

SAMMLUNG GÖSCHEN BAND 1178/1178a

PFLANZENZÜCHTUNG

II

SPEZIELLE GARTENBAULICHE
PFLANZENZÜCHTUNG

(Züchtung von Gemüse, Obst und Blumen)

von

DR. AGR. HABIL. HERMANN KUCKUCK

o. Professor für Pflanzenzüchtung
und Direktor des Instituts für Gärtnerische Pflanzenzüchtung
an der Technischen Hochschule Hannover

Mit 27 Abbildungen



WALTER DE GRUYTER & CO.

vormals G. J. Göschen'sche Verlagshandlung · J. Guttentag,
Verlagsbuchhandlung · Georg Reimer · Karl J. Trübner · Veit & Comp.

BERLIN 1957

rationen hindurch fortgesetzt, so wird eine vegetative Selektion auf schlechte Kopfbildner getrieben, das sind die Genotypen, die infolge ihres schnellen Durchschießens die besten Samenträger darstellen. Nur bei durchgezüchteten Sorten, die einer ständigen Erhaltungszucht unterliegen, ist es statthaft, die letzte Vermehrungsstufe im Züchtungszyklus, aus der das Hochzuchtsaatgut gewonnen wird, aus Stecklingen zu gewinnen.

Da alle Kohlarten miteinander bastardieren, müssen die einzelnen Sorten in Abständen von etwa 1000 m gepflanzt werden. Bastardierungen von Kohl mit Raps sind selten, so daß hier nur geringe Entfernungen im Samenbau dieser beiden Arten einzuhalten sind. Bastardierungen zwischen Kohl und Rüben bzw. mit Wasserrüben finden nicht statt.

6. Züchtung von Möhren

Die Möhrensarten kann man hinsichtlich ihrer Nutzung in zwei Gruppen einteilen: In die Speise- und in die Futtermöhren. Während die Futtermöhren nur durch späte Formen, und zwar durch rot-gelbe und weißfleischige vertreten sind, die sich durch hohe Massenerträge auszeichnen, befinden sich unter den Speisemöhren nur rotfleischige Sorten mit unterschiedlichen Reifezeiten und Nutzungseigenschaften. Es gibt sehr frühe Sorten, unter denen sich einige auch zum Treibanbau eignen, mittelfrühe Freilandsorten und schließlich späte Wintermöhren, die sich durch hohe Erträge auszeichnen und für die Lagerung geeignet sind. Bestimmte Sorten, wie z. B. „Pariser Markt“, werden für die Naßkonservierung bevorzugt.

Hinsichtlich der Wurzelform werden vier Typen unterschieden:

1. spitz zulaufende Wurzel = Valery Typ; DDNNPP*)
2. stumpf kegelförmige Wurzel = Duvicker Typ; ddNNPP*)
3. walzenförmige Wurzel = Nantaiser Typ; ddnnPP*)
4. rundliche Wurzel = Pariser Typ; ddNNpp*)

*) Genetische Formel nach F r i m m e l. Der Valery Typ ist über alle drei anderen dominant; der Duvicker Typ über Nantaiser und Pariser; aus Kreuzung von Nantaiser mit Pariser Typ entsteht der Duvicker Typ.

Jede einzelne Sorte ist zwar durch einen bestimmten Wurzeltyp gekennzeichnet, doch zeigen alle Sorten nicht nur in der Wurzelform und Länge, sondern auch in vielen anderen Merkmalen eine mangelnde Reinheit. Diese fehlende Ausgeglichenheit ist in erster Linie genetisch bedingt; auch wenn man die modifikative Beeinflussung der Wurzel durch die Umwelt, besonders durch die Struktur des Bodens, nicht unberücksichtigt lassen darf, wobei sich die Form der Möhre konstanter erweist als ihre Länge. Die Möhren sind nicht nur verbesserungsbedürftig hinsichtlich der Reinheit und Ausgeglichenheit der Wurzelform, sondern auch anderer Merkmale wie des Wurzelkörpers. Dieser besteht aus Rinde, kambialer Zone und Holzteil, wobei der Anteil dieser Zonen an der Gesamtwurzel von Individuum zu Individuum innerhalb einer Sorte sehr schwanken kann. Erwünscht ist ein kleiner Holzteil und eine schmale kambiale Zone und eine gleichmäßige Rotfärbung aller Teile, die sich auch nach dem Kochen nicht verändert. Im Geschmack, der in enger Verbindung zur Rotfärbung und zum Refraktometerwert steht, bestehen große Unterschiede, nicht nur zwischen den Sorten, sondern auch innerhalb der Sorten bei verschiedenen Individuen und Stämmen. Da die Möhren sehr reich an Carotin, dem so wertvollen Provitamin A sind, und auch hierin große individuelle Schwankungen zeigen, kann diese Eigenschaft auch vom Züchter durch die Selektion beeinflusst werden. Eine weiter wertbildende Eigenschaft ist der Zuckergehalt.

Um diese Eigenschaften der Wurzel zu prüfen, ist es notwendig, die Möhren längs oder quer zu teilen, um nach erfolgter Untersuchung die wertvollen Möhren vermehren zu können. Die Wundflächen werden zur Desinfektion mit Holzkohle oder 0,1%iger Sublimatlösung für 10 Minuten behandelt. Auch ist es möglich, den Rübenkopf auf eine andere Möhre zu pflöpfen, so daß die ganze Rübe für Qualitätsuntersuchungen benutzt werden kann (Zinn). Außer diesen mehr inneren Eigenschaften der Qualität der Wurzel sind noch bei der Selektion zu berücksichtigen: Das

Platzen der Wurzel, die Farbe und Form des Kopfes — Grünfärbung und Senkköpfigkeit sind unerwünscht — das Schossen im ersten Jahr u. a. m.

