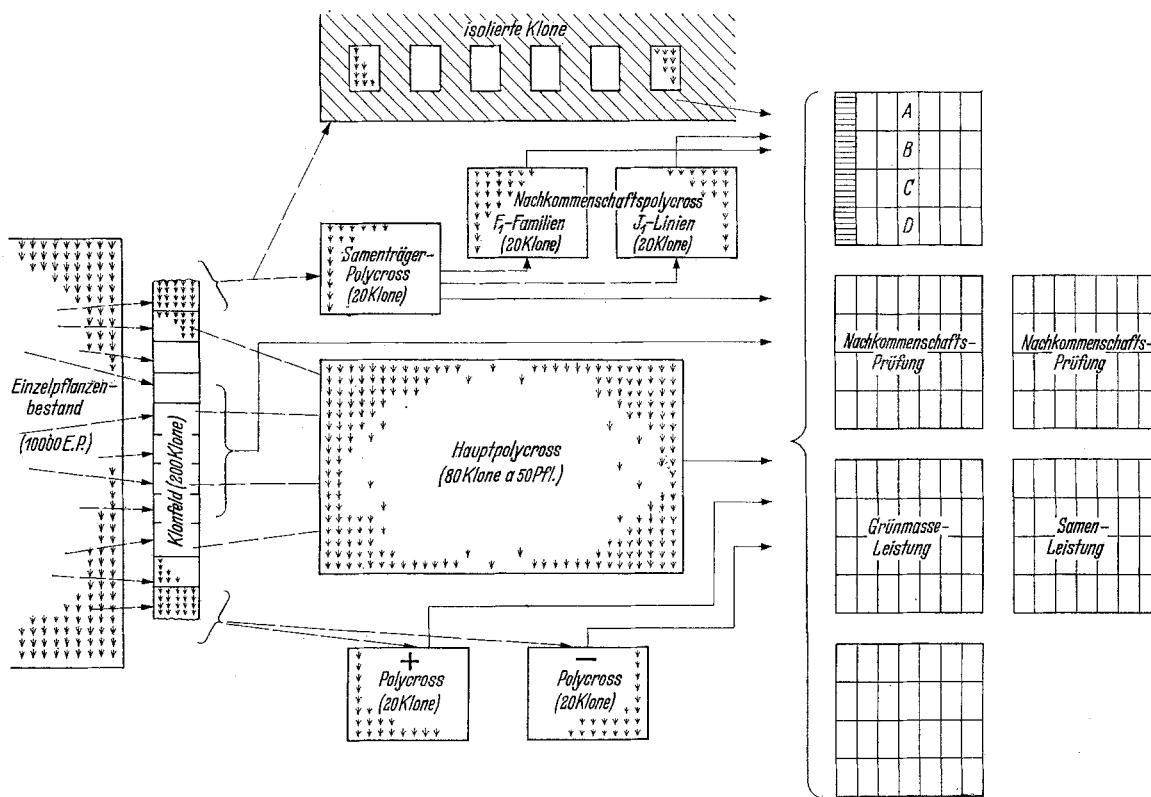
Beurteilung. Im einzelnen erstreckte sich die Analyse auf Frühjahrsauftrieb, Blatt-Stengel-Verhältnis, Pflanzenhöhe und Bestockung, Nachwuchsvermögen, Mehltau- (*Peronospora aest.*) und Klappenschorfbefall (*Pseudopeziza med.*) sowie Samenleistung.

In den Folgejahren wurde ferner an je  $5 \times 100$  Blüten (erster und zweiter Aufwuchs) die Selbstfertilität der Klone ermittelt. Bei stärkerer Neigung zur Selbstcompatibilität sinkt die Kreuzbestäubung, und es kann häufiger Selbstungsansatz erfolgen. Unterschiede in den Nachkommenschaftserträgen zwischen

je 50 Pflanzen vereinigt. Ausreichend Samen wurde noch im gleichen Jahr geerntet (Nachkommenschaft = SPN).

6. Von diesen Samenträgern waren außerdem nach freier Abblüte im Klongarten Familien zu je 50 F<sub>1</sub>-Pflanzen gebildet worden, die zusammen ein „Samenträger-Familien-Polycross“ ergaben, das 1958 angelegt und geerntet wurde (Nachkommenschaft = Samen-F<sub>1</sub>-PN).

7. Zugleich standen von den samenreichen Klonen aus 1957 vorgenommenen Selbstungen I<sub>1</sub>-Familien



Darstellung I. Anlageschema der verschiedenen Bestäubungsgruppen des züchtungsmethodischen Versuches an Luzerne.

den einzelnen Befruchtungsgruppen waren daher auch unter dem Gesichtspunkt etwaiger Inzuchtdepressionen zu beurteilen.

Für die eigentlichen Versuche wurden 80 morphologisch hinreichend verschiedene Klone mit etwa gleicher Blütezeit ausgewählt und im Sinne der Fragestellung auf folgende Weise vermehrt (vgl. Darst. I):

1. Freie Abblüte in den Klonparzellen (ohne Wiederholung), Samenernte 1957 und 1958 (Bezeichnung der Nachkommenschaften = KN).

2. Hauptpolycrossfeld (HP) mit 80 Klonen zu je 50 Pflanzen (Pflanzenabstand 50×50 cm, Samenernte 1958, Bezeichnung der Nachkommenschaft = HPN).

3. Plus-Polycrossfeld mit 20 „gut“ benoteten Klonen zu je 40 Pflanzen (Samenernte 1957 und 1958, Nachkommenschaft = Plus-PN).

4. Minus-Polycrossfeld mit 20 „schlecht“ bewerteten Klonen zu je 40 Pflanzen (Samenernte 1957 und 1958, Nachkommenschaft = Minus-PN).

5. Auf Grund der 1956 und 1957 erzielten Samenernten wurden 1958 die 20 besten und sichersten Samenträger des HP-Feldes nach entsprechender Klonung in einem „Samenträger-Polycrossfeld“ mit

zur Verfügung, die ebenfalls mit je 50 Sämlingen in ein „Inzuchtlinien-Polycrossfeld“ gepflanzt wurden, das im Anlagejahr 1958 zur Ernte kam (Nachkommenschaft = Samen-I<sub>1</sub>-PN).

8. Schließlich stand jeder Samenkロン isoliert von anderen Luzernebeständen; ihre Samenernten aus den Jahren 1957 und 1958 ergaben isolierte Klon-nachkommenschaften (IKN).

Im folgenden finden die in Klammern vermerkten Abkürzungen Verwendung.

Von den Bestäubungsgruppen 5, 6 und 7 interessierten in der Hauptsache die Samenerträge. Die aus diesen Gruppen erhaltene Ergebnisse werden hier nur soweit beschrieben, wie auch Hinweise für die Futtererträge abzuleiten sind.

Um günstige Voraussetzungen für ein einheitliches Pollengemisch zu schaffen, bestanden die 50 bzw. 40 mit Hilfe einer Zufallstafel (MUDRA 1952) willkürlich verteilten Wiederholungsparzellen in allen Polycrossfeldern aus je einer Klon- bzw. F<sub>1</sub>- oder I<sub>1</sub>-Pflanze.

Bei der Ernte wurden alle Pflanzen der Gruppen 2, 5, 6, 7 und 8 zunächst getrennt aufgearbeitet und erst nachdem die Einzeldaten erfaßt waren, klon- bzw. familienweise zum Saatgut für die Nachkommenschaftsprüfungen vereinigt.

Neben der Samenernte bot die Ermittlung des Grünmasse-Gewichtes an den Einzelpflanzen im Klonfeld und im HP die Möglichkeit, die visuelle Klonselektion auf ihre Richtigkeit zu überprüfen und sichere Anhaltspunkte für die Mutterleistung zu bekommen.

Die Witterungsbedingungen waren 1957 und 1958 für die Samengewinnung nicht günstig. Klone mit nur geringem Ansatz mußten deshalb für die Nachkommenschaftsüberprüfung ausfallen (vgl. Tab. 7). Im Frühjahr 1959 standen im ganzen 172 Prüfglieder aus dem Mutterklongarten, den 6 Polycrossfeldern und dem isolierten Klonanbau zur Verfügung. Je 43 Nachkommenschaften bildeten zusammen mit den Zuchtsorten Bendelebener, Langensteiner, Neugatterslebener, Plaußiger, einem Ramsch aller Versuchsglieder und einer Dornburger Herkunft ein  $7 \times 7$  Gitterquadrat, so daß folgende Versuchsanordnung zu stande kam:

Anzahl Prüfglieder:	$4 \times 49$
Versuchsanlage:	$7 \times 7$ Gitterquadrat
Parzellengröße:	$1 \times 2 \text{ m}^2$
Reihenentfernung:	20 cm
Aussaatstärke:	20 kg/ha für Blanksaat (handgestreut)
Düngung:	40 kg/ha P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 90 kg/ha K <sub>2</sub> O
Nutzung:	1959 Samenernte 1960 je dreimaliger Grünschnitt 1961 (dt/ha Trockenmasse)
Pflege:	mehrmalige Handhacke nach dem Aufgang; im Frühjahr 1960 und 1961 sowie nach jedem Schnitt eine Maschinenhacke

Um Randwirkungen zu vermeiden, wurden die Längsseiten der Prüfblöcke mit drei Drillreihen einer Zuchtsorte abgeschlossen. Die von einem Klon geernteten Bestäubungsvarianten gelangten jeweils in die gleiche Prüfanlage. Im günstigsten Fall waren von einem Klon die Nachkommenschaften aus dem Klongarten, dem Hauptpolycross, dem Plus- oder Minus-Polycross, den Polycrossfeldern für die Befruchtungssenkung der besten Samenträger und dem isolierten Klonanbau vorhanden.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte zunächst für jede Prüfung und Behandlung getrennt. Die von der Bodenstreung bereinigten Ertragszahlen bildeten die Grundlage für die Zusammenfassung der Einzelergebnisse. Dadurch war es möglich, die Versuchsgliedvarianz von der Schnitt- und Jahresvarianz und deren Wechselwirkungen zu trennen. Da anhand der statistischen Untersuchungen zwischen den Standards der vier Gitteranlagen keine signifikanten Unterschiede bestanden haben ( $F = 1,57$ ;  $F$  bei  $P 5\% = 3,86$ ), war es erlaubt, die vier Prüfungen als Einheit anzusehen und die verschiedenen Nachkommenschaften der Klone vergleichend zu betrachten.

