

Das Prinzip kann anhand der Skizze (Abb. 4) dargestellt werden, in der die Geschwindigkeit der vegetativen Entwicklung und die Reifegeschwindigkeit für eine späte und qualitativ wertvolle Sorte (1), für eine späte minderwertige Sorte (2) sowie für eine gute (3) und schlechte (4) frühe Sorte schematisch dargestellt sind. Die Frühzeitigkeit qualitativ wertvoller Sorten kann demnach nur auf Kosten der vegetativen Entwicklung erreicht werden. Die Reifegeschwindigkeit muß möglichst gering sein.

Für die diesbezügliche Beurteilung von Neuzuchtstämmen ist an Stelle der hier verwendeten und relativ aufwendigen Reifegradbestimmung mit Hilfe des Trockensubstanzgehaltes die Verwendung eines Reifetesters zu empfehlen, der genau so sichere Werte wesentlich schneller und einfacher zu ermitteln gestattet.

### Zusammenfassung

1. Es wird die Methode der Bestimmung der Reifegeschwindigkeit von Gemüseerbsen-Sorten beschrieben und auf die charakteristischen Unterschiede zwischen Schal- und Markerbsen sowie auf die diesbezüglichen Unterschiede im Sortiment der Markerbsen hingewiesen.
2. Für die Mehrzahl der zur Zeit in der DDR angebauten Sorten wurde eine Zeitigkeitsrangfolge auf der Grundlage des gleichen durchschnittlichen Reifegrades von 21% Trockensubstanzgehalt errechnet.
3. Aus der Reifegeschwindigkeit der Sorten in 9 bzw. in 8 aufeinanderfolgenden Jahren wurde die für die Produktion von 1% Trockensubstanz erforderliche Summe von Wärmeeinheiten berechnet und daraus Mittelwerte gebildet, die als Maß für die durchschnittliche Reifegeschwindigkeit gelten können.
4. Zwischen diesen Mittelwerten und der qualitativen Eignung für die Herstellung von Sterilkonserven bestehen enge Beziehungen. Je größer der durchschnittliche Wärmebedarf für die Produktion von 1% Trockensubstanz ist, d. h. je langsamer die Reife vor

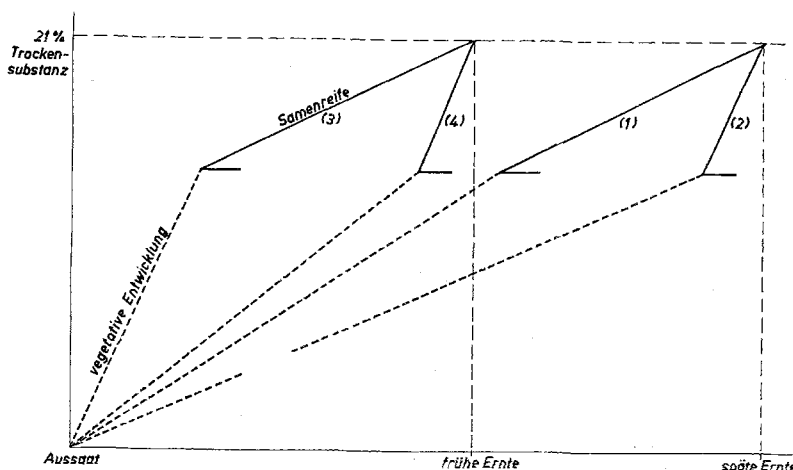


Abb. 4. Skizze zur Erläuterung des Selektionsprinzips auf frühe und qualitativ wertvolle Konservenerbsen. Einzelheiten im Text.

sich geht, desto besser sind die Sorten für die Konservierung geeignet.

5. Daraus ergibt sich die Möglichkeit einer gezielten Selektion qualitativ hochwertiger Konservenerbsen-Zuchtstämmen. Das erforderliche Selektionsprinzip wird erläutert.

Für langjährige unverdrossene Mitarbeit bin ich meinen techn. Assistentinnen Frau GILDA GIESECKE und Fräulein GISLINDE BUCHHOLZ zu großem Dank verpflichtet.