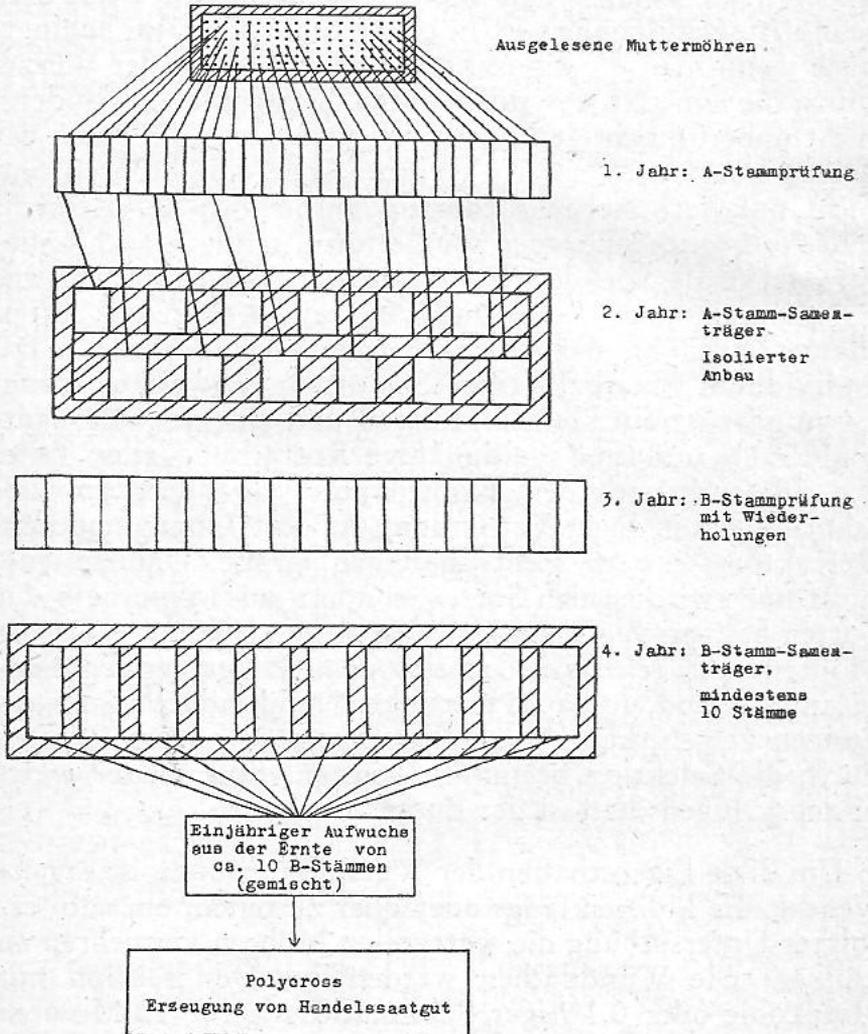


Abb. 13. Schema des Züchtungsganges bei Zwiebeln und Möhren

Es erhebt sich nun die Frage, wie die bestehenden Sorten hinsichtlich dieser Eigenschaften verbessert und vor allem zu einer größeren Konstanz gezüchtet werden können. Der

nächstliegende Weg ist die Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenschaften, wobei die Möhren, die zur Samengewinnung aus den besten A-Stämmen ausgelesen worden sind, stammweise getrennt, d. h. isoliert angebaut werden müssen. Durch diesen isolierten Anbau wird erreicht, daß sich Geschwisterpflanzen, die alle von derselben Muttermöhre abstammen, untereinander befruchten; es wird also eine Inzucht mittleren Grades durchgeführt, die zu einer weitgehenden Homozygotie der Genotypen führt, d. h. zu einer Ausgeglichenheit der Sorte. Diese durch eine milde Inzucht herbeigeführte Homozygotie wird um so stärker, je länger bei Fortsetzung des Zuchtverfahrens stets neue Einzelpflanzen aus einem isolierten A-Stamm ausgelesen werden.

Der Züchtungsgang kann nach dem in Abb. 13 dargestellten Schema durchgeführt werden. Für die Isolierung der Samenträgerstämme bewährt sich Hanf recht gut; jeder Samenträgerstamm wird mit einem etwa 2—3 m breiten Hanfgürtel umgeben. Einfacher ist die Isolierung in Gewächshäusern, die in Isolierkammern unterteilt sind. Zur Befruchtung setzt man in jede Isolierkammer einen Fliegenstamm, der eigens hierzu angezogen werden muß. Für diese Isolierung unter Glas kommen aber nur die A-Stamm-Samenträger in Frage, da die B-Stamm-Samenträger zu viel Raum erfordern. Wird in einer Feldmark keine anderweitige Samenmöhre angebaut, so können die 10—15 B-Stamm-Samenträger auch in der Weise isoliert werden, daß die Stämme in größeren Entfernungen voneinander in andere Kulturen gepflanzt werden, wie z. B. in Weizen, Zwiebeln, Rübensamen, Selleriesamen oder Petersiliesamen, also in spätreifende Feldbestände.

Bei diesem Zuchtverfahren kann zwar eine Ausgeglichenheit der Sorten erreicht werden, es ist aber auch gleichzeitig mit einer Schwächung durch Inzucht zu rechnen. Aus diesem Grunde hat wieder eine Bestandes-Kreuzung zu erfolgen. Hierzu wird das Saatgut von mindestens 10 Inzuchtstämmen (im vorliegenden Falle von B-Stämmen) gemischt, aus dem die Mutterrüben für das Handelssaatgut gezogen wer-

den. Es sind mindestens 10 Linien zu mischen, nur dann ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, daß in diesem sogenannten „Polycross“ die überwiegende Mehrzahl aller Pflanzen kreuzbefruchtet ist und daß sich nicht Individuen derselben Inzuchtlinie befruchtet haben. — Hat der Züchter erst einmal 10—20 brauchbare Stämme zur Verfügung, die einheitlich sind und dem gewünschten Sortentyp besonders in qualitativer Hinsicht entsprechen und in einem Polycross ein brauchbares Handelssaatgut mit einem möglichst hohen Heterosiseffekt ergeben, dann kann er diese Stämme isoliert weiterziehen, um an deren Ernte und nachfolgender Mischung immer wieder dasselbe Handelssaatgut zu erzeugen. Zur Erhaltung dieser Inzuchtstämme genügt eine intensive Massenauslese auf breiter Grundlage. Die allerbesten Möhren — etwa 500 — werden ausgelesen und als Gruppe isoliert angebaut, um mit ihrer Samenernte den betreffenden

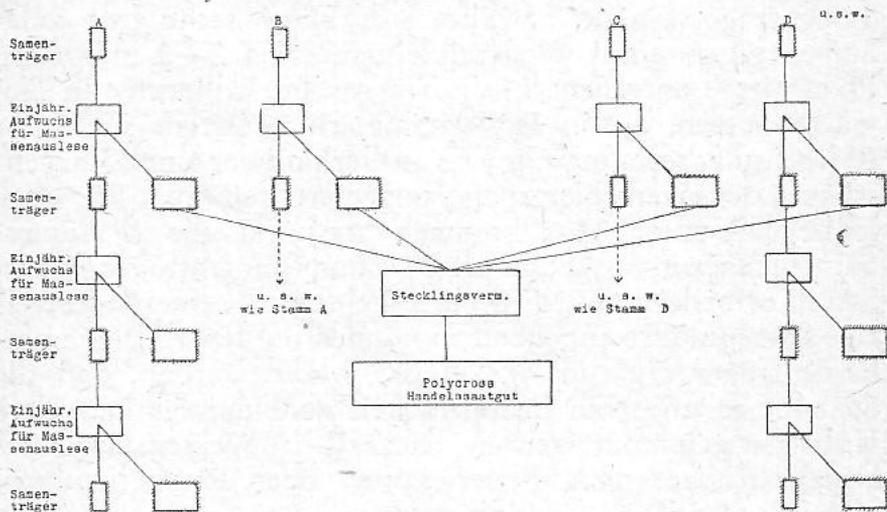


Abb. 14. Erhaltung und Vermehrung der Inzuchtstämme durch fortgesetzte Massenauslese und Gewinnung des Handelssaatgutes aus einem Polycross bei Möhren

Stamm fortzuziehen; außer diesen 500 Möhren werden weitere, etwa 5000, ausgesucht, um das Saatgut für die Komponenten des Polycross zu gewinnen, aus dem wiederum das Handelssaatgut entsteht (s. Abb. 14).

