

Abschließend sei noch kurz auf die Bedeutung des Grades der Blattkräuselung für die Züchtung eingegangen. Starke Kräuselung der Blätter gilt hier bekanntlich als ein züchterisch wertvolles Merkmal. Koch- und Kostversuche mit stark- und schwachgekräuselten Pflanzen aus unseren Kreuzungsnachkommenschaften zeigten indes, daß die Pflanzen mit schwachgekräuselten Blättern eine Speise ergaben, die bei wesentlich geringerer Kochdauer sehr viel zarter war als diejenige, welche bei beträchtlich längerem Kochen aus stark gekräuselten Blättern erhalten werden konnte. Diese größere Zartheit der Blätter von schwach gekräuselten Grünkohlformen dürfte wohl darauf beruhen, daß bei den großzelligen Blättern der Quotient  $\frac{\text{Oberfläche}}{\text{Volumen}}$  bei den einzelnen Zellen kleiner ist als bei den kleinzelligen Pflanzen. Damit aber ist gleichzeitig auch der Anteil der Zellwände an dem Gesamtblatt bei den großzelligen Typen kleiner als bei den kleinzelligen. Ferner ist nach unseren Untersuchungen an polyploiden Pflanzen (SCHWANITZ 1949) damit zu rechnen, daß bei den kleinzelligen Kohlblättern auch der Anteil der Leitbündel je Flächeneinheit gesteigert ist. Beides, die Vermehrung des Zellwandanteils wie auch die Menge der Gefäßbündel steigert einmal die Festigkeit und Härte des Blattgewebes, zum anderen aber auch den Anteil an unverdaulichen Bestandteilen. Die lediglich von ästhetischen Gesichtspunkten geleitete Auslese auf starke Kräuselung der Blätter, die überdies bei dem fertig zubereiteten Gemüse gar nicht mehr zur Wirkung kommt, hat beim Grünkohl somit zu einer Verschlechterung der Qualität geführt.

### Zusammenfassung.

Bei einer Neuzüchtung von Grünkohl, hervorgegangen aus Kreuzung zwischen Grünkohl und Wirsing und Rückkreuzung der grünkohlähnlichsten  $F_2$ -Pflanzen mit fleischigen Blättern mit Grünkohl traten ständig in größerer Zahl somatische Mutationen auf. Diese somatischen Mutationen wirkten sich so aus, daß schwach gekräuselte Blätter bzw. Blatteile stärkere Kräuselung der Blätter zeigten. In der Regel führte das Auftreten dieser somatischen Mutationen im Vegetationskegel dazu, daß schließlich alle neugebildeten Blätter einheitlich fein gekräuselt waren.

Die anatomischen Untersuchungen der schwächer und stärker gekräuselten Blätter zeigte, daß die stark gekräuselten Blatteile stets kleinzelliger waren als die schwach gekräuselten. Die stärkere Kräuselung wird also offenbar durch somatische Mutationen hervorgerufen, die in den betreffenden Geweben die Zellgröße herabsetzen.

In zwei Fällen, in denen auf einem Blatt drei scharf voneinander abgegrenzte Bezirke verschieden starker Kräuselung auftraten, entsprachen den drei Sektoren mit unterschiedlicher Blattkräuselung auch drei verschiedene Zellgrößen.

Den verschiedenen Zellvolumina scheinen entsprechende Volumina der Zellkerne zu entsprechen.

Die genetischen Deutungsmöglichkeiten dieser Erscheinung werden diskutiert.

Literatur: 1. DARLINGTON, C. D.: Recent Advances Cytology, London 1937. — 2. MALINOWSKY: Ref. in Ztschr. f. Pflanzenzüchtg. 9, 152. 1921. — 3. SCHWANITZ, F.: Untersuchungen an polyploiden Pflanzen. IV. Zum Wasserhaushalt diploider und polyploider Pflanzen. Züchter 19, 221—232. (1949).

(Aus dem Institut für Landw. Botanik der Universität Bonn).

## Über die interspezifische Kreuzbarkeit verschiedener Kürbisarten.\*

Von F. WEILING.

Mit 18 Textabbildungen.

### Einleitung.

Vor 100 Jahren (1854—1856) hat NAUDIN als erster versucht, innerhalb der Gattung *Cucurbita* Art-

kreuzungen durchzuführen. Seine Versuche blieben erfolglos wie auch die Bemühungen späterer Forscher (DRUDE 1903, 1917, BAILEY 1920, LOTSY 1919, 1920),

Tabelle 1. Übersicht über die wichtigsten erfolgreichen Artkreuzungen.

Kreuzungskombination	Autor	Jahr	$F_1$ -Generation	$F_2$ -Generation
<i>C. max.</i> × <i>C. mosch.</i>	PANGALO & GOLDHAUSEN	1939	+	+
	PEARSON, HOPP & BOHN	1951	+	+ ( $F_3$ +)
<i>C. mosch.</i> × <i>C. max.</i>	ERWIN & HABER	1929	+	—
<i>C. pepo</i> × <i>C. mosch.</i>	ERWIN & HABER	1929	+	+ ( $F_3$ +)
	PANGALO & GOLDHAUSEN	1939	+	+
<i>C. mosch.</i> × <i>C. pepo</i>	PANGALO & GOLDHAUSEN	1939	+	+
	YAMANE	1953	+	+
<i>C. max.</i> × <i>C. mixta</i>	PANGALO & GOLDHAUSEN	1939	+	+
<i>C. pepo</i> × <i>C. mixta</i>	PANGALO & GOLDHAUSEN	1939	+	+
<i>C. mosch.</i> × <i>C. mixta</i>	PANGALO & GOLDHAUSEN	1939	+	+
<i>C. max.</i> × <i>C. andreana</i>	WHITAKER	1951	+	+ ( $F_3$ +)
<i>C. andreana</i> × <i>C. max.</i>	WHITAKER	1951	+	+ ( $F_3$ +)
<i>C. andreana</i> × <i>C. fic.</i>	WHITAKER	1951	+	—

\* Mit Unterstützung durch das Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen. Ich danke Fräulein Dipl. Landw. M. SCHLOMS für ihre Hilfe bei der Durchführung der Kreuzungen in den Jahren 1951 u. 1952. Beim Ausschneiden der Keimlinge unterstützten mich außerdem studentische Hilfskräfte und Schülerinnen des Lehrganges für landw. techn. Assistentinnen an der Universität Bonn.

so daß in weiten Kreisen die Auffassung Platz griff, die einzelnen Kürbisarten ließen sich nicht miteinander kreuzen. Erst in den letzten 25 Jahren ist es gelungen, zwischen einigen offensichtlich besonders nahe verwandten Arten fertile Nachkommen zu gewinnen (Tab. 1). Trotz großer Bemühungen war es jedoch nicht möglich, die Arten *C. maxima* DUCH. und

*C. pepo* L. fertil miteinander zu kreuzen (ERWIN u. HABER 1929, CASTETTER 1930, WHITAKER u. BOHN 1950), ferner zwischen *C. ficifolia* BOUCHÉ und den genannten Arten Bastarde zu erzielen. Zwar gibt DRUDE (1917) an, aus der Kreuzung *C. pepo*, Sorte „Weißer Apfel“, × *C. ficifolia* einen fertilen Bastard („Gestreifter Apfel“) erhalten zu haben, der sich in zahlreichen Nachkommenschaften als konstant erwies. Doch konnte dieses Ergebnis weder von DRUDE, noch in eingehenden Kreuzungsversuchen von LOTSY (1920) reproduziert werden, und es ist höchst unwahrscheinlich, daß es sich hier um einen Artbastard handelte.

### Herkunft und Verbreitung der Kürbisarten, Chromosomenzahlen.

Die Gattung *Cucurbita* L. weist nach dem Index Kewensis rund 35 Arten auf. Allein in den letzten 12 Jahren hat BAILEY (1943, 1948) 11 neue Arten beschrieben. Von den angebauten Arten, deren Kultur sich über weite Gebiete der Erde erstreckt, haben *C. maxima*, *C. moschata* DUCH. und *C. ficifolia*, ferner die von PANGALO (1930) neu beschriebene Art *C. mixta* ihre Heimat in Amerika, und zwar die 3 letzten Arten in Südmexiko und Mittelamerika, *C. maxima* hingegen nach VAVILOV (1935) in Peru, Ekuador und Bolivien, nach MILLAN (1945) in Nord-Argentinien, Paraguay und den angrenzenden Gebieten von Brasilien und Chile. Umstritten ist die Heimat von *C. pepo*. Von amerikanischen Forschern wird diese Art auf Grund geschichtlicher Studien (WHITAKER 1947) sowie auf Grund von Bodenfunden (WHITAKER u. BOHN 1950) in Amerika, und zwar im Norden der Zentralplatte von Mexiko und den Südstaaten von USA angenommen, während PANGALO (1930) und VAVILOV (1935) das Entstehungszentrum in der alten Welt suchen (Vorderasien, Afrika. Vgl. SCHIEMANN (1943), SCHLÖSSER (1950) sowie GREBENŠČIKOV (1950)). Von den übrigen, weniger bekannten Arten sind nach dem Index Kewensis bzw. nach BAILEY 16 Arten in Mittelamerika, speziell in Mexiko, 4 Arten im westlichen Nordamerika und 4 Arten in Südamerika beheimatet, unter diesen *C. andreana* NAUDIN, die von WHITAKER (1951) auf Grund von Bastardierungsversuchen als mögliche Stammart von *C. maxima* angesehen wird. Eine weitere Art wird für Java, zwei werden für Japan angegeben, wo VAVILOV ein sekundäres Genzentrum von *C. moschata* feststellte. Als Entstehungszentrum der ganzen Gattung ist somit wohl Mittelamerika, insbesondere Mexiko, anzusehen, von wo sie teils nach Süden, teils nach Nordwesten und vielleicht über die amerikanisch-asiatische Landbrücke nach Ostasien ausstrahlte, während ihre altweltliche Verbreitung wohl erst im Mittelalter erfolgte.

Einen Versuch, die Wildarten auf Grund morphologischer Merkmale systematisch zu gliedern, hat BAILEY (1943, 1948) unternommen. Zytologisch sind vorerst nur wenige Arten untersucht. Die festgestellten Chromosomenzahlen (2n) betragen in den meisten Fällen 40. Doch wurden wiederholt abweichende Chromosomenzahlen angegeben (vgl. DARLINGTON und JANAKI AMMAL 1945). Polyploide Arten sind bislang nicht festgestellt worden.

### Ziel der Untersuchungen, Pflanzenmaterial und Kreuzungstechnik.

Seit 1949 wurden von mir Kreuzungen vornehmlich zwischen den Arten *C. maxima* (= M) und *C. pepo* (= P) durchgeführt (WEILING 1951, 1953). 1950 wurde *C. ficifolia* (= F), 1952 auch *C. moschata* (= Mo) in die Untersuchung einbezogen. Diese Kreuzungen sollten einen tieferen Einblick in die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den kultivierten Arten geben. Für die Untersuchungen wurden folgende Herkünfte verwendet:

- M Kattenvenne Riesenkürbis, Frucht grün, bisweilen rot gefleckt, aus einem Hausgarten in Kattenvenne bei Münster/Westf. stammend. Im Verlauf der Untersuchung wurde bei dieser Herkunft Semisterilität festgestellt.
- M Benary Riesenkürbis, Frucht gelb-rosa, aus dem Institut für Kulturpflanzenforschung in Gatersleben.
- M Schaugarten Riesenkürbis, Frucht groß, gelb, Pflanzen mit auffallend großen Blättern, aus dem Schaugarten des Institutes für Landw. Botanik Bonn. Herkunft nicht mehr bekannt.
- M Benary Walfisch aus Gatersleben.
- M Warted Hubbard von W. Atlee Burpee Co, Philadelphia 32 USA, Catalog Nr. 1040 Squash.
- P Hamburg weichschalig (convar. *giromontiina* I. GREB. var. *oleifera* PIETSCH), aus dem Institut für angewandte Botanik Hamburg. Zur Bezeichnung „weichschalig“ siehe PRYM- v. BECHERER (1955).
- P Tschermak's Ölkürbis weichschalig (convar. *giromontiina* I. GREB. var. *oleifera* PIETSCH), aus Gatersleben.
- P Schreiber's Ölkürbis weichschalig (convar. *giromontiina* I. GREB. var. *oleifera* PIETSCH), aus Gatersleben.
- P Benary weichschalig (convar. *citrullinina* I. GREB. var. *styriaca* I. GREB.), Custard, engl. weiß, aus Gatersleben.
- F Gatersleben aus Gatersleben.
- F Naldwijk aus Naldwijk, Holland; vermittelt durch Doz. Dr. KOSWIG, Bonn.
- Mo Coimbra aus dem Botanischen Garten Coimbra/Portugal.
- Mo Frankreich Herkunft Frankreich, aus Gatersleben.
- Mo Melk II aus Gatersleben.

Die Kreuzungen erfolgten in den frühen Vormittagsstunden. Die Blüten wurden am Abend zuvor mittels Pergaminbeutel isoliert. Bei der Bestäubung wurde möglichst der ganze Anthereninhalte einer männlichen Blüte auf die Narbe einer weiblichen Blüte ausgestrichen. Die bestäubten Blüten wurden für einige Tage mit Gazebeutelchen umhüllt. Da die für die Untersuchungen verwendeten M- und P-Herkünfte durchweg nur eine, selten mehr als zwei Früchte zur Entwicklung bringen, wurden nach Möglichkeit alle übrigen Ansätze und weiblichen Blüten entfernt und während der Entwicklung der Frucht höchstens eine zweite Bestäubung an der gleichen Pflanze vorgenommen. Lediglich bei F, die bei entsprechender Pflege bis zu 12 Früchte ausbildet, wurden an der

gleichen Pflanze mitunter mehrere Einkreuzungen durchgeführt.

Die statistische Auswertung der Beobachtungen und Versuchsergebnisse erfolgte an Hand der KOLLERSchen Tafeln oder, wenn die Angabe des P-Wertes als statistisches Maß wünschenswert erschien, auf Grund des t- resp.  $X^2$ -Verfahrens unter Benutzung der PÄTAUSchen Tafeln.

## Versuchsergebnisse.

### I. Gewinnung der $F_1$ -Bastardgeneration.

#### A. Ansatz und Fruchtbildung.

Das Ergebnis der in den Jahren 1949—1952 durchgeführten artfremden Bestäubungen ist aus Tabelle 2 ersichtlich. Der Kürze halber sind nur die Artkombinationen, nicht aber die für die einzelnen Kreuzungen verwendeten Herkünfte angegeben, da in

Tabelle 2. Ergebnis der artfremden Bestäubungen.

Kreuzungskombination	Jahr	Anzahl der Bestäubungen	Ertrag = Anzahl der nach artfremder Bestäubung geernteten Früchte	in % der Bestäubungen
M × P	1949	55	20	36,4
	1950	36	14	38,9
	1951	71	27	38,0
	1952	50	23	46,0
	1949—1952	212	84	39,6
P × M	1949	21	5	23,8
	1950	68	4	5,9
	1951	89	20	22,5
	1952	25	5	20,0
	1949—1952	203	34	16,7
M × F	1949	18	7	38,9
	1950	24	4	16,7
	1951	3	—	—
	1952	59	12	20,3
	1949—1952	104	23	22,1
F × M	1949	10	0	—
	1950	34	1	2,9
	1951	119	2	1,7
	1952	157	4	2,5
	1949—1952	320	7	2,2
F × P	1949	10	—	—
	1950	71	2	2,8
	1951	—	—	—
	1952	155	3	1,9
	1949—1952	236	5	2,1
P × F	1949	13	—	—
	1950	37	—	—
	1951	—	—	—
	1952	—	—	—
	1949—1952	50	—	—
M × Mo	1952	39	10	25,6

jedem Jahr mit mehreren Herkünften gearbeitet wurde. Die Anzahl der bei den einzelnen Kreuzungskombinationen geernteten Früchte (1951 in einer kurzen Originalmitteilung als „Ansatz“ bezeichnet) schwankt im Mittel zwischen 0 und 40% der durchgeführten Bestäubungen. Indessen kommen im An-

schluß an die Bestäubung beträchtlich mehr Fruchtknoten zur Entwicklung als später Früchte geerntet werden, da zahlreiche Fruchtknoten teils kurz nach Entwicklungsbeginn, teils in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium faulen. Der eigentliche Ansatz ist also beträchtlich höher als die Zahl der Früchte, die später geerntet werden und für die Gewinnung einer Nachkommenschaft praktisch von Bedeutung sind. Wir werden daher besser vom „Ertrag“ sprechen und darunter die Anzahl der nach artfremder Bestäubung geernteten Früchte verstehen.

Den höchsten Ertrag finden wir mit 39,6% der bestäubten Blüten im Mittel mehrjähriger Versuche in der Kreuzungskombination M × P. Diese Zahl kommt dem bei M nach Selbstung ebenfalls im Durchschnitt mehrjähriger Versuche erzielten Ertrag von 55,8% recht nahe. Demgegenüber fällt der Ertrag nach Bestäubung von M mit F auf 22,1% ab. Der Unterschied zwischen diesen Werten ist statistisch gesichert (KOLLER, Tafel 5 u. 6). Aber nicht nur bei den reziproken Kreuzungen zwischen M und P, sondern auch zwischen M und F zeigen sich statistisch gesicherte Unterschiede im Ertrag. Nach Kreuzung von F mit P ist die Anzahl der geernteten Früchte äußerst gering, in der umgekehrten Richtung gleich Null (statistisch nicht gesichert). Zumeist starben die Fruchtknoten bereits wenige Tage nach der Bestäubung ab. Verhältnismäßig hoch ist mit 25,6% der Anteil der nach Einkreuzung von Mo in M geernteten Früchte, während über das Verhalten der reziproken Kreuzung keine Beobachtungen vorliegen.

ERWIN und HABER ernteten nach 1218 M × P-Bestäubungen 109 Früchte (= 8,95%) und nach 737 P × M-Bestäubungen 78 Früchte (= 10,6%). Während dieses letzte Ergebnis unseren Beobachtungen in etwa entspricht, ist das Resultat der M × P-Bestäubungen erheblich niedriger als bei uns. Ob als Erklärung für diesen Unterschied besondere Kreuzbarkeitsgene angenommen werden müssen, kann auf Grund der vorliegenden Versuche nicht entschieden werden. Bekanntlich hat LEIN (1943) für den erstaunlich hohen Ansatzwert von 60% und mehr bei Weizen-Roggen-Bastardierungen mit dem Sommerweizen Chinese 466 als Mutter zwei Kreuzbarkeitsgene verantwortlich machen können, welche die einer Kreuzung normalerweise entgegenstehenden Hemmungen weitgehend aufheben. Für die Existenz eines genetisch bedingten Einflusses scheint aber ein Einzelbefund von ERWIN u. HABER zu sprechen. Aus 214 Bestäubungen von *C. pepo* Sorte Connecticut Field × *C. maxima* Sorte Hubbard erzielten diese Forscher 18 Früchte (= 8,41%), aus 181 Bestäubungen der Kombination *C. pepo* Sorte Patty Pan × *C. maxima* Sorte Hubbard 42 Früchte (= 23,2%). Auch in den eigenen Versuchen treten bei einzelnen Kreuzungskombinationen stärkere Unterschiede im Ertrag auf. Jedoch reichen die Versuchszahlen nicht aus, um diese Unterschiede statistisch zu sichern.

#### B. Beschaffenheit der Samen.

Hinsichtlich Größe und Gestalt unterscheiden sich die nach Artkreuzung erzielten Früchte nicht von den aus freier Bestäubung oder Selbstung erzielten Früchten. Fruchtfleisch wie Plazenta erscheinen in der Regel normal ausgebildet. In vielen Fällen, insbesondere nach Bestäubung von M mit P- oder F-Pollen, weichen die Samen äußerlich kaum vom ge-

wöhnlichen Verhalten ab. Abb. 1a zeigt Samen einer M-Frucht, die nach Bestäubung mit P-Pollen erzielt wurde, Abb. 1b Samen einer nach Selbstung gewonnenen Frucht. In beiden Fällen besitzen die Mutterpflanzen braunschalige Samen (*C. maxima* f. *pachysperma* nach ROSEN (1920)). Aber nicht alle Samen sind

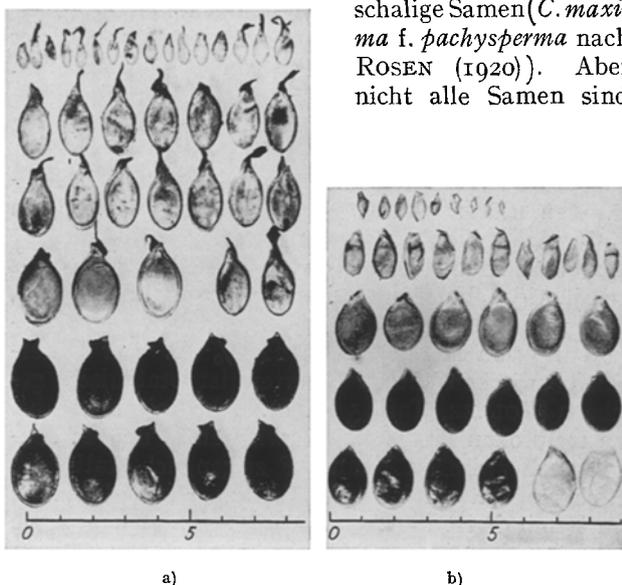


Abb. 1. Samen von M, a) nach Bestäubung mit P-Pollen, b) nach Selbstung erzielt. Reihe 1 u. 2 von unten: Samen der Gruppe 1 (in der unteren Reihe ist die nach dem Trocknen sich leicht ablösende Samentasche noch vorhanden, bei b rechts zwei leere Samentaschen). Reihe 3 von unten: Samen der Gruppe 2 bei a nur die 3 Samen links). Obere Reihen: Geschrunpfte, unvollständig entwickelte Samen der Gruppen 3 und 4.

gleichmäßig ausgebildet, sondern es lassen sich 4 Gruppen unterscheiden, von denen die letzten drei in der Entwicklung offensichtlich vorzeitig stehen geblieben sind. Neben braunschaligen Samen (Gruppe 1) finden sich oft einige anscheinend voll ausgebildete weißschalige Samen, die dem leptospermen Samentyp nach ROSEN entsprechen und sich von den

gleichen beim hartschaligen Feldkürbis (*C. pepo*), 3 Samengruppen unterscheiden (Gruppe 2—4), wobei die voll ausgebildeten Samen auf Gruppe 2 entfallen.