### Literatur

1. SCHNEIDER, A.: Untersuchungen über die Eignung von Erbsensorten für Zwecke der Naßkonservierung. Der Züchter 21, 97–107 (1951a). – 2. SCHNEIDER, A.: Untersuchungen über die Eignung von Erbsensorten für Zwecke der Naßkonservierung. II. Qualitative Unterschiede von Schal- und Markerbsenstärke und ihre Einflüsse auf die Aufgußflüssigkeit von Naßkonserven. Der Züchter 21, 275–281 (1951b). – 3. SCHNEIDER, A.: Über den Reifeablauf von Gemüseerbsen und die Bestimmung des optimalen Pflücktermins mit Hilfe des Texturemeters. Der Züchter 25, 302–309 (1955a). – 4. SCHNEIDER, A.: Zur Bestimmung der qualitativen Eigenschaften von Konservenerbsen. Lebensmittelindustrie 2, 252 (1955b). – 5. SCHNEIDER, A.: Über den Kohlenhydratstoffwechsel reifender und lagernder Gemüseerbsen. Die Kulturpflanze, Beiheft 1, 17–28 (1956). – 6. UNGER, K., und A. SCHNEIDER: Über die Zusammenhänge zwischen der Reifeentwicklung von Gemüseerbsen und bestimmten mikrometeorologischen Faktoren. Der Züchter 26, 12 bis 22 (1956).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Quedlinburg der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Neue Zuchtverfahren zur Ausnutzung von Kombinationseffekten bei der Sälzwiebel (*Allium cepa* L. var. *cepa*)\*

Von F. W. KAMPE

Quedlinburger Beiträge zur Züchtungsforschung Nr. 68

Mit 3 Abbildungen

### Einleitung

Bei einer Betrachtung der Sälzwiebelzüchtung in Deutschland ergibt sich, daß in den letzten Jahrzehnten keine wesentlichen Erfolge erzielt werden konnten. Interessanterweise nimmt die älteste, schon seit 1875 im Handel befindliche Sorte Zittauer

Gelbe auch heute noch den weitaus größten Anteil der gesamten deutschen Zwiebelherzeugung ein, da sie neben ihrer relativ guten Lagerfähigkeit auch den höchsten Ertrag hat, der bisher von keiner neuen Sorte übertroffen wurde (KRAUS 1954, 1961). Die Ursache dieser Situation liegt zweifellos in den bisher angewandten Züchtungsmethoden. Alle deutschen Zwiebelsorten sind, soweit uns bekannt, durch Auslese-

\* Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. BECKER zum 60. Geburtstag.

züchtung entstanden. Die Kreuzungszüchtung fand bisher in Deutschland keine Anwendung, obwohl bereits HANOW (1940) sowie KUCKUCK und KOBABE (1960) auf diese hingewiesen haben. Dagegen sind in den USA (DAVIS und JONES 1946, PERRY und JONES 1955 u. a.), in Israel (ULLMAN 1951) und in Polen (KAMPEN 1960) mit Hilfe der Kreuzungszüchtung einige Zwiebelsorten gezüchtet worden.

Ähnlich verhält es sich auch mit der Hybridzüchtung. Für die Durchführung dieser Zuchtmethoden haben in Deutschland KUCKUCK (1957) und KUCKUCK und KOBABE (1960) konkrete Vorschläge gemacht. In den USA hat man ebenfalls schon früher wiederholt auf diese Zuchtmethoden hingewiesen. Darüber hinaus ist aber dort schon seit Jahren erfolgreich mit der Hybridzüchtung bei Zwiebeln gearbeitet worden, so daß andere Methoden völlig in den Hintergrund gedrängt sind (JONES und DAVIS 1944, JONES, FRANKLIN und PETERSON 1954, FRANKLIN, JONES und PETERSON 1954, PERRY und JONES 1957, MUNGER, JONES und DAVIS 1959 u. a.).

Die Zwiebel-Hybridzüchtung hat man bisher vorwiegend mit Hilfe von pollensterilen Linien betrieben. Da die Zwiebel aber sehr inzuchttempfindlich ist (JONES 1937, JONES und DAVIS 1944), stieß man bei den im Laufe der Zeit verwendeten Inzuchtlinien infolge Nachlassens der Vitalität, insbesondere bei der Samenproduktion, auf Schwierigkeiten (ERICKSON und GABELMAN 1954, LICHTER nach KOBABE 1958).