Der Umfang der Auslesen richtet sich ganz nach der Höhe des Bedarfs, der für das Handelssaatgut vorliegt. Auf alle Fälle müssen irgendwelche Zwischenvermehrungen des Polycross vermieden werden, da mit weiteren Vermehrungen die Einheitlichkeit und der Heterosiseffekt wieder verloren geht. Sind die Inzuchtstämme, d. h. die Komponenten des Polycross, gut durchgezüchtet und ausgeglichen, dann kann der einjährige Aufwuchs zur Erzeugung des Polycross, aus dem das Hochzuchtsaatgut gewonnen wird, auch als Stecklingssaat erfolgen, d. h. aus nicht voll entwickelten Mutterpflanzen. Die Aussaat erfolgt dann erst Ende Juni bis Mitte Juli; die Überwinterung dieser Stecklinge ist einfacher und vor allem sicherer, besonders bei frühen und mittelfrühen Sorten, die sich weniger gut für die Lagerung eignen.

Der Züchter darf sich aber nicht auf die Erhaltung der bestehenden Inzuchtlinien und die Erzeugung des Handelssaatgutes aus ihnen mit Hilfe eines Polycross beschränken, sondern muß danach streben, dieses Polycross in der Leistung weiterhin zu verbessern. Hierzu muß er neue Inzuchtlinien züchten und feststellen, wie weit diese durch eine gute Kombinationseignung die Leistung des Polycross erhöhen können. Neue Inzuchtlinien können nach dem bereits besprochenen Schema ausgelesen werden. Ein weiterer Weg besteht darin, daß man einzelne Pflanzen selbstet, d. h. den stärksten Grad der Inzucht anwendet. Die Möhre ist weitgehend selbststeril, so daß der Samenansatz sehr gering ist. Die Verhältnisse für erfolgreiche Selbstungen zur Schaffung von Inzuchtlinien liegen nicht so günstig wie bei der Küchenzwiebel (s. S. 102). Die Selbstungen erfolgen am besten durch Stoffhüllen, die durch Drahringe versteift werden, oder durch Pergamintüten, die aber nicht so wirksam sind, da man bei dem Verwenden von Stoffhüllen Fliegen zusetzen kann, die die Selbstbestäubung ausführen*).

*) Wegen der Protandrie empfiehlt B e c k e r mindestens zwei Dolden einzuschließen, wodurch eine Erhöhung des Samenansatzes eintritt.

Die Inzuchtwirkung nach Selbstbestäubungen ist im allgemeinen sehr groß, doch sehr unterschiedlich in Abhängigkeit von der genetischen Konstitution des Ausgangsmaterials.

Die Prüfung der neuen Inzuchtlinien hinsichtlich ihrer Kombinationseignung für das Polycross geschieht am besten in der Weise, daß Möhren des neuen Stammes in das Samenträgerfeld des Polycross gepflanzt und dort durch einen Stab für die spätere Ernte kenntlich gemacht werden. Diese Möhren haben die Aussicht, von einem Pollengemisch des gesamten Polycross bestäubt zu werden. Aus der Nachkommenschaftsprüfung dieser Möhren ersieht man, ob sie in das bestehende Polycross passen bzw. es verbessern können (analog der von R a s m u s s o n angewendeten Methode bei der Züchtung der Hilleshöger Zuckerrüben in Schweden).

Die Amerikaner W o o d b u r y und S c h u l t z haben eine vegetative Vermehrung der Möhre durch Längsteilung in vier Stücke erfolgreich für die vermehrte Samengewinnung durchgeführt. Die Zerlegung der Möhre muß so erfolgen, daß ein Stück vom apikalen Meristem in jedem Teilstück eingeschlossen wird. Wenn man von der Einzelmöhre viel Saatgut zur Verfügung hat, kann bereits die A-Stammprüfung als Leistungsprüfung auf breiter Grundlage durchgeführt werden, wodurch man sich die B-Stammprüfung ersparen kann und somit zwei Jahre Zeit gewinnt.

Weiterhin gewinnt man durch die vegetative Vermehrung die Möglichkeit, diallele Kreuzungen auf breiter Grundlage durchzuführen, um die Kombinationseignung von je zwei Genotypen festzustellen.

Weitere Möglichkeiten bei der Verbesserung der Möhren bieten sich mit der Verwendung männlich steriler Linien, mit deren Hilfe eine Heterosiszüchtung aufgebaut werden kann, eine Zuchtmethod, die bei der Züchtung der Küchenzwiebel eingehend beschrieben wird. Im Jahre 1947 haben die Amerikaner W e l s h und G r i m b a l erstmalig eine männlich sterile Form beschrieben. Über den Erbgang dieser

Mutante und ihrer erfolgreichen Verwendung in der Züchtung ist noch nichts bekannt.

Auch in der Durchführung einer Kombinationszüchtung mit dem Ziel, wertvolle Eigenschaften zweier Sorten in einer Neuzüchtung zu vereinigen, liegen noch große, bisher ungenutzte Möglichkeiten für den Züchter.

7. Züchtung von Zwiebeln

Aus der Gattung *Allium* sind folgende Kulturpflanzen hervorgegangen:

<i>Allium Ceba</i> (Küchenzwiebel)	$2n = 16$ Chromosomen
<i>Allium sativum</i> (Knoblauch)	$2n = 16$ „
<i>Allium porrum</i> (Porree)	$2n = 32$ „
<i>Allium Schoenoprasum</i> (Schnittlauch)	$2n = 32$ „
<i>Allium fistulosum</i> (Winterheckzwiebel)	$2n = 16$ „
<i>Allium ascalonicum</i> (Schalotte)	$2n = 16$ „

Unter diesen hat die Küchenzwiebel, *Allium Ceba*, die größte Bedeutung erlangt. Die seit alters her in Deutschland angebauten Sorten zeigen zwar hinsichtlich Farbe und Form der Knollen und ihren wirtschaftlichen Werteigenschaften einen gewissen Durchschnittstyp, sind aber durch eine mehr oder weniger große Variabilität ausgezeichnet. Das bedeutet, daß sie durch bestimmte züchterische Eingriffe noch verändert bzw. verbessert werden können, und darüber hinaus auch die Möglichkeit besteht, neue Sorten aus den bestehenden zu entwickeln.

Mit den bisher am meisten angewandten Zuchtverfahren der positiven Massenauslese und der auch zuweilen angewandten Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenchaften kann man aber nur eine Verbesserung einer Sorte erreichen. Neue Sorten kann man mit diesen Methoden nicht schaffen. Für die Reinzüchtung einer Sorte sei das bei der Möhrenzüchtung empfohlene Schema der Individualauslese mit Regulierung der Fremdbefruchtung empfohlen (s. S. 96).