## Ergebnisse

### 1. Die individuelle Leistung der Mutterklone

Aus dem Hauptpolycrossfeld stand nur von 50 Klonen Saatgut für Nachkommenschaftsprüfungen zur Verfügung. Diese Klone unterschieden sich — wie Grünmassebestimmungen an einem Teil der Pflanzen des Polycrossfeldes ergaben — in ihrer individuellen Leistung recht erheblich (vgl. Tab. 1). Bei einer Grenzdifferenz von 12% haben 9 die mittlere Leistung signifikant überschritten, wobei der Klon Nr. 57 mit 601 g einen Relativwert von 154,5% er-



Abb. 1. Im Vordergrund ein hellaubiger, wenig wüchsiger Klon, dahinter ein Klon mit raschem Frühjahrstaubrieb.

reicht hat. 15 Klone befriedigten nicht, ihr schlechtester (Nr. 60) lag 33,2% unter dem Versuchsmittel ( $\bar{x} = 260$  g). Die Erträge der übrigen 26 schwankten von 433 bis 345 g im Bereich des Mittelwertes. Die Gesamtvariabilität der 80 Klone, die an der Bestäubung des Polycross beteiligt waren, lag noch im Rahmen einer Normalverteilung ( $\chi^2 = 13,6$ ; 9 FG,  $P = 13,79\%$ ), so daß alle Klone einer gemeinsamen Population zugehören können.

Betrachtet man die drei Schnitte der beiden Prüfjahre 1958 und 1959 einzeln, so zeigt sich, daß die

Tabelle 1. Durchschnittlicher Grünmasseertrag von Klonen, deren Nachkommenschaften geprüft wurden.  
(Einzelpflanzengewicht, Ø von je 3 Schnitten 1958 und 1959, im Polycrossfeld ermittelt)

Klon-Nr.	visuelle Selektion für gelenkte Bestäubung	$\bar{x}$ g	Rel.	Sicherung
57	Plus-Typ	601	154,5	+++
63	Plus-Typ	591	151,9	+++
8		551	141,6	+++
49	Plus-Typ	510	131,1	+++
58	Plus-Typ	495	127,2	+++
96	Plus-Typ	464	119,3	++
70		454	116,7	++
137		452	116,2	+
38	Plus-Typ	437	112,3	+
68	Plus-Typ	436	112,1	

dazwischen 14 nicht signifikant über dem Durchschnitt liegende Klone (darunter fünf „Plus-Typen“ und ein „Minus-Typ“)

Ø		389	100,0	
	dazwischen 10 nicht signifikant unter dem Durchschnitt liegende Klone (darunter vier „Plus-Typen“ und zwei „Minus-Typen“)			
95	Plus-Typ	345	88,7	
89	Minus-Typ	337	86,6	o
119		337	86,6	o
11		335	86,1	o
77	Minus-Typ	332	85,3	o
2	Minus-Typ	331	85,1	o
28		330	84,8	o
41	Minus-Typ	319	82,0	oo
110		319	82,0	oo
30		314	80,7	oo
131		307	78,9	ooo
91	Minus-Typ	294	75,6	ooo
86		276	71,0	ooo
107	Minus-Typ	265	68,1	ooo
125		265	68,1	ooo
60		260	66,8	ooo
GD bei P 5%	12,3%	47,8 g		
1%	16,3%	63,4 g		
0,1%	21,3%	81,8 g		

Tabelle 2. Varianztafel zu den zweijährigen Grünmasseertragsbestimmungen an den Klonen im Polycrossfeld 1958 und 1959.

Streuungursache	SAQ	FG	s <sup>2</sup>	F-Wert	F-Wert bei P = 5%
Gesamt	10745326	299			
Versuchsglieder	1667378	49	34028,1	19,5	1,48
Jahre	2147655	1	2147655,0	1230,5	3,94
Schnitte	5788482	2	2894241,0	1658,2	3,09
WW Vers. Gl.-Jahre	363638	49	7421,2	4,2	1,48
WW Vers. Gl.-Schnitte	540325	98	5513,5	3,1	1,39
WW Jahre-Schnitte	66794	2	33397,0	19,1	3,09
Rest	171054	98	1745,4		

Tabelle 3. Varianztafeln der vier Grünschnittprüfungen.  
(Zweijährige Ertragsermittlungen an je 3 Schnitten, korrigierte Parzellenerträge, Trocken-  
substanz dt/ha)

Streuungursache	SQ	FG	s <sup>2</sup>	F	F-tab. P = 5%	F mit neuem Rest	F-tab. P = 5%
<i>Prüfung I</i>							
Gesamt	14,00	293					
Versuchsglieder	1,43	48	0,0300			6,67	1,44
Jahre	0,24	1	0,2457			54,60	3,91
Schnitte	10,84	2	5,4225			1205,00	3,06
Vers. Gl.-Jahre	0,24	48	0,0051	1,21	1,48		
Vers. Gl.-Schnitte	0,58	96	0,0061	1,45	1,39	1,35	1,34
Jahre-Schnitte	0,24	2	0,1205	28,70	3,09	26,80	3,06
Rest	0,40	96	0,0042				
+ nicht ges. WW	0,24	48					
neuer Rest	0,64	144	0,0045				
<i>Prüfung II</i>							
Gesamt	18,57	293					
Versuchsglieder	1,37	48	0,0287			6,83	1,44
Jahre	0,02	1	0,0216			5,14	3,91
Schnitte	15,69	2	7,8479			1868,55	3,06
Vers. Gl.-Jahre	0,25	48	0,0053	1,43	1,48		
Vers. Gl.-Schnitte	0,52	96	0,0055	1,49	1,39	1,30	1,34
Jahre-Schnitte	0,35	2	0,1754	47,41	3,09	41,80	3,06
Rest	0,35	96	0,0037				
+ nicht ges. WW	0,25	48					
neuer Rest	0,60	144	0,0042				
<i>Prüfung III</i>							
Gesamt	25,59	293					
Versuchsglieder	0,76	48	0,0158			4,06	1,42
Schnitte	22,87	2	11,4350			2939,59	3,04
Jahre	0,33	1	0,3300			84,83	3,89
Vers. Gl.-Jahre	0,19	48	0,0039	1,03	1,48		
Vers. Gl.-Schnitte	0,46	96	0,0047	1,34	1,39		
Jahre-Schnitte	0,61	2	0,3050	79,22	3,09	73,3	3,04
Rest	0,37	96	0,0038				
+ nicht ges. WW	0,65	144					
neuer Rest	1,02	240	0,0043				
<i>Prüfung IV</i>							
Gesamt	19,94	293					
Versuchsglieder	0,88	48	0,0183			4,82	1,44
Schnitte	17,93	2	8,9650			2359,21	3,06
Jahre	0,05	1	0,0500			13,16	3,91
Vers. Gl.-Jahre	0,20	48	0,0042	1,20	1,48		
Vers. Gl.-Schnitte	0,52	96	0,0054	1,54	1,39	1,42	1,34
Jahre-Schnitte	0,02	2	0,0100	2,86	3,09	2,63	3,06
Rest	0,34	96	0,0035				
+ nicht ges. WW	0,20	48					
neuer Rest	0,54	144	0,0038				

Varianzen aller Haupt- und Wechselwirkungen von der Restvarianz signifikant verschieden sind (Tab. 2). Demnach haben sich die Klone in den beiden Jahren und zu den einzelnen Schnittzeiten nicht gleichsinnig verhalten, so daß die Bewertung eines Jahres oder

verschiedenenheiten zurückzuführen. Die hohe „Schnittrvarianz“ erklärt sich vorwiegend aus den abfallenden Erträgen des dritten Schnittes. Trotzdem bleibt die in diesem Zusammenhang besonders interessierende Versuchsgliedvarianz stets hoch signifikant. Da die

nur eines Schnittes für die Selektion hochwertiger Klone nicht immer ausreichen wird. Wie die Darstellung II zeigt, stimmen die Ergebnisse der Schnittprüfungen im Polycrossfeld aber hinreichend mit der Beurteilung aus dem Klongarten überein.

Wenn auch nicht immer signifikant, so haben doch fast alle visuell bestimmten „Plus-Klone“ die mittlere Leistung überschritten und die entsprechenden Minusvarianten den

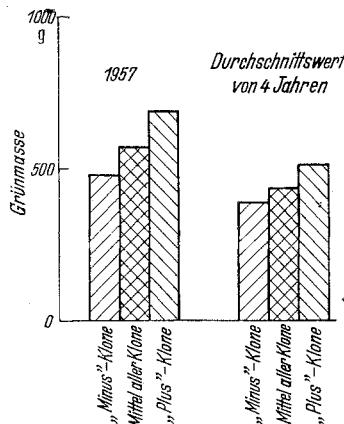
Durchschnittsertrag nicht erreicht (Tab. 1, Sp. 2). Im Klongarten vermittelte das geschlossene Bild einer Parzelle (= 20 Pflanzen) nach unseren Beobachtungen eine genügende Grundlage für die Beurteilung individueller Verschiedenheiten und erlaubt eine Vorselektion von Zuchtmaterial (Abb. 1).