Als Beispiel der zahlenmäßigen Verteilung der Samen auf die soeben charakterisierten Gruppen sei in Tabelle 3 die Samenanalyse von 6 M-Früchten aufgeführt, von denen 3 nach Bestäubung mit P-Pollen, die übrigen nach Selbstbestäubung erzielt wurden. Mit einer Ausnahme weisen diese Früchte neben braunen weißschalige Samen auf. Ihr Anteil ist bei den aus artfremder Bestäubung erzielten Früchten oft besonders groß. Aber auch die Anzahl der unvollständig ausgebildeten Samen (Gruppe 3) sowie der kaum oder nur wenig weiterentwickelten Samenanlagen (Gruppe 4) ist recht erheblich.

Im Gegensatz zu diesen Befunden zeigen sich die aus artfremder Bestäubung (mit M oder F als Pollenspende) erzielten Samen bei P in den meisten Fällen ganz oder zum überwiegenden Teil geschrumpft oder unvollständig ausgebildet. Ähnlich liegen die Dinge bei F nach Bestäubung mit M- bzw. P-Pollen.

### C. Ausbildung der Bastardembryonen.

Die Ausbildung der Bastardembryonen weicht vom normalen Verhalten erheblich ab. Nur ein Teil der voll ausgebildeten Samen (Gruppe 1 und 2) ließ beim Ausschichten der Früchte in den Monaten Februar bis April des auf die Ernte folgenden Jahres einen makroskopisch sichtbaren Embryo erkennen. Die Samen der Gruppe 3 enthielten äußerst selten, die der Gruppe 4 nie einen Embryo. Die aufgefundenen Keime waren in der Regel stark verkümmert. Die Mehrzahl war vertrocknet oder teilweise zersetzt. Da die kleinen Keime in der Samenspitze liegen, lassen sie sich leicht frei präparieren, wenn man den Samen mitten durchschneidet. Nach einiger Übung wurden

Tabelle 3. Äußere Ausbildung der Samen von M nach Kreuzung mit P resp. Selbstung.

Kreuzung	Anzahl der ausgezählten Samen u. Samenanlagen	davon entfallen auf:			
		Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
a) M × P					
84/49					
M Benary × P Schreiber	582	54	1	187	340
553/50					
M Schaug. × P Tschermak	442	184	151	101	6
630/50					
M Schaug. × P Tschermak	477	45	250	78	104
b) M geselbstet					
124/50 M Kattenvenne	375	336	16	17	6
136/50 M Benary	466	318	30	92	26
2093/51 M <i>semiturbana</i> , Herkunft Frankfurt	540	32	—	508	—

ersten dadurch unterscheiden, daß die obere Testaschicht nicht verholzt ist (Gruppe 2). Andere Samen erreichen fast normale Größe, sind jedoch pergamentartig dünn, auffallend geschrumpft und augenscheinlich taub (Gruppe 3). Der Rest entfällt auf nicht oder nur schwach entwickelte Samenanlagen, die höchstens die halbe Länge normaler Samen erreichen (Gruppe 4). Entsprechend lassen sich bei *C. maxima* f. *leptosperma*, die weißschalige Samen aufweist, des-

die Embryonen einfacher dadurch freigelegt, daß der Samen auf einer Seite, etwa in der Mitte und quer zur Längsrichtung, mit dem Skalpell aufgeritzt und die untere Hälfte der Samenschale mit einer Pinzette herabgeklappt wurde. Abb. 2 zeigt eine Auswahl der aus einer M-Frucht nach Bestäubung mit P-Pollen gewonnenen Embryonen. Sie sind entsprechend ihrer Größe geordnet und noch von den Nuzellusresten umgeben.

Da die Ausbildung keimfähiger Embryonen für das Gelingen einer Artbastardierung von ausschlaggebender Bedeutung ist, suchte ich den Ursachen des Fehlens bzw. der unterschiedlichen Entwicklung der Embryonen anfänglich dadurch nachzugehen, daß die Anzahl der in den einzelnen Früchten ausgebildeten

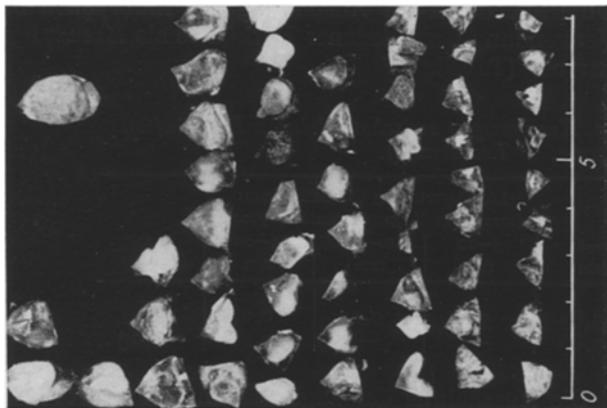


Abb. 2. MP-Embryonen aus der Kreuzung M Kattv.  $\times$  P Tschermak 627/50. Die Keime sind noch von den Nuzellusresten umgeben, die vor dem Auflegen auf Agar entfernt wurden.

Keime, ihre Größe sowie der Anteil der nicht vertrockneten oder sonstwie sichtbar abgestorbenen Embryonen ermittelt wurden. Die Untersuchung beschränkte sich auf die Samen der Gruppen 1–3, nachdem die Erfahrung gezeigt hatte, daß die Samen der Gruppe 4 keinen Keim aufwiesen.

Die Anzahl der aufgefundenen Embryonen schwankt zwischen 0 und 80% der Gesamtsamenzahl der Einzelfrucht, wobei  $\frac{3}{4}$  der Analysen in den Bereich von 0–40% entfallen. Zwischen den verschiedenen Herkunftskombinationen ließen sich gesicherte Unterschiede nicht feststellen. Als Durchschnitt von 65 Früchten der Kreuzungsrichtung M  $\times$  P ergab sich ein mittlerer Embryonengehalt von  $28,3 \pm 2,4\%$ , für 20 Früchte der reziproken Kreuzungsrichtung  $27,5 \pm 4,8\%$ . Beide Werte stimmen im Rahmen statistischer Zufallsgrenzen überein ( $P = 0,88$ ). Trotz unterschiedlicher Anzahl der in diesen Kreuzungsrichtungen erzielten Früchte wird somit prozentual die gleiche Anzahl Keime zur Ausbildung gebracht.

wurden. Diese Erwartung schien sich dadurch zu bestätigen, daß die embryoführenden Samen über die ganze Frucht ziemlich gleichmäßig verteilt sind. Somit erschien die Annahme naheliegend, daß der starke Ausfall an Embryonen bei den aus artfremder Bestäubung stammenden Früchten nicht durch fehlende Befruchtung eines Teiles der Samenanlagen, sondern durch frühzeitiges Absterben zahlreicher junger Zygoten bedingt sei, wobei möglicherweise Sterilitäts-gene beteiligt sein könnten. Tatsächlich ergab die Auszählung der keimhaltigen Samen bei einer größeren Anzahl von Früchten Zahlenverhältnisse, die Mendelspaltungen entsprachen (WEILING 1951). Die weitere Untersuchung bestätigte diese Beobachtung jedoch nicht, zumal sich zeigte, daß äußere Einflüsse den Samenansatz erheblich beeinflussen können.

Hinsichtlich der mittleren Keimlänge zeigen die Artkreuzungen mit verschiedenen Herkunftsfür den gleichen Art statistisch gesicherte Unterschiede. Es ergab die Kreuzung

M Kattv. $\times$ P Hbg (4 Früchte) die mittlere Keimlänge	$2,95 \pm 0,08$ mm
M Benary $\times$ P Hbg (10 Früchte) die mittlere Keimlänge	$1,99 \pm 0,04$ mm
M Benary $\times$ P Schreiber (4 Früchte) die mittl. Keimlänge	$2,41 \pm 0,08$ mm.

Besonders häufig wurden M Kattenvenne und P Tschermak miteinander gekreuzt. Auf Grund der Analyse von 21 Früchten ergab sich eine mittlere Keimlänge von  $2,07 \pm 0,03$  mm. Dieser Wert stimmt mit der Keimlänge von M Benary  $\times$  P Hbg. überein ( $P = 0,12$ ).

Unterschiede ergaben sich u. U. auch, wenn als Elter einmal Pflanzen, die aus Selbstung, ein anderes Mal Pflanzen der gleichen Herkunft gewählt wurden, die aus freiem Ansatz stammten, z. B.

M Kattv. $\times$ P Schreiber (4 Früchte)	(aus freiem Ansatz) (aus freiem Ansatz)	mittlere Keimlänge $2,93 \pm 0,08$ mm
M. Kattv. $\times$ P Schreiber (4 Früchte)	(aus freiem Ansatz) (aus Selbstung)	mittlere Keimlänge $1,48 \pm 0,06$ mm.

Da aber diese Kreuzungen nicht zum gleichen Zeitpunkt und somit nicht unter den gleichen äußeren

Tabelle 4. Länge der Embryonen.

Kreuzung	Zahl der untersuchten Früchte	Gesamtzahl der Samen einschließlich der nicht entwickelten Samenanlagen	Zahl der Embryonen	Davon entfallen auf die Größenklassen: (Embryonen in % der Gesamtembryonenzahl)				
				0–5 mm	5–10 mm	10–15 mm	15–20 mm	> 20 mm
M $\times$ P	65	29 933	8 430	90,60	8,98	0,37	0,05	—
P $\times$ M	20	11 791	3 140	97,93	1,88	0,03	0,13	0,03
M $\times$ F	17	8 719	1 655	88,88	10,63	0,36	0,12	—
F $\times$ M	7	2 689	249	74,70	22,09	3,21	—	—
F $\times$ P	5	1 690	292	46,23	35,62	14,38	3,42	0,34
M $\times$ Mo	4	1 646	334	24,55	14,07	43,11	18,26	—

Für die Kreuzungsrichtung M  $\times$  F ergab die Analyse bei 17 Früchten  $23,1 \pm 4,9\%$  Embryonen, für die reziproke Kreuzungsrichtung bei 7 Früchten  $11,8 \pm 3,7\%$ . Der statistische Vergleich ergibt schwache Übereinstimmung ( $P = 0,08$ ).

Da bei der Bestäubung reichlich Pollen dargeboten wurden, bestand die Möglichkeit, daß alle oder wenigstens die meisten Samenanlagen befruchtet

Bedingungen durchgeführt werden konnten, andererseits über den Einfluß der Umwelt auf die Keimentwicklung wenig bekannt ist, läßt sich nicht mit Sicherheit aussagen, ob hier genetische Bedingungen obwalten.

Über die Längenverteilung aller bei den verschiedenen Artkreuzungen aufgefundenen Bastardembryonen gibt Tabelle 4 Aufschluß. Danach er-

reichen die MP-Embryonen im Durchschnitt größere Längen als die PM-Embryonen. Insgesamt 86,4% der PM-Keime waren kleiner als 1 mm gegenüber nur 33,1% bei den MP-Keimen. 0,42% der MP-Embryonen erreichten eine Länge von mehr als 10 mm gegenüber 0,19% der PM-Keime. Die mittlere Länge aller aufgefundenen MP-Keime betrug  $2,36 \pm 0,02$  mm, die der PM-Keime  $0,87 \pm 0,02$  mm ( $P < 0,0001$ ). Diese reziproken Längenunterschiede sind nicht etwa die zufällige Folge der Zusammenfassung aller durch-

lung der MMo-Embryonen den ersten Platz ein. Während bei allen übrigen Bastardierungen die Anzahl der Embryonen mit wachsender Keimlänge mehr oder weniger schnell abnimmt, zeigen die MMo-Keime in ihrer Längenverteilung einen schwachen Gipfel zwischen 10 und 15 mm Keimlänge. Diese Kreuzungskombination zeigt überdies recht eindrucksvolle Unterschiede in der Ausbildung der Embryonen bei Verwendung verschiedener Herkünfte als Kreuzungspartner (Tabelle 6).

Tabelle 5. Länge der Embryonen bei reziproken Kreuzungen zwischen gleichen Herkünften von M und P (M Kattenvenne, P Tschermak).

Kreuzung u. Kreuzungsjahr	Früchte	Samen und nicht entwickelte Samenanlagen	Embryonen	Längenverteilung der Embryonen: (Embryonen in % der Gesamtembryonenzahl)				
				0-5 mm	5-10 mm	10-15 mm	15-20 mm	> 20 mm
M × P 1951	18	10 563	2 253	93,83	5,99	0,13	0,04	—
P × M 1951	19	11 332	2 787	99,86	—	—	0,11	0,03

geführten Kreuzungen. Sie zeigen sich auch bei reziproken Kreuzungen zwischen den gleichen Stämmen. Tabelle 5 zeigt die Längenverteilung der Embryonen aus den 1951 auf Grund reziproker Kreuzungen zwischen M Kattenvenne und P Tschermak erzielten Früchten. Abgesehen davon, daß die Keimlängen bei diesen Kreuzungen kleiner sind, zeigt sich ähnliches Verhalten wie bei den M × P- und P × M-Kreuzungen der Tabelle 4.

An dieser Stelle sei kurz eingeschaltet, daß NEUMANN (1952) bei P nach „Reizbestäubung“ mit

Die Auszählung der augenscheinlich eingetrockneten oder zersetzten Keime ergab bei den MP-Keimen 63,0%, bei PM 85,1%, bei MF 70,0%, bei FM 55,0%, bei FP 73,6%, bei MMo hingegen nur 13,8%. Die Auswertung erfolgte an dem der Tabelle 4 zugrundeliegenden Material, wobei jedoch in der Kreuzungskombination M × P 6, in der Kombination M × F 2 Früchte ausfielen. Für die reziproken Kreuzungen zwischen M und P sowie zwischen M und F ergibt sich nach KOLLER ein gesicherter Unterschied. Auch zwischen einzelnen Herkunftskombi-

Tabelle 6. Keimlänge bei verschiedenen M × Mo-Kreuzungen.

Lfd. Nr.	Kreuzung	Anzahl der Samen einschließlich der nicht entwickelten Samenanlagen	ohne Embryo	Länge der aufgefundenen Embryonen in mm									
				0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
1	4145 M Kattv. × Mo Frankr.	523	471	9	26	11	6	—	—	—	—	—	—
2	4162 M Kattv. × Mo Frankr.	384	377	5	—	2	—	—	—	—	—	—	—
3	4203 M Kattv. × Mo Melk II	321	286	15	10	8	2	—	—	—	—	—	—
4	3717 M Wart. Hubb. × Mo Coimbra	418	178	2	—	—	12	21	39	76	56	32	2

M-Pollen einzelne Früchte erhielt, die „durchweg ohne Samen“ waren. Auf Grund unserer Versuche darf vielleicht angenommen werden, daß hier eine echte Artbastardierung vorlag, wobei allerdings Samen- und Embryobildung so unvollkommen waren, daß sie nicht beachtet wurden.

Als mittlere Länge der MF-Embryonen ergaben sich  $2,74 \pm 0,046$  mm, für die FM-Embryonen  $3,96 \pm 0,163$  mm. Der Unterschied ist mit  $P < 0,0002$  statistisch gesichert. Damit zeigt sich auch hier in der reziproken Kreuzungsrichtung eine verschiedene Entwicklungsfähigkeit. Besser erwies sich die Entwicklung der FP-Embryonen, die eine mittlere Länge von  $6,06 \pm 0,240$  mm erreichten. Mit einer mittleren Keimlänge von  $10,2 \pm 0,28$  mm nimmt die Entwick-

nationen ließen sich gesicherte Unterschiede feststellen.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Entwicklung der Bastardembryonen bei Verwendung verschiedener Herkünfte für die gleiche Artkreuzung, vor allem jedoch in den reziproken Kreuzungen zwischen M und P sowie zwischen M und F vielfach klare Unterschiede zeigt. Während in den reziproken Kreuzungskombinationen jeweils die gleiche Anzahl Embryonen, wenn auch unvollständig, zur Ausbildung gelangt, wird die Entwicklung bei den PM- und MF-Keimen früher abgestoppt als in den reziproken Kombinationen. Zugleich ist auch der Anteil der abgestorbenen Embryonen bei den PM- und MF-Keimen beträchtlich höher. Die Entwicklung der Bastard-

embryonen zeigt somit in den reziproken Kreuzungen zwischen M und P die gleiche Tendenz, die hinsichtlich der Unterschiede im Prozentsatz geernteter Früchte vermerkt wurde (vgl. Tabelle 2). D. h. nach Bestäubung von M mit Pollen von P ist sowohl die Zahl der geernteten Früchte als auch die Länge der erzielten Embryonen sowie die Zahl der nicht abgestorbenen Keime beträchtlich höher als in der reziproken Kreuzungsrichtung. Umgekehrtes Verhalten zeigen dagegen die Bastardierungsversuche zwischen M und F. Hier ist der Ertrag in der Kreuzungsrichtung  $M \times F$  höher. Jedoch erweisen sich die aus dieser Kreuzung erzielten Embryonen weniger gut entwickelt und zu einem größeren Anteil abgestorben als die FM-Keime.

Erstaunlich gut erscheint im Vergleich zu dem geringen Ertrag der  $F \times P$ -Kreuzungen die Längsentwicklung der FP-Keime, die jedoch in großem Umfang früh absterben, wohingegen in der Kreuzungsrichtung  $M \times Mo$  bei allerdings geringerem Ertrag gegenüber den  $M \times P$ -Kreuzungen sowohl die Entwicklung der Keime als auch die Lebensfähigkeit am besten ist.

#### D. Aufzucht der Bastardembryonen.

Normale Keimung setzt einen hinreichend ausgebildeten Keim voraus, der imstande ist, die Samenschale zu sprengen. Von den bei unseren Kürbisartkreuzungen bislang erzielten  $F_1$ -Embryonen dürfte keiner dazu befähigt gewesen sein. Um den Abort der nach Artkreuzungen erzielten Samen zu umgehen oder auf ein Mindestmaß herabzusetzen, wird man daher einmal die lebensfähigen, wenn auch unvollständig ausgebildeten und zum Sprengen der Samenschale nicht befähigten Keimlinge künstlich freisetzen, sodann die meist gestörte Ernährungsfunktion des Endosperms ergänzen oder künstlich ersetzen müssen.