Das Ziel dieser Arbeit war, eine Untersuchung über eine Hybridzüchtung ohne Anwendung von pollensterilen Linien anzustellen. In der Literatur wurde auf eine solche Hybridzüchtung bei der Zwiebel ohne Pollensterilität, allerdings noch mit Hilfe von Inzuchtlinien, erstmalig von JONES und EMSWELLER (1933) und später von BANGA (1955) hingewiesen. PEREGUDT (1956) empfiehlt für die Zwiebel-Hybridzüchtung weder pollensterile Linien noch Inzuchtlinien, sondern Sortenpopulationen. Wir wollen in dieser Arbeit auch Hybridzüchtungsverfahren auf der Basis von Populationen untersuchen. Dabei sollen vier Fragen im Vordergrund stehen:

1. das Ausgangsmaterial, 3. die Typenerhaltung und
2. das Testen, 4. die Saatgutgewinnung.

Bevor wir auf die einzelnen Fragen eingehen, sei noch kurz auf eine Tatsache hingewiesen. Läßt man eine Population in einer Bestandeskreuzung frei abblühen, so erzielt man im allgemeinen keinen 100%igen Bastardierungsgrad. Neben den eigentlichen Bastarden treten immer Idiotypen auf, die aus Selbstungen bzw. Kreuzungen innerhalb der einzelnen Eltern entstanden sind. Die Leistung der gesamten verschiedenen Idiotypen, die aus einer Bestandeskreuzung von Populationen hervorgegangen sind, werden im folgenden als Kombinationseffekt bezeichnet. Unter Kombinationseffekt verstehen wir also die in positiver oder negativer Richtung veränderte Eigenschaftsausprägung nach einer freien Bestandeskreuzung von Populationen (KAMPE 1962).

### 1. Ausgangsmaterial

Zunächst mußte festgestellt werden, welches Ausgangsmaterial für die Hybridzüchtung auf der Basis von Populationen verwendet werden sollte. Zuerst wurden von uns Voruntersuchungen durchgeführt, um zu ermitteln, ob verschiedene Herkünfte einer Sorte für unsere Zuchtmethoden geeignet sind. Die Versuche haben ergeben, daß sich unterschiedliche

Herkünfte für die Hybridzüchtung nicht eignen. Es können daher nur genetisch stark verschiedene Partner, zum Beispiel verschiedene Sorten, verwendet werden. Von Bedeutung für die Wahl des Ausgangsmaterials ist nach unseren Untersuchungen auch die Forderung, daß nur solche Zwiebelsorten als Ausgangsmaterial verwendet werden, die sich bereits durch eine hohe Eigenleistung im Ertrag und in der Lagerfähigkeit, den beiden wichtigsten Zuchtzielen, auszeichnen. Die Beachtung dieser Forderung ist deshalb so notwendig, weil nach freien Bestandeskreuzungen niemals ein 100%iger Bastardanteil erreicht wird. Theoretisch entstehen bei zwei Partnern nur 50%, bei drei Partnern 67% und bei vier Partnern 75% Bastarde. Schließlich muß bei der Wahl des Ausgangsmaterials von uns berücksichtigt werden, daß bei den verwendeten Sorten eine Übereinstimmung in der Schalenfarbe, der Zwiebelform sowie in der physiologischen Reife besteht. Da auf dem deutschen Markt hauptsächlich Zwiebelsorten mit gelbbrauner Schalenfarbe verlangt werden, sind nur solche Sorten zu verwenden. Die Ausgeglichenheit der Zwiebelform, die rund oder auch flachrund sein kann, ist ebenfalls ein wichtiges Merkmal. Zur Gewährleistung einer einwandfreien mechanischen Ernte spielt beim Anbau das gleichmäßige Absterben der Zwiebelschloten heute eine wesentliche Rolle.

### 2. Testung

Um den Kreuzungseffekt voll ausnutzen zu können, ist es vor allem notwendig, einen möglichst hohen Bastardanteil nach den freien Bestandeskreuzungen zu erzielen. Zu diesem Zweck mußten wir eine Möglichkeit finden, um unmittelbar auf solche Kombinationen, die einen hohen Bastardanteil ergeben, selektieren zu können. Eine solche Selektion ist nur dann möglich, wenn die verwendeten Populationen einen Signalfaktor haben, an den züchterisch zwei Anforderungen gestellt werden müssen:

1. Der Signalfaktor muß dominant sein oder mindestens prävalieren.
2. Der Signalfaktor darf die wirtschaftlich wichtigsten Merkmale nicht negativ beeinflussen.