## 2. Die Nachkommen-schaftsleistung der Mutterklone

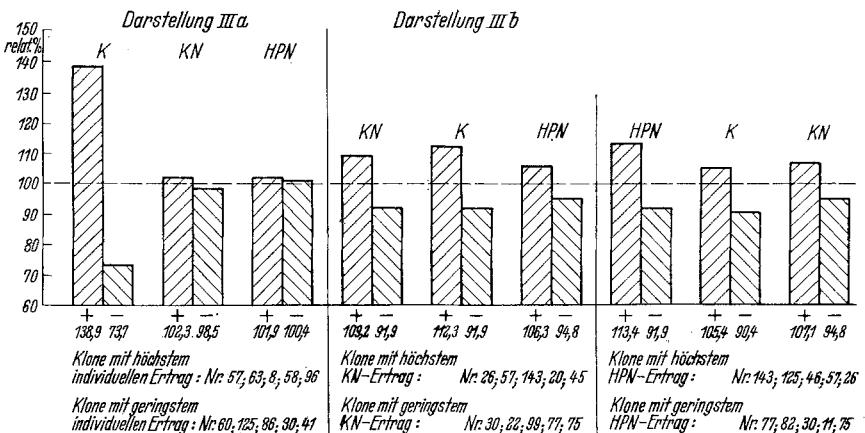
Im Gegensatz zur individuellen Leistung der Klone waren ihre Nachkommenschaften bereits nach kurzfristiger Prüfung zu bewerten.

Nachdem alle drei Schnitte beider Versuchsjahre getrennt aufgearbeitet waren, wurden die von Bodeneinflüssen bereinigten Rohertragszahlen der vier Grünschnittprüfungen ausgewertet. Tabelle 3 enthält die Varianztafeln dieser Prüfungen mit den an der Gesamtvarianz beteiligten Komponenten.

Die größten Ertragsunterschiede bestehen zwischen den einzelnen Versuchsjahren bzw. Schnitten. Die unterschiedlichen Jahreserträge sind bei nur 2 Versuchsjahren in erster Linie auf Witterungs-



Darstellung II. Durchschnittliche Einzelpflanzenmasse (Grünmasse) in g für 1957. Die Y-Achse reicht von 0 bis 1000 g. Es gibt zwei Gruppen von Klonen: „Minus“- und „Plus“-Polycross im Vergleich zum mittleren Ertrag aller Klone, die im Hauptpolycross standen.



Darstellung III. Die fünf besten und fünf schlechtesten Klonen (K), Klonnachkommenschaften (KN) und Polycrossnachkommenschaften (HPN) und ihre Beziehungen untereinander (Relativvertrag Trockensubstanz je ha).

Wechselwirkungen Versuchsglieder-Jahre und Versuchsglieder-Schnitte (abgesehen von Prüfung IV) die Fehlervarianz nicht oder nur schwach signifikant überschreiten, ist die Hauptwirkung „Jahre“ und „Schnitte“ nicht nennenswert beeinflußt worden. Demnach scheint in unseren Versuchen das Ergebnis eines Jahres für die Beurteilung der Nachkommenschaften bereits repräsentativ zu sein. Da, abgesehen vom 3. Aufwuchs (Tab. 4), auch zwischen den Schnitten

und Jahren untereinander enge korrelative Beziehungen bestehen, lassen sich offenbar leistungsstarke und ertragsschwache Klonnachkommenschaften in allen Versuchsjahren und zu allen Schnittzeiten gleichermaßen gut voneinander unterscheiden. Auch die Jahreskorrelation zwischen 1960 und 1961 (alle drei Schnitte zusammengefaßt) ist sehr eng. Für die Beurteilung großer Nachkommenschaftsserien kann man daher unter normalen Witterungsverhältnissen

Tabelle 4. Korrelative Beziehungen zwischen Schnitten und Jahren bzw. den Jahreserträgen untereinander. (Trockensubstanzertrag Nachkommenschaftsprüfung I)

	1. Schnitt 1960	2. Schnitt 1960	3. Schnitt 1960	1. Schnitt 1961	2. Schnitt 1961	3. Schnitt 1961
1. Schnitt 1960	—	r 0,61++	r 0,26	r 0,71++	r 0,30+	r 0,42++
2. Schnitt 1960		—	r 0,19	r 0,63++	r 0,57++	r 0,65++
3. Schnitt 1960			—	r 0,32+	r 0,23	r 0,26
1. Schnitt 1961				—	r 0,47++	r 0,69++
2. Schnitt 1961					—	r 0,53++
Jahresertrag (3 Schnitte) 1961				r <sub>max</sub> bei P = 5% 0,28		
Jahresertrag (3 Schnitte) 1960 r = 0,77++				r <sub>max</sub> bei P = 1% 0,36		
				r <sub>max</sub> bei P = 0,1% 0,45		

Tabelle 5. Beziehungen zwischen Klonleistung und Nachkommenschaftsertrag und zwischen der Selbstfertilität der Klonen und dem Ertrag ihrer Nachkommenschaften.

Merkmal a	Merkmal b	n	r-Wert	r <sub>max</sub> bei P = 5%	b
Klonleistung 1959 1. Schnitt kg/EP	Nachkommenschaftsprüfung IV HPN 1. Schnitt 1960 Grünmasse kg/Parz.	18	0,39	0,47	0,0008
„ „ 1. Schnitt „	1. Schnitt 1961 „ „	18	0,08	0,47	0,0005
„ „ 2. Schnitt „	2. Schnitt 1960 „ „	18	0,29	0,47	0,0005
„ „ 2. Schnitt „	2. Schnitt 1961 „ „	18	0,45	0,47	0,0012
Klonleistung Durchschnittsertrag eines Aufwuchses	Nachkommenschaftsertrag Summe von 3 Schnitten				
„	Trocken- substanz dt/ha				
„	KN 1960 „ „	37	0,24	0,32	266,1
„	KN 1961 „ „	37	0,27	0,32	173,6
„	HPN 1960 „ „	48	0,14	0,28	61,0
„	HPN 1961 „ „	48	0,19	0,28	129,9
„	Nachkommenschaftsertrag Durchschnitt eines Aufwuchses von 1960 u. 1961				
„	KN „ „	37	0,30	0,33	10,4
„	HPN „ „	48	0,23	0,28	8,4
Selbstfertilität Klonen Durchschnitt 1957—1959 %	Nachkommenschaftsertrag Durchschnitt eines Aufwuchses 1960 und 1961				
„	KN „ „	36	— 0,27	0,42	0,07
„	HPN „ „	49	— 0,20	0,36	0,05

vielleicht mit einem Versuchsjahr auskommen, wenn die Ansprüche nicht zu hoch gestellt werden und diese Prüfungen als „Vorfilter“ für spezielle Testkreuzungen dienen sollen. Für die Selektion ist eine größere Zahl Nachkommenschaften sicherlich ratio-

neller als die Dauer einer Prüfung und die Zahl ihrer Schnitte.

a) *Nachkommenschaftsleistung im Vergleich zur Klonleistung.* Obwohl die einzelnen Klone hinsichtlich ihrer Futterleistung recht gute Unterschiede aufwiesen und die Beurteilung von Klonparzellen im Mutterklongarten im wesentlichen mit den Ertragsfeststellungen im Polycrossfeld übereinstimmte, scheint die individuelle Leistung gepflanzter Stauden doch nur schwache Anhaltspunkte für das Ertragsvermögen ihrer in Drillprüfungen stehenden Nachkommenschaften zu geben. Wie die Korrelations- und Regressionswerte der Tabelle 5 zeigen, war es weder für einzelne Schnittzeiten oder Jahre noch für die Gesamtleistung möglich, einen engeren Zusammenhang zwischen den beiden Generationen nachzuweisen. Dies gilt sowohl für die aus dem Klongarten stammenden wie für die aus dem Polycrossfeld kommenden Nachkommenschaften.

Die Darstellung IIIa, in der die Relativwerte der fünf besten und fünf schlechtesten Klone mit den zugehörigen KN- und PN-Erträgen wiedergegeben sind, führt zu den gleichen Aussagen. Beide Gruppen bringen in der Nachkommenschaft etwa die gleiche mittlere Leistung. Nur selten haben einzelne Klone (Nr. 57) ihre hohe Mutterleistung bestätigt.

b) *Nachkommenschaftsleistung vorselektierter Klone.* Im allgemeinen stimmte die individuelle Leistung der selektierten Klone nur selten mit den Erträgen ihrer nach Bestäubung im Klongarten oder im Hauptpolycrossfeld gewonnenen Nachkommenschaften überein. Es läßt sich aus diesem Ergebnis aber nicht ohne weiteres der Schluß ziehen, daß eine unmittelbare Selektion von Klonen züchterisch bedeutungslos sei. Blühen nämlich Klone, die nach bestimmten Merkmalen ausgelesen wurden, gemeinsam ab, scheint sich durch die gelenkte Bestäubung das angestrebte Selektionsmerkmal zu verstärken. Wir hatten in unseren Versuchen die dem Augenschein nach 20 besten und 20 schlechtesten Klone und 20 „Samenköne“ zu Befruchtungsgruppen (Plus- und Minuspolycross, Samenträgerpolycross) zusammengestellt.