Diese beiden Behandlungsverfahren sind aus der modernen Artkreuzungstechnik kaum noch fortzudenken. Die Ergänzung der mangelhaften Ernährungsfunktion des Bastardendosperms mag u. Ü. durch Aufpfropfen der Bastardmutter auf den Vater oder eine andere verwandte Art erfolgen. So erzielte STELZNER (1949) aus der Kreuzung von *Solanum tuberosum* „Ackersegen“ und „Frühnudel“ mit 4 n-*Solanum polyadenium* erst Ansatz, als er auf Tomate gepfropfte *S. tuberosum* mit *S. polyadenium*-Pollen bestäubte. Zumeist werden jedoch die Ernährungsfunktionen des Endosperms durch Aufzucht der Bastardembryonen auf künstlichen Nährböden ersetzt. Die Möglichkeit der künstlichen Aufzucht unreifer Pflanzenembryonen hat erstmalig HANNIG (1904) aufgezeigt, der Cruciferen-Embryonen in Nährlösungen, die 10% Rohrzucker enthielten, zur Entwicklung brachte. Durch LAIBACH (1925) wurde die künstliche Aufzucht von Bastardkeimen in die Technik der Artkreuzungen übernommen, wo sie heute vielseitig Verwendung findet [WERCKMEISTER (1934, 1937), BLAKESLEE und SATINA (1944), BRINK, COOPER und AUSERMAN (1944) u. a.]. Nachdem es im ersten Versuchsjahr (1950) gelungen war, von den vier besten auf Fließpapier ausgelegten Keimen drei zu normalen Pflanzen aufzuziehen, bedienen wir uns von 1951 an in Anlehnung an die zuletzt genannten Autoren eines 0,7%igen Nähragars, der die Nährlösung von WHITE

(1934), als C-Quelle 2% Rohrzucker und zur Deckung etwa benötigter Wachstumsfaktoren eine Hefeabkochung als Zugabe enthielt. Da bei Kürbis die Anzucht einer 2. Generation im gleichen Versuchsjahr unter normalen Bedingungen nicht möglich ist, wurden die geernteten Früchte erst im nächsten Frühjahr

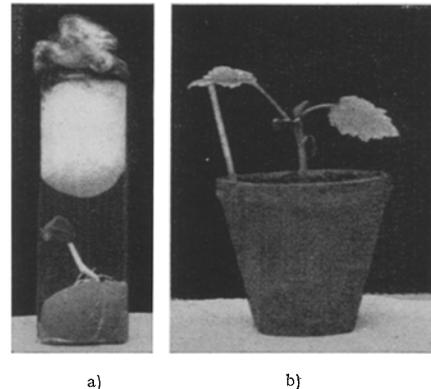


Abb. 3. a) Junger MP-Keimling auf Nähragar.  
b) In Erde, die beiden ersten Laubblätter bereits ausgebildet.

geöffnet. Die anfallenden Bastardembryonen wurden nach kurzer Desinfektion in 0,001%iger  $HgCl_2$ -Lösung über dem Dampftopf in Kulturröhrchen übertragen. Auf jedes Anzuchtglas wurden Frucht Nummer, Länge des Keimes und Tag des Kulturbeginns vermerkt. Die beschickten Röhrchen wurden, mit Papier leicht ab-

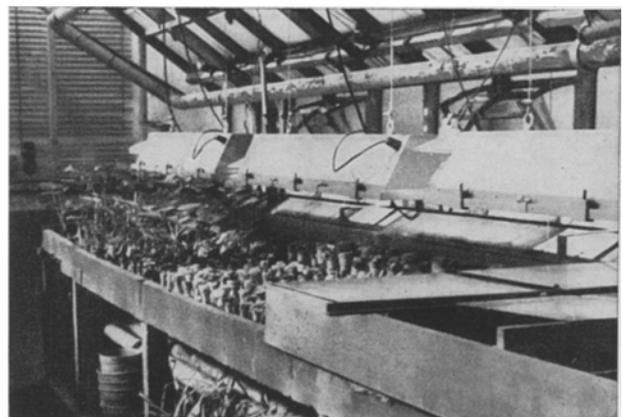


Abb. 4. Anzuchtisch. In der Mitte Anzuchtröhrchen. Rechts: Feuchte Kammern für frisch getopfte Keimlinge. Links: Junge Bastardpflanzen.

gedeckt, im feuchtwarmen Gewächshaus aufgestellt oder zunächst für einen Tag in einem dunklen Thermostaten bei ca.  $33^\circ C$ . gehalten. Nach einigen Tagen wurden diejenigen Röhrchen, deren Keime inzwischen abgestorben oder verpilzt waren, entfernt. Hinreichend kräftig ausgebildete Keimlinge wurden, sobald die Röhrchen zu eng wurden, in kleine Erdtöpfe, schwächere dagegen in größere Kulturröhrchen übertragen (Abb. 3). Durch Zusatzlicht konnten die jungen Keimlinge in den ersten Anzuchtwochen erheblich gekräftigt und vor dem Vergeilen bewahrt werden (Abb. 4).

Tabelle 7 gibt einen Überblick über die bei den verschiedenen Kreuzungskombinationen zum Keimen verschiedenen und zu lebensfähigen Pflanzen heran-gewachsenen Embryonen. Auch in dieser Übersicht zeigt sich das unterschiedliche Ergebnis der MP- und PM-Kreuzungen sehr deutlich, während ein solcher

Unterschied bei den reziproken Kreuzungen zwischen M und F infolge zu niedriger Versuchszahlen nicht feststellbar ist. Als ganz besonders entwicklungs-freudig erwiesen sich die M<sub>Mo</sub>-Embryonen, indem etwa 19% der auf Agar ausgelegten Keime sich so entwickelten, daß sie später als Pflanzen ins Freiland

Tabelle 7. *Entwicklungsverhältnisse der verschiedenen F<sub>1</sub>-Bastardembryonen.*

Kreuzung	Zahl der ausgewerteten Früchte	Embryonen auf Agar ausgelegt	davon in Töpfe gepflanzt	anschließend ins Freiland gepflanzt
M × P	48	956	103	26
P × M	20	34	1	—
M × F	12	118	9	1
F × M	7	76	8	3
F × P	5	74	4	1 (?)
M × Mo	4	264	59	50

gebracht werden konnten. Im allgemeinen gelingt die Anzucht der größeren Embryonen recht leicht, während Keime, die kleiner als 5 mm sind, nur selten anwachsen. Offensichtlich sind die kleineren Embryonen durch das Zurückbleiben in der Entwicklung und die lange Lagerung der Früchte so stark geschädigt, daß ein Anwachsen unmöglich geworden ist.

Neben normal anwachsenden fand sich eine größere Zahl von mißgebildeten Keimlingen, bei denen die Wurzelbildung oder die Bildung eines Sprosses unterblieb. Des öfteren gelangte nur ein Thallus-ähnliches Gebilde zur Entwicklung, das ebenso wie die übrigen Mißbildungen zwar grünte, aber nach längerem Aufenthalt auf Nähr-Agar, der u. U. ein- oder zweimal gewechselt wurde, abstarb. Solche Mißbildungen konnten gelegentlich 3 Monate lang beobachtet werden. Wenngleich auch von anderen Forschern bei Embryonenkulturen Mißbildungen beobachtet worden sind, die einwandfrei Folge bestimmter Kulturmaßnahmen darstellten, (z. B. blattartig verbreiterte Keimlinge, Ausbleiben der Wurzelbildung bei *Datura*-Kulturen nach Zugabe nicht im Dampftopf sterilisierter Kokosmilch, kallusähnliche Bildungen nach Zugabe im Autoklaven sterilisierter Kokosmilch (VAN OVERBEEK u. Mitarbeiter (1942)), so muß in unserem Falle doch wohl aus dem gleichzeitigen Auftreten normal ausgebildeter und mißgestalteter Keimlinge auf dem mit Wachstumsfaktoren (Hefeabkochung) versehenen Nährboden geschlossen werden, daß bei einem Teil der Keimlinge die innere Disposition zur normalen Entwicklung unter den gegebenen Bedingungen fehlt. Zum gleichen Schluß gelangten auch KONZAK, RANDOLPH u. JENSEN (1951) bei Bastardembryonen zwischen *Hordeum sativum* und *H. bulbosum*.

Die Primärblätter der aufgezogenen Pflanzen sind fast regelmäßig verunstaltet, oftmals gekräuselt, da offensichtlich das Randwachstum zu zeitig zum Stillstand kommt. Gelegentlich zeigen die ersten Blätter lindenblattähnliches Aussehen. Mitte Mai, nach den Spätfrösten, wurden die erhaltengebliebenen Pflanzen ins Freiland gebracht, wo sie zunächst einiger Pflege bedurften. Nach 2—3 Wochen setzte sichtbares Wachstum ein. Alsdann entwickelten sie sich fast durchweg recht schnell zu vollkommen normal aussehenden Pflanzen.

## II. Die F<sub>1</sub>-Bastarde.

### A. Beschreibung.

Dem Ziel der Untersuchungen entsprechend sollen die Fertilitätsverhältnisse der aufgezogenen Artbastarde weiterhin im Zusammenhang dargestellt werden. Zur besseren Orientierung sei eine kurze Beschreibung der Bastarde vorangeschickt.

*C. maxima* × *C. pepo*. Die aufgezogenen F<sub>1</sub>-Pflanzen verteilen sich wie folgt auf die für die Kreuzung benützten Herkünfte:

M Kattenvenne	× P Tschermak	19 Pflanzen
M	× P Hamburg weichsch.	3
M	× P Schreiber	1
M Schaugarten	× P Tschermak	2
M Benary	× P Hamburg weichsch.	1
Summe:		26 Pflanzen

Alle F<sub>1</sub>-Bastarde erwiesen sich als langtriebzig, obwohl ein Teil der P-Eltern kurztriebzig oder buschig war. Der Wuchs war ziemlich einheitlich, die Gestalt der Blätter, ihre Konsistenz und Behaarung intermediär, jedoch mit gewisser Prävalenz der tief ausgebucheten, steif aufgerichteten und fast stachelig behaarten P-Blätter. Intermediär war auch die Blattfarbe, die bei P etwas dunkler als bei M ist. Viele F<sub>1</sub>-Pflanzen wiesen in den Winkeln der Blattadern mehr oder weniger auffällige Flecken auf. Derartige Flecken sind bei den Arten Mo und F sehr deutlich ausgebildet, finden sich jedoch auch bei einigen Herkünften von P, seltener bei M, wo sie nach Angabe der meisten Autoren fehlen sollen. Sie fehlten bei den für die Kreuzungen verwendeten M-Herkünften, während sie bei einigen Pflanzen von P Tschermak ausgeprägt waren, bei den übrigen P-Herkünften gelegentlich schwach und nur auf jüngeren Blättern als hellgrüne Flecken auftraten. Diese silbrig glänzenden Stellen kommen durch Totalreflexion des Lichtes an luftführenden Interzellularräumen zustande. Nach Untersuchungen von ZIMMERMANN (1922) bei Mo sind die Palisadenzellen an den Stellen der weißen Flecken entweder ganz durch ein Luftpolster von der Epidermis getrennt oder nur gelegentlich durch eine schmale Spitze damit verbunden. Die Lichtreflexion wird dadurch begünstigt, daß die Innenwände der Epidermiszellen mehr oder weniger stark gewölbt sind.

Die Blütenmorphologie der MP-Bastarde ist bereits an anderer Stelle dargestellt worden, desgleichen die Ausbildung der für M und P besonders charakteristischen Fruchstiele (WEILING 1953). Die Fruchtform, die bis auf eine Ausnahme durchweg länglich oder walzenförmig war, folgte dem Verhalten von P, da die den Kreuzungen zugrunde liegenden M-Formen ausschließlich kugelförmige oder geoidförmige Früchte besitzen. Die als Ausnahme erwähnte F<sub>1</sub>-Frucht war kugelförmig. Dies Merkmal ist jedoch bei der als Pollenspende verwendeten Herkunft P. Schreiber, desgleichen bei anderen Herkünften dieser Art wiederholt vertreten. In der Fruchtfarbe unterschieden sich fast alle F<sub>1</sub>-Früchte.

*C. maxima* × *C. ficifolia*. Bislang konnte nur eine Pflanze aufgezogen werden. Gegenüber den reziproken Bastarden zeigten sich Unterschiede nur in der Fruchtfarbe. Die Besprechung dieser Form kann daher gemeinsam mit den reziproken Bastarden erfolgen.

*C. ficifolia* × *C. maxima*. 3 Pflanzen wurden aufgezogen. Sie stammten — desgleichen der soeben erwähnte MF-Bastard — von M Kattenvenne und F Gatersleben ab, ausgenommen eine Pflanze (FM 3134/9/66), deren Mutter der Herkunft Naldwijk/Holland angehörte. Alle Pflanzen waren langtriebzig,

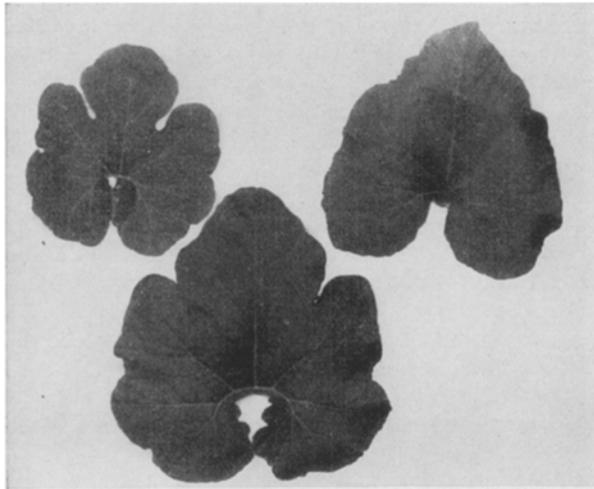


Abb. 5. Blatt von FM (unten) sowie den Eltern F<sub>1</sub> (oben links) und M (oben rechts).

Die Gestalt der Ausläufersprosse erinnerte stark an F. Auch in der Blattform praevalierte F (Abb. 5). Die ♀♀-Blüten folgten in der Ausbildung des breiten Kronblattsaumes, in der Färbung der Narbe, die bei obigen F-Herkünften rötlich, bei M hingegen gelb



Abb. 6. Blüten von F (links), FM (Mitte) und M (rechts), aufgenommen am 24. 8. 52 gegen 6 Uhr, M sich öffnend, F und FM bereits aufgeblüht.

ist, ferner in der Zahl der das Kronblatt in Längsrichtung durchziehenden Nerven stärker dem M-Elter, da die zwischen den in der Regel stark hervortretenden Hauptnerven befindlichen Nebennerven kräftig ausgebildet sind (Abb. 6). Im stumpfkantig gefurchten Fruchtsiel, dessen Kanten am Fruchtsatz leicht vorgewölbt waren, und in der Verbindung von Kelch und Korolle mit dem Fruchtknoten praevalierte F. Diese Verbindung ist auf ein kurzes, dünnes, leicht brechendes Glied reduziert, das in der Seitenansicht nicht sichtbar wird, da Kelch und Fruchtknoten an der Verbindungsstelle stark gegeneinander vor-

gewölbt sind. — Der Kelch der ♂♂-Blüten erinnerte an F, wo er schüsselförmig und unterhalb der Ansatzstelle der Kelchblätter leicht eingeschnürt ist, mitunter stärker als bei P. Charakteristisch sind für F die dicht behaarten Filamente und sehr dünnen, fast röhrenförmigen Zugänge zu einem nur kleinen Nektarium (Abb. 7). Die Behaarung war bei den Artbastarden, sofern es überhaupt zur Ausbildung eines Androeceums kam, stark ausgeprägt. Auch in der Zeit des Auf- und Abblühens folgten die F<sub>1</sub>-Bastarde weitgehend F, deren Blüten sich mitunter bereits in den Abendstunden zu öffnen beginnen und spätestens gegen 4 Uhr früh geöffnet sind, während M meist erst zwischen 6 und 7 Uhr früh aufblüht (Abb. 6). Mit ähnlichem Vorsprung blühten F und die Artbastarde auch ab. Witterung und Jahreszeit können den Zeitpunkt in gewissem Umfang verschieben. Von Herkunft zu Herkunft sowie von Pflanze zu Pflanze können gleichfalls Unterschiede bestehen.

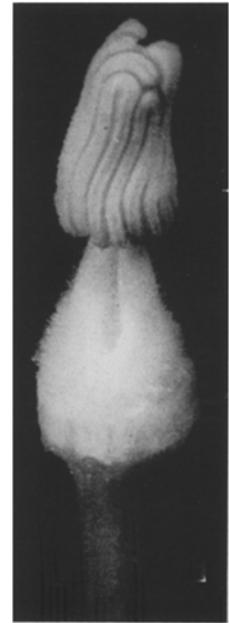


Abb. 7. Antheren von *C. ficifolia*.

Bemerkenswert waren bei den F<sub>1</sub>-Bastarden die Unterschiede in Fruchtform und Fruchtfarbe. F weist ellipsoide, grünweiß marmorierte Früchte auf, die sehr einheitlich sind. Der Kreuzungselter M Kattenvenne besitzt kugelige bis geoidförmige Früchte, die grün gefärbt sind und gelegentlich mattrote Flecken aufweisen. Der MF-Bastard lieferte zwei walzenförmige, grüne, mit weißen Bändern und Streifen versehene Früchte. Zwei der FM-Bastarde (Geschwisterpflanzen) erbrachten gleichfalls walzenförmige Früchte, die F-ähnliche Musterung aufwiesen. Jedoch besaß die Frucht der einen Pflanze gelbe, die andere zum Teil gelbe, zum Teil grüne Grundfarbe (Abb. 8). Der F-Elter dieser Pflanzen entstammte



Abb. 8. Früchte von *ficifolia*-Artbastarden (F-Herkunft Gatersleben). Links zwei Früchte von MF (gleiche Pflanze), rechts von FM (zwei Geschwisterpflanzen).

der Herkunft Gatersleben. Völlig abweichendes Verhalten zeigten die Früchte von FM 3134/9/66, deren F-Elter der Herkunft Naldwijk angehörte. Die Früchte waren geoidförmig und braun-grün gefärbt (Abb. 9, farbige Abb. siehe WELING 1954). Äußerlich zeigen die beiden F-Herkünfte keinerlei Unterschiede. Auf Grund des Verhaltens der F<sub>1</sub>-Bastarde erscheint es jedoch wahrscheinlich, daß die genetische Ausstattung bei beiden Herkünften eine verschiedene ist, zumal der in allen Kreuzungen verwendete M-Stamm Kattenvenne, von dem inzwischen mehrere Selbstungs-

nachkommenschaften aufgezogen wurden, nicht sehr variabel ist. Die beobachteten Unterschiede bei den *C. ficifolia*-F<sub>1</sub>-Bastarden können daher nur so erklärt werden, daß Gene in Erscheinung treten, die in den Elternarten normalerweise verborgen bleiben (Komplementärgene).

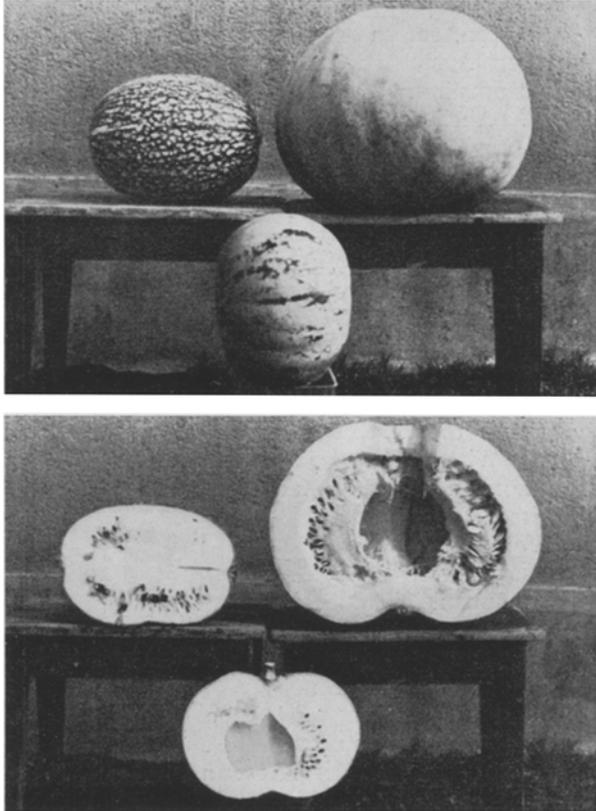


Abb. 9. Früchte von FM 3134/9/66 (unten) und den Elternarten F Naldwijk (oben links) sowie M Kattv. (oben rechts).

Die Farbe des Fruchtfleisches der F-Bastarde ist weiß bis leicht gelb getönt. Es überwiegt somit die Farbe von F. Jedoch wurde die Beobachtung gemacht, daß der gelbliche Farbton des Fruchtfleisches um so deutlicher war, je zeitiger die Frucht in der Vegetationsperiode zum Ansatz kam. Einzelne Früchte des Bastardes 3134/9/66 zeigten eine dünne, ziemlich kräftig gelb gefärbte Schicht in dem sonst weiß gefärbten Fruchtfleisch, so daß der Eindruck entsteht, daß die gelbe Fleischfarbe zunächst in einer tieferen Schicht angelegt wird und erst nach und nach in die übrigen Schichtabschnitte diffundiert. Die jüngsten Früchte wiesen schneeweiße Fleischfarbe auf.

Eine weitere Bastardpflanze ist hier anzufügen, von der leider nicht mit Sicherheit angegeben werden kann, ob es sich um einen FM- oder um einen FP-Bastard handelt (in Tabelle 7 unter F × P aufgeführt). Diese Pflanze muß jedoch erwähnt werden, da sie der einzige *ficifolia*-Bastard ist, von dem ein F<sub>2</sub>-Nachkomme aufgezogen werden konnte. Die Aufzucht dieses Bastardes dauerte sehr lange, wobei die dem Anzuchttopf beigegebene Etikettierung z. T. unleserlich wurde. Die Pflanze blieb auch später gegenüber den übrigen F-Bastarden im Wachstum zurück. Jedoch zeigte sie hinsichtlich Sproßachsen, Blätter und Blüten deutlich F-Einfluß. Die verhältnismäßig kleine, mit hellen bis weißen Längsstreifen und

Flecken auf grünem Grund gemusterte Frucht wies eine auffallend dicke und harte Fruchtschale auf, die nur unter Zuhilfenahme einer Handsäge geöffnet werden konnte. Das Fruchtfleisch war schneeweiß. Im Gegensatz zu den übrigen F-Bastarden fand sich eine Reihe äußerlich gut ausgebildeter Samen vor. Sie waren dunkelbraun bis schwarzbraun gefärbt und sahen normalen F-Samen sehr ähnlich (Abb. 10).

*C. maxima* × *C. moschata*. Es gelangten zwei F<sub>1</sub>-Nachkommenschaften, die eine aus 48, die andere aus zwei Pflanzen bestehend, zur Aufzucht. Eltern der ersten Nachkommenschaft (3717) waren M Warded Hubbard, Philadelphia und Mo Coimbra, Eltern der zweiten Nachkommenschaft (4145) waren M Kattenvenne und Mo Frankreich. Das Verhalten der MMo-Bastarde ist von PEARSON, HOPP und BOHN (1951) eingehend geschildert worden, so daß es sich erübrigt, näher darauf einzugehen. Lediglich folgende Beobachtungen seien ergänzend aufgeführt. Die Blätter der F<sub>1</sub>-Generation 3717 waren von Pflanze zu Pflanze sehr verschieden hinsichtlich Größe und Gestalt sowie



Abb. 10. Samen von F (obere Reihe) und äußerlich gut ausgebildete Samen eines F-Artbastardes.