JONES und EMSWELLER (1933), JONES und DAVIS (1944), PEREGUDT (1956) und PATIL (1958) haben mit Hilfe der Rotschaligkeit den Bastardierungsgrad nach freien Bestandeskreuzungen ermittelt. Da aber die rote Schalenfarbe der Zwiebel nicht den Qualitätsansprüchen des deutschen Marktes entspricht (NICOLAISEN 1931), ist dieses dominante Merkmal als Signalfaktor ungeeignet. Nach umfangreichen Untersuchungen des Zwiebelsortimentes und einer Reihe von Kreuzungsexperimenten fanden wir bei der Sorte Liegnitzer einen passenden Signalfaktor. Es ist ein kaum auffallender roter Fleck an der Schlotenbasis der Zwiebel. Er ist schon im Jugendstadium an der Pflanze äußerlich leicht erkennbar. Später, nach der Ernte, kann dieser rotviolette Fleck festgestellt werden, wenn man die äußeren Schalen der Zwiebel entfernt.

Da noch keine Klarheit bestand, welches Testverfahren zur Ermittlung der Kombinationseignung am geeignetsten ist, haben wir Bestandeskreuzungen im diallelen, zyklischen und Polycross-Test durchgeführt. Wir prüften dabei die Kombinationseignung hinsichtlich des Ertrages, der Lagerfähigkeit sowie der

Uniformität in Zwiebelform und Schalenfarbe von mehreren Zwiebelsorten. In diesen Versuchen stellten wir fest, daß bei unserem Material der diallele Test erheblich besser war als der zyklische und der Polycross-Test. Bei dem zyklischen Test erhielten wir je nach Tester ein anderes Ergebnis der Kombinationseignung. Er ist daher nicht geeignet, für eine Zuchtmethode eine allgemein gültige Aussage zu machen. Eine relativ gute Aussage lieferte noch der Polycross-Test. Kann aus technischen Gründen der diallele Test einmal nicht durchgeführt werden, sollte man in solchem Fall auf den Polycross-Test zurückgreifen. Weiter haben wir festgestellt, daß die Durchführung des Testverfahrens immer mit den Maßnahmen bei der Saatgutgewinnung übereinstimmen muß, da sonst die Gefahr besteht, daß der bei der Testung ermittelte Kombinationseffekt im späteren Handelssaatgut nicht wieder auftritt. Die Ergebnisse und Untersuchungen von PLARRE und VETTEL (1961) geben dazu ein eindrucksvolles Beispiel. Aus diesem Grunde ist es u. a. wichtig, die Pflanz- und Reihenabstände der Zwiebelsamenträger sowie das Verhältnis der Kombinationspartner bei den freien Bestandeskreuzungen zum Zwecke des Testens genau so zu gestalten, wie es später die Bedingungen der Praxis bei der Saatgutherstellung erfordern.

### 3. Typenerhaltung

Bisher geschah die Idiotypenerhaltung des Materials für die Hybridzüchtung fast nur durch die Verwendung von homozygoten Inzuchtlinien. In der idiotypischen Zusammensetzung dieser Inzuchtlinien konnte sich genetisch ja kaum etwas ändern. Da wir aber im Handelssaatgut keinen 100%igen Bastardanteil haben, kommen für unsere Zuchtverfahren Inzuchtlinien nicht in Frage. Auf Grund unserer Untersuchungen ließ sich feststellen, daß die Typenerhaltung leistungsfähiger Populationen durch eine Saatgutüberlagerung vorgenommen werden kann. Die Zwiebel ist wegen ihrer Kleinsamigkeit besonders gut dafür geeignet. Da die Keimfähigkeit des Zwiebelsamens bereits nach zwei- bis dreijähriger normaler Lagerung erheblich nachläßt, bestehen allerdings für eine längere Saatgutüberlagerung noch Schwierigkeiten. Nach einer von v. SENGBUSCH (1955) entwickelten Überlagerungsmethode konnten wir jedoch die Keimfähigkeit des Zwiebelsamens mindestens 5 Jahre erhalten, wenn das Saatgut bei  $-20^{\circ}\text{C}$  gelagert wird. Im übrigen gibt es heute verschiedene technisch sehr einfach zu handhabende Verfahren, wie z. B. die Rücktrocknung des Saatgutes auf 5% Wassergehalt mit anschließender Lagerung unter Luftabschluß, mit denen man die Keimfähigkeit des Saatgutes jahrelang erhalten kann (LOWIG 1961, LITYNSKI 1963). Nun ist es natürlich über einen längeren Zeitraum hinweg bei der Hybridzüchtungsmethode nicht möglich, das Zuchtmaterial der guten Kombinationspartner für die Herstellung des Handelssaatgutes laufend aus überlagertem Saatgut zu entnehmen. In jedem Zyklus muß daher eine generative Vermehrung eingeschaltet werden. Eine Typenerhaltung durch die bisher in der Züchtung vielfach angewandte positive Massenauslese oder auch durch Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft ist ungeeignet, da nicht erkennbare