Tabelle 6. *Trockensubstanzerträge der Grünschnittsprüfungen I—IV.  
(Durchschnittsertrag eines Schnittes dt/ha)*

Nr.	Pflg.-Nr.	KN	HPN	Plus-PN	Minus-PN	SPN	IKN	Samen-F <sub>1</sub> -PN	Samen-I <sub>1</sub> -PN
2	IV		50,0		44,5				
8	IV	46,5	51,5						
10	IV	46,0	52,0						
11	I	45,5	47,5			50,5	43,5	50,0	51,0
20	IV	51,0	52,0			48,5	44,5	49,0	49,5
22	I	44,0	50,0						
24	IV	48,5	52,0						
26	II	55,0	54,0	53,0				52,0	50,5
28	IV	46,0	49,5						
30	IV	43,0	46,5						
36	III	46,0	49,5	52,5					
38	III	48,5	49,0	52,5					
41	III	48,5	50,0		46,0				
43	III	50,0	53,5	52,5					
45	IV	50,5	51,0						
46	I	49,5	55,0	56,5		53,5		50,5	52,0
48	III	49,0	50,0	51,0					
48B	II		47,5			47,5	40,5	48,0	49,5
49	III		50,5	52,0					
50	III	45,5	48,5		42,5				
57	I	53,5	54,5	54,0		52,5		51,0	51,0
58	III	49,0	48,5	49,5					
60	IV	48,0	50,0						
62	III	49,5	48,5	49,5					
63	III	47,5	50,0	50,5					
68	III			50,0					
70	II	49,5	52,5			47,5		51,5	48,5
75	III	45,0	47,5		46,5				
76	IV	45,5	49,5						
77	III	44,5	45,0		45,5				
80	IV	44,5						47,5	
81	II	46,5				47,0		50,0	49,5
82	IV	49,5	45,5						
86	IV	49,0	51,0						
87	II		54,5	56,5				49,0	
89	III		45,5						
90	IV	47,0	49,5						
91	IV		49,0		48,0				
95	IV		49,5						
96	II	49,0	52,5	54,5		51,5		48,5	
97	I	45,5	48,5			49,5	46,5	49,5	50,5
98	IV	44,5						47,5	
99	I	44,0	50,5			44,0	47,0	48,5	47,0
103	II		51,5					52,0	51,0
107	III				43,5				
110	III		46,0						
117	IV	49,0	52,0						
119	IV		47,0		44,0				
125	I	48,0	56,0					51,0	
127	IV		54,5	51,5					
130	IV	50,0	49,0						
131	III		51,0						
137	IV	49,5	53,0						
140	II	48,5	52,5	54,5		52,0		52,5	53,0
141	II		53,0						
143	II	52,0	57,0	55,0		55,0		53,0	
145	III		52,0						
Mittel der Gruppen		47,3	50,3	52,1	44,1	50,1	43,0	50,0	50,3

Grenzdifferenz	Trocken-substanz		Durchschnittl. Standarderträge		
	P 5%	P 1%	P 0,1%	Bendelebener	44,8 dt/ha
I	3,5	4,6	5,9	Langensteiner	47,8 dt/ha
II	3,5	4,5	6,0	Neugatterslebener	46,7 dt/ha
III	3,7	4,9	6,3	Plaußiger	47,1 dt/ha
IV	3,8	5,0	6,5	Ramsch des Ausgangsmaterials	51,5 dt/ha

Tabelle 7. Häufigkeitsverteilung für Klonnachkommen nach verschiedener Bestäubung.  
(Trockensubstanz dt/ha,  $\bar{x}$  6 Schnitte in 2 Jahren)

Lfd. Nr.	Bestäubungsgruppe	n	$\bar{x}$ -Ertrag der Bestäubungsgruppe	Ertragsklassen								
				40—41,9	42—	44—	46—	48—	50—	52—	54—	56—57,9
1	KN	42	47,3		1	10	7	16	4	3	1	
2	HPN	51	50,3			3	6	12	13	10	5	2
3	Plus-PN	18	52,1					2	5	5	4	2
4	Minus-PN	8	44,1		1	4	2	1				
5	Samen-PN	12	50,1				4	2	2	3	1	
6	Isol.-KN	5	43,0	2	1	1	1					
7	Samen-F <sub>1</sub> PN	18	50,0				2	6	6	4		
8	Samen-I <sub>1</sub> PN	12	50,3				1	4	5	2		
9	Hochzuchtsorten	4	46,5			1	3					
10	Ramsch des Ausgangsmaterials	1	51,5							1		
				$\bar{x}$ Gesamt 49,5 $s = 3,34$								

 $P_{20\%} = 49,5 \pm 1,285 s (45,72); (53,78)$ Grenzdifferenz Grünschnittsprüfung I—IV  
Trockensubstanz dt/ha

Prüfg.	P 5%	P 1%	P 0,1%
I	3,5	4,6	5,9
II	3,5	4,5	6,0
III	3,7	4,9	6,3
IV	3,8	5,0	6,5

Von 19 Plus-, 8 Minus- und 12 Samenkronen stand genügend Saatgut für eine anschließende Leistungsprüfung zur Verfügung. Während die 19 guten Klone eine durchschnittliche Nachkommenschaftsleistung von 52,1 dt/ha Trockenmasse ergeben haben, sind von den schlecht beurteilten Klonen im Mittel nur 44,1 dt/ha Trockensubstanz je Nachkommenschaft geerntet worden. Aus der Häufigkeitsverteilung, die in Tabelle 7 für alle Nachkommenschaften wiedergegeben ist, geht deutlich die Tendenz einer Verschiebung in Richtung des Selektionsmerkmals hervor. Für die Samenleistung liegen zwar nur Ergebnisse aus dem Ansaatjahr und dem ersten Nutzungsjahr vor, aber auch hier wird der Trend zu einer verbesserten Samenleistung sichtbar (Tab. 8). Die aus dem Samenträgerpolycross stammenden Familien haben im Durchschnitt 1,8 dt Samen mehr je Hektar erbracht als die übrigen. Die beste SPN (Klon 22) liegt sogar um 4 dt/ha höher als die Nachkommenschaft des gleichen Klones nach freier Bestäubung.

Die Auswahl der Plus- und Minuskronen war 1956 auf Grund züchterisch wichtiger Merkmale wie Frühjahrsauftrieb, Wuchshöhe, Bestockung, Stengeldicke, Beblattung, Standfestigkeit, Nachwuchsvermögen, Krankheitsresistenz und Samenleistung erfolgt. Wie bereits erwähnt (vgl. Darst. II), wurde durch die Selektion auf ertragsbildende Merkmale eine Differenzierung des Ausgangsmaterials erreicht. Offenbar sind diese Eigenschaften auch für die Leistung der Nachkommenschaften von einiger Bedeutung gewesen, so daß bei der gegenseitigen Befruchtung der ausgewählten Klonen Kombinationseffekte in Richtung der Selektion entstanden sind.

c) Vergleich zwischen KN und PN gleicher Klonen.  
Wenn die unmittelbare Selektion von Klonen für den Aufbau einer Zuchtsorte allein nicht auszureichen scheint, erhebt sich die Frage, auf welche Weise ein Ausgangsmaterial schärfer differenziert werden kann. Durch den Nachbau von Familien, deren Mutterkronen unter unterschiedlichen Bedingungen abge-

blüht waren, hofften wir, entsprechende Hinweise für eine Beantwortung dieser Frage zu gewinnen. In der Tabelle 6 sind die Erträge des Gesamtversuches zusammengestellt. Tabelle 7 vermittelt einen Überblick über die Variationsbreite getrennt nach Bestäubungsgruppen. Betrachtet man die Leistungen dieser acht Gruppen, dann fallen folgende Besonderheiten auf: Die Erträge nach teilweiser (KN) oder völliger Einschränkung der Panmixie (IKN) sind geringer als dort, wo eine größere Anzahl unterschiedlicher Genotypen an der Befruchtung beteiligt war (HPN). Durch die im Hauptpolycross ermöglichte Bestäubung aller Klonen untereinander sind vor allem bei den Klonen 8, 10, 22, 46, 76, 99, 125, 140 und 143 die Erträge gegenüber eingeschränkter Bestäubung um mehr als 10% gestiegen.

Tabelle 8. Vergleich der Samenerträge (dt/ha) von KN mit SPN 1959 und 1960.

Klon-Nr.	Prüfungs-Nr.	1959		1960	
		KN	SPN	KN	SPN
11	I	2,02	2,99	4,48	6,83
22	I	2,46	4,83	4,98	8,19
46	I	1,48	2,68	6,30	8,04
56	I	2,28	2,98	3,57	5,44
70	I	3,22	4,49	5,14	7,21
81	I	1,60	1,95	3,31	4,01
87	I	2,53	4,24	4,33	6,76
96	II	1,80	3,11	5,20	5,68
97	II	2,02	2,87	2,39	5,31
98	II	1,27	2,63	2,52	4,01
99	II	2,14	2,55	2,71	4,40
140	II	1,52	2,08	5,71	5,18
143	II	0,57	0,41	5,59	5,46
48B	II	2,26	2,88	4,49	4,74

Durchschnittsertrag der verschiedenen Versuchsglieder	1,94	2,91	4,34	5,81
Durchschnittsertrag der Standards	3,39		4,63	
Prüfg. I Prüfg. II				
GD bei P 5% 0,98 bzw. 0,87				
1% 1,31 bzw. 1,15				
0,1% 1,68 bzw. 1,48				
Prüfg. I und II				
GD bei P 5% 1,16				
1% 1,55				
0,1% 2,00				

Wie bereits erwähnt, war eine Plus- bzw. Minus-Selektion wirkungsvoller, als nach den geringen Beziehungen zwischen Klonertrag und Nachkommenschaftsleistung zu erwarten war.

Außerdem unterscheiden sich die Nachkommenschaftserträge der Samenkronen (SPN) nur wenig von ihren als  $F_1$ -Familien oder  $I_1$ -Linien gezogenen Nachkommenschaften. Am vorliegenden, auf Samenertrag vorselektierten Material ist in der zweiten dem Polycross folgenden Generation kein Leistungsabfall eingetreten. Andererseits zeigen Kreuzungen nach einmaliger Inzucht auch keine Heterosiseffekte. Zwischen den einzelnen Gliedern der Gruppen 5, 7 und 8 besteht häufig eine sehr weitgehende Übereinstimmung, z. B. bei den Klonen 22, 48B, 57, 97, 99 und 140.

Die Frage, ob durch einen Polycross-Test das Zuchtmaterial schärfere Differenzierungen werden kann als durch eine Beurteilung der im Klongarten gewonnenen Nachkommenschaften, läßt sich nur schwer beantworten. Infolge der hohen Streuung des Gesamtmaterials würden bei der üblichen statistischen Betrachtung nur wenige Versuchsglieder die Vertrauengrenze überschreiten und eine Unterscheidung zwischen den Nachkommen der einzelnen Befruchtungsgruppen erschweren.

In den Grünschnittsprüfungen bildete der Ramsch des gesamten Ausgangsmaterials eine der Standardparzellen. Wie Tabelle 7 zeigt, besteht eine gute Übereinstimmung zwischen dem Mittel aller Versuchsglieder und dem mittleren Ertrag dieses Standards aus allen vier Prüfungen.

Die Streuung um den mittleren Ertrag aller Versuchsglieder (4 Prüfungen zusammengefaßt) liegt bei  $3,34 \text{ dt/ha} = 1,28 \text{ s} = P 20\%$ .