Ausbildung der Blattflecken, was vielleicht auf Heterozygotie des Mo-Elters zurückzuführen ist (Abb. 11). Charakteristisch ist für die Bastarde, daß der deutlich gesägte Blattrand in ähnlicher Weise am Blattstiel zusammenläuft wie bei Mo, während der Blattrand bei M an der Blattbasis im allgemeinen nicht gesägt ist, niemals aber am Blattstiel, sondern in einiger Entfernung davon an den Blattseitennerven endet. Die Früchte der Bastardgeneration 3717 waren in Gestalt und Farbe, nicht jedoch in der Größe einheitlich: ellipsoid, leicht gerippt, an den Enden leicht zugespitzt, dunkelgrün. Die Früchte der anderen Bastardgeneration (4115) waren kugelförmig, hellgrün z. T. gelbgrün, und viel kleiner als die der Nr. 3717.

#### B. Heterosisverhalten.

Obwohl die Heterosiswirkung vornehmlich das vegetative Verhalten mancher Artbastarde prägt, beobachten wir sie in gewissem Umfang auch in der reproduktiven Lebensphase. Die Beurteilung der Heterosiswirkung stieß hinsichtlich der Wachstumsleistung auf gewisse Schwierigkeiten, da die Bastardpflanzen infolge ihrer Anzucht aus mangelhaft entwickelten Keimen gänzlich anderen Startbedingungen unterlagen als die zum Vergleich angebaute Elternstämme. Während nur wenige F<sub>1</sub>-Pflanzen kümmer-

wuchs zeigten, entsprach die Wuchsleistung der meisten ins Freiland ausgepflanzten  $F_1$ -Bastarde entweder intermediär dem Verhalten der Stammarten, oder sie folgte dem wüchsigeren Elter. Ausgeprägte Heterosis wurde bei einem großen Teil der  $F_1$ -Generation MMo 3717, ferner bei FM 3134/9/66 beobachtet. Diese Pflanze bedeckte gegen Ende der Vegetationsperiode einen Flächenraum, der 4—5 normalen Pflanzen der Stammarten genügt hätte. Nicht sehr ausgeprägt war die Steigerung der Wuchsleistung bei den MP-Bastarden. Doch wurde auch hier eine stark heterotische Pflanze beobachtet. Vergrößerte Blätter wurden bei dem FM-Bastard 3134/9/66 (Abb. 5), ferner bei einem Teil der MMo-Bastarde 3717 festgestellt (Abb. 11). Nur schwach vergrößert war die Blattfläche bei den MP-Bastarden.

In der reproduktiven Phase wurde Heterosis gelegentlich in der Blüten- und Fruchtgröße, ferner in der Anzahl der geernteten Früchte beobachtet. Stark vergrößert waren die Blüten und Früchte bei den meisten Pflanzen der MMo-Bastardgeneration 3717 (Abb. 12, 13). Das mittlere Fruchtgewicht dieser Bastarde betrug  $10,35 \pm 0,69$  kg ( $n = 40$ ), während bei der Herkunft des M-Elters (Warted Hubbard)  $2,05 \pm 0,31$  kg, bei der Herkunft des Mo-Elters (Coimbra)  $4,8 \pm 0,45$  kg ermittelt wurden. Dieser Unterschied ist so erstaunlich, daß der Gedanke auftauchen könnte, ob nicht bei der Kreuzung eine Verwechslung des M-Elters erfolgt sei. Es käme dann als M-Elter nur die Herkunft Kattenvenne in Frage, deren durchschnittliches Fruchtgewicht  $12,8 \pm 0,58$  kg beträgt, und von der im gleichen Jahr ein Stamm mit grünen Früchten angebaut wurde. Jedoch sprechen wichtige Gesichtspunkte gegen diesen Einwand. Alle Bastardfrüchte der Kreuzung 3717 wiesen die gleiche dunkle, fast schwarzgrüne Färbung auf. Diese Farbe besaßen zur Zeit der Ernte auch die Elternherkünfte M Warted Hubbard und Mo Coimbra. Im Verlaufe des Winters verfärbten sich die Mo-Früchte. Sie nahmen hellgraue, stellenweise rötliche Farbe an, während die Früchte von M Warted Hubbard die dunkelgrüne Farbe behielten, andererseits die Früchte von M Kattv. sich graugrün verfärbten. Weiterhin kann geltend gemacht werden, daß von 41 MMo-Früchten dieser Kombination sieben z.T. über die ganze Länge gerissen waren, so daß 3—4 cm breite Spalte unmittelbaren Einblick in die Fruchthöhle gestatteten. Wenn gleich bei MP  $\times$  M-Bastarden gelegentlich beobachtet wurde, daß die Fruchtrinde Risse aufwies, — Spalte, die das Fruchtfleisch oder wie in diesem Falle die



Abb. 11. Obere Reihe links: Blatt von M Warted Hubbard, rechts: Mo Coimbra, darunter Blätter verschiedener  $F_1$ -Bastarde zwischen diesen Herkünften (Nachkommenschaft 3717). Alle Aufnahmen im Abstand von 1 m gemacht.

Objektiv: Leitz. Elmar, 5 cm.

Fruchthöhle freilegt, sind bislang bei keiner anderen Kreuzung festgestellt worden. Dagegen können diese Spalte sehr gut als Folge der starken Diskrepanz zwi-

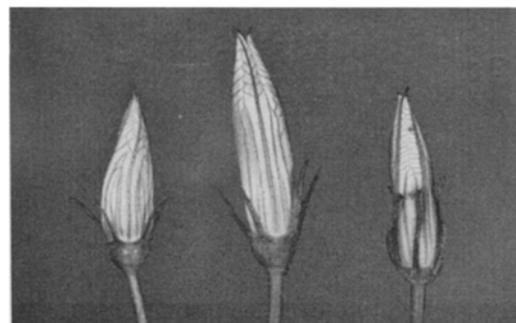


Abb. 12. Blütenknospen von M (links), MMo 3717 (Mitte) und Mo (rechts).

schen Fruchtgewicht und Größe von Eltern und Bastardgeneration erklärt werden. Im Gegensatz zur Bastardgeneration 3717 betrug das Fruchtgewicht der MMo-Bastarde 4145 nur 2,8 bzw. 2,9 kg ( $n = 2$ ), das der

zugehörigen Elternherkünfte  $12,8 \pm 0,58$  kg (M Kattenvenne) bzw.  $2,14 \pm 0,15$  kg (Mo Frankreich).

Heterosis im Ertrag kann sich außer durch Steigerung des Einzelfruchtgewichtes in Vermehrung der zur Reife gelangenden Früchte zeigen. Ein Beispiel

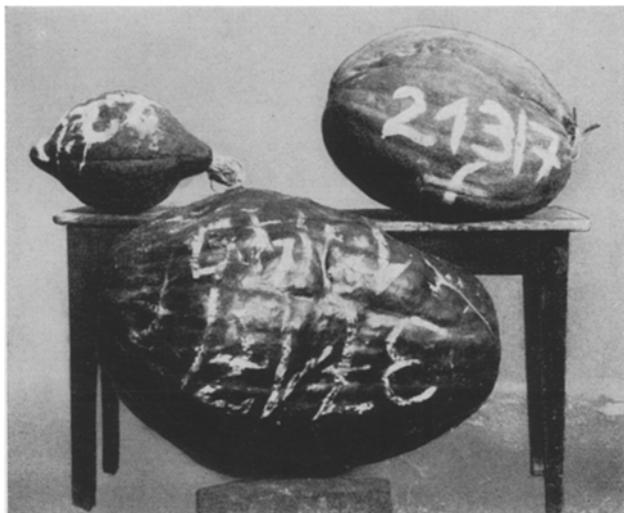


Abb. 13. Früchte von M Warded Hubbard (oben links) Mo Coimbra (oben rechts) und eines  $F_1$ -Bastardes. MMo 3717.

dafür stellt der bereits mehrfach erwähnte F-Bastard 3134/9/66 dar. Von dieser Pflanze gelangten 21 gut entwickelte Früchte mit einem durchschnittlichen Gewicht von  $2,73 \pm 0,22$  kg zur Ernte (Abb. 14). Als die Pflanze Mitte November 1952 einem stärkeren Nachtfrost erlag, waren weitere 8 nicht mehr ausgereifte Früchte mit einem Durchmesser von mehr als 10 cm sowie einige noch jüngere Fruchtansätze vorhanden. Im Vergleich dazu wurden bei F einmal



Abb. 14. Früchte des FM-Bastardes 3134/9/66. Die linke Gruppe wurde in einem Gewächshaus, die rechte Gruppe im Keller überwintert. Unter dem Einfluß des Tageslichtes ist das Farbmuster der jüngsten Früchte verblichen. Eine der geernteten 21 Früchte fiel im Winter infolge Fäulnis aus.

unter besonders günstigen Bedingungen zwölf, bei M höchstens 2–3 Früchte von einer Pflanze geerntet. Als mittleres Fruchtgewicht der Elternstämme ergab sich: F  $4,23 \pm 0,2$  kg, M Kattenvenne  $12,8 \pm 0,58$  kg. Dabei ist die Frucht des Artbastardes fast so groß wie die von F (Abb. 9), jedoch nur etwa halb so schwer wie diese. Das hängt wohl damit zusammen, daß die Früchte von F keine Fruchthöhle aufweisen, während der Artbastard in diesem Merkmal dem andern Elter (M) folgt. Ein weiterer Fall heterotischer Steigerung der Fruchtzahl wurde bei einem  $F_1$ -Bastard M Kattenvenne  $\times$  P Tschermak beobachtet, von dem 7 ausgereifte Früchte geerntet werden konnten, obwohl beide Elternherkünfte höchstens 2–3 Früchte bringen. Unterschiede im Grad der Heterosis bei Verwendung verschiedener

Herkünfte für die gleiche Art- oder Gattungskreuzung oder bei der gleichen Nachkommenschaft sind auch in anderen Fällen bekannt geworden (KARPETSCHENKO (1924) bei der Gattungskreuzung *Raphanus sat.*  $\times$  *Brassica oleracea*, TJEBBES (1927) bei *Phaseolus vulgaris*  $\times$  *Ph. multiflorus* u. a.). Sie sind durch Heterozygotie der für die Kreuzung benutzten Herkünfte bedingt und ein Beleg dafür, daß Heterosis durch das Zusammenwirken neu zusammengetretener Wachstumsfaktoren bedingt ist. Auf solche Faktoren müssen auch die beobachteten Leistungen in der reproduktiven Phase im wesentlichen zurückgeführt werden, da infolge der weiter unten zu behandelnden Störungen in der Pollen- und Samenbildung die Fertilität der  $F_1$ -Bastarde die für Artbastarde charakteristischen Mängel zeigt.

### C. Ausbildung der Sexualorgane.

Die Fertilität der Artbastarde hängt von folgenden Faktoren ab:

1. Fähigkeit zur Blütenbildung, sei es, daß diese überhaupt fehlt oder aber die Blüten vorzeitig abgestoßen werden.

2. Hinreichende Ausbildung der Keimzellen.

a) Tauglichkeit der Pollen.

b) Tauglichkeit der Samenanlagen und Entwicklungsfähigkeit der Zygoten.

3. Fähigkeit des Bastardes, den bestäubten Fruchtknoten zur reifen Frucht zu entwickeln.

#### 1. Blütenbildung.

*C. maxima*  $\times$  *C. pepo*. Alle bislang aufgezogenen  $F_1$ -Pflanzen gelangten zur Blüte. Die Anzahl der Blüten der ersten Bastardgeneration ist jedoch gegenüber den Stammarten erheblich herabgesetzt. Eine Auszählung der Gesamtblütenzahl und des Anteils der verschiedenen geschlechtlichen Blüten bei Stammarten und  $F_1$ -Bastard konnte leider nur bei der Kreuzungskombination MP erfolgen. 1952 standen 12  $F_1$ -Pflanzen zur Verfügung, die sämtlich den Herkünften M Kattenvenne und P Tschermak entstammten. Die Zählungen erfolgten in der Zeit vom 17. Juli–19. August, mußten dann aber abgebrochen werden, da sie bei den langtriebigen M- und MP-Pflanzen auf immer größere Schwierigkeiten stießen. Von den elterlichen Herkünften wurden je 8 Pflanzen berücksichtigt. Die Auszählung ergab für M  $107,9 \pm 8,10$ , für P  $58,8 \pm 9,02$ , jedoch für MP nur  $17,5 \pm 3,94$  Blüten je Pflanze und den angegebenen Zeitraum. Der Unterschied zwischen den bei den Bastarden sowie bei P ermittelten Blütenzahlen ist mit  $P = 0,0005$  gesichert.

Mit der Reduzierung der Blütenzahl geht bei den MP-Bastarden zunächst ein Wechsel in der Aufblühfolge der männlichen und weiblichen Blüten einher. Beide Elternherkünfte erwiesen sich als protandrisch. Von den 12  $F_1$ -Bastarden entfalteten zwei Pflanzen in der Beobachtungszeit nur eine Blüte, wobei die eine Pflanze im weiblichen, die andere im männlichen Geschlecht blühte. Bei einer Pflanze erschien die erste weibliche Blüte 3 Tage nach der ersten männlichen. Die restlichen 9 Pflanzen waren mit einem Vorsprung von 3–12 Tagen protogyn.

Von besonderer Bedeutung ist jedoch die Tatsache, daß die weiblichen Blüten der  $F_1$ -Bastarde von der

allgemeinen Verminderung der Blütenzahl angenommen sind und in der zweiten Hälfte der Blühperiode die der Elternarten allem Anschein nach zahlenmäßig noch übertreffen. Exakte Vergleichszahlen liegen aus den oben angeführten Gründen nur für die erste Hälfte der Blühperiode vor. Danach wurden in der Beobachtungszeit (17. Juli—19. August 1952) bei M Kattenvenne  $7,1 \pm 1,42$  weibliche Blüten je Pflanze ausgezählt, während im gleichen Zeitraum bei P Tschermak nur  $2,1 \pm 1,04$  weibliche Blüten, bei den Bastardpflanzen aus diesen Herkünften jedoch  $9,2 \pm 1,69$  weibliche Blüten je Pflanze ermittelt wurden. Der Unterschied zwischen Bastardpflanzen und M-Elter liegt noch im Bereich statistischer Zufälligkeit ( $P = 0,34$ ).

Während somit die Anzahl der weiblichen Blüten bei den MP-Bastarden zumindest ebenso groß, allem Anschein nach jedoch größer ist als bei der Elternart mit den meisten weiblichen Blüten (M), ist durch die starke Verminderung der Gesamtblütenzahl eine erhebliche Verschiebung im Zahlenverhältnis der männlichen und weiblichen Blüten gegeben. So wurde 1952 bei den bereits erwähnten 12 MP-Bastarden ein durchschnittlicher Anteil an weiblichen Blüten von  $58,0 \pm 7,75\%$  ermittelt gegenüber  $6,7 \pm 1,20\%$  bei der M-Herkunft und  $3,8 \pm 1,01\%$  bei dem P-Elter. Bereits 1951 war die Verteilung der weiblichen und männlichen Blüten an 12 MP-Bastarden studiert worden, die jedoch aus verschiedenen Herkunftskombinationen stammten. In der Zeit vom 30. Juli bis 3. September ergab sich ein mittlerer Anteil an weiblichen Blüten von  $61,6 \pm 5,94\%$ , der in guter Übereinstimmung zu dem 1952 ermittelten Wert steht ( $P = 0,72$ ).

*Ficifolia*-Bastarde: (Tabelle 8). Leider wurde nur bei einer Pflanze die Verteilung der verschiedenen geschlechtlichen Blüten vom Blühbeginn an verfolgt. Diese Pflanze (FM 3134/9/66) war protogyn und brachte erst gegen Ende der Blütezeit zwei männliche Blüten hervor. Indessen ist auch F pro-

Tabelle 8. Anteil der weiblichen und männlichen Blüten bei Bastarden zwischen *C. maxima* und *C. ficifolia*.

Kreuzung	beobachtet von . . . . . bis	weibliche Blüten	männliche Blüten
MF 646/10/84	30. 7.—3. 10. 51	4	4
FM 706/9/4	„ „	7	—
FM 706/9/70	„ „	14	7
FM 3134/9/66	17. 7.—19. 8. 52	16	—
F × ?	30. 7.—3. 10. 51	9	7

togyn. Im allgemeinen sterben die männlichen Blüten der  $F_1$ -Bastarde bereits im frühen Knospenstadium ab. Die Auszählung der Blüten stößt bei F auf große Schwierigkeiten, da die Pflanzen erheblich durcheinanderwachsen. Dennoch glaube ich sagen zu können, daß der Anteil der weiblichen Blüten bei den Bastarden zwischen F und M nicht nur gegenüber M, sondern auch gegenüber F erhöht ist.

*C. maxima* × *C. moschata*. Blütenzählungen konnten leider nicht durchgeführt werden. Die Bastardpflanzen waren stark protogyn und brachten verhältnismäßig wenig männliche Blüten zur Ausbildung, so daß die weiblichen Blüten sichtlich überwogen (vgl. ERWIN und HABER, PEARSON, HOPP und BOHN).

## 2. Zustand der Bastardpollen.

Die starke Unterdrückung der männlichen Blüten ist nur ein Teilausdruck der bei den  $F_1$ -Bastarden zu Tage tretenden Schwächung der männlichen Sexualorgane. In vielen Fällen ist das Androeceum in den normal erscheinenden männlichen Blüten weitgehend verkümmert.

*C. maxima* × *C. pepo*. Selbst äußerlich normal erscheinende Antheren können völlig taub sein. Durchweg ist der Anteil gut ausgebildeter Pollenkörner sehr gering, wobei von Blüte zu Blüte erhebliche Unterschiede zu verzeichnen sind. So ergab die Untersuchung von 5 Blüten der gleichen Bastardpflanze (MP 3192/6/64) am 28. 7. bzw. 30. 8. 1952 folgende Anteile an gut ausgebildeten Pollen (Untersuchung in Karmin-Eisessig): 0%; 6,4%; 26,4%; 0%; 0%. Wenn möglich, wurden bei jeder Auszählung 500 Pollen erfaßt. Als Mittel von 17 verschiedenen  $F_1$ -Bastarden ergaben die Zählungen  $6,3 \pm 1,84\%$  gut ausgebildete Pollen. Im Vergleich dazu betrug der Anteil gut ausgebildeter Pollenkörner bei P Hamburg  $97,3 \pm 0,23\%$ , bei P Tschermak  $96,7 \pm 0,27\%$ . Bei der für die Mehrzahl der Artkreuzungen als M-Elter verwendeten Herkunft Kattenvenne ergab sich, wie bereits bemerkt, die Feststellung, daß aus ihr Stämme gezogen werden können, die semisteril sind, während der Rest einen ähnlich hohen Prozentsatz guter Pollen aufweist wie die angeführten P-Herkünfte.

Die Funktionsfähigkeit des  $F_1$ -Pollens kann mittels Selbstbestäubung, ferner durch Einkreuzung der  $F_1$  in eine der Elternarten geprüft werden. Entsprechende Versuche konnten in der Berichtszeit nur in geringem Umfang unternommen werden. Bei einzelnen Bastardpflanzen wurden neben gut ausgebildeten Pollen normaler Größe Riesenpollen und Zwergpollen beobachtet (Abb. 15).

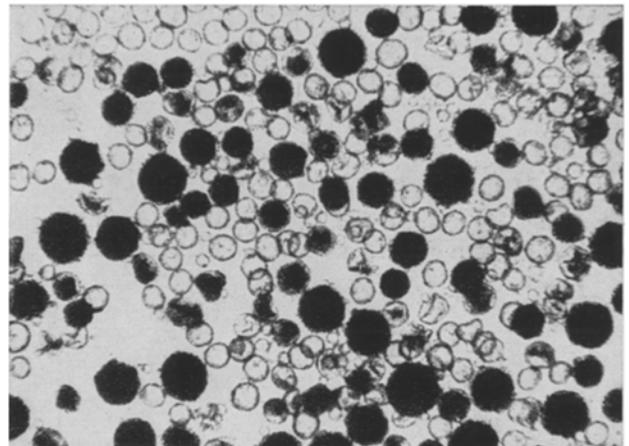


Abb. 15. Pollen eines MP-Bastardes mit besonders hoher Anzahl gut ausgebildeter Pollen (12,4%), darunter Groß- und Zwergpollen.

*Ficifolia*-Bastarde. Gut ausgebildete Pollen sind bislang nicht beobachtet worden.

*C. maxima* × *C. moschata*. Der Anteil der gut ausgebildeten Pollen beträgt bei der Kreuzungsnachkommenschaft 3717 im Mittel  $21,03 \pm 1,64\%$  ( $n = 24$  Pflanzen). Das Androeceum ist seltener verkümmert als bei den MP-Bastarden. Bei den Herkünften der Eltern dieser Bastarde wurden Pollenuntersuchungen bislang nicht durchgeführt.

### 3. Entwicklungsfähigkeit des Gynaeceums.

Es war im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit nicht möglich, Zustand und Entwicklungsfähigkeit der Samenanlagen an Hand anatomischer Untersuchungen unmittelbar zu verfolgen. Jedoch zeigt das Ergebnis der bei den Bastardpflanzen durchgeführten Rückkreuzungen, daß mindestens ein Teil der Samenanlagen äußerlich normale Entwicklungsfähigkeit besitzt. Für die Beurteilung der hier gestellten Frage wurde daher einmal der Ertrag (Zahl der geernteten Früchte: Zahl der durchgeführten Kreuzungen), vor allem aber die Ausbildung der Samen und Embryonen herangezogen.

Die von den verschiedenen Artbastarden geernteten Früchte zeigten sich durchweg normal entwickelt. Indessen war die Plazenta in der reifen Frucht schlechter entwickelt als bei den reinen Arten. Zumeist war sie geschrumpft und zerrissen.