Ein Weg, zu neuen und einheitlichen, leistungsstärkeren Sorten zu gelangen, besteht in der Anwendung der Inzucht-Heterosismethode.

Jede fremdbefruchtende Sorte ist eine Population mit überwiegender Heterozygotie der Erbanlagen. Durch erzwungene Selbstbefruchtungen, die über mehrere Jahre fortgeführt werden müssen, läßt sich eine derartige Population in reine Linien zerlegen. Normalerweise wird die Küchenzwiebel durch Insekten bestäubt; die Blüten sind protandrisch, so daß im allgemeinen keine natürlichen Selbstbestäubungen vorkommen. Die Selbstbestäubung läßt sich sehr leicht durch Einhüllen der Blütenstände mit Pergamintüten oder Stoffhüllen erreichen, wobei zur Blütezeit die Tüte mehrere Male zwischen den Händen bewegt werden muß, um eine Bestäubung zu erreichen. Die Isolierung kann auch in Isolierkammern eines Gewächshauses erfolgen. Als gutes Hilfsmittel für die Bestäubung haben sich Fliegen erwiesen. Die Fliegenlarven werden in der Isolierkammer ausgesetzt oder unter die Isoliertüte gebracht.

Der Samenansatz nach erfolgter Selbstung steht dem nach freier Bestäubung nicht viel nach; doch ist der Samenertrag um etwa 10 % verringert (nach Jones — 120 gegen 137). Nach etwa sechs Generationen fortgesetzter Inzucht erhält man homozygote Linien, die völlig ausgeglichen bezüglich Form, Farbe und qualitativer Eigenschaften, wie Lagerungseignung, sind. Es tritt aber auch ein Rückgang in der Wüchsigkeit ein, der sich am stärksten in der ersten Generation auswirkt. Der Grad der Inzuchtschwächung ist bei einzelnen I-Linien verschieden hoch. Es treten aber nach Jones auch I-Linien auf, die ertraglich höher als die Ausgangspopulation liegen oder sich durch gute Lagerfähigkeit auszeichnen.

Diese Differenzierung der Population in homozygote Linien ist züchterisch ein außerordentlicher Gewinn; die Inzuchtdepression kann durch nachfolgende Kreuzungen wieder aufgehoben werden.

Kreuzungen sind bei Zwiebeln zwar ohne große technische Schwierigkeiten durchführbar, doch ist es nicht möglich, mit den von Hand ausgeführten Kreuzungen ein Handelssaatgut zu erzeugen. Neue Möglichkeiten zur Er-

zeugung eines Heterosis-Saatgutes auf rationelle Weise boten sich erst, als Jones im Jahre 1925 in Davis (Kalifornien) in der Sorte „Red Italian“ eine männlich sterile Pflanze entdeckte. Die Blüten dieser Pflanze sind normal gebaut; aber in den Antheren wird kein Pollen gebildet. Die weitere Vermehrung dieser Mutante erfolgte zunächst auf ungeschlechtlichem Wege durch Bulbillen, die sich recht zahlreich in den Blütenständen bilden. Baut man nun abwechselnd Reihen dieser männlich sterilen und vegetativ vermehrten Form mit einer normalen zwittrigen Sorte an, so werden die männlich sterilen Pflanzen durch Insekten mit Blütenstaub der normalen Sorte bestäubt; man erntet auf der männlich sterilen Form ein Bastardsaatgut, aus dem eine einheitliche Sorte mit einer mehr oder weniger großen Heterosiswirkung entsteht, sofern man die geeignete Vater-sorte zur Bestäubung durch vorherige Testkreuzungen herausgefunden hat (s. Abb. 15).

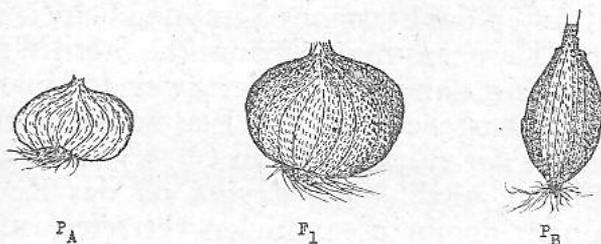


Abb. 15. Heterosis bei Zwiebeln (umgezeichnet nach JONES, 1944)

Um die Eigenschaften der männlichen Sterilität auch auf andere Sorten zu übertragen, wurden Kreuzungen ausgeführt, durch die gleichzeitig die genetische Bedingtheit der Sterilität klargelegt wurde, eine wichtige Voraussetzung für eine weitere erfolgreiche Arbeit.

Nach Kreuzungen der männlich sterilen Mutante mit verschiedenen Handelssorten wurden drei verschiedene Aufspaltungen in F_1 beobachtet:

- a) alle Pflanzen haben normale Blüten;
- b) alle Pflanzen haben weibliche (= männlich sterile) Blüten;

c) es treten Pflanzen mit normalen Blüten und solche mit weiblichen im Verhältnis 1 : 1 auf.

Die weitere genetische Analyse zeigte, daß die männliche Sterilität durch das Zusammenwirken eines erblich veränderten Plasmas mit einem rezessiven Gen zustande kommt. — Wird das veränderte Plasmon (= erbliche Konstituente des Plasmas) mit S bezeichnet, das normale Plasmon mit N und das im Kern gelegene Gen mit Ms ms, so können für die männlich sterilen und fertilen Formen folgende Erbformeln aufgestellt werden:

<i>Männlich steril:</i>	(S) ms ms
<i>Normale Blüte:</i>	1. (N) ms ms
	2. (N) Ms ms
	3. (N) Ms Ms
	4. (S) Ms ms
	5. (S) Ms Ms

Aus diesen Formeln ist zu ersehen, daß nur bei einem Zusammentreffen des Plasmons S mit den beiden rezessiven Allelen eines Kerngens ms ms männliche Sterilität entsteht. Sind dagegen ein dominantes oder zwei dominante Allele vorhanden, so entstehen trotz des Plasmons S normale Blüten. Bei einem normalen Plasmon (= N) entstehen immer normale Blüten, unabhängig davon, ob das Kerngen mit rezessiven oder dominanten Allelen vertreten ist.

Aus dieser unterschiedlichen genetischen Konstitution erklären sich die verschiedenen beobachteten Spaltungsergebnisse:

männlich steril × *normal*

- a) (S) ms ms × (N) ms ms = alle Pflanzen männlich steril
 b) (S) ms ms × (N) Ms Ms oder (S) Ms Ms = alle Pflanzen normal
 c) S ms ms × (N) Ms ms oder (S) Ms ms = 1 männlich steril : 1 normal.