Um die positive bzw. negative Wirkung der Bestäubungslenkung abzugrenzen, wurde  $1,28 \text{ s} = 3,34 \text{ dt/ha}$  als Vertrauengrenze gewählt, weil in den einzelnen Prüfungen  $3,6 \text{ dt}$  auch als Grenzdifferenz bei  $P = 5\%$  ermittelt wurde. Unter diesen Voraussetzungen waren nach einer KN-Prüfung 11 Minus- und 1 Plus-Klon erkannt worden. Durch den Polycross-Test sind 7 Plus-Klone und nach vorhergehender Selektion auf Leistung trotz weit geringerer Zahl an Prüfgliedern 6 Klone mit guter Kombinationseignung gefunden worden. Von ihnen sind 4 Klone sowohl im HP als auch im Plus-P erkannt worden. Die beiden übrigen liegen nur dicht unter der Signifikanz-Schwelle. Dem Polycross-Test darf daher gegenüber einer einfachen Nachkommenschaftsprüfung die etwas größere Wirkung zugesprochen werden.

Vergleicht man unabhängig von Vertrauengrenzen die jeweils fünf besten und fünf schlechtesten Nachkommenschaften nach freier Abblüte und nach einem Polycross-Test (Darst. IIIb), so zeigen sich unter beiden Blühbedingungen recht ähnliche Ertragstendenzen. Von den fünf besten HPN wurden bereits drei als KN erkannt. Auch bei den Nachkommenschaften mit geringstem Ertrag besteht dreimal Übereinstimmung. Klone mit höchster bzw. geringster Nachkommenschaftsleistung sind folglich sowohl durch einen Polycross-Test als auch in einer KN-Leistungsprüfung zu ermitteln. Die zwischen den Bestäubungsgruppen durchgeföhrten Korrelationsanalysen (Tab. 8) führen zu ähnlichen Aussagen. Die

Beziehungen zwischen KN- und HPN-Erträgen und ebenfalls zwischen den KN- und SPN-Erträgen sind mit  $r = 0,59$  und  $r = 0,70$  signifikant. Etwa 30 bis 50 Prozent der Gesamtvariabilität stimmen also in beiden Befruchtungsgruppen miteinander überein.

Daraus könnte gefolgert werden, daß bei der Selektion von Luzerneklonen einfache Nachkommenschaftsprüfungen bereits hinreichend sichere Informationen geben. In unserem Material wären dann allerdings die beiden Klone 46 und 125 von demjenigen Züchter, der lediglich KN-Ergebnisse für die Wertbeurteilung seines Zuchtmaterials zugrunde legt, eliminiert worden. Beide Klone weisen gegenüber nur mittlerer KN-eine sehr hohe HPN-Leistung auf. Die schärfere Differenzierung garantiert deshalb der Polycross-Test.

Eine Gegenüberstellung von Darstellung IIIa mit IIIb ist insofern noch interessant, als nach IIIb ein engerer Zusammenhang zwischen Klonleistung und Nachkommenschaften besteht. Er kann aber erst rückwirkend erkannt werden, während eine Selektion nach Extremwerten (IIIa) keine Beziehungen zu den Nachkommenschaften bietet. In der Literatur besteht verschiedentlich Übereinstimmung zwischen Mutter- und Nachkommenschaftsleistung. Sie mag zum Teil ebenfalls aus einer rückschauenden Betrachtung (wie in Darstellung IIIb) gefunden worden sein.

Tabelle 9. Korrelationen zwischen den Nachkommenschaften der einzelnen Bestäubungsgruppen.

Vergleich	n	r	$r_{max}$ bei $P = 5\%$	b	Sicherung
KN — HPN	38	0,59	0,39	0,62	+++
KN — Plus-PN	13	0,27	0,55	0,25	
KN — Samen-PN	11	0,70	0,60	0,61	+
HPN — Plus-PN	13	0,82	0,55	0,69	+++
HPN — Samen-PN	11	0,74	0,60	0,63	+

d) Der Einfluß der Selbstfertilität und Inzucht auf die Nachkommenschaftsleistung. Bei der mehrjährigen Beobachtung der Mutterklone fielen einige besonders durch ihren regelmäßig guten Samenansatz auf. Sie hatten auch in den witterungsbedingt ungünstigen Samenjahren 1957 und 1958 hohe Erträge geliefert. Fünf dieser Klone wurden vegetativ stärker vermehrt und voneinander isoliert angebaut. Der durch Selbstung erzielte Samenansatz war beträchtlich (Abb. 2). Ihre Nachkommenschaften fielen in der Grünleistung aber erheblich ab, obwohl die gleichen Klone in den PC-Prüfungen mittlere Leistungen erbracht hatten. Wie Höhenmessungen ergeben haben, waren die  $I_1$ -Pflanzen der Bestäubungsgruppe 6 im Vergleich zu den  $F_1$ -Pflanzen der Gruppe 7 ebenfalls weniger wüchsig. Auch die Samenerträge der  $I_1$ -Linien lagen niedriger als bei den zugehörigen  $F_1$ -Familien. Demnach scheint auch Luzerne trotz ihrer Polyploidie bereits auf einmalige Inzucht mit Ertragsdepressionen zu reagieren.

Das Ergebnis ist insofern wichtig, als hierdurch der Einwand berechtigt erscheint, daß Klonparzellen die intraklonale Bestäubung begünstigen. Die verschiedene Höhe des Selbstungsansatzes im Klon könnte dann zu einer Differenzierung der Nachkommenschaften führen, die von der nach Fremdbestäubung mehr oder weniger abweicht.

Obwohl auch in unserem Material die Selbstcompatibilität in Erscheinung tritt und sogar in

recht weiten Grenzen variiert (0,1—80%), war sie im Mittel mit 17% aber relativ gering. Auch die höheren PN-Erträge scheinen dafür zu sprechen, daß normalerweise Fremdbefruchtung vorgeherrscht hat.

Ein Vergleich der fünf besten und fünf schlechtesten KN mit ihren entsprechenden Polycrossnachkommen zeigt zwar auch, daß die Ertragszunahme nach panmiktischer Bestäubung bei den Klonen mit nur geringer KN-Leistung am höchsten ist. Die mittlere Selbstfertilität ist aber in beiden Gruppen etwa gleich hoch, wie die letzte Spalte der Tabelle 10 verdeutlicht. Eine in der Tabelle 11 vorgenommene Gruppierung der Klone nach den größten und geringsten Ertragszunahmen von KN zu HPN an jeweils neun Nachkommenschaften bestätigt nochmals, daß die Selbstfertilität den Ertrag der Nachkommen-



Abb. 2. Samenansatz bei einem selbstfertilen Klon im isolierten Anbau.

Tabelle 10. Ertragsdifferenzen zwischen KN und HPN bzw. Plus-PN der besten und schlechtesten Klonnachkommenschaften und ihre mittlere Selbstfertilität.

	dt/ha	Ertrag der dazugehörigen HPN bzw. Plus-PN dt/ha	Differenz dt/ha	Zunahme von KN zu PN im Vergleich zum Gesamt- mittel KN und HPN (49,4 dt/ha)	Mittlere Selbstfertilität der Klone
Mittlerer Ertrag der 5 besten KN	52,4	HPN	53,7	1,3	2,6%
5 schlechtesten KN	44,1	HPN	49,9	5,8	11,7%
4 besten KN	52,6	Plus-PN	53,6	1,0	2,0%
4 schlechtesten KN	47,6	Plus-PN	52,5	4,9	10,0%

Tabelle 11. Selbstfertilität der Klone mit höchster und geringster Ertragsdifferenz zwischen KN und HPN.

Klone mit größter Differenz	Klon-Nr. KN-Erträge (Durchschnitt eines Aufwuchses)	8	10	22	46	76	99	125	140	143	Mittel
	46,5	46,0	44,0	49,5	45,5	44,0	48,0	48,5	52,0	49,3	
	51,5	52,0	50,0	55,0	49,5	50,5	56,0	52,5	57,0	52,6	
	+5,0 19,6	+6,0 11,7	+6,0 31,2	+5,5 38,9	+4,0 13,8	+6,5 22,0	+8,0 8,5	+4,0 18,5	+5,0 28,2	5,5 21,4%	
Klone mit geringster Differenz	Klon-Nr. KN-Erträge (Durchschnitt eines Aufwuchses)	20	26	38	45	58	62	77	82	120	
	51,0	55,0	48,5	50,5	49,0	49,5	44,5	49,5	50,0	49,7	
	52,0	54,0	49,0	51,0	48,5	48,5	45,0	45,5	49,0	49,2	
	+1,0 13,0	-1,0 21,3	+0,5 33,4	+0,5 19,0	-0,5 12,0	-1,0 6,8	+0,5 28,7	-4,0 13,2	-1,0 2,1	-0,5 16,6%	

schaft nicht vermindert hat. Die für 37 bzw. 48 Klone errechnete Korrelation zwischen Selbstfertilität und Nachkommenschaftsertrag (KN bzw. HPN) ist mit  $r = -0,2$  (vgl. Tab. 5) nicht signifikant.

Schließlich können auch noch mehrjährige Samenertragsdaten im Klonfeld als Beweis für die geringe Bedeutung der Selbstfertilität auf die Nachkommenschaftsleistung herangezogen werden. Da nach Untersuchungen mehrerer Autoren der Samenertrag bei Selbststüngeln infolge geringerer Zahl Samen pro Hülse gesenkt wird (z. B. OHLENDORF 1960), war die Höhe der Fertilität ein Hinweis für die Bestäubungsverhältnisse im Klonfeld. 1957 und 1958 wurden zum ersten und zweiten Aufwuchs von jedem Klon Pflanzen aus der Mitte der Parzelle mit Randpflanzen zu beiden Nachbarklonen verglichen. Abweichungen im Samenertrag zwischen Rand- und Mittelpflanzen unterlagen dem Zufall und waren nicht an die Höhe der Selbstfertilität einzelner Klone gebunden. Auch dieses Ergebnis zeigt, daß zwischen den einzelnen

Nachkommenschaften echte Ertragsunterschiede vorliegen und höhere bzw. geringere Anteile Selbststüngelsaatgut oder unterschiedliche Inzuchtverträglichkeit nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Ertragsdifferenzen zwischen KN und HPN lassen sich eher damit begründen, daß die Pollenmischung im Klonfeld vorwiegend auf Klone der näheren Umgebung beschränkt blieb, während im Polycrossfeld eine größere Anzahl Genotypen beteiligt war. Im Klonfeld konnte das Bestäubungsergebnis durch die zufällige Nachbarschaft guter und schlechterer Klone beeinträchtigt werden.