#### a) Ertrag der verschiedenen Artbastarde.

*C. maxima* × *C. pepo*. Als Rückkreuzungseltern dienten in den Jahren 1951 und 1952 nur die Herkünfte M Kattenvenne und P Tschermak. In den meisten Fällen stimmte der Rückkreuzungspartner hinsichtlich seiner Herkunft mit einem der Bastardeltern überein. Tabelle 9 zeigt das Ergebnis der Rück-

Tabelle 9. Ergebnis der Rückkreuzungen.

	MP × M			MP × P		
	Bestäubungen	geerntete Früchte	in %	Bestäubungen	geerntete Früchte	in %
gleiche Herkunft bei Rückkreuzungselter u. entsprechendem Elter des Bastards	56	17	30,4	30	6	20,0
entsprechende Herkünfte verschieden	6	3	50,0	10	3	30,0
Summe	62	20	32,3	40	9	22,5

kreuzungen, wobei diejenigen Kreuzungen gesondert aufgeführt sind, bei denen die Herkunft des Rückkreuzungselters mit der Herkunft des entsprechenden Bastardeltern nicht übereinstimmt. In beiden Fällen

Tabelle 10. Samenfertilität der MP-Bastarde nach Rückkreuzung mit M.

Kreuzung	Zahl der Früchte	Keime in % der Samen + Samenanlagen	augenscheinlich abgestorbene Keime in %	Ø Keimlänge mm
(M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.	2	12,7 ± 7,21	60,3 ± 25,74	7,11 ± 2,68
(M Kattv. × P Tsch.) × M Kattv.	11	3,8 ± 0,89	84,5 ± 2,90	2,91 ± 0,46
(M Schaugarten × P Tschermak) × M Kattv. 73/51	2	12,2 ± 1,45	50,5 ± 10,50	3,71 ± 0,53

ist der Ertrag nach Rückkreuzung mit der plasmagleichen Elternart M höher als nach Rückkreuzung mit der plasmafremden Elternart. Jedoch liegt der Unterschied noch innerhalb der Grenzen zufälliger Abweichung.

Auch beim Vergleich mit dem Ertrag der M × P- und P × M-Kreuzungen (Tabelle 2) ist ein gesicherter

Unterschied wohl infolge der nicht genügend großen Anzahl an Kreuzungen nicht feststellbar.

*Ficifolia*-Bastarde. Die FM-Bastarde wurden 12 mal mit M und 11 mal mit F rückgekreuzt. In jeder Kreuzungsrichtung wurden 6 Früchte geerntet. Bei dem einzigen zur Verfügung stehenden reziproken Bastard (MF) wurden aus 3 Rückkreuzungen mit M 2 Früchte geerntet. Der F-Bastard mit unbekanntem zweiten Elter (vgl. S. 42) wurde je einmal mit P und M gekreuzt, wobei aus der letzten Bestäubung eine Frucht hervorging. Der Ertrag dieser Kreuzungen ist somit erheblich günstiger als bei den F × M- und F × P-Bastardierungen. Bei diesen ergab sich ein Ertrag von nur 2,2% bzw. 2,1% (Tabelle 2). Freilich reicht die Zahl der Bastardierungen für eine statistische Sicherung dieses Unterschiedes nicht aus, wenn lediglich einzelne Kreuzungskombinationen miteinander verglichen werden, wohl aber beim Vergleich des Gesamtertrages der Rückkreuzungen bei den F-Bastarden mit dem der F × M- und F × P-Bastardierungen.

*C. maxima* × *C. moschata*. Von diesen Bastarden konnten leider nur wenige gekreuzt werden. Da aber für die MMo-Bastarde bereits Erfahrungen gesammelt werden konnten, soll von einer Besprechung Abstand genommen werden.

#### b) Ausbildung der Samen und Embryonen.

1) Kreuzung MP × M. Als Maß der Samenfertilität wurde wiederum der Anteil der einen Keim führenden Samen, der Anteil der augenscheinlich abgestorbenen Keime und die mittlere Keimlänge ermittelt. Nur bei 3 von 5 zur Verfügung stehenden, der Herkunft nach verschiedenen MP-Kombinationen gelangten Früchte zur Analyse. Diese stammten aus der Rückkreuzung mit der jeweiligen M-Herkunft (Tabelle 10). Eine Frucht der Kombination (M-Kattv. × P Schreiber) × M Kattv. konnte wegen Fäulnis nicht ausgezählt werden. Jedoch war ein Teil der Samen für die Embryonenkultur noch verwendbar.

Wegen der geringen Zahl der Früchte sind die mittleren Fehler der einzelnen Durchschnittswerte relativ hoch. Doch zeigen sich auch hier Unterschiede zwischen einzelnen Kreuzungen. So ist der Anteil der Embryonen bei den Früchten der Kreuzung (M Kattv. × P Tschermak) × M Kattv. kleiner als bei (M Schaugarten × P Tschermak) × M Kattv. (P = 0,0005). Die Keimlängen sind bei (M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv. größer als bei den beiden übrigen Kreuzungskombinationen. Der Unterschied wurde in diesem Falle auf Grund eines Vergleiches der Längenverteilungen mit Hilfe der X<sup>2</sup>-Methode (vgl. KOLLER Tafel 9, Beispiel 18) festgestellt, da bei (M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.

fast ein Drittel der Keime länger als 14 mm war und sich dadurch eine sehr hohe Streuung ergab. Im Vergleich mit den aus M × P-Bastardierungen erzielten Früchten zeigt sich, daß der Anteil der einen Keim enthaltenden Samen bei den F<sub>1</sub>-Früchten im Durchschnitt geringer ist, während der Anteil der toten Keime und die mittlere Keimlänge in etwa gleich

geblieben sind (vgl. S. 37 f.). Eine Ausnahme bildet der Anteil abgestorbener Embryonen bei den Kreuzungen (M Kattv.  $\times$  P Tschermak)  $\times$  M Kattv., der größer ist als bei den Früchten der M Kattv.  $\times$  P Tschermak-Kreuzungen ( $57,2 \pm 4,21\%$ ), ferner die mittlere Keimlänge von (M Kattv.  $\times$  P Hbg.)  $\times$  M Kattv., die größer ist als die der M Kattv.  $\times$  P Hbg.-Kreuzungen ( $2,95 \pm 0,08$  mm) (Unterschied festgestellt mit Hilfe der X<sup>2</sup>-Methode).

2. Kreuzung MP  $\times$  P. Von 9 geernteten Früchten konnten nur 5 auf Samenausbildung und Keimgehalt untersucht werden, da die restlichen 4 Früchte vorzeitig faulten. Alle analysierten Früchte gehören der Kreuzungskombination (M Kattv.  $\times$  P Tschermak)  $\times$  P Tschermak an. 3 Früchte stammen aus dem Jahre 1951, 2 Früchte aus dem Jahre 1952. Als Rückkreuzungspartner diente 1952 eine Pflanze, die einer Selbststungsnachkommenschaft des für die Bastardierung verwendeten Stammes entstammte, während der Rückkreuzungselter von 1951 aus freiem Ansatz stammte.

Tabelle 11 zeigt, daß der Keimgehalt und der Anteil der abgestorbenen Keime in beiden Jahren im Bereich der Fehlergrenze liegen, jedoch die mittlere Keimlänge bei den Bastarden des Jahres 1952 größer ist als im Vorjahr ( $P < 0,0002$ ).

Nur bei einer Frucht des Jahres 1951 gelang es, aus einem Keim von ca. 7 mm Länge und aus 2 Keimen von ca. 8 mm Länge Pflanzen aufzuziehen. Der größte Keim, der aufgefunden wurde, war 13 mm lang.

3. Rückkreuzungen bei den *ficifolia*-Bastarden. Diese Rückkreuzungen sollen gemeinsam besprochen werden, da bislang nur ein einziger Nachkomme gewonnen wurde. Als Rückkreuzungseltern fanden die Herkunft M Kattvenne sowie die F-Herkünfte Gatersleben und Naldwijk Verwendung. Auffallend ist, daß bei allen Kreuzungen nur wenige Samen und zwar in den zuerst angelegten Früchten äußerlich voll ausgebildet waren. Die Mehrzahl der Samenanlagen zeigte keine oder nur geringe Weiterentwicklung. Lediglich bei dem F-Bastard mit nicht mehr feststellbarem Kreuzungspartner ergab sich aus der Kreuzung mit M eine größere Anzahl äußerlich gut ausgebildeter Samen (vgl. S. 42). Die Keimanalyse (Tabelle 12) ergab einen beträchtlich geringeren Keimgehalt als bei den Früchten aus M  $\times$  F- und F  $\times$  M-Bastardierungen. Während bei diesen Früchten der mittlere Embryonengehalt  $23,1 \pm 4,9$  bzw.  $11,8 \pm 3,7\%$  betrug, wurde bei den F<sub>1</sub>-Früchten ein Keimgehalt von maximal 1,7% festgestellt. Bei 28, aus verschiedenen Kreuzungen bzw. aus freiem Ansatz stammenden Früchten wurden insgesamt nur 24 Keime aufge-

funden<sup>1</sup>. Dagegen scheint die Ausbildung der Keime (Länge und Anteil der abgestorbenen Embryonen) die gleiche zu sein wie bei den aus M  $\times$  F- und F  $\times$  M-Bastardierung erzielten Früchten. Der längste Keim maß 14 mm. Er stammte aus der Kreuzung des in seiner Konstitution nicht mehr feststellbaren F-Bastardes mit M und konnte als einziger Embryo auf Agar zum Keimen gebracht und aufgezogen werden.

Fassen wir das Ergebnis der Rückkreuzungsversuche kurz zusammen: Bei den MP-Bastarden hat sich nach Rückkreuzung mit den Elternarten ein gesicherter Unterschied hinsichtlich des Ertrages nicht ergeben. Gleiches gilt für den Vergleich mit dem Ertrag der M  $\times$  P-Kreuzungen. Der Embryonengehalt ist durchweg geringer, während die mittlere Keim-

Tabelle 11. Samenfertilität der MP-Bastarde nach Rückkreuzung mit P.

	Zahl der Früchte	Keime in % der Samen + der nicht entwickelten Samenanlagen	davon abgestorben (in %)	Ø Keimlänge mm
(M Kattv. $\times$ P Tsch.) $\times$ P Tsch. (1951)	3	1,1 $\pm$ 0,63	55,6 $\pm$ 5,56	1,2 $\pm$ 0,18
(M Kattv. $\times$ P Tsch.) $\times$ P Tsch. (1952)	2	18,2 $\pm$ 17,05	51,5 $\pm$ 11,50	3,4 $\pm$ 0,16

Tabelle 12. Keimanalyse bei den Früchten der *ficifolia*-Bastarde.

Kreuzung	Früchte	Keimlänge							% der abgestorbenen Keime
		0-2 mm	2-4 mm	4-6 mm	6-8 mm	8-10 mm	10-12 mm	12-14 mm	
M F $\times$ M	2	1	—	—	—	—	—	—	100%
M F $\times$ F	0	—	—	—	—	—	—	—	—
F M $\times$ M	6	4	1	1	1	—	—	—	43%
F M $\times$ F	6	6	2	1	—	—	—	—	89%
F M frei	13	—	2	—	1	1	—	2	33%
F ? $\times$ M	1	—	—	—	—	—	—	1	0%
Sa.	28	11	5	2	2	1	—	3	

länge mit einer Ausnahme der der M  $\times$  P-Kreuzungen entspricht. Auch der Anteil toter Keime bleibt innerhalb der Fehlergrenze gleich, ausgenommen bei (M Kattv.  $\times$  P Tschermak)  $\times$  M Kattv., wo ein größerer Anteil an toten Keimen auftritt als bei den Früchten aus der Kreuzung M Kattv.  $\times$  P Tschermak. Dagegen ergeben die Rückkreuzungen bei den F-Bastarden mehr Früchte, jedoch gleichfalls weniger Keime als die F  $\times$  M- bzw. M  $\times$  F-Kreuzungen.

Die bei den Analysen anfallenden, lebensfähig erscheinenden Embryonen wurden, wie das für die F<sub>1</sub>-Embryonen beschrieben ist, auf Nähragar zum Keimen ausgelegt. Die Keimrate und das Ergebnis der Aufzucht entspricht den Erfahrungen, die für die F<sub>1</sub>-Keime mitgeteilt worden sind.

### III. Die F<sub>2</sub>-Generation.

In der Besprechung der zweiten Bastardgeneration nehmen die MP  $\times$  M-Pflanzen den Hauptplatz ein. An MP  $\times$  P-Bastarden standen nur 3 Pflanzen zur

<sup>1</sup> Anmerkung während der Korrektur:

WHITAKER fand in über 50 Früchten von F<sub>1</sub>-Bastarden *C. andreana*  $\times$  *C. ficifolia* nur schlecht ausgebildete Samen und nicht einen einzigen Keim [WHITAKER, Th. W.: A cross between an annual species and a perennial species of *Cucurbita*. Madroño, 12, 213—217 (1954)].

Verfügung. Da von diesen Pflanzen keine Nachkommen erzielt wurden und ihr Verhalten von dem der MP × M-Bastarde abwich, sollen sie nach diesen Pflanzen behandelt werden. Im Rahmen der *fici-folia*-Bastardierungen konnte nur ein F<sub>2</sub>-Bastard aufgezogen werden.

A. MP × M-Pflanzen.

1. Beschreibung des Pflanzenmaterials. In der Berichtszeit wurden Pflanzen aus folgenden Herkunftskombinationen aufgezogen:

Kreuzung	Zahl der Pflanzen
(Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.	23
(M Kattv. × P Tschermak) × M Kattv.	13
(M Kattv. × P Schreiber) × M Kattv.	4
(M Schaugarten × P Tschermak) × M Kattv.	8
Summe	48

Mit Ausnahme der (M Kattv. × P Tschermak) × M Kattv.-Pflanzen, die aus vier Früchten stammten,

stellen die Pflanzen der übrigen Kombinationen je eine Nachkommenschaft dar. Die Pflanzen spalteten in den Blatt-, Blüten-, Frucht- und Samenmerkmalen. Sehr auffällig waren die Spaltungen in der Gestaltung des Blattes, der Fruchtform (Abb. 16) und der Ausbildung des Fruchtstieles (WEILING 1953).

Als Neubildung trat bei (M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv. eine Form auf, deren Blätter in den Aderwinkeln auffallend helle Flecken aufwies. Dieses Merkmal fehlt bei M Kattv. Bei P Hbg. zeigen nur einzelne Pflanzen schwach ausgebildete Flecken auf den noch nicht ausgewachsenen Blättern. Der Wuchs der F<sub>2</sub>-Pflanzen zeigte vielfach leichte bis stärkere Heterosis.

2. Blütenbildung.

Für die Beurteilung der Blütenbildung stehen Zählungen aus dem gleichen Zeitraum (17. 7.—19. 8. 52) zur Verfügung, in dem die Blütenverhältnisse der Elternarten und F<sub>1</sub>-Bastarde verfolgt wurden (vgl. S. 44). Die Beobachtungsergebnisse wurden inzwi-

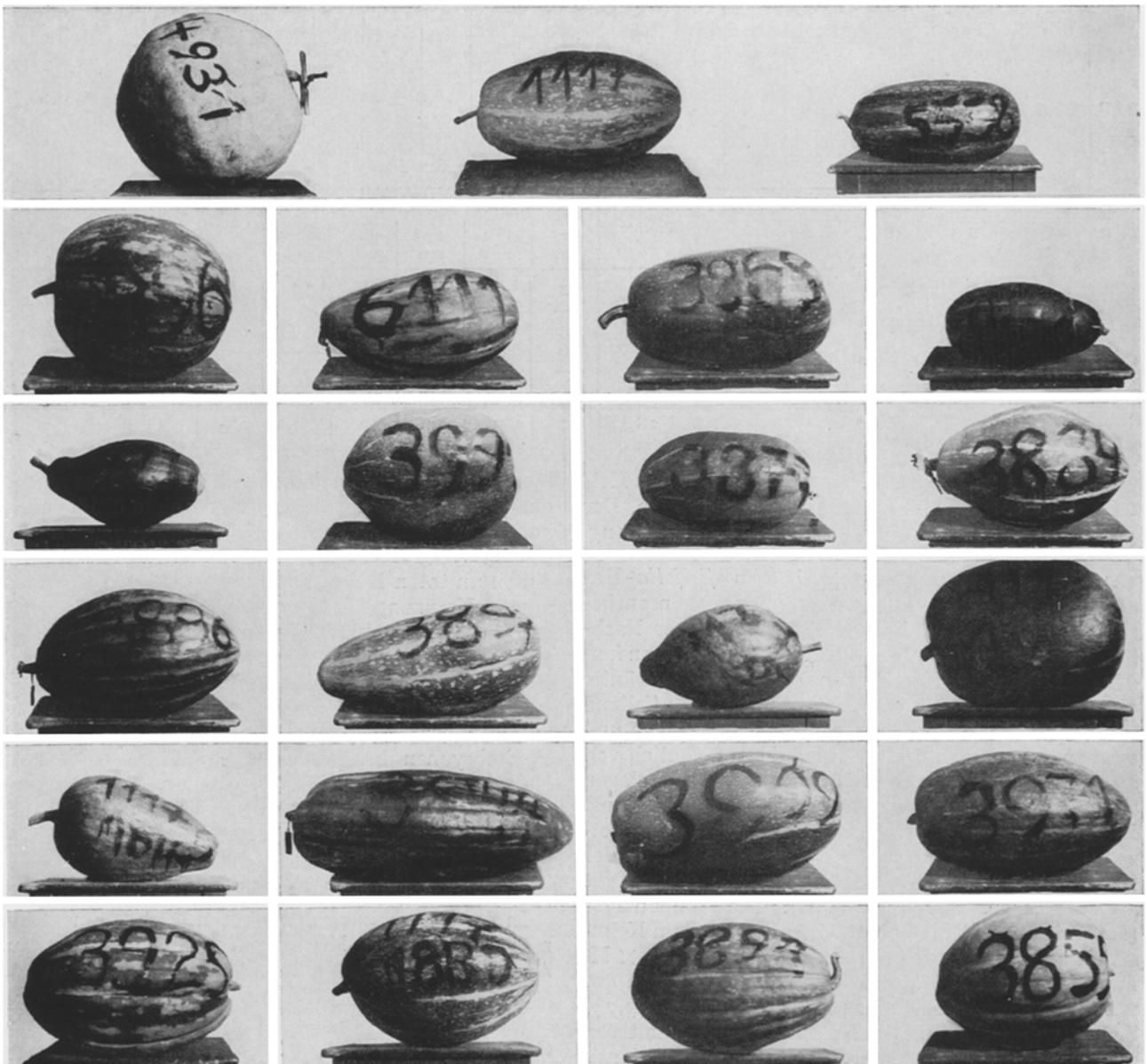


Abb. 16. Obere Reihe von links nach rechts: Einzelfrüchte von M Kattv., M Kattv. × P Hbg., P Hbg. Darunter Einzelfrüchte von 20 F<sub>2</sub>-Bastarden (M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv. (Geschwisterpflanzen aus der Kreuzung 1117/52). Alle Früchte im Abstand von 1 m aufgenommen (Objektiv: Leitz, Eimar 5 cm), die Darstellung der MP-Frucht auf diesen Abstand reduziert.

schen unter Berücksichtigung der einzelnen Herkunftskombinationen statistisch ausgewertet (vgl. Tabelle 13).

Die für die verschiedenen  $F_2$ -Nachkommenschaften ermittelten Werte sind innerhalb der Fehlergrenze gleich. Insgesamt zeigen die  $F_2$ -Nachkommenschaften höhere Werte sowohl in der Gesamtblütenzahl wie in der Zahl der weiblichen Blüten und im Prozentanteil der weiblichen Blüten. Diese Zunahme ist jedoch bei der Nachkommenschaft (M Kattv.  $\times$  P Tschermak)  $\times$  M Kattv., der die gleichen Herkünfte zugrunde liegen wie den  $F_1$ -Bastarden, statistisch nicht gesichert ( $P = 0,07; 0,05; 0,33$ ), was in Anbetracht der geringen Pflanzenzahlen nicht verwundert. Leider war es nicht möglich,  $F_1$ -Bastarde und P-Pflanzen entsprechender Herkunft für den Vergleich mit den

denen  $F_1$ - und  $F_2$ -Nachkommen zeigen, wohl als Ausdruck einer genetischen Spaltung angesehen werden, die in der 3. Bastardnachkommenschaft bei größeren Nachkommenszahlen sehr deutlich ist. Eine Klärung der beobachteten Verschiebung im Verhältnis der weiblichen und männlichen Blüten bei den Kürbisbastarden muß wohl bei Arten angestrebt werden, die sich verwandtschaftlich näher stehen als M und P.

### 3. Ausbildung der Pollen.

Es konnte leider nicht bei allen  $F_2$ -Pflanzen die Ausbildung der Pollen geprüft werden. Somit lohnt es nicht, die Mittelwerte der einzelnen Herkunftskombinationen anzugeben. Als Gesamtmittel ergab sich für 27 Pflanzen aus allen Kreuzungen ein Anteil von  $11,0 \pm 2,31\%$  gut aussehender Pollen. Bei jeder

Tabelle 13. Blütenzahlen und Geschlechtsverhältnisse der Blüten der MP-Bastarde.