genetische Abweichungen von der idiotypischen Konstitution der Ausgangspopulationen mit in Kauf genommen werden müssen. Infolgedessen kann auch nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden, ob diese für die Herstellung des Handelssaatgutes bestimmten Stämme auch noch den erwarteten Kombinationseffekt erbringen. Wesentlich günstiger ist es dagegen, wenn wir Zuchtverfahren verwenden, wo nicht nur die Kombinationseignung der getesteten Idiotypen erhalten wird, sondern darüber hinaus noch verbessert werden kann. Diese Forderungen werden bei der wiederkehrenden Selektion (recurrent selection) und der reziproken wiederkehrenden Selektion (recurrent reciprocal selection), die bei der Maiszüchtung entwickelt wurden (JENKINS 1940, COMSTOCK, ROBINSON und HARVEY 1949 u. a.), realisiert. In diesen Verfahren wird also die Typenerhaltung durch eine laufende Typenverbesserung ersetzt. Die wiederkehrende Selektion wird außerdem noch mit einer Saatgutüberlagerung verbunden.

### 4. Saatgutgewinnung

Bei den Verfahren zur Erzeugung des Verkaufssaatgutes bestehen verschiedene Möglichkeiten. Die erste Möglichkeit ist die einseitige Samenernte, wobei jeweils nur von einem Kreuzungspartner das Saatgut geerntet wird. Dabei kann in der Regel nur etwa die Hälfte des Samenträgerfeldes für die Saatguterzeugung genutzt werden. Die Ökonomik dieses Vorgehens ist nur dann gegeben, wenn durch die bessere Leistung der Hybridsorte auch ein höherer Saatgutpreis erzielt wird. Die einseitige Samenernte hat züchterisch einen großen Vorteil. Man braucht bei den Ausgangslinien nur nach solchen zu suchen, die entweder eine gute mütterliche oder gute väterliche Kombinationseignung haben. Außerdem ist die Ausgeglichenheit dieses Hybridsaatgutes, insbesondere hinsichtlich der Zwiebelform, der Schalenfarbe und der Reifezeit, sehr gut.

Bei der zweiten Möglichkeit erfolgt die Saatgutgewinnung vom gesamten Vermehrungsbestand. Ökonomisch gesehen ist das für die Saatguterzeugung ein großer Vorteil. Züchterisch müssen wir aber die Schwierigkeit in Kauf nehmen, bei den Ausgangspartnern nach solchen zu suchen, die sowohl eine gute mütterliche als auch eine gute väterliche Kombinationseignung aufweisen. Es ist einleuchtend, daß diese Forderung nur sehr selten von Populationen erfüllt werden kann. Außerdem wird die Ausgeglichenheit der Hybridsorte in der Zwiebelform, Schalenfarbe und Reifezeit nicht so gut sein wie bei der einseitigen Samenernte. Um zu Hybridsorten zu gelangen, die noch eine vertretbare Ausgeglichenheit aufweisen, dürfte man nur Sorten als Ausgangspartner verwenden, die in den wichtigsten wirtschaftlichen Eigenschaften übereinstimmen. Dies aber würde zu einer erheblichen Einschränkung des Ausgangsmaterials führen.

Theoretisch besteht noch die Möglichkeit, mehr als zwei Kreuzungspartner in einem Vermehrungsbestand zur Erzeugung von Handelssaatgut zu verwenden, also eine sogenannte synthetische Sorte herzustellen. Damit würden aber die züchterischen Schwierigkeiten, wie sie bereits bei der zweiten Möglichkeit aufgetreten sind, noch erheblich zunehmen.

Die Frage, ob für das Handelssaatgut Einfach- oder Doppelbastarde verwendet werden sollen, ist relativ einfach zu beantworten. Wie bekannt, hatte bei der klassischen Hybridzüchtung die einfache Kreuzung (single cross) den Nachteil, daß die auf Kombinationseignung getesteten Inzuchtlinien infolge Inzuchtdepression zu ertragsschwach in der Samenernte waren. Infolgedessen konnte auch nur in beschränktem Umfange Kreuzungssaatgut geliefert