### Diskussion der Ergebnisse

In den neueren Züchtungsverfahren für Fremdbefruchteter zeichnen sich Bestrebungen ab, nicht nur, wie in der Familienzüchtung, die Mutterleistung bei der Selektion des Zuchtmaterials zu berücksichtigen, sondern mehr und mehr auch den väterlichen Anteil am Zustandekommen eines Leistungsgewinnes unter

Tabelle 12. Die Anzahl dominanter (Leistungs-)Faktoren nach panmiktischer und gelenkter Bestäubung für ein tetraploides Modellbeispiel mit zwei verschiedenen Faktoren.

Muttergenotypen		Nachkommenschaften			
Anzahl der Kombinationen und Dominanzverhältnis		Panmiktische Bestäubung aller 25 Muttergenotypen (Mindestpflanzenzahl je Nachkommenschaft 324)	Dominante Faktoren $\varnothing$ pro Pflanze	Gelenkte Bestäubung der ersten bzw. letzten 5 Muttergenotypen (Mindestpflanzenzahl je Nachkommenschaft 180)	Dominante Faktoren $\varnothing$ pro Pflanze
		Prozentualer Anteil dominanter Faktoren $D_8 r_0 = 100\%$	abs. rel.	abs.	rel. (Relativzahl zum Gesamtmittel nach panmiktischer Bestäubung)
1 $D_8 r_0$	AAAA BBBB	100% (100%)*			
2 $D_7 r_1$	AAAA BBBb AAAa BBBB	91,7	5,4 135	6,8	170
3 $D_6 r_2$	AAAA BBbb AAaa BBBB AAAa BBBb	83,3 (75%)*			
4 $D_5 r_3$	AAAA Bbbb Aaaa BBBB AAAa BBbb AAaa BBBb	75,0			
5 $D_4 r_4$	AAAA bbbb aaaa BBBB AAAa bbBb AAaa bbBb AAaa bbbb	66,7 (50%)*		4,0 = gleichzeitig Ge- sammt $\bar{x} = 100$	
4 $D_3 r_5$	AAAa bbbb aaaa bBBB AAaa bbbB AAaa bbBB	58,3			
3 $D_2 r_6$	Aaaa bbbB aaaa bbBB AAaa bbbb	50,0 (38%)*			
2 $D_1 r_7$	Aaaa bbbb aaaa bbBB	41,7	2,6 65	1,2	30
1 $D_0 r_8$	aaaa bbbb	33,0 (25%)*			

\* In Klammern jeweils die entsprechende Vergleichszahl für ein diploides Modell nach WELLENSIEK (1952).

Kontrolle zu bekommen. Gegenüber einjährigen Kulturen bieten dabei mehrjährige Futterpflanzen den Vorteil, daß sie einen Rückgriff auf die Ausgangsindividuen erlauben, wenn ihre Nachkommenschaften genügend Anhaltspunkte für eine solche Maßnahme ergeben haben. Bei den Futterpflanzen lassen sich durch bestimmte Klone ähnliche Kombinationseffekte erzielen, wie sie in der Heterosiszüchtung von entsprechenden Inzuchtlinien bekannt sind, so daß die Zahl „synthetischer Sorten“, die mit Hilfe weniger Klone erzeugt werden, ständig zunimmt.

Damit wird bei den Futterpflanzen ein ähnliches Problem akut, wie es bei der Entwicklung der Heterosis-Züchtung des Maises diskutiert worden ist. Hier wurde lange Zeit die Leistung der Inzuchtlinien per se vernachlässigt und der Kombinationseignung der besondere Vorzug gegeben. In dem Maße, wie es aber durch recurrente Selektion und andere Zuchzyklen gelungen ist, das Ertragspotential der Inzuchtlinie selbst zu heben, spielt deren Eigenleistung bei der Wahl geeigneter Kombinationspartner wieder eine gewisse Rolle. Für die Futterpflanzen lauten die Fragestellungen ganz ähnlich:

Kann die Klonleistung als solche schon die Selektion erleichtern, genügt u. U. die Familienleistung, oder muß erst durch besondere Testverfahren die Kombinationswirkung ermittelt werden?

Diesen Fragen war die vorliegende Untersuchung an Luzerne gewidmet.

Nachkommenschaftsleistung und Kombinationswert bieten nur dann Anhaltspunkte für die Selektion, wenn sicher ist, daß sie durch Inzuchtwirkungen

nicht verschäflicht worden sind und eine weitgehende Panmixie stattgefunden hat. Diese Voraussetzungen sind aber selbst in Polycrossfeldern häufig nicht gegeben, weil entweder die Zahl der bestäubenden Insekten für eine allseitige Fremdbefruchtung nicht ausreicht, zu wenige Wiederholungen verwendet werden oder die Selbstcompatibilität der verwendeten Klone das für Kreuzbefruchtung zulässige Maß überschreitet. So fehlen z. B. nach den Untersuchungen LESINS' (1950) unter schwedischen Verhältnissen die zur Bestäubung notwendigen Insekten. In englischen Versuchen, von denen FYFE (1958) berichtet, hat die Selbstfertilität des Ausgangsmaterials nur eine geringe Kreuzbestäubung ermöglicht. LESINS (1961) hat neuerdings starke Bedenken geäußert, ob Luzerne zu den obligatorischen Fremdbefruchtern zu zählen sei, und empfiehlt, nach hochselbstfertilen, inzuchtunempfindlichen Pflanzen zu suchen.

Für unser Material können die genannten Einschränkungen nicht gemacht werden. Die eigenen Untersuchungen (STEUCKARDT, 1961, 1962) haben ergeben, daß unter den Dornburger Verhältnissen genügend Honigbienen notfalls durch Wanderung bereitstehen und außerdem eine hinreichende Selbstauslösung für die Kreuzbestäubung gegeben ist.

Ferner konnte gezeigt werden, daß weder nach Abböte im Polycrossfeld noch im Klongarten ein Einfluß der Selbstfertilität auf die Nachkommenschaftsleistung zu erkennen war, obwohl gerade im Klonfeld die vierreihig angebauten Klonparzellen eine intraklonale Bestäubung ermöglicht hätten. Die zwischen den einzelnen Nachkommenschaften angezeigten

Differenzen möchten wir mehr auf echte Unterschiede in der Kombinationseignung zurückführen und weniger als Folge größerer oder kleinerer Anteile Selbststungssaatgutes oder unterschiedlicher Inzuchtverträglichkeit interpretieren. WILSIE und SKORY (1948), BOLTON (1948) sowie WILSIE (1951), MC ALLISTER (1951), MÖLLER-NIELSEN (1958) und OHLENDORF (1960) messen der Selbstfertilität der Luzerne ebenfalls wenig Bedeutung für die Fremdbestäubung bei. TYSDAL und CRANDALL (1948) halten erst Selbstfertilitätsgrade über 30% von Einfluß auf die Nachkommenschaft, empfehlen aber, wie auch TYSDAL u. KIESSELBACH (1944) und GRAUMANN (1952), Klone mit hoher Selbstfertilität auszuschalten.

Da aus den vorgenannten Gründen die geringere Leistung der Klonnachkommenschaften nicht als Folge einer Inzuchtwirkung gedeutet werden muß, halten wir eine mehr eingeschränkte Befruchtung im Klongarten für die wahrscheinlichere Erklärung. Die im Vergleich zur PN wesentlich höhere KN-Leistung des Klones 82 dürfte vielleicht auch auf spezifische Kombinationseffekte mit Nachbarklonen zurückzuführen sein. DRÜSEDAU (1953) hat in einer genetischen Studie an *Coreopsis* den stärkeren Einfluß der Nachbarpflanzen auf die Nachkommenschaft überzeugend nachgewiesen. WIT (1952), GRUNDER-DERMANIS (1952) u. a. haben für Futterpflanzenklone ähnliche Ergebnisse erhalten. Nach WIT kann ein Klon bis zu 74% von den drei der zu beiden Seiten gelegenen Nachbarn befruchtet werden. Wenn mit stärkeren Nachbarschaftseffekten zu rechnen ist, erhebt sich die Frage, ob eine Nachkommenschaftsbeurteilung von Klonen nach freier Abblüte im Klongarten ausreichende Informationen über die allgemeine Kombinationseignung gibt. In der Literatur wird die Frage sehr unterschiedlich beurteilt. Unseres Wissens gibt es bei Luzerne nur von FYFE (1958) eine positive Bemerkung zu diesem Thema, da er die Wirksamkeit von KN günstig beurteilt und auf die arbeitsaufwendigeren Polycrossteste verzichten möchte. Für Gräser und andere Futterpflanzen sei in diesem Zusammenhang auf das Sammelreferat von FORBRIGER (1959) verwiesen. Nach unseren Ergebnissen ist ein gewisser Zusammenhang zwischen KN und PN gegeben, denn von den fünf besten PN waren drei auch in KN-Prüfungen aufgefunden worden. Trotz signifikanter Korrelation ( $r = 0,59$ ) besteht nach dem Bestimmtheitsmaß für das Gesamtmaterial aber nur eine Übereinstimmung von 35%. Hinzu kommt, daß zwischen KN und Plus-PN keinerlei Beziehungen bestehen, so daß unseres Erachtens die Nachkommenschaftsprüfung von Klonen nur geringe Möglichkeiten zur Beurteilung von Kombinationseffekten bietet. Möglicherweise ist wie bei anderen Futterpflanzen (JOHNSON 1952, HEINRICH 1953, KNOWLES 1955) durch wiederholten Anbau der Klonparzellen auch für Luzerne die Information zu erhöhen. Vorläufig möchten wir aber die KN-Prüfung nur als Vorselektion für spätere Polycrossteste empfohlen.