	Pflanzenzahl	Gesamtblütenzahl	Zahl der weiblichen Blüten	weibliche Blüten in % der Gesamtblütenzahl
P: M Kattv.	8	107,9 $\pm$ 8,10	7,1 $\pm$ 1,42	6,7 $\pm$ 1,20
P Tschermak	8	58,8 $\pm$ 9,02	2,1 $\pm$ 1,04	3,8 $\pm$ 1,01
$F_1$ : M Kattv. $\times$ P Tschermak	12	17,5 $\pm$ 3,94	9,2 $\pm$ 1,69	58,0 $\pm$ 7,75
$F_2$ : (M Kattv. $\times$ P Hbg.) $\times$ M Kattv.	23	34,1 $\pm$ 6,41	22,5 $\pm$ 3,29	75,0 $\pm$ 4,31
(M Kattv. $\times$ P Tsch.) $\times$ M Kattv.	6	39,5 $\pm$ 10,56	25,8 $\pm$ 6,79	69,5 $\pm$ 9,05
(M Kattv. $\times$ P Schr.) $\times$ M Kattv.	4	32,5 $\pm$ 13,03	20,0 $\pm$ 4,81	72,3 $\pm$ 10,82
(M Schaug. $\times$ P Tsch.) $\times$ M Kattv.	8	19,0 $\pm$ 7,79	17,3 $\pm$ 7,29	89,8 $\pm$ 3,77
Sa.	41	31,3 $\pm$ 4,36	21,6 $\pm$ 2,51	76,2 $\pm$ 3,09

übrigen  $F_2$ -Bastardnachkommenschaften heranzuziehen, so daß diese nur mit der Kombination M Kattv.  $\times$  P Tschermak verglichen werden können. Dabei zeigt die  $F_2$ -Nachkommenschaft (M Kattv.  $\times$  P Hbg.)  $\times$  M Kattv. gesicherte Zunahme in der Zahl der weiblichen Blüten ( $P = 0,002$ ). Gleiches gilt für die Gesamtheit aller  $F_2$ -Nachkommenschaften ( $P < 0,0002$ ). Im Anteil der weiblichen Blüten, angegeben in % der Gesamtblütenzahl, zeigt die Nachkommenschaft (M Schaug.  $\times$  P Tschermak)  $\times$  M Kattv. einen gesicherten Unterschied gegenüber der  $F_1$ -Nachkommenschaft M Kattv.  $\times$  P Tschermak ( $P = 0,002$ ). Jedoch ist dieser Unterschied zwischen  $F_1$  und Gesamtheit aller  $F_2$ -Nachkommenschaften nicht gesichert ( $P = 0,04$ ), einmal bedingt durch die relativ großen Fehlerbereiche der Mittelwerte, sodann durch die z. T. starke Zunahme der Gesamtblütenzahl.

Dennoch bleibt der Unterschied gegenüber dem Verhalten der *Streptocarpus*-Artbastarde klar ersichtlich. Nach Rückkreuzung der  $F_1$ -Bastarde *Streptocarpus Wendlandii*  $\times$  *Str. Rexii* mit dem weiblichen Elter zeigt die Hälfte der  $F_2$ -Nachkommen das Geschlechtsverhalten von *Str. Wendlandii*, die andere Hälfte das der  $F_1$ -Bastarde (OEHLKERS 1938). Dagegen beobachteten wir nach Rückkreuzung der MP-Bastarde mit M keineswegs eine bemerkenswerte Rückkehr zum Blütenverhältnis von M, vielmehr eine deutliche, wenn auch nicht in jeder Nachkommenschaft gesicherte Zunahme der weiblichen Blüten. Überdies darf die starke Streuung, die die verschie-

Pflanze wurden etwa 500—2000 Pollen ausgezählt, die sich auf 2—4, an verschiedenen Tagen geerntete Blüten verteilen. Gegenüber dem bei der Bastard- $F_1$  ermittelten Anteil an gut erscheinenden Pollen von  $6,3 \pm 1,84\%$  liegt der obige Wert noch innerhalb des Bereiches zufälliger Abweichungen ( $P = 0,12$ ). In vielen Fällen, die sich zahlenmäßig kaum vom Verhalten der  $F_1$  unterscheiden dürften, sind die Antheren verkümmert oder enthalten nur sterilen Pollen. In zahlreichen Pollenpräparaten finden sich einzelne Großpollen.

### 4. Entwicklungsfähigkeit des Gynaeceums.

Die MP  $\times$  M-Pflanzen wurden vornehmlich mit M weiter rückgekreuzt. In geringerem Umfang wurden auch Rückkreuzungen mit P, ferner Selbstungen und Geschwisterkreuzungen durchgeführt. Für die Rückkreuzungen wurden bis auf wenige Ausnahmen die Elternstämme verwendet.

a) Ansatz und Ertrag. Bedingt durch die große Anzahl an weiblichen Blüten war der Ansatz der MP  $\times$  M-Pflanzen im allgemeinen sehr hoch. Jedoch faulten die meisten Fruchtansätze früher oder später. Geerntet wurden im Durchschnitt 1—2 Früchte je Pflanze. Immerhin brachten 24% der Pflanzen mehr als 2 (bis zu 4) Früchte ein. 13% der MP  $\times$  M-Pflanzen brachten keine reife Frucht hervor, da die Früchte vorzeitig faulten. Eine dieser Pflanzen (M Kattv.  $\times$  P Tschermak)  $\times$  M Kattv., die durch

besonders starken Wuchs auffiel, und die zum Teil gelbe Triebe sowie einzelne gelbgrün panaschierte Blätter besaß, hatte zeitweise bis zu 9 Fruchtsätze, wobei die ältesten Früchte die Größe eines Kopfes aufwiesen. Als Erklärung für das vorzeitige Abstoßen der Früchte mag geringe oder fehlende Samenentwicklung oder mangelhafte Ernährung der Fruchtsätze durch die Pflanze angeführt werden. Jedoch kann fehlende Samenentwicklung die Ursache nicht sein, denn es wurden zahlreiche Früchte aus artfremder Bestäubung oder von Artbastarden geerntet, die keinen normal ausgebildeten Samen enthielten. Überdies fanden MANN und ROBINSON (1950) bei Melone (*Cucumis melo*), von der manche Rassen wegen des vorzeitigen Absterbens der jungen Fruchtsätze für den Anbau ungeeignet sind, daß Samenanlagen und Embryonen eines Fruchtsatzes, der zu faulen beginnt, in ihrem Entwicklungszustand mit denen gleichaltriger, gesundbleibender Fruchtsätze über-

nach Selbstung (2,0%) oder nach Geschwisterkreuzung (5,7%).

b) Ausbildung der Samen und Embryonen. In den meisten Nachkommenschaften treten nach Rückkreuzung der MP × M-Bastarde mit M normal ausgebildete Samen mit voll entwickelten Embryonen auf. Besonders hoch ist die Anzahl solcher Samen (n = 260) bei einer Rückkreuzung von (M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv. mit M Kattv., wobei der Rückkreuzungselter von einer frei abgeblühten Pflanze stammte, während die Anzahl der einen voll entwickelten Embryo aufweisenden Samen bei den gleichen Bastardpflanzen nach Rückkreuzung mit Pflanzen vom Stamm M Kattv., die aus einer Selbstung hervorgegangen waren, nur  $3,4 \pm 1,5$  betrug. Die Anzahl der in den übrigen Kreuzungskombinationen angefallenen, einen voll entwickelten Embryo aufweisenden Samen, ferner die Keimausbildung in den nicht voll ausgebildeten Samen ist aus

Tabelle 14. Anzahl der normal ausgebildeten Samen und Ausbildung der Embryonen in den nicht voll entwickelten Samen der Kreuzung (MP × M) × M.

Kreuzung	Zahl der untersuchten Früchte	Zahl der normal ausgebildeten Samen	Embryonenausbildung in den nicht voll entwickelten Samen		
			Zahl der Keime in % der Samen	augenscheinlich abgestorben %	mittlere Keimlänge mm
[(M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.] × M Kattv. (S)	10	$3,4 \pm 1,5$	$6,5 \pm 2,2$	$67,7 \pm 8,4$	$5,3 \pm 0,22$
[(M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.] × M Kattv. (fr)	1	260	0,8	100	$2,1 \pm 0,51$
[(M Kattv. × P Schr.) × M Kattv.] × M Kattv.	4	$26,8 \pm 19,2$	$12,1 \pm 5,5$	$14,8 \pm 9,7$	$8,2 \pm 0,60$
[(M Kattv. × P Tsch.) × M Kattv.] × M Kattv.	1	7	4,5	70,8	$8,4 \pm 1,43$
[(M Schaug. × P Tsch.) × M Kattv.] × M Schaug.	3	$56,0 \pm 37,4$	$6,8 \pm 4,6$	$34,1 \pm 2,2$	$8,8 \pm 0,66$
[(M Schaug. × P Tsch.) × M Kattv.] × M Kattv.	4	$18,3 \pm 8,8$	$12,8 \pm 5,4$	$34,4 \pm 5,5$	$8,4 \pm 0,42$

einstimmen. Auch mangelhafte Ernährung der jungen Früchte kommt in Anbetracht der Wüchsigkeit der Pflanze als Ursache des vorzeitigen Absterbens nicht in Frage. Eher hat es den Anschein, daß die Kürbispflanze besonderer Wirkstoffe bedarf, damit die angelegten Früchte auswachsen und zur Reife gelangen. Diese Stoffe wurden offensichtlich bei einem Teil der F<sub>2</sub>-Pflanzen nicht oder in zu geringem Maße ausgebildet, so daß keine der angelegten Früchte bis zur Ernte an der Pflanze verblieb, während infolge der durch die Artkreuzung bedingten starken Variation bei einem anderen Teil der F<sub>2</sub>-Pflanzen mehr fruchtbildende Wirkstoffe als normalerweise bei den Elternstämmen zur Ausbildung gelangten und damit eine höhere Ernte bedingten.

Der Anteil der nach Rückkreuzung mit M geernteten Früchte (34,9%, Anzahl der Rückkreuzungen 129) entspricht dem Ergebnis der Rückkreuzung mit M bei den F<sub>1</sub>-Bastarden (32,3%). Nach Rückkreuzung mit P zeigen die MP × M-Bastarde nur 9,5% Ertrag (Anzahl der Rückkreuzungen 74). Der Unterschied gegenüber dem Ertrag nach Rückkreuzung mit M ist gesichert (KOLLER Tafel 5 und 6). Nicht gesichert ist dagegen der Unterschied im Ertrag der F<sub>2</sub>-Bastarde nach Rückkreuzung mit P gegenüber dem entsprechenden Ertrag der F<sub>1</sub>-Bastarde (22,5%). Sehr gering ist der Ertrag der MP × M-Pflanzen

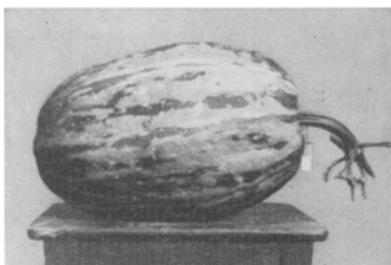
Tabelle 14 ersichtlich. Relativ hoch ist die Anzahl der normalen, einen voll entwickelten Embryo aufweisenden Samen auch bei der Kreuzung [(M Schaug. × P Tschermak) × M Kattv.] × M Schaug. In den unvollständig entwickelten Samen entspricht der Gehalt an Embryonen in etwa den Verhältnissen, die bei den Früchten aus den Kreuzungen MP × M ermittelt wurden. Der Anteil der abgestorbenen Embryonen ist z. T. niedriger, die mittlere Keimlänge im Durchschnitt größer bzw. gleich.

Von den Rückkreuzungen der MP × M-Pflanzen mit P gelangte nur eine Frucht [(M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.] × P Hbg. zur Analyse. Lediglich 2,4% der Samen wiesen einen Embryo auf. 75% dieser Embryonen waren augenscheinlich tot. Die mittlere Keimlänge betrug  $3,7 \pm 1,01$  mm.

Die einzige aus einer Selbstung von MP × M-Pflanzen hervorgegangene Frucht [(M Kattv. × P Hbg.) × M Kattv.] S wies 15 normal entwickelte Samen auf. Der Keimgehalt der übrigen Samen betrug 6,0%. 44% dieser Keime erschienen abgestorben. Die mittlere Keimlänge betrug  $9,2 \pm 0,46$  mm. Der Vergleich dieser Analysen zeigt, daß die Keime in der aus Selbstung hervorgegangenen Frucht besser entwickelt waren als in der aus Rückkreuzung mit P gewonnenen Frucht und in etwa den Verhältnissen bei den (MP × M) × M-Kreuzungen entsprachen.

B.  $MP \times P$ -Pflanzen.

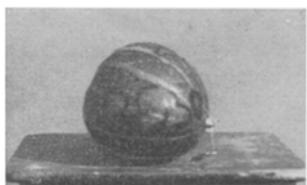
Erstmals konnten 1953 drei Pflanzen dieser Kombination aufgezogen werden. Die Pflanzen waren langtriebzig. Sie zeigten gegenüber den  $MP$ -Pflanzen in Blattgestaltung, Blütenform und Fruchtstiel stärker ausgeprägte  $P$ -Merkmale: stark gezähnte, spitz eingebuchtete, dunkelgrüne Laubblätter; die Adern auf der Blattunterseite, Blattstiel und Sproß mit Stachelhaaren besetzt; innen orange gefärbte Blüten mit spitz auslaufenden Blütenblättern, ferner einen stark gefurchten, fünfkantigen Fruchtstiel. Besonders stark war die Ähnlichkeit mit  $P$  im Kelch der männlichen Blüte. Blätter und Blüten waren größer als bei den Stammarten. Da auch das Pollenvolumen gegenüber den Stammarten verdoppelt war, muß damit gerechnet werden, daß die Chromosomenzahl vermehrt, evtl. gar verdoppelt war. Jedoch erwiesen sich im Durchschnitt nur 10–13% der Pollen als gut ausgebildet. Bei einer Pflanze führte sowohl eine Selbstung wie eine Rückkreuzung mit  $P$  zu einer reifen Frucht (Abb. 17), während bei den übrigen Pflanzen

Abb. 17. Frucht des  $MP \times P$ -Bastardes 4008/8/240.

alle Kreuzungs- und Selbstungsversuche ergebnislos blieben, eine dieser Pflanzen jedoch gegen Ende der Vegetationsperiode aus freiem Ansatz noch eine Frucht erbrachte. Leider enthielten diese 3 Früchte nur 9 Samen mit stark verkümmerten Keimen, die abgestorben waren oder sich nicht als lebensfähig erwiesen.

C.  $(F \times ?) \times M$ .

Dieser erste bisher erzielte *ficifolia*- $F_2$ -Artbastard war stark verzweigt. Die dunkelgrünen, nierenförmigen, auffallend gezähnten Blätter besaßen einen

Abb. 18. Frucht des  $F_2$ -*ficifolia*-Bastardes  $(F \times ?) \times M$ .

Längen-Breiten-Durchmesser von etwa 10 zu 14,5 cm. Auch die Blüten waren merklich kleiner als bei den Stammarten. Es wurden nur weibliche Blüten beobachtet. Die Pflanze brachte zwei kleine, dunkelgrüne, leicht hellgrün gestreifte, kugelige Früchte hervor (Abb. 18). Eine dieser Früchte ging aus einer Rückkreuzung mit  $F$ , die zweite aus Rückkreuzung mit  $M$  hervor. Die Früchte wiesen keinen ausgebildeten Samen, sondern ausschließlich nicht entwickelte, keine Embryonen enthaltende Samenanlagen auf.

Das Fruchtfleisch war gelblich, faserig und im gelagerten Zustand trocken.

IV. Die  $F_3$ -Generation.

Im Jahre 1953 standen folgende  $F_3$ -Nachkommenschaften zur Verfügung:

<b><math>(MP \times M) \times M</math>:</b>	Pflanzen
$[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Hbg.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$ (fr)	155
$[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Hbg.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$ (S)	95
(fr) = Rückkreuzungselter von frei abgeblühter Pflanze stammend.	
(S) = Rückkreuzungselter von geselbsteten Pflanzen stammend.	
$[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Schreiber}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$	86
$[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Tschermak}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$	6
$[(M \text{ Schaug.} \times P \text{ Tscherm.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Schaugarten}$	86
$[(M \text{ Schaug.} \times P \text{ Tscherm.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$	69
<b><math>(MP \times M) \times P</math>:</b>	
$[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Hbg.}) \times M \text{ Kattv.}] \times P \text{ Hbg.}$	1
<b><math>(MP \times M) S</math>:</b>	
$[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Hbg.}) \times M \text{ Kattv.}] S$	6
	Sa. 504

Von diesen Nachkommen verlangen die Kombinationen  $(MP \times M) \times M$  und  $(MP \times M) S$  eine kurze Besprechung.

**$(MP \times M) \times M$ :** Die Pflanzen waren normalwüchsig und durchweg langtriebzig. Einige Pflanzen zeigten spät erscheinende, nicht sehr lange Triebe. Die Variabilität war in den einzelnen Nachkommenschaften verschieden und trotz zweimaliger Rückkreuzung mit  $M$  erstaunlich groß. Sehr auffällig war die geringe Blütenzahl. Während die Bestände der Elternarten in den Vormittagsstunden dicht mit Blüten besät waren, zeigten sich bei den  $(MP \times M) \times M$ -Pflanzen nur wenige Blüten. Bei der Nachkommenschaft  $[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Hbg.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$  (fr) wurden in der Zeit vom 9. 7.—8. 8. 53 im Durchschnitt nur  $9,9 \pm 0,2$  Blüten/Pflanze festgestellt. Diese Zahl ist beträchtlich kleiner als die Zahl der 1952 bei den  $F_2$ -Bastarden ermittelten Blüten. Das mag zum Teil daran liegen, daß die Zählungen, die auch in diesem Jahr rund einen Monat lang durchgeführt wurden, mehr zu Beginn der Blütezeit, außerdem unter anderen klimatischen Bedingungen als im Vorjahr erfolgten.

In Anbetracht der großen Pflanzenzahl der verschiedenen  $(MP \times M) \times M$ -Nachkommenschaften konnten Pollen- und Samenfertilität nur bei den beiden, aus je einer Pflanze hervorgegangenen Nachkommenschaften  $[(M \text{ Kattv.} \times P \text{ Hbg.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Kattv.}$  (fr) u.  $[(M \text{ Schaug.} \times P \text{ Tsch.}) \times M \text{ Kattv.}] \times M \text{ Schaug.}$  ermittelt werden.

Für die erste Nachkommenschaft ergab sich als mittlere Pollenfertilität der Wert  $41,8 \pm 2,17\%$ , als mittlere Zahl der normal ausgebildeten Samen je Frucht die Anzahl  $96,0 \pm 7,3$ , für die zuletzt genannte Nachkommenschaft als mittlere Pollenfertilität der Wert  $63,4 \pm 2,38\%$ , die mittlere Zahl der normal ausgebildeten Samen je Frucht die Anzahl  $119,5 \pm 9,4$ .

Somit zeigt sich in der  $F_3$  eine erhebliche Zunahme sowohl der Pollen- wie der Samenfertilität. Doch ist die Fertilität der Stammarten, bei denen sowohl für die Herkunft M Kattv. wie P Hbg. etwa 400 normal ausgebildete Samen je Frucht im Durchschnitt ermittelt wurden, noch keineswegs erreicht, vor allem, wenn in Erwägung gezogen wird, daß die Fertilität der einzelnen Pflanzen im Gegensatz zu den reinen Arten viel unterschiedlicher ist.

Im Vergleich zur  $F_1$ - und  $F_2$ -Bastardgeneration zeigen die  $F_3$ -Nachkommenschaften sehr viel deutlicher die unterschiedliche Fertilität der verschiedenen Herkunftskombinationen, insbesondere, wenn die Stärke dieser Nachkommenschaften zu der Anzahl der jeweiligen  $F_1$ - und  $F_2$ -Pflanzen in Beziehung gebracht wird, wie das in Tabelle 15 geschieht.

Tabelle 15. Anzahl der den verschiedenen ( $MP \times M$ )  $\times$  M-Nachkommenschaften zugrunde liegenden  $F_2$ - und  $F_1$ -Pflanzen sowie Artkreuzungen.

Kreuzung	Pflanzen			Artbastardierungen M $\times$ P
	(MP $\times$ M) M	MP $\times$ M	MP	
M Kattv. $\times$ P Hbg.	250	23	3	11
M Kattv. $\times$ P Schreiber	86	4	1	2
M Kattv. $\times$ P Tschermak	6	6	5	7
M Schaug. $\times$ P Tschermak	155	8	2	5
Sa.	497	41	11	25

Daraus geht hervor, daß es ungefähr den gleichen Aufwand kostet, aus den Kreuzungen M Kattv.  $\times$  P Hbg., M Kattv.  $\times$  P Schreiber und M Schaug.  $\times$  P Tschermak eine größere  $F_3$ -Generation aufzuziehen, während dies Ergebnis für die Kreuzung M Kattv.  $\times$  P Tschermak offensichtlich ungleich schwerer ist. Das wird noch deutlicher, wenn die ( $MP \times M$ )  $\times$  M-Nachkommenschaften des Jahres 1954 mitberücksichtigt werden, die ausschließlich auf Kreuzungen von M Kattv. mit P Tschermak zurückgehen und jährlich mit der mütterlichen Herkunft rückgekreuzt wurden. Es ergibt sich dann

M Kattv.  $\times$  P Tschermak: 40 ( $MP \times M$ )  $\times$  M-Pflanzen,  
11  $MP \times M$ -Pflanzen,  
17  $MP$ -Pflanzen,  
78  $M \times P$ -Kreuzungen.