In allen Sorten wurden bisher Genotypen von der Konstitution (N) sm sm gefunden, so daß nach Kreuzung mit der männlich sterilen Mutante als Mutter das erwünschte Kreuzungsergebnis, nämlich eine einheitliche, männlich ste-

rile Nachkommenschaft, eintrat. Werden diese noch mehrere Jahre hindurch mit derselben Vatersorte rückgekreuzt, so entstehen männlich sterile Formen, die völlig der Vatersorte gleichen: Das Genom der Vatersorte ist in das Plasmon (S) der Muttersorte übertragen worden (s. Abb. 16).

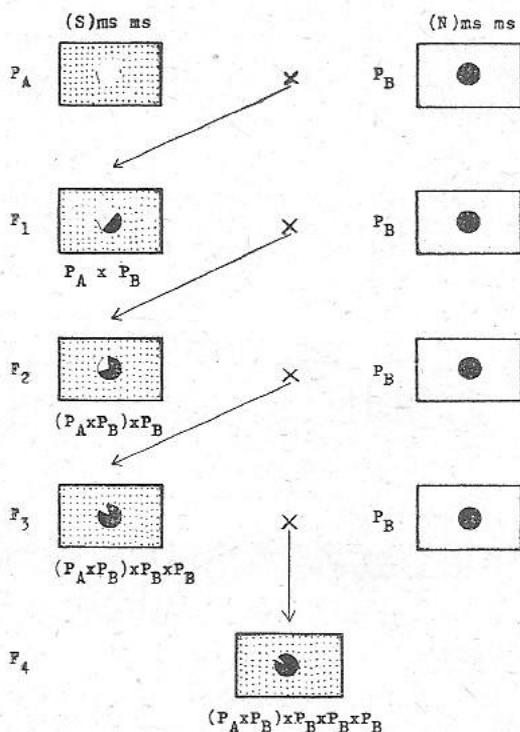


Abb. 16. Schema der Übertragung des Genoms einer fertilen Linie (P_B) in das Plasma einer männlich sterilen Linie (P_A) bei Zwiebeln

Diese Verbindung der männlichen Sterilität mit anderen Sorten ist um so notwendiger gewesen, als die Ausgangssorte „Red Italian“ einige recht unerwünschte Merkmale aufweist, wie sehr späte Reifezeit und schlechte Haltbarkeit. In Amerika sind heute bereits von allen wichtigen Sorten männlich sterile Linien vorhanden.

Diese verschiedenen männlich sterilen Linien werden bei Erzeugung von Heterosis-Saatgut als Muttersorte ver-

wandt; die geeignete Vatersorte muß durch vorhergehende Testkreuzungen ausfindig gemacht werden. Um Saatgut für eine Heterosissorte zu erzeugen, müssen drei Zwiebellinien vorhanden sein:

- eine männlich sterile Linie = (S) ms ms;
- eine fertile Linie, die dasselbe Genom wie die männlich sterile hat, aber ein normales Plasmon besitzt, also von der Konstitution (N) ms ms ist. Sie dient zur Fortpflanzung der männlich sterilen Linie (siehe Schema in Abb. 17);

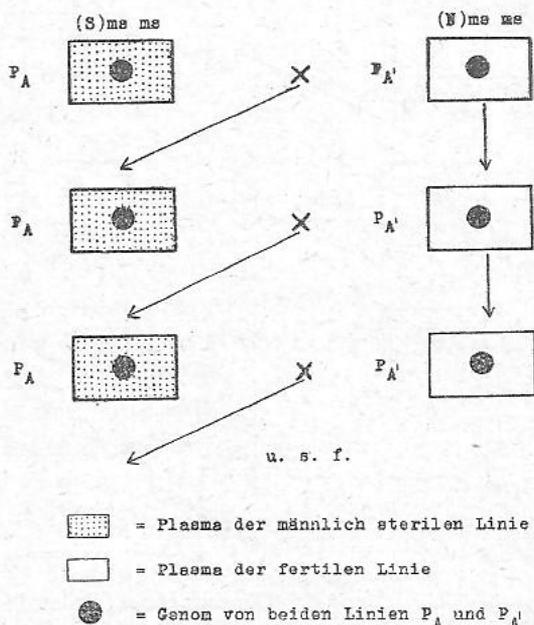


Abb. 17. Schema der sexuellen Fortpflanzung einer männlich sterilen Linie bei Zwiebeln mit Hilfe einer fertilen Ergänzungslinie

- eine fertile Linie, die nach Kreuzung mit der männlich sterilen Linie Bastarde mit möglichst hohem Heterosiseffekt erzeugt; sie kann folgende Konstitutionen haben: (N) Ms Ms, (N) Ms ms oder (N) ms ms.

Werden Linien von der Konstitution (N) Ms ms oder (N) ms ms als Väter bei der Erzeugung des Heterosissaatgutes benutzt, so entstehen im Nachbau sterile Pflanzen, was aber

für den Gärtner, der nur die Zwiebeln nutzen will, von keiner Bedeutung ist.

Der Weg zur Erzeugung des Heterosissaatgutes ist aus dem Schema der Abb. 18 zu ersehen.

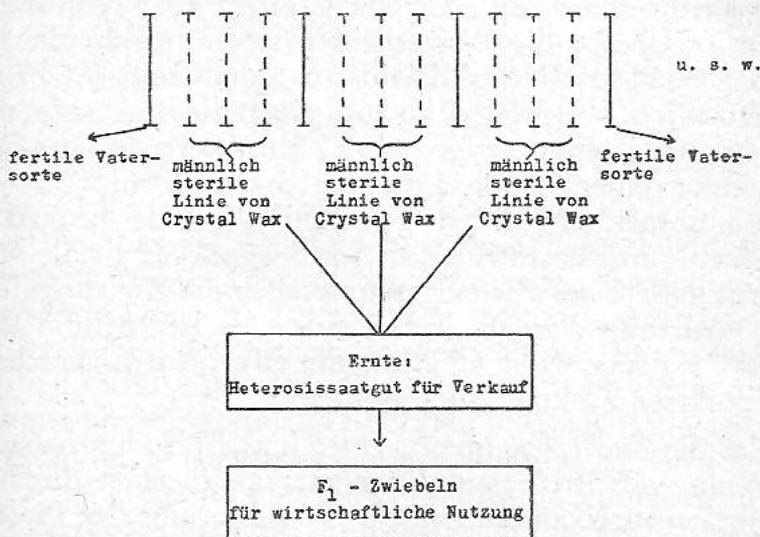


Abb. 18. Schema der Erzeugung von Heterosissaatgut bei Zwiebeln mit Hilfe einer männlich sterilen Linie

Mit Hilfe der Heterosissorten kann nicht nur der Ertrag erheblich gesteigert werden, sondern auch andere erwünschte Eigenschaften einer Elternsorte, wie Krankheitsresistenz, können mit dieser Ertragsleistung kombiniert werden. Diese Kombination ist bei den Heterosissorten sehr leicht zu verwirklichen, wenn man erst einmal die geeigneten Kreuzungseltern herausgefunden hat, da die erwünschte Kombination nicht zur Konstanz gezüchtet zu werden braucht.