Um die Kombinationseignung von Klonen in Polycrosstesten exakt zu erfassen, ist es notwendig, für die Bestäubung aller Klonparzellen durch ein homogenes Pollengemisch (Panmixie) zu sorgen. Deshalb wurde von HITTLE (1954), ZIMMERMANN (zit. bei FORBRIGER 1959) und anderen empfohlen, die

Parzellen auf eine Pflanze zu reduzieren, eine Maßnahme, die auch bei der Anlage unserer Polycrossfelder berücksichtigt wurde. Andere Autoren wie SCHAEPMAN (1952) und WASSOM u. KALTON (1958) haben versucht, durch Entnahme einheitlicher Samenmengen je Pflanze bzw. Wiederholung den stärkeren Einfluß von Nachbarpflanzen zu eliminieren. Der Polycrosstest hat am vorliegenden Material die Kombinationseignung der Klone besser als die einfachen KN-Prüfungen charakterisiert und 15% guter Klone aufgezeigt.

Die noch größere Wirkung konnte aber erzielt werden, wenn zuerst eine Auslese nach ertragsbestimmenden Merkmalen erfolgte und mit diesen vorselektierten Klonen ein Polycrosstest vorgenommen wurde. Von den 20 selektierten und geprüften waren sechs (30%) überdurchschnittlich gut, so daß die Wirksamkeit des „Plus“-Polycross doppelt so groß war wie die des Hauptpolycross. Dieses durch eine gelenkte Bestäubung von „Plus“-Typen erzielte Ergebnis scheint in einem gewissen Widerspruch zu den Befunden zu liegen, nach denen die individuelle Leistung der Klone für die Kombinationseignung wenig wirksam war.

Anhand von Korrelationsrechnungen (vgl. Tab. 5) konnte gezeigt werden, daß zwischen dem individuellen Ertrag der im Klongarten bzw. im Polycross stehenden Mutterklove und der Futterleistung der Nachkommenschaften keine signifikanten Beziehungen bestehen. Auch die Klone mit extremer Leistung stimmten bis auf eine Ausnahme (Klon 57) nicht mit ihren zugehörigen Nachkommenschaften überein.

Aus der Tabelle 7 kann andererseits entnommen werden, daß durch die Abblüte der nach Ertragsmerkmalen ausgelesenen „Minus“, „Plus“- und „Samenklove“ in separierten Bestäubungsgruppen eine deutliche Verschiebung im Sinne der vorgenommenen Selektion eingetreten ist. Die nach phänotypischen Gesichtspunkten erfolgte Auswahl ist bis zu einem gewissen Grade durch die individuelle Leistung der betreffenden Klone und die Ergebnisse ihrer Nachkommenschaften bestätigt worden. Während neun der auswertbaren „Minusklove“ durchschnittlich 366 g Grünmasse je Pflanze und 46,5 dt/ha je Nachkommenschaft geliefert haben, betrug das mittlere Einzelpflanzengewicht von 12 vergleichbaren „Plusklonen“ 439 g mit einer Familienleistung von 49,8 dt/ha (vgl. Tab. 1 und 6).

Die widersprüchlichen Befunde scheinen sich aufzuklären, wenn man bei der Klonselektion zwischen einer in Schnittprüfungen wägbaren individuellen Leistung und der Bonitur ertragsbildender Merkmale trennt. Eigenschaften wie Wuchshöhe, Bestockung, Verzweigung, Stengeldicke, Standfestigkeit u. a. scheinen für die Auslese doch wichtiger zu sein und mit der Nachkommenschaftsleistung enger zu korrelieren als die wägbare Masse. Dadurch wird auch verständlich, weshalb eine gemeinsame Abblüte von Klonen mit ertragsfördernden Merkmalen einen entsprechend hohen Ertrag bei den Nachkommenschaften bewirkt hat.

Dieses Ergebnis spricht dafür, daß eine eingehende Analyse der Klone für die Selektion von Bedeutung sein kann. Bereits FLEISCHMANN (1926), HACKBARTH und UFER (1935), WERNER (zit. bei JUNGFER 1955)

JUNGFER (1955) u. a. betonen den Vorteil einer Klonselektion gegenüber einer Auslese von Einzelpflanzen. Auch unsere aus 20 Pflanzen bestehenden Klonparzellen hoben sich deutlich voneinander ab und ließen große individuelle Unterschiede sichtbar werden. Die Eigenschaften waren zum Teil so augenscheinlich verdeutlicht, daß zeitweilig der Eindruck entstand, man könne mit einer Selektion unter den Klonen allein auskommen und auf eine Nachkommenschaftsprüfung verzichten.

Die Brauchbarkeit einer Klonbeurteilung wird in der Literatur unterschiedlich bewertet. Während die obengenannten Autoren positiv urteilen, wird von anderer Seite (z. B. THOENES 1934, FYFE 1958, NÜESCH 1960) darauf hingewiesen, daß Pflanzen im Drillbestand um Wasser und Nährstoffe mehr konkurrieren als weitgestellte Einzelpflanzen oder Klone. Die mangelnde Übereinstimmung zwischen Klon- und Nachkommenschaftsleistung kann daher durch die unterschiedliche Ausnutzung des Standraumes von Klonpflanzen und Sämlingen bedingt sein. KEHR und GARDNER (1960) und WILSIE und SKORY (1948) weisen außerdem auf die gegenüber Sämlingspflanzen unterschiedliche Bewurzelung von vegetativ vermehrten Pflanzen hin.

Bei gleicher Anbauweise von Klon und Nachkommenschaften (weitgestellte Sämlinge) haben einige Autoren, z. B. Mc ALLISTER (1951), CARNAHAN et al. (1960), DAVIS u. PANTON (1960), FRAKES, DAVIS u. PATTERSON (1961) eine engere Übereinstimmung zwischen Mutter- und Tochterleistung gefunden. Sie beruht sicherlich darauf, daß die im Drillbestand vorhandenen Konkurrenzbedingungen mehr oder weniger aufgehoben sind. Es bleibt aber zu fragen, ob hieraus sichere Schlüsse gezogen werden können, wenn die späteren Generationen doch gedrillt werden müssen. Vielleicht würde ein Vergleich von eng gepflanzten, den natürlichen Verhältnissen mehr entsprechenden Klonparzellen mit Drillbeständen zu einer besseren Übereinstimmung der beiderseitigen Leistung führen.

Vergleicht man die besten bzw. schlechtesten Nachkommenschaften mit der Leistung ihrer zugehörigen Klone, findet man häufig eine gewisse Übereinstimmung zwischen beiden Generationen, die aber erst bei dieser rückschauenden Betrachtung erkannt wird. Leider wird dieser Zusammenhang bei der Auswahl scheinbar bester Klone wenig wirksam, deutet aber darauf hin, phänotypisch guten Klonen den Vorzug zu geben (vgl. Darst. IIIa und b). Blühen nämlich derartige Klone in Bestäubungsgruppen gemeinsam ab, erhalten wir den ersten Zyklus einer recurrenten Selektion und können mit entsprechender Verbesserung in der Nachkommenschaft rechnen.

Der züchterische Vorteil einer gelenkten Bestäubung läßt sich für die polyploide Luzerne auch aus theoretischen Überlegungen ableiten:

WELLENSIEK (1952) wies an einem diploiden Modellbeispiel für zwei Faktoren nach, daß mit dem Test auf gute Kombinationseignung eine Selektion auf die mehr homozygoten Formen mit dominanten Leistungsmerkmalen erfolgt. Bei der Berechnung eines tetraploiden Beispiels zeigen sich im Spaltungsverhalten — Panmixie vorausgesetzt — (Tab. 12) keine wesentlichen Abweichungen zu dem WELLENSIEKSchen Modell. Greift man aus einem bifaktoriellen

tetraploiden Modell in der  $F_1$  die 5 homozygotesten Formen mit 6, 7 und 8 dominanten bzw. rezessiven Genen heraus und berechnet die in deren Nachkommenschaft zu erwartenden dominanten bzw. rezessiven Faktoren, wenn eine gegenseitige Bestäubung innerhalb der Gruppen stattgefunden hat, zeigt sich eine Anreicherung bzw. ein Abfall um jeweils 35% gegenüber allseitiger Bestäubung.

Die Beispiele passen sich den aus unseren Versuchen gewonnenen Ergebnissen gut an, wenn auch in der Praxis wesentlich kompliziertere genetische Verhältnisse vorliegen und vor allem die für den Ertrag verantwortliche Faktorenzahl um ein Vielfaches größer ist.

### Zusammenfassung

1. In einem züchtungsmethodischen Versuch wurden vergleichende Untersuchungen über die individuelle Leistung von Klone (bzw. Leistungsmerkmale an Klone) in Beziehung zu deren Nachkommenschaften nach freier Abblüte sowie nach einem Polycross-Test und nach gelenkter Bestäubung durchgeführt.

2. Die verwendeten Klone zeigten signifikante Unterschiede in ihrer individuellen Leistung. Die Korrelation zwischen Mutter- und Nachkommenschaftsertrag war jedoch in keinem Falle gesichert. Eine Auswahl der Klone nach höchster individueller Leistung führte zu keiner Verbesserung in der Nachkommenschaft.

3. Im Klonfeld wurden die Klone durch ein heterogenes Pollengemisch bestäubt, wodurch ihre Nachkommenschaften den mittleren Leistungswert weniger scharf zum Ausdruck bringen ( $KN - HPN r = 0,59$ ). Die Selbstfertilität scheint trotz der begünstigten intraklonalen Bestäubung keinen Einfluß auf die Nachkommenschaftsleistung zu haben.

4. Mit Hilfe des Polycross-Tests wird die Kombinationseignung der meisten Klone schärfer erfaßt und der mittlere Ertrag gegenüber eingeschränkter Bestäubung im Klonfeld erhöht.

5. Durch Abblüte der nach ertragsbestimmenden Merkmalen ausgewählten Klone in getrennten Bestäubungsgruppen erfolgte in der Nachkommenschaft eine deutliche Verschiebung in die Richtung der vorgenommenen Selektion (Auswahl unter den Klonen nach ertragsbildenden bzw. solchen Merkmalen, die nur geringen Ertrag bewirken).

6. Die Korrelation zwischen den Erträgen der Klonnachkommenschaften ( $KN$ ) und denen der zugehörigen Plus-PN war nicht gesichert. Die Korrelation zwischen den Erträgen von  $HPN$  und Plus-PN war mit  $r = 0,82$  hoch signifikant. Eine Vorselektion unter den Klonen nach Ertragsmerkmalen (u. a. Wuchshöhe, Bestockung, Nachtriebsvermögen) mit einem nachfolgenden eingeschränkten Polycross führt zur gleichen Differenzierung wie ein Polycross-Test mit vielen Klonen.

7. Die Nachkommenschaften des Plus-Polycross hatten den höchsten Durchschnittsertrag. Sie können als erster Zyklus einer recurrenten Selektion angesehen werden.

Für ihre Mitarbeit bei der Anlage und Betreuung der Versuche danken wir an dieser Stelle Fr. I. DIETRICH recht herzlich.

## Literatur

1. BOLTON, J. H.: A study of combining ability of alfalfa in relation to certain methods of selection. *Sci. Agricul.* **28**, 97—126 (1948). — 2. CARNAHAN, H. L., et al.: General vs. specific combining ability in alfalfa for seedling vigor and fall growth habit in the year of establishment. *Agronomy J.* **52**, 511—516 (1960). — 3. CHRISTIE, B. R. and R. R. KALTON: Recurrent selection for seed weight in bromegrass, *Bromus inermis*, Leyss. *Agronomy J.* **52**, 575—578 (1960). — 4. DAVIS, R. L., and C. PANTON: Measures of general and specific combining ability in alfalfa. *Abstr. ann. meet. Amer. Soc. Agron.*, Cincinnati, Ohio 1959. Ref.: *Plant Breed. Abstr.* **30**, Nr. 1216 (1960). — 5. DRÜSEDAU, E.: Untersuchungen über die Bestäubungsverhältnisse innerhalb frei abblühender Populationen einer fremdbefruchtenden Pflanze. *Z. Pflanzenzücht.* **32**, 421—444 (1953). — 6. FLEISCHMANN, R.: Beitrag zur Züchtung der Ungarischen Luzerne. *Z. Pflanzenzücht.* **11**, 211—240 (1926). — 7. FORBRIGER, E.: Methoden zur Prüfung von Futterpflanzenzuchtmaterial auf Kombinationsfähigkeit und deren Bedeutung für die Futterpflanzenzüchtung (Sammelreferat). *Z. Pflanzenzücht.* **41**, 343—370 (1959). — 8. FRAKES, R. V., R. L. DAVIS and F. L. PATTERSON: The breeding behavior of yield and related variables in alfalfa. I. Replicated clonal plants. *Crop Sci.* **1**, 205—207 (1961). — 9. FYFE, J. L.: Breeding lucerne for English conditions. *Genetica agraria (Pavia)* **9**, 248—259 (1958). — 10. GRAUMANN, H. O.: The polycross method of breeding in relation to synthetic varieties and recurrent selection of new clones. *Proc. VI. Internat. Grassl. Congr.* **1**, 314—319 (1952). — 11. GRUNDER, M. S., and P. DERMANIS: The effect of pollinator plants of seed set in vegetatively propagated orchard grass. *Agronomy J.* **44**, 275—276 (1952). — 12. HACKBARTH, J., und M. UFER: Züchterische Beobachtungen an Luzerneklonen. *Züchter* **7**, 281—284 (1935). — 13. HEINRICHS, D. H.: Methods of breeding *Agropyron intermedium*. *Canad. J. agric. Sci.* **33**, 470—493 (1953). — 14. HITTLE, C. N. A.: A study of the polycross progeny testing technique as used in the breeding of smooth bromegrass. *Agronomy J.* **46**, 521—523 (1954). — 15. JUNGFER, E.: Kurztagbehandelte Klone in der Roggenzüchtung. *Züchter* **25**, 255—262 (1955). — 16. JOHNSON, I. J.: Effectiveness of recurrent selection for general combining ability in sweet clover, *Melilotus officinalis*. *Agronomy J.* **44**, 476—481 (1952). — 17. KEHR, W. R., and C. O. GARDNER: Genetic variability in Ranger alfalfa. *Agronomy J.* **52**, 41—44 (1960). — 18. KNOWLES, R. P.: Testing for combining ability in bromegrass. *Agronomy J.* **47**, 15—20 (1955). — 19. LESINS, K.: Investigations into seed setting of lucerne at Ultuna, Sweden 1945—1949. *Ann. roy. agric. Coll. Swed.* **17**, 441—483 (1950). — 20. LESINS, K.: Mode of fertilization in relation to breeding methods in alfalfa. *Z. Pflanzenzücht.* **45**, 31—54 (1961). — 21. McALLISTER, D. R.: The combining ability of selected alfalfa clones as related to the self-fertility of the clones, their  $F_1$  and  $F_2$  progenies. *Iowa State Coll. J. Sci.* **25**, 283—284 (1951). — 22. MÖLLER-NIELSON, H. J.: Studies on fertility in lucerne and the relation between self-fertility and crop yield. *Årsskr. Kungl. Vet. og Landb. Højskool.*, Kobenhavn, 48—63 (1958). — 23. MUDRA, A.: *Einführung in die Methodik der Feldversuche*. S. Hirzel-Verlag, Leipzig 1952. — 24. NÜESCH, B. E.: Untersuchungen an Rotklee-Populationen im Hinblick auf die züchterische Verbesserung des Mattenklee. *Landwirtsch. Jb. Schweiz* **74**, 305—307 (1960). — 25. OHLENDORF, H.: Untersuchungen über den Samenansatz bei *Medicago falcata* und Artbastarden *Medicago falcata*  $\times$  *Medicago sativa*. *Z. Pflanzenzücht.* **43**, 329—376 (1960). — 26. SCHAEPMAN, H.: Application of the polycross test to grass breeding. *Euphytica (Wageningen)* **1**, 105—111 (1952). — 27. STEUCKARDT, R., und H. OSCHMANN: Bienenwanderung in die Luzerne. *Leipziger Bienenztg.* **75**, 246—248 (1961). — 28. STEUCKARDT, R.: Untersuchungen über die Wirksamkeit von Honigbienen (*Apis mellifica*) bei der Luzernebestäubung. *Z. Pflanzenzücht.* (1962) (im Druck). — 29. THOENES, H.: Ein Beitrag zum Problem der Elitenauslese. *Pflanzenbau* **11**, 310—312 (1934). — 30. TYSDAL, H. M., and T. A. KISSLBACH: Hybrid alfalfa. *J. Amer. Soc. Agron.* **36**, 649—667 (1944). — 31. TYSDAL, H. M., T. A. KISSLBACH and H. L. WESTOVER: Alfalfa breeding. *Nebr. Agr. Exp. Sta. Res. Bul.* **124** (1942). — 32. TYSDAL, H. M., and B. H. CRANDALL: The polycross progeny performance as an index of the combining ability of alfalfa clones. *J. Amer. Soc. Agron.* **40**, 293—306 (1948). — 33. WASSOM, C. E., and R. R. KALTON: Evaluation of combining ability in *Dactylis glomerata* L. IV. Randomness of pollination in topcross and polycross nurseries. *Agronomy J.* **50**, 640—643 (1958). — 34. WELLENSIEK, S. J.: The theoretical basis of the polycross test. *Euphytica (Wageningen)* **1**, 15—19 (1952). — 35. WILSIE, C. P., and J. SKORY: Self-fertility of erect and pasture type alfalfa clones as related to the vigor and fertility of their inbred and outcrossed progenies. *J. Amer. Soc. Agron.* **40**, 786—794 (1948). — 36. WILSIE, C. P.: Self-fertility and forage yields of alfalfa selections and their progenies. *Agronomy J.* **43**, 555—560 (1951). — 37. WIT, F.: The pollination of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in clonal plantations and polycross fields. *Euphytica (Wageningen)* **1**, 95—105 (1952).

Aus dem Institut für landwirtschaftliche Forschungen Bukarest

## Die Ertragsfähigkeit der Maisdoppelhybriden und der Sortenhybriden in der Volksrepublik Rumänien\*

Von N. SAULESCU

Die systematische Versuchsanstellung mit ausländischen Maisdoppelhybriden in der Volksrepublik Rumänien wurde in den Jahren 1957—1960 vom Forschungsinstitut für Maisbau, Fundulea, durchgeführt. In die Versuche wurden besonders die aus der UdSSR, aus Ungarn, Italien, Frankreich und Amerika stammenden Doppelhybriden einbezogen, von denen die besten auf großen Flächen von Staatsgütern angebaut wurden.

Die meisten Hybriden stammten aus dem „Maisgürtel“ der USA (corn belt) und Canada, also aus Zonen, die von den unsrigen sehr verschieden sind, was die Temperatur, die Regenmenge und die Luftfeuchtigkeit anbetrifft. Natürlich wäre es gewesen,

wenn die Mehrzahl dieser Hybriden für unser Land bzw. für einige Zonen unseres Landes nicht geeignet gewesen wären. Aus diesem Grunde wurden die Versuchsergebnisse bei uns mit großem Interesse erwartet.

Die ausländischen Doppelhybriden, die aus Kreuzungen von Inzuchtketten hervorgegangen sind, wurden in den Versuchen mit Sortenhybriden und einheimischen Sorten verglichen. Diese Sorten und Sortenhybriden waren ernste Konkurrenten für die ausländischen Doppelhybriden, da sie aus einheimischem Material stammten und so eine größere Anpassungsfähigkeit an die Umweltbedingungen unseres Landes hatten. Es ist bekannt, daß sie besonders hitze- unddürrefest sind und auch kältefest im Frühjahr, Witterungsverhältnisse, die sehr

\* Herrn Professor Dr. STUBBE zum 60. Geburtstag gewidmet.