Von ähnlicher Schwierigkeit wie die Kreuzung M Kattv.  $\times$  P Tschermak erscheinen die Kreuzungen M Benary  $\times$  P Hbg. und M Benary  $\times$  P Schreiber, aus denen weder  $F_2$ - noch  $F_3$ -Pflanzen erzielt wurden.

**(MP  $\times$  M) S.** Es gelangten nur 6 Pflanzen zum Anbau, die auf dem Wege der Embryonenkultur aus nicht voll entwickelten Keimen aufgezogen waren. Alle Pflanzen waren kleiner als die übrigen  $F_2$ -Bastarde, sowohl was die Blattgröße, Länge und Dicke der Sprosse, sowie Blüten und Fruchtgröße anlangt. Zwei Pflanzen zeigten chlorotisch verändertes Blattgrün. Zwei Pflanzen waren extrem verzweigt. Sie gelangten nicht zur Fruchtbildung. Die übrigen Pflanzen zeigten normalen, z. T. sogar überdurchschnittlichen Fruchtansatz.

### Besprechung der Ergebnisse.

Der Artbegriff umfaßt zwei Seiten, eine systematische, die die Arten auf Grund äußerer Merkmale beschreibt und gegeneinander abgrenzt, und

eine genetische, die besagt, daß die verschiedenen unter einer Artbezeichnung zusammengefaßten Biotypen untereinander fertile Nachkommen besitzen, während sie gegenüber Angehörigen anderer Arten durch eine Sterilitätsbarriere getrennt sind. Bei den meisten Arten muß man sich zwangsläufig mit der systematischen Seite der Artbeschreibung begnügen. Sobald aber eine Art z. B. als Kulturpflanze gewisse wirtschaftliche Bedeutung oder pflanzenzüchterisches Interesse erlangt oder sich zu einer wirtschaftlich bedeutenderen Art in engerem Verwandtschaftsverhältnis erweist, wächst das Interesse, auch von der genetischen Seite her den Biotypenkomplex der Art zu erfassen und abzugrenzen.

### 1. Die artcharakterisierenden Merkmale der untersuchten Arten.

Eingehende Beschreibungen und Gegenüberstellungen der Arten M, P, Mo und F siehe u. a. bei NAUDIN (1856), LOTSY (1919), RUSSEL (1924), ZHITENEVA (1929/30), KLEMM (1941), SCHLÖSSER (1950), GREBENŠČIKOV (1950), WHITAKER u. BOHN (1950). Mehrere dort aufgeführte Merkmale reichen jedoch mit ihrer Variationsbreite in die Merkmalsbreite der anderen Arten hinein. Solche Merkmale sind meist nicht eindeutig artcharakterisierend, weil nicht „art-trennend“. Als art-trennend bezeichnen wir Merkmale, die eine einzelne Art oder eine Gruppe von Arten gegen die übrigen Arten einer Gattung eindeutig abgrenzen. Diese Merkmale sind für die genetische Untersuchung von besonderem Interesse.

Voraussetzung für die Auffindung von art-trennenden Merkmalen ist eine möglichst gute Kenntnis des Weltsortimentes, die auf Grund der Arbeiten der VAVILOV-Schule in etwa gegeben, wenn auch keineswegs abgeschlossen ist. In Tabelle 16 ist eine Reihe von Merkmalen aufgeführt, die diesen Forderungen entsprechen dürften<sup>1</sup>. Dabei sind jeweils die Merkmale durch Sperrdruck hervorgehoben, deren art-trennende Eigenschaft besonders klar hervortritt. Diese Aufzählung will keineswegs als abgeschlossen gelten<sup>2</sup>.

Die Übersicht läßt erkennen, daß *C. ficifolia* die meisten art-trennenden Merkmale aufweist: Die feigenblattähnliche Blattform, die starke Einschnürung zwischen Fruchtknoten und Blüte bis auf ein dünnes, leicht brechendes, zylindrisches Glied, die dichte Behaarung der Filamente, die einheitliche, grünweiß marmorierte Fruchtfarbe und die schneeweiße Farbe des Fruchtfleisches. Die für die meisten Formen charakteristische schwarze oder dunkelbraune Samenfarbe kann wegen der in Mexiko vorkommenden weißsamigen Formen nur bedingt herangezogen werden. Danach ist *C. ficifolia* von den drei übrigen Arten am stärksten unterschieden. Von den Arten M, P

<sup>1</sup> Bei Aufstellung dieser Tabelle ist eine Reihe süd-amerikanischer Herkünfte berücksichtigt worden, die ich der Vermittlung der Herren Prof. Dr. ALBERTO BOERGER, La Estanzuela, Uruguay, Prof. Dr. ALARICH SCHULTZ, Porto Alegre, Brasilien, sowie P. H. BUJARA, Penedo, Brasilien, verdanke.

<sup>2</sup> Anmerkung während der Korrektur:

Über Unterschiede in der Ausbildung des Endosperms siehe: WEILING, Fr. und R. SCHAGEN: Über die Präparation und Gestalt des Endospermhaustoriums bei den großsamigen Kürbisarten.

Ber. Dtsch. Bot. Ges. (im Druck).

Tabelle 16. Übersicht über die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der Kürbisarten *M*, *P*, *Mo* und *F*.

	<i>C. maxima</i>	<i>C. pepo</i>	<i>C. moschata</i>	<i>C. ficifolia</i>
Blattform	nicht feigenblattähnlich (nierenförmig, mitunter stumpf herzförmig, sehr wenig gelappt, bis 5 stumpfe Lappen)	nicht feigenblattähnlich (spitz herzförmig bis fünfspitzig, oft tief eingebuchtet, die Blattlappen gelegentlich ebenfalls gebuchtet)	nicht feigenblattähnlich (5 stumpfe Lappen aufweisend)	feigenblattähnlich (2, gelegentlich 4 tiefe, nach innen sich etwas erweiternde, abgerundete Buchten aufweisend, Blattlappen abgerundet)
Basis der Blattspreite	endet an den Basalhauptnerven	endet an den Basalhauptnerven	endet am Blattstiel	endet an den Basalhauptnerven
<b>männliche Blüte:</b>				
Form der Filamentbasis	konkav nach außen gebogen	konvex, senkrecht abwärts laufend	leicht schräg nach außen gerichtet abwärts verlaufend	leicht schräg nach außen gerichtet abwärts verlaufend
Filamentbehaarung	kurz, an der Basis gelegentlich etwas stärker (evtl. Lupe)	spärlich, kurz (Lupe)	spärlich, kurz (Lupe)	dicht, auffallend
<b>weibliche Blüte:</b>				
Blütenform	kelchförmig	trichterförmig	trichterförmig	kelchförmig
Verbindung zwischen Fruchtknoten und Blütenboden	mehr oder weniger, gelegentlich überhaupt nicht eingeschnürt	mehr oder weniger eingeschnürt	mehr oder weniger eingeschnürt	bis auf ein dünnes, zylinderförmiges, leicht brechendes Glied eingeschnürt. Einschnürung leicht zu übersehen, da Blütenboden dem Fruchtknoten eng anliegend
<b>Frucht:</b>				
Fruchtfarbe	verschieden	verschieden	verschieden	grünweiß marmoriert, oft weiß gestreift
Farbe des Fruchtfleisches	farbig (fahlgelb bis gelborange)	farbig (dunkelgelborange bis weißlich)	farbig (gelb bis orange)	schneeweiß
Fruchtstiel	zylindrisch, nicht verholzt, durch nachträgliches Wachstum des Stielinnern der Länge nach rissig, das außen verkorkte Sekundärgewebe zwischen der grünbleibenden, zu Strängen zerrissenen Primärrinde ± hervortretend	scharfkantig gefurcht, verholzt, ohne Korkentwicklung	stumpfkantig gefurcht, an der Fruchtansatzstelle oft plötzlich verbreitert, ohne Korkentwicklung	stumpfkantig gefurcht, ohne Korkentwicklung
Samen	Samenspitze schräg abgeschnitten, Samenrand oft undeutlich	Samenspitze stumpf (nicht schräg) abgeschnitten. Samenrand deutlich, nicht gefranst	Samenspitze leicht schräg abgeschnitten, Samenrand gefranst	Samenspitze leicht schräg abgeschnitten, Samenrand undeutlich (nicht gefranst), Samen meist schwarz (Ausnahme s. ВУКАСОВ 1930, ШИТАКЕР und ВОИНА 1950)

und *Mo* steht offensichtlich *C. maxima* morphologisch am meisten abseits. *M* unterscheidet sich von *P* und *Mo* durch die kelchförmige Gestalt der weiblichen Blüte, deren Kronblätter eine größere Anzahl von der Basis zum oberen Rand durchziehender Nerven aufweisen (WEILING 1953), durch die Form der Filamentbasis, die konkav nach außen gebogen ist<sup>1</sup>, vor allem aber durch die Ausbildung des Fruchtstieles, der nicht verholzt

<sup>1</sup> Dieses für mein Material charakteristische Verhalten ist in der von ЗИТЕНЕВА wiedergegebenen Darstellung nicht so ausgeprägt. Dort hat die Filamentbasis von *M* eine leichte Konkavkrümmung, die jedoch deutlich von der stärkeren Krümmung bei *P* abweicht.

ist und durch nachträgliches Dickenwachstum erheblich an Umfang gewinnen kann. In der Blattform finden sich Übergänge zu *Mo* und *P*. Die Angabe mehrerer Forscher, daß der Basalrand der Blattspreite von *M* nicht gesägt sei, traf bei meinem Versuchsmaterial nicht immer zu.

Danach stehen sich die Arten *P* und *Mo* morphologisch am nächsten, wobei *Mo* sowohl von *M* als auch von *P* dadurch abweicht, daß bei *Mo* die Basis der Blattspreite am Blattstiel und nicht an den Basalhauptnerven endigt, sowie daß der Samenrand, der auch bei *P* deutlich hervortritt, gefranst ist. Unterschiedlich ist ferner die Ausbildung der Samen-

spitze sowie die Form der Filamentbasis. *C. pepo* zeigt von allen Arten die stärkste Variabilität. Damit dürfte es zusammenhängen, daß wir bei dieser Art, abgesehen vielleicht von der stumpf abgeschnittenen Samenspitze, kaum ein Merkmal finden, das für alle Artangehörige zutrifft und diese Art von den übrigen Arten eindeutig trennt.

## 2. Zur Frage der zwischen den untersuchten Arten bestehenden Sterilitätsbarriere.

Die zwischen zwei Arten bestehende Sterilität kann auf drei Ursachen zurückgeführt werden: 1. Unterschiede in der Chromosomenzahl, 2. fehlende Homologie der Genome bei gleichen Chromosomenzahlen. Diese Verhältnisse sind bislang allgemein als Ursache für die Sterilität von Artbastarden angeführt worden. Als 3. Ursache hat LAMPRECHT (1944) interspezifische Gene erkannt, die zwischen Arten mit gleicher Chromosomenzahl und homologen Genomen, d. h. mit normal ablaufender Meiosis in den  $F_1$ -Bastarden, eine unter Umständen schwer überwindbare Sterilitätsbarriere bedingen. Nicht immer werden diese Ursachen in der Natur einzeln, oft werden zwei oder gar alle drei gemeinsam die Sterilitätsbarriere bedingen.

Die cytologische Untersuchung hat für alle vier untersuchten Arten die gleiche Chromosomenzahl  $2n = 40$  ergeben (RUTTLE (1931) für M, P, Mo; Mac KAY (1931) für F, WHITAKER (1933) für P, Mo und F, YAMANE (1953) für P und Mo, u. a.), wengleich gelegentlich abweichende Zahlen angegeben worden sind. Für M Kattenvenne und P Hamburg konnten wir ebenfalls  $2n = 40$  Chromosomen ermitteln. Zwischen diesen vier Arten kann die Sterilitätsbarriere also nur durch fehlende Homologie der Genome oder durch interspezifische Gene bzw. diese beiden Ursachen gemeinsam bedingt sein. Die cytologische Untersuchung der Meiosisverhältnisse bei MMo-Bastarden (PEARSON, HOPP u. BOHN 1951) zeigte, daß nur 2–4 Chromosomenpaare normal konjugieren, und daß infolge dieser Störung 1–7 (meist 5–6) Mikrosporen aus einer PMZ hervorgehen.<sup>1</sup> Dementsprechend war der Anteil an gut ausgebildeten (fertilen) Pollen gering (nur 1–5%). Völlig homolog erwiesen sich in den Untersuchungen von YAMANE die Genome von *C. moschata* (Sorte Kogiku) und *C. pepo* (Sorte Sömen). Alle Chromosomen konjugierten im  $F_1$ -Bastard paarweise miteinander. Die Zahl der unregelmäßig verlaufenden Reifeteilungen betrug 4,63 % gegenüber 2,63 % bei Mo und 1,96 % bei P. Infolgedessen war die Pollenfertilität der  $F_1$ -Bastarde ziemlich hoch (77,07% gegenüber 84,65% bzw. 89,08% bei den Herkünften der Bastardeltern). Bereits WHITAKER und BOHN (1950) geben an, daß die  $F_1$ -Bastarde zwischen P und Mo selbstfertil seien. Danach ist zu erwarten, daß die Sterilitätsbarriere zwischen diesen beiden Arten ausschließlich durch interspezifische Gene bedingt ist. Die cytologische Untersuchung der MP-Bastarde — diese Arbeit erfolgt zur Zeit mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft — zeigte bisher starke Störungen im Ablauf der Reifeteilung mit Bildung zahlreicher

Kleinpollen und hohe Pollensterilität, ein Ergebnis, das durchaus zu den Befunden von PEARSON, HOPP und BOHN sowie YAMANE paßt.

Meist besteht die Sterilitätsbarriere aus einem Komplex von Erscheinungen, von denen jede eine gewisse Teilsterilität bedingt. Hierher gehören mangelhafte Keimungsbedingungen der Pollen auf der artfremden Narbe, Hemmung des Pollenschlauchwachstums in nicht arteigenem Griffelgewebe, mangelhafter Fruchtsatz, schlechte Entwicklungsfähigkeit der Bastardembryonen in einem mangelhaft ernährenden Endosperm, ferner geringe Keimkraft selbst gut ausgebildeter Samen mit Bastardembryonen, vor allem Störungen im Ablauf der Meiosis und in Verbindung damit oder unmittelbar dadurch bedingt Gonenletalität. Jede dieser partiellen Sterilitätserscheinungen wird durch innere Faktoren gesteuert und ist die mittelbare oder unmittelbare Folge der mangelnden Homologie bzw. unterschiedlicher Chromosomenzahlen oder unverträglicher Gene der für die Kreuzung benutzten Arten. Dabei verhält sich jede der eine partielle Sterilität bedingenden Erscheinungen individuell und weitgehend unabhängig von den übrigen Sterilität auslösenden Erscheinungen. So ist der Ertrag der Kreuzung  $M \times P$  verhältnismäßig groß, die Längenausbildung der Bastardembryonen jedoch gering, während sich die Kreuzung  $M \times Mo$  in dieser Hinsicht umgekehrt verhält. Bei der Kreuzung  $Mo \times P$  ist nach YAMANE der Ertrag geringer (26,1%) als bei uns im Falle  $M \times P$  (39,6%), dagegen sind sowohl Pollenfertilität (77,07%) wie Samentfertilität (72,54%) beträchtlich höher als bei den MP-Bastarden (6,26% bzw.  $\ll 1\%$ ).

## 3. Die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den kultivierten Kürbisarten, beurteilt an Hand der Sterilitätserscheinungen.

Zwei Arten stehen einander verwandtschaftlich um so näher, je schwächer die zwischen ihnen bestehende Gesamtsterilität ist; ihr verwandtschaftlicher Abstand ist um so größer, je stärker und mannigfaltiger die Sterilitätserscheinungen sind. Demzufolge weist F nicht nur morphologisch, sondern auch auf Grund der beobachteten Sterilitätserscheinungen einen relativ großen Abstand gegenüber M und P auf. Auf Grund der Bastardierungsergebnisse zwischen M und Mo bzw. P und Mo darf ein ähnlich großer Abstand auch gegenüber Mo angenommen werden.

Von den drei übrigen Arten steht M, ebenfalls in Übereinstimmung mit den morphologischen Befunden, am meisten abseits. Auf Grund der bei den MMo- und MP-Bastarden zu Tage tretenden Meiosisstörungen ist anzunehmen, daß die Genome von M und Mo bzw. M und P einander nicht homolog sind. Wengleich der Ertrag nach Einkreuzung von P in M größer ist als nach Einkreuzung von Mo in M, so ist auf Grund der unterschiedlichen Embryonenausbildung und der verschiedenen hohen Pollensterilität dieser Artbastarde anzunehmen, daß M und Mo einander näher stehen als M und P. Dafür spricht ebenfalls der Umstand, daß M und P bislang nur in einer Richtung erfolgreich gekreuzt werden konnten. Offen bleibt die Frage, an welcher Stelle *C. mixta* PANG. einzuordnen ist. PANGALO und GOLDHAUSEN (1939) sind der Ansicht, daß diese Art sehr nahe mit *C. moschata* verwandt sei,

<sup>1</sup> Anmerkung während der Korrektur:

Beim  $F_1$ -Bastard *C. andreana*  $\times$  *C. ficifolia* fand WHITAKER (1954). — Lit. siehe Anmerk. zu Seite 47) in der Meiosis 10 Chromosomenpaare.

während *C. pepo* etwas weiter, *C. maxima* dagegen völlig abseits (quite distant) stehe.

Unter Berücksichtigung der bisherigen Befunde, insbesondere der engen Verwandtschaft zwischen P und Mo, dürfte die Vorstellung VAVILOVS und seiner Schule, wonach *C. pepo* in der alten Welt beheimatet sei, kaum noch aufrecht erhalten werden können. Andererseits entsprechen unsere Befunde durchaus der Auffassung der amerikanischen Forscher, die die Heimat von P im Norden der Zentralplatte von Mexiko und im Süden von USA suchen. Als Stammpflanze von P nehmen diese Forscher die in Texas vorkommende Art (oder Varietät) *C. texana* GRAY an. Es wäre wünschenswert, wenn die Fertilitätsverhältnisse zwischen *C. pepo* und *C. texana* einmal eingehend untersucht würden, wie das bei *C. maxima* und deren Stammpflanze *C. andreana* geschehen ist (WHITAKER 1951).

Dem natürlichen Verwandtschaftsverhältnis der Arten M, P und Mo entspricht damit in etwa der Abstand der Ursprungsgebiete dieser Arten. Die verwandtschaftlich voneinander am meisten entfernten Arten M und P weisen den größten Abstand der Heimatgebiete voneinander auf (Nordargentinien und Chile bzw. Nordmexiko und südliche USA), während Mo (dgl. *C. mixta*) (Südmexiko, Mittelamerika) dem Ursprungsgebiet von *C. pepo* sehr nahe liegt. Landwirtschaftlich ist von Bedeutung, daß bisher nur bei P und M kurztriebige Formen beobachtet worden sind (MILLÁN 1947). Als Hinweis auf die natürliche Variabilität von M in ihrem Heimatgebiet mag die Angabe MILLÁN's dienen, der bei den kurztriebigen Pflanzen von *C. maxima* DUCH var. Zapallito (Carrière) MILLÁN zum Teil einen wesentlich höheren Anteil an weiblichen Blüten in % der Gesamtblütenzahl feststellte (25%, 13,5%, 13,3%, 9,4%, 7,5%), als er normalerweise bei M beobachtet wird.

Wir müssen uns die Entstehung unserer kultivierten Kürbisarten wohl so vorstellen, daß sich von einer gemeinsamen Stammpflanze sehr früh eine Art abgezweigt hat, aus der in irgendeinem mehr oder weniger abgeschlossenen Raum Mexikos oder Mittelamerikas *C. ficifolia* sich entwickelt hat, während zu einem späteren Zeitpunkt eine weitere Form sich abgliedert hat, aus der im südlichen Teil Südamerikas *C. andreana* sowie nach Inkulturnahme dieser Art *C. maxima* entstanden ist. Um die gleiche Zeit oder später müßten dann auch die Stammpflanzen der Arten *C. moschata*, (*C. mixta*) und *C. pepo* sich abgliedern und entwickelt haben. Dagegen dürfte es wohl eine müßige Frage sein, sich, wenigstens zur Zeit, über das Aussehen dieser gemeinsamen Stammpflanze eine konkrete Vorstellung machen zu wollen. Auch über die verwandtschaftlichen Beziehungen der übrigen Kürbisarten zu den großfrüchtigen Kulturarten wissen wir noch nichts.