Trotz dieser großen Möglichkeiten, die sich durch die Verwendung männlich steriler Formen für die Inzucht-Heterosiszüchtung bieten, sollte der Züchter auch die Kombinationszüchtung, die die Vereinigung wertvoller Eigenschaften verschiedener Sorten mit dem Ziele der Konstanzzüchtung erstrebt, nicht aus dem Auge verlieren. Auch bei dieser Züchtungsart geht man am besten von der Kreuzung

von I-Linien aus, die für die gewünschten Eigenschaften homozygot sind. — In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß sich die Küchenzwiebel, *Allium Cepa*, mit der Winterzwiebel, *Allium fistulosum*, kreuzen läßt. Diese Art ist winterhart und mehrjährig, bildet aber keine eigentlichen Zwiebeln; die Blattscheiden sind ähnlich wie beim Porree verdickt. Obwohl beide Arten dieselben Chromosomenzahlen haben ($2n = 16$), sind die Bastarde weitgehend steril. Jones und Clarke gelang es, aus dieser Kreuzung einen amphidiploiden Bastard mit $2n = 32$ Chromosomen zu züchten. Der amphidiploide Bastard war voll fertil, die vegetative Entwicklung stärker als die beider Eltern; außerdem war er perennierend; die Zwiebelbildung war vorhanden, wenn auch kleiner als bei *Allium Cepa*. Es ist also sehr wohl möglich, die günstigen Eigenschaften beider Arten zu kombinieren.

Was die *Zuchtziele* im einzelnen betrifft, so hat neben der Erhöhung des Ertrags und der Ertragssicherheit durch Resistenz gegen Krankheiten, die Verbesserung der Haltbarkeit der Zwiebel eine große wirtschaftliche Bedeutung. Zuverlässige, indirekte Bestimmungsmethoden zur Frühdiagnose der Austriebsneigung lagernder Zwiebeln gibt es noch nicht. Nach Krickl bestehen gewisse Beziehungen zwischen dem Zeitpunkt des Durchtreibens und dem osmotischen Wert. Der Züchter ist daher auf genaue Beobachtungen über den Zeitpunkt des Austreibens seiner lagernden Zuchtstämme angewiesen und auf die Bestimmung der Gewichtsverluste während der Lagerung. — Es ist sehr leicht möglich, spät austreibende Zwiebeln zu züchten; Schwierigkeiten entstehen dann aber in der Samenerzeugung.

Viele Zwiebeln haben die Fähigkeit, nach der Samenernte wieder auszutreiben, wenn neben den Blättern, welche den Stengel umschließen, neue Triebblätter zum Vorschein kommen. Krickl gelang es, von *einer* Mutterzwiebel drei bis vier Samenernten zu erzeugen, wobei natürlich eine Lagerung und neuerliches Auspflanzen der Mutterzwiebel notwendig ist.

Ein kleines züchterisches Problem besteht auch noch bei den Steckzwiebeln, also den Sorten mit einer dreijährigen Kultur. Der Ertrag der zu nutzenden Zwiebeln im zweiten Jahr hängt von der Größe der Steckzwiebeln im ersten Jahr ab. Übersteigt die Steckzwiebel eine gewisse Größe, so geht sie bereits im zweiten Jahr zur Samenproduktion über. Es besteht daher die Aufgabe, diesen kritischen Punkt hinauszuschieben, also Steckzwiebeln zu züchten, die möglichst groß sind, aber doch nicht bereits im zweiten Jahr schossen.

8. Züchtung von Gurken

Bei den bisher abgehandelten fremdbefruchtenden Gemüsearten können die wirtschaftlichen Eigenschaften, um derentwillen diese Kulturpflanzen genutzt werden, bereits vor der Blüte beurteilt werden, so daß nur Pflanzen bzw. Familien mit erwünschten Eigenschaften zur Fortpflanzung gelangen und unerwünschte Formen auch als Pollenspender ausgeschaltet werden können. Auf diese Weise wird bereits eine erste Regulierung der Fremdbefruchtung in jedem Zuchtverfahren erreicht. Anders liegen die Verhältnisse bei der Gurke. Hier erfolgt die Beurteilung der zu nutzenden Organe (der Früchte) erst nach der Blüte. Das bedeutet, daß wertvoll erscheinende Pflanzen, die für die Weiterzucht ausgelesen worden sind, durch den Pollen minderwertiger Nachbarpflanzen bestäubt sein können und somit die Leistungen der Nachkommenschaften nicht denen der ausgelesenen Pflanzen entsprechen; es treten unerwünschte Spaltungen ein.

Diese sich hieraus bei der Auslese ergebenden Schwierigkeiten können am besten durch die „Restsaatgutmethode“ oder „Methode des überlagerten Saatgutes“ überwunden werden, die in der Roggenzüchtung mit großem Erfolg angewandt worden ist (s. Abb. 19).

Soll eine uneinheitliche Sorte verbessert oder eine gute auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit gehalten werden, so geht man in folgender Weise vor: Man wählt etwa 100 Einzelpflanzen aus einem Vermehrungsbestand der betreffenden Sorte aus und bereitet aus jeder Pflanze den Samen ge-

trennt auf. Bei der Anlage der A-Stämme wird aber nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ der Samenmenge benutzt, der Rest wird aufbewahrt. Die A-Stämme brauchen nicht mehr als 30—50 Pflanzen zu umfassen, um ihre Ausgeglichenheit und Sortenechtheit zu prüfen. Die Prüfung der A-Stämme erfolgt am

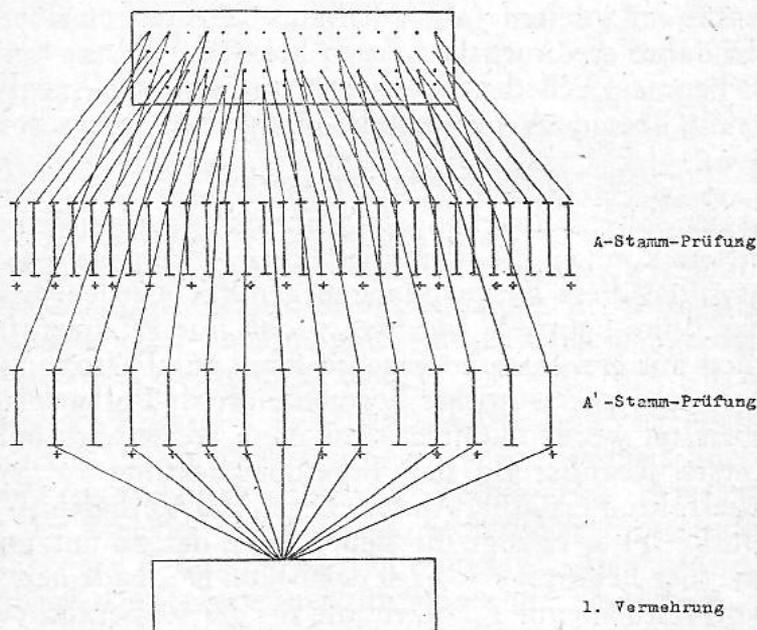


Abb. 19. Schema der Erhaltungszüchtung bei Gurken mit Hilfe der Methode des überlagerten Saatgutes

besten in nebeneinanderliegenden Reihen, wobei jeder A-Stamm aus einer Reihe besteht und in gewissen Abständen die ursprüngliche Sorte als Standard zum Vergleich gesät werden sollte. A-Stämme, die den Anforderungen entsprechen, werden nun nicht direkt fortgepflanzt, sondern es wird auf das Reservesaatgut ihrer Mutterpflanzen zurückgegriffen und mit diesem Saatgut eine sogenannte A'-Stammprüfung angelegt, und zwar in räumlicher Isolierung von anderen Gurkenfeldern. Bei den A'-Stämmen werden sich nur überdurchschnittliche Stämme miteinander befruchten, während bei der A-Stammprüfung die Möglichkeit besteht, daß ein guter, zur Weiterzucht bestimmter Stamm von

einem minderwertigen Nachbarstamm befruchtet worden ist. Die Prüfung kann nun noch zwei weitere Jahre fortgesetzt werden durch Anlage einer B- und B'-Stammprüfung. Hierzu werden die besten A'-Stämme ausgesucht, aber nur ein Teil des Saatgutes für die B-Stammprüfung verwandt. Die B-Stämme werden mit Hilfe des Reservesaatgutes im folgenden Jahr noch einmal als B'-Stämme geprüft. Die Ernte der besten B'-Stämme wird dann als Stammsaatgut oder Elite für die Erzeugung des Handelsaatgutes benutzt. Zuvor müssen aber aus den B'-Stämmen wiederum Einzelpflanzen (= Eliten) ausgelesen werden, um in dem folgenden Jahr eine A-Stammprüfung anzulegen, mit der der Züchtungszyklus wieder von vorne beginnt.

Ist die Sorte nur auf der Höhe ihrer Leistungsfähigkeit zu halten, so kann man sich mit der A- und A'-Stammprüfung begnügen und bereits die besten A'-Stämme zur Erzeugung der Stammsaat benutzen, nachdem man zuvor neue Einzelpflanzen ausgelesen hat. Eine weit stärkere Regulierung der Fremdbefruchtung und damit auch eine schnelle Ausgeglichenheit der Sorte kann durch erzwungene Selbstbestäubung von Einzelpflanzen, d. h. durch Inzucht erreicht werden.

Die Gurke ist monözisch. Zuerst erscheinen die männlichen Blüten, wobei die Blühzone gipfelwärts wandert. Bei manchen Genotypen bilden sich dagegen am unteren Sproß immer neue Blüten. Die weiblichen Blüten erscheinen erst 1—3 Wochen nach den männlichen. Werden sie nicht innerhalb von zwei Tagen bestäubt, so fallen sie ab, mit Ausnahme der parthenokarpen Sorten. — Bei dem rein monözischen Typ kommen auch Ausnahmen vor; so wird über das gleichzeitige Auftreten von zwittrigen Blüten neben weiblichen und männlichen an derselben Pflanze berichtet. Auch das Vorkommen reiner Zwittertypen liegt in der Variationsbreite der Gattung, wenn man aus der starken Verbreitung zwittrblütiger Formen bei der verwandten Zuckermelone *Cucumis melo* L. Rückschlüsse ziehen darf.

Auch der Zeitpunkt des Erscheinens der ersten männlichen bzw. ersten weiblichen Blüten und ihr gegenseitiger zahlenmäßiger Anteil unterliegt der genetischen Variation. So konnten durch Selektion Gurkenstämme gezüchtet werden, bei denen zuerst die weiblichen Blüten erscheinen, und andere, bei denen die weiblichen gegenüber den männlichen in der Mehrzahl sind (F r i m m e l und L a u c h).

Diese Variation in der Blütenbiologie ist züchterisch von größter Bedeutung, einmal im Hinblick der Durchführung bestimmter Zuchtverfahren, wie der Inzucht, und dann hinsichtlich eventueller wirtschaftlicher Vorteile von Sorten, die sich in ihren Blühvorgängen und der Art ihres Blühens von den bisherigen unterscheiden.

Die Gurken sind weitgehend selbstfertil, so daß sich Selbstbestäubungen ohne Schwierigkeiten durchführen lassen. Über die hierbei auftretenden Inzuchtdepressionen gehen die Erfahrungen auseinander. Im allgemeinen ist mit keiner starken Depression zu rechnen. Um Blüten mit Pollen derselben Pflanze zu bestäuben, werden die Kronenblätter der weiblichen Blüten vor ihrer Entfaltung an der Spitze mit einem Bastfaden zusammengebunden, wodurch ein Insektenbesuch vor der künstlichen Bestäubung verhindert wird. Die Bestäubung von männlichen und weiblichen Blüten derselben Pflanze (Selbstbestäubung) kann sowohl kurz vor dem Aufblühen wie auch an Blüten, die am Tage vorher sich geöffnet haben, durchgeführt werden. In den umfangreichen Versuchen von J a k i m o v i c z konnten nicht nur gewisse rezessiv-bedingte Merkmale zur Konstanz gezüchtet werden, sondern es traten auch neue Eigenschaften bezüglich Form, Farbe und Behaarung der Frucht, Resistenz gegen Welkekrankheit u. a. auf. Auch Abweichungen in der Geschlechtsform wurden beobachtet, wie eingeschlechtliche und polygame Formen.

Eine Heterosiszüchtung wird bisher im großen noch nicht durchgeführt. Wenn auch die männlichen Blüten leicht zu entfernen sind, so ist diese Arbeit nicht mit unerheblichen Kosten verbunden. Am ehesten kommt die Heterosiszüch-

tung bei Treibhausgurken zur Anwendung, wo das Saatgut im allgemeinen durch Handbestäubungen gewonnen wird. Das Auffinden diözischer Gurken würde die Durchführung der Heterosiszüchtung sehr erleichtern. Daß dieses oder die experimentelle Erzeugung solcher Formen durchaus im Bereich der Möglichkeit liegt, darf aus den Erfolgen der Maiszüchtung auf diesem Gebiet geschlossen werden.

Auf alle Fälle würde es sich lohnen, eine Inzucht-Heterosiszüchtung auf breiter Basis in Angriff zu nehmen. Hierzu ist mit der Herstellung einer großen Zahl von Inzuchtlinien zu beginnen, mit denen alsdann die Testkreuzungen durchzuführen sind. Bei den Versuchen zur Herstellung von Heterosissaatgut im großen hat man sich der verschiedenen Geschlechtstypen zu bedienen, auf deren Vorkommen bereits hingewiesen wurde. Im Zusammenhang mit der Heterosiszüchtung sei auch auf die Erzeugung tetraploider Formen hingewiesen und damit auf die Erzeugung triploider Gebrauchskreuzungen. Mit der Verdoppelung der Chromosomensätze können auch Veränderungen des Geschlechtstyps verbunden sein, eine ebenfalls willkommene Variation. Mit Hilfe der Inzucht sind nun nicht nur die bestehenden Sorten ausgeglichener zu machen, sondern es können auch neue Sorten entstehen, besonders dann, wenn rezessive Typen mit stark verändertem Phaenotyp durch die erzwungene Selbstbestäubung zum Herausspalten gebracht werden. ✓

Für die Neuzüchtung sollte aber nicht nur die genetische Variation unserer heimischen Sorten genutzt werden, sondern auch die der Primitivformen, die sich in den Ländern Asiens befinden, dem Entstehungs- und Heimatgebiet der Gurke. Die Formenmannigfaltigkeit ist hier sehr groß. Unter dem Material der Hindukuschexpedition befinden sich viele Formen, die auch unter extrem ungünstigen Kulturbedingungen keinen Bitterstoff bilden. Die Nutzung dieser Primitivformen erfolgt am besten in der Weise, daß man die Populationen durch Inzucht in ihre verschiedenen Genotypen zerlegt und dann wertvolle Formen mit unseren

Kultursorten kreuzt. Hierbei sind dann die Rückkreuzungen mit der Kultursorte vorzunehmen, da es in den meisten Fällen nur darum geht, einzelne Eigenschaften der Primitivformen auf die Kultursorten zu übertragen. Die Rückkreuzung ist schon deshalb sehr leicht anzuwenden und zu bevorzugen, da aus der Bestäubung einer Blüte bis zu 500 Samen gewonnen werden können. Die Durchführung einer derartigen Kreuzungszüchtung mit Hilfe wiederholter Rückkreuzungen erfolgt nach dem in Abb. 20 dargestellten Schema: Der Bastard $P \times K$ wird mit dem Kulturelter K

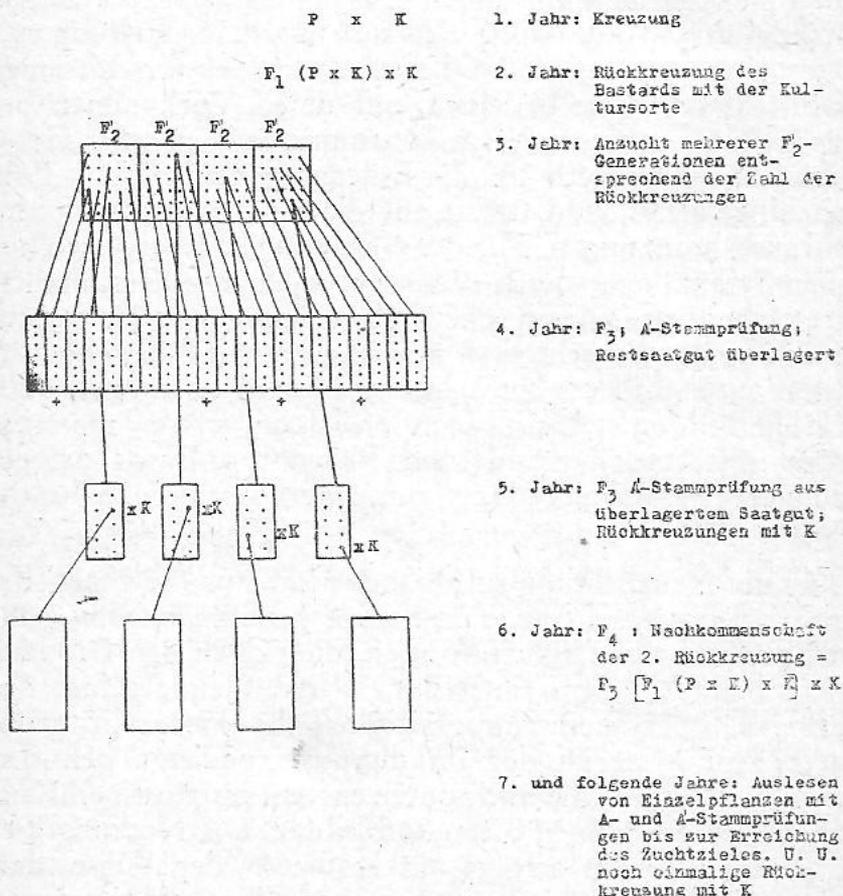


Abb. 20. Schema der Kreuzungszüchtung bei Gurken: Übertragung einer Eigenschaft aus einer Primitivform (P) in eine Kultursorte (K)

rückgekreuzt; aus diesen Rückkreuzungen werden mehrere F_2' -Familien gezogen entsprechend der Zahl der durchgeführten Rückkreuzungen. In dieser F_2' werden Einzelpflanzen für eine A- und A'-Stammprüfung ausgelesen. Auf Grund der A-Stammprüfung werden nur einige Stämme in die A'-Stammprüfung gebracht. Diese dient im wesentlichen dazu, um die besten Stämme noch einmal mit dem Kulturelter rückzukreuzen. Sollte bereits die einmalige Rückkreuzung zu einem befriedigenden Ergebnis geführt haben, d. h. der Kulturtyp bereits weitgehend wiederhergestellt worden sein, so kann mit der Auslese von Einzelpflanzen nach der Restsaatgutmethode fortgefahren werden, bis der Zuchterfolg eingetreten ist.

Die Zuchtziele und Auslesemomente bei der Gurke werden weitgehend von der Anbaumethode und dem Verwendungszweck der Sorten bestimmt; d. h. ob die Sorte im Gewächshaus, im Frühbeetkasten oder im Freiland kultiviert werden soll. Auch in der Eignung als Salat-, Einlege- oder Senfgurke bestehen sortentypische Unterschiede. Als weitere Zuchtziele sei eine stärkere Robustheit erwähnt, d. h. Unempfindlichkeit gegen kühle, feuchte Witterung und auch Trockenheit, ferner Resistenz gegen Mosaik, Mehltau, Bakterienwelke und Krätze. Mit dem Fortschreiten der Züchtung wird man auch den qualitativen Eigenschaften mehr Beachtung schenken, wie Vitamingehalt, Konservierungsfähigkeit usw.

II. Züchtung von Obst

A. Züchtung von Kern- und Steinobstarten

1. Züchtung von Edelsorten

a. Allgemeine Grundlagen der Züchtung

Alle Kern- und Steinobstsorten sind mehr oder weniger stark heterozygot, so daß eine Vermehrung der Sorten durch Samen nicht möglich ist. Eine Ausnahme bildet der Pfirsich, der durch vorherrschende Selbstfertilität ausgezeichnet ist und bei dem sich Sorten wie „Roter Ellerstadter“ als weitgehend samenkonstant erweisen. Die Homozygotie ist aber