Die aus unseren Kreuzungen resultierenden Schlüsse entsprechen weitgehend der Auffassung, die WHITAKER und BOHN (1950) über die Entstehung der kultivierten Kürbisarten entwickelt haben. Ausgehend von der Ansicht CARTERS (1945), daß die Domestikationszentren der kultivierten Kürbisarten auf einer ziemlich geraden Linie liegen: *C. maxima* in Zentral-Südamerika, *C. moschata* im nördlichen Südamerika, *C. mixta* in Zentralamerika und Mexiko sowie *C. pepo* in Nordmexiko und den USA, neigen die beiden For-

scher zu der Annahme, daß *C. moschata* und *C. mixta* wegen der geringeren Entfernung vom Entstehungszentrum der Gattung primitiver seien als *C. pepo* und *C. maxima*. Sie nehmen weiterhin an, daß *C. moschata* und *C. maxima* von Vorfahren domestiziert worden sind, die südwärts wanderten, während *C. mixta* und *C. pepo* von Vorfahren in die Kultur überführt wurden, die nordwärts wanderten. Jedoch wird diese letzte Vorstellung unserer Ansicht nach der engen Verwandtschaft zwischen *C. pepo* und *C. moschata* nicht hinreichend gerecht. Diese scheint uns vielmehr zu der Annahme zu zwingen, daß die Stammformen von *C. moschata* und *C. pepo* etwa um die gleiche Zeit aus einer gemeinsamen Form sich entwickelt haben, wobei erstere mehr tropischen Bedingungen sich anpaßte, während die Stammform von *C. pepo*, die nordwärts sich ausbreitete, subtropischen und gemäßigten Klimabedingungen sich anpassen mußte und dabei eine besonders große Variationsbreite erzielte. Entsprechend dieser Auffassung muß die Stammform von *C. maxima* bereits früher von der gemeinsamen Urform abgliedert worden sein. Über die verwandtschaftlichen Beziehungen von *C. mixta* zu den drei übrigen Arten lassen sich auch bei Berücksichtigung der Arbeit von WHITAKER u. BOHN keine genauen Angaben machen. PANGALO und GOLDHAUSEN (1939) erzielten bei Artkreuzungen sowohl mit *C. pepo* als auch mit *C. moschata* u. *C. maxima* weitgehend fertile Nachkommen. Besonders leicht scheint die Kreuzung zwischen *C. pepo* und *C. mixta* zu gelingen. Nach WHITAKER und BOHN soll sich *C. mixta* nur schwer mit den drei Arten *C. pepo*, *C. moschata* und *C. maxima* kreuzen lassen. Sehr aufschlußreich sind überdies die Angaben von WHITAKER und BOHN über *C. ficifolia*. Diese Art ist insbesondere den größeren Höhenlagen des tropischen Amerikas angepaßt. Sie ist Kurztagspflanze und verträgt tiefere Temperaturen besser als die anderen Arten. Bereits sehr früh scheint sich diese Art über Zentralamerika und die Andenhöhen bis nach Chile ausgebreitet zu haben. Samenfunde in Huaca Prieta, Peru, aus der Prækeramischen und Vormaiszeit (datiert auf ca. 2000 vor Chr. WHITAKER und BIRD 1949) legen nahe, daß *C. ficifolia* bereits damals in Kultur genommen war und somit zu den ältesten amerikanischen Kulturpflanzen gehört.

#### 4. Weitere Hilfsmittel zur Behebung der einer Artkreuzung entgegenstehenden Schwierigkeiten.

Uns ist bereits eine Reihe von Hilfsmitteln bekannt, die geeignet sind, die Durchführung einer Artkreuzung zu erleichtern und die Bastardsterilität zu umgehen, z. B. Lagerung von Pollen unter Feuchtigkeitsabschluß oder bei tiefer Temperatur (BREDEMANN und Mitarbeiter 1947), Embryonenkultur, Anzucht bei Zusatzlicht sowie Polyploidisierung von F<sub>1</sub>-Bastarden mit stark gestörter Meiosis. In vielen Fällen kommt jedoch eine Artkreuzung nicht zustande, weil der Pollen nicht befähigt ist, auf der artfremden Narbe zu keimen bzw. den Pollenschlauch durch das artfremde Griffelgewebe zur Samenanlage (hinreichend schnell) vorzutreiben. Oder die Fruchtansätze sterben ab, obgleich die Samenanlagen befruchtet sind. Auf Grund der Untersuchungen von YASUDA (vgl. MAHESHWARI 1950) wissen wir, daß die Ausbildung der Frucht durch einen Wirkstoff ver-

anlaßt wird, der vom Pollen dem Fruchtknotengewebe mitgeteilt wird. Das Fehlen dieses Wirkstoffes scheint z. T. die Ursache dafür zu sein, daß nach Bestäubung von F mit M oder P, bzw. von P mit M der Fruchtsatz sehr gering ist, obgleich die Samenanlagen offensichtlich zum großen Teil befruchtet werden. Nun läßt sich sowohl das Pollenschlauchwachstum (SMITH 1942) wie die Ausbildung der Frucht (selbst unabhängig von irgendwelcher Bestäubung) durch Zugabe von Wirkstoffen (GARDNER und MARTH 1937, WONG 1938 u. a.) fördern bzw. ermöglichen. Von dieser Möglichkeit wird auch zur Behebung der Intersterilität bei Obst, ferner bei Kartoffeln (FISCHNICH 1953) Gebrauch gemacht. Es ist inzwischen der Versuch gemacht worden, dieses Verfahren zur Erhöhung des Fruchtansatzes bei den *ficifolia*-Kreuzungen zu verwenden. Leider haben diese Versuche bislang nur begrenzten Erfolg gehabt.

### Zusammenfassung.

1. Es wurden Artkreuzungen bei den kultivierten Kürbisarten und zwar zwischen *C. maxima* und *C. pepo*, *C. maxima* und *C. ficifolia*, *C. ficifolia* und *C. pepo* sowie *C. maxima* und *C. moschata* durchgeführt.

2. Artkreuzungen zwischen *C. maxima* und *C. pepo* gelangen nur in dieser Richtung. Die erzielten  $F_1$ -Bastarde ließen sich mit den Eltern rückkreuzen. Jedoch konnte nur aus der Rückkreuzung mit *C. maxima* eine größere Nachkommenschaft erzielt werden. In der zweiten Rückkreuzungsgeneration mit *C. maxima* ließen sich in größerem Umfang erfolgreiche Selbstungen durchführen. — Der Erfolg der Kreuzungen war bei Verwendung verschiedener Herkünfte der beiden Arten unterschiedlich.

3. Artkreuzungen zwischen *C. maxima* und *C. ficifolia* gelangen in beiden Richtungen, Artkreuzungen zwischen *C. ficifolia* und *C. pepo* nur in dieser Richtung. Jedoch ist die Kreuzungsausbeute sehr gering. Die wenigen erzielten  $F_1$ -Pflanzen waren fast vollkommen steril. Eine einzige, stark verzweigte  $F_2$ -Pflanze wurde erzielt, deren Früchte völlig steril waren.

4. Artkreuzungen zwischen *C. maxima* und *C. moschata* erwiesen sich zum Teil als sehr ergiebig. Die Fertilität der  $F_1$ -Bastarde wurde nicht weiter geprüft.

5. Bei den genannten Artkreuzungen wurden die zum Gelingen einer fertilen Artkreuzung erforderlichen Voraussetzungen eingehend geprüft und aus dem Ergebnis dieser Untersuchung Rückschlüsse auf die zwischen diesen Arten bestehenden verwandtschaftlichen Beziehungen durchgeführt.

### Literatur.

1. BAILEY, L. H.: A medley of pumpkins. Mem. Hort. Soc. New York 1, 117—124 (1920). — 2. BAILEY, L. H.: Species of *Cucurbita*. Gentes Herbarum 6, 266—322 (1943). — 3. BAILEY, L. H.: Jottings in the Cucurbitas. Gentes Herbarum 7, 48—477 (1948). — 4. BLAKESLEE, A. F. and S. SATINA: New hybrids from incompatible crosses in *Datura* through culture of excised embryos on malt media. Science 99, 331—334 (1944). — 5. BREDEMANN, G., K. GARBER, P. HARTECK und Kl. A. SUHR: Die Temperaturabhängigkeit der Lebensdauer von Blütenpollen. Die Naturwissenschaften 34, 279—280 (1947). — 6. BRINK, R. A., D. C. COOPER and L. E. AUSHERMAN: A hybrid between *Hordeum jubatum* and *Secale cereale*. J. Hered. 35, 66—75 (1944). — 7. BUKASOV, S. M.: The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia. Bull. appl. Bot., Genet. and Pl.

Breed. Suppl. 47, 1—553 (1930) (Engl. Zusammenfassung). — 8. CARTER, G. F.: Plant geography and culture history in the American Southwest. Publ. Anthropol. New York, 1945. — 9. CASTETTER, EDWARD F.: Species crosses in the genus *Cucurbita*. Amer. J. Bot. 17, 41—57 (1930). — 10. DARLINGTON, C. D. and E. K. JANAKI AMMAL: Chromosome Atlas of cultivated plants. London 1945. — 11. DRUDE, OSKAR: Kulturversuche über Variation und Mutation. Verh. Ges. Deutsch. Naturf. u. Ärzte 75 (II/1) 192—195 (1903). — 12. DRUDE, OSKAR: Erfahrungen bei Kreuzungsversuchen mit *Cucurbita Pepo*. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 35, (26)—(57) (1917). — 13. ERWIN, A. T. and E. S. HABER: Species and Varietal Crosses in Cucurbits. Agr. Exp. Sta. Jowa State Coll. of Agricult. and Mech. Arts Bull. Nr. 263 Ames Jowa (1929). — 14. FISCHNICH, O.: Die Beeinflussung der pflanzlichen Entwicklung durch Wuchs- u. Hemmstoffe. Ber. Dtsch. Bot. Ges. 66, 436—438 (1953). — 15. GARDNER, F. E. and P. C. MARTH: Parthenocarpic fruits induced by spraying with growth promoting compounds. Bot. Gaz. 99, 184—195 (1937). — 16. GREBENŠČIKOV, IGOR: Zur Kenntnis der Kürbisart *Cucurbita pepo* L. nebst einigen Angaben über Ölkürbis. Der Züchter 20, 194—207 (1950). — 17. HANNIG, E.: Zur Physiologie pflanzlicher Embryonen. I. Über die Kultur von *Cruciferen*-Embryonen außerhalb des Embryosacks. Bot. Ztg. 62, 45—80 (1904). — 18. KARPETSCHENKO, G.: Hybrids of *Raphanus sativus* × *Brassica oleracea*. J. Genetics 14, 375—396 (1924). — 19. KLEMM, M.: Der Kürbis und seine Bedeutung als Ölpflanze. Forschungsdienst 11, 676—698 (1941). — 20. KOLLER, S.: Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. 3. Aufl. Darmstadt 1953. — 21. KONZAK, C. F., L. F. RANDOLPH u. N. F. JENSEN: Embryo culture of Barley Species hybrids. Cytological Studies of *Hordeum sativum* × *Hordeum bulbosum*. J. Hered. 42, 125—134 (1951). — 22. LAIBACH, F.: Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht frühabsterbender Bastardembryonen. Ztschr. f. Botanik 17, 417—459 (1925). — 23. LAMPRECHT, H.: Die genetisch-plasmatische Grundlage der Artbarriere. Agri Hortique Genetica 2, 75—142 (1944). — 24. LEIN, ALFRED: Die genetische Grundlage der Kreuzbarkeit zwischen Weizen und Roggen. Z. Vererb.lehre 81, 28—61 (1943). — 25. LOTSY, J. P.: *Cucurbita*-Strijdvragen. De soort quaestie. Hat gedrag na kruising. Parthenogenese? I. Historisch Overzicht. Genetica 1, 497—531 (1919). — 26. LOTSY, J. P.: *Cucurbita*-Strijdvragen. II. Eigen Onderzoekingen. Genetica 2, 1—21 (1920). — 27. MANN, L. K. and J. ROBINSON: Fertilization, seed development, and fruit growth as related to fruit set in the Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). Amer. J. Bot. 37, 685—697 (1950). — 28. MAHESHWARI, P.: An Introduction to the Embryology of Angiosperms. New York 1950. — 29. MILLÁN, R.: Variaciones del zapallito amargo „*Cucurbita andreana*“ y el origen de *Cucurbita maxima*. Rev. Argentina de Agronomia 12, 86—93 (1945). — 30. MILLÁN, R.: Los zapallitos de tronco de Sudamerica extratropical. Darwiniana 7, 333—345 (1947). — 31. MC KAY, J. W.: Chromosome Studies in the Cucurbitaceae. Univ. of California Publ. in Bot. 16, 339—350 (1931). — 32. NAUDIN, M. CHARLES: Nouvelles recherches sur les caractères spécifiques et les variétés des plantes du genre *Cucurbita*. Ann. Sci. Nat. Bot. 6, 5—73 (1856). — 33. NEUMANN, D.: Die Blühverhältnisse und der Frucht- und Samenansatz beim Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L.) nach natürlicher und künstlicher Bestäubung. Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung 31, 513—544 (1952). — 34. OEHLKERS, FRIEDRICH: Bastardierungsversuche in der Gattung *Streptocarpus* LINDL. I. Plasmatische Vererbung und die Geschlechtsbestimmung von Zwitterpflanzen. Z. f. Bot. 32, 305—393 (1938). — 35. OVERBEEK, J. VAN, MARIE E. COUKLIN and A. F. BLAKESLEE: Cultivation in vitro of small *Datura*-embryos. Amer. J. Bot. 29, 472—477 (1942). — 36. PÄTAU, K.: Eine neue  $\chi^2$ -Tafel. Z. Vererb.lehre 80, 558—564 (1942). — 37. PÄTAU, K.: Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen. (Eine neue  $t$ -Tafel.) Biol. Zbl. 63, 152—168 (1943). — 38. PANGALO, K. I. and M. K. GOLDHAUSEN: Interspecific hybridisation in the genus *Cucurbita*. Compt. Rend. (Doklady) de l'Acad. des Sciences de l'URSS 24, 61—64 (1939). — 39. PANGALO, K. I.: A new species of cultivated pumpkins (Engl. Zusammenfassung). Bull. Appl.

- Bot. Genet. and Plant Breed. **23**, 253—265 (1930). — 40. PEARSON, O. H., R. HOPP and G. W. BOHN: Notes on Species Crosses in *Cucurbita*. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **57**, 310—322 (1951). — 41. PRYM-VON BECHERER, LEONORE: Untersuchungen zur Anatomie und zum Erverhalten der Samenschalen von *Cucurbita maxima* DUCH. und *Cucurbita pepo* L. Der Züchter **25**, 1—14 (1955). — 42. ROSEN, F.: Über die Samen einiger Speisekürbisse. Cohn's Beiträge z. Biologie der Pflanzen **14**, 1—18 (1920). — 43. RUSSEL, PAUL: Identification of the commonly cultivated species of *Cucurbita* by means of seed characters. Journ. Washington Acad. Sciences **14**, 265—269 (1924). — 44. RUTTLE, MABEL: Chromosome number in the genus *Cucurbita*. New York State Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. **186**, 1—12 (1931). — 45. SCHIEMANN, E.: Entstehung der Kulturpflanzen. Ergebnisse der Biologie **19**, 409—552 (1943). — 46. SCHLÖSSER, L. A.: Kürbisgewächse (Cucurbitaceae). Handbuch der Pflanzenzüchtung Bd. 5, 420—432, Berlin u. Hamburg 1950. — 47. SMITH, P. F.: Studies of the growth of pollen with respect to temperature, auxins, colchicine and vitamin B<sub>1</sub>. Amer. J. Bot. **29**, 56—66 (1942). — 48. STELZNER, GERHARD: Über die Erzeugung von Bastarden von *Sol. polyadenium* (GREENM.) mit Kulturkartoffelsorten und ihre Resistenzmerkmale. Der Züchter **19**, 331—333 (1949). — 49. TJEBBES, K.: Die Samenfarben in Kreuzungen von *Phaseolus vulgaris* × *multiflorus*. Hereditas **9**, 199—208 (1927). — 50. VAVILOV, N.: Botanisch-geographische Grundlagen der Pflanzenzüchtung. Theoret. Grundlagen der Pflanzenzüchtung (russ.) **1**, Kap. 2 (1935). — 51. WEILING, F.: Artkreuzungen beim Kürbis. Naturw. **38**, 262 (1951). — 52. WEILING, F.: Beobachtungen an Kürbisartbastarden. Ber. Dtsch. Bot. Ges. **66**, 368—377 (1953). — 53. WEILING, F.: Farbenphotographie und Artkreuzungen bei Pflanzen. Photographie und Wissenschaft **3**, 23—27 (1954). — 54. WERCKMEISTER, PETER: Über die künstliche Aufzucht von Embryonen aus *Iris*-Bastardsamen. Die Gartenbauwissenschaft **8**, 607—608 (1934). — 55. WERCKMEISTER, PETER: Über die Herstellung und künstliche Aufzucht von Bastarden der Gattung *Iris*. Die Gartenbauwissenschaft **10**, 500—520 (1937). — 56. WHITAKER, THOMAS, W.: Cytological and phylogenetic studies in the Cucurbitaceae. Bot. Gaz. **94**, 780—790 (1933). — 57. WHITAKER, THOMAS W.: American origin of the cultivated cucurbits. Ann. Missouri Bot. Gard. **34**, 101—111 (1947). — 58. WHITAKER, THOMAS W.: A species cross in *Cucurbita*. J. Hered. **42**, 65—69 (1951). — 59. WHITAKER, T. W. and J. B. BIRD: Identification and significance of the cucurbit materials from Huaca Prieta, Peru. Am. Mus., Nov., Nr. **1426**, 15 pp. (1949) (zit. bei WHITAKER u. BOHN 1950). — 60. WHITAKER, THOMAS W. u. G. W. BOHN: The Taxonomy, Genetics, Production and Uses of the Cultivated Species of *Cucurbita*. Economic Botany **4**, 52—81 (1950). — 61. WHITE, P. R.: Potentially unlimited growth of excised tomato root tips in a liquid medium. Plant Physiology **9**, 585—600 (1934). — 62. WONG, C. Y.: Induced Parthenocarpy on Watermelon, Cucumber, and Pepper by the Use of Growth Promoting Substances. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **36**, 632—636 (1938). — 63. YAMANE, YOSHFUMI: Studies on species hybrids in the genus *Cucurbita*. III. F<sub>1</sub>-Hybrids of *C. moschata* × *C. pepo* with the special reference to varieties Kogiku (*C. moschata*) and Sömen (*C. pepo*). The Biol. Journ. of the Okayama University **1**, 202—208 (1953). — 64. ZHITENEVA, N. E.: The world's assortment of pumpkins (Engl. Zusammenfassung). Bull. Appl. Bot. Genet. and Plant Breed. **23**, 157—207 (1930). — 65. ZIMMERMANN, A.: Die Cucurbitaceen. Bd. 1 Jena (1922).

(Aus dem Institut für Obstbau d. Techn. Universität Berlin-Charlottenburg.)

## Frostresistenzprüfungen an keimenden Kernobstsaamen.

Von E. KEMMER u. ILSE THIELE.

(Mit 3 Textabbildungen.)

Die Durchführung exakter Kälteversuche an Obstgehölzen ist mit so ungewöhnlichen Schwierigkeiten verbunden, daß sowohl die geringe Zahl der in der Literatur behandelten Untersuchungen als auch ihre widerspruchsvollen Ergebnisse untereinander und vor allem auch gegenüber natürlichen Frostschäden verständlich sind. Es würde zu weit führen, wollten wir uns hier mit Einzelheiten befassen. Es kann in diesem Zusammenhang nur darauf hingewiesen werden, daß nach unseren Beobachtungen bei solchen Prüfungen nicht nur die Objekte häufig von zu unterschiedlicher Qualität sind, um vergleichbare Resultate zu liefern, sondern auch die Kühleinrichtungen oft nicht zuverlässig genug arbeiten. (KEMMER u. SCHULZ: Das Frostproblem im Obstbau, München 1955.)

Bisher beschränkten sich die Frostprüfungen hauptsächlich auf die Kältung von Zweigen in Kühlschränken bei Temperaturen bis meist  $-20^{\circ}\text{C}$ . Hie und da wurden auch ganze Jungpflanzen und Wurzelstöcke gefrostet. Noch nie hat man sich aber mit der Frostung von Keimlingen befaßt und mit jährlich fortschreitenden (progressiven) Kälteprüfungen, bei denen die gefrosteten Keimlinge als ein- und mehrjährige Gehölze Folgeprüfungen unterliegen. Solche Versuche wurden erstmalig am hiesigen Institut im Frühjahr 1953 begonnen und laufen seit 1954 mit Unterstützung der deutschen Forschungsgemeinschaft in größerem Umfang. Die Untersuchungen sollen klären, ob die erblich bedingte Frostresistenz eines Gehölzes bereits in

einem frühen Entwicklungsstadium, möglichst im Keimstadium, erfaßt werden kann, ob also Frühselektionen in Bezug auf Frosthärte möglich sind. Die Klärung dieser Frage ist vor allem für die Züchtung von Bedeutung, weil sich bei positivem Ausgang der Versuche außerordentlich günstige Arbeitsmöglichkeiten ergeben würden; man denke allein an den fast unbegrenzten Umfang des Auslesematerials, der bei Frühselektionen im Keimstadium möglich wäre. Über den ersten Abschnitt unserer progressiven Kälteversuche, nämlich die Frostresistenzprüfung im Keimstadium, soll hier berichtet werden.

Unsere Versuche umfaßten 1954 insgesamt 38 000 keimende Samen. Es handelte sich um Nachkommenschaften von 11 frei abgeblühten Birnensorten, 33 frei abgeblühten Apfelsorten, 6 Apfelkreuzungen und 14 Malus-Unteragentypen. Je Herkunft wurden durchschnittlich 500 Nachkommen gefrostet und 100 als Kontrollen geprüft.

Die Samen wurden — wie üblich — während des Winters in mäßig feuchtem Sand bei niedriger Temperatur gelagert, im Frühjahr bei einsetzender Keimung ausgesiebt und mit freiliegender Keimwurzel im Kühlschrank gefrostet. Da das Bereitstellen der gekeimten Samen aus arbeitstechnischen Gründen nur einmal wöchentlich erfolgen konnte, war der Entwicklungszustand der Keimlinge zu diesem Zeitpunkt unterschiedlich. Von der eben gespitzten Wurzel bis zum teilweise schon geschobenen Hypokotyl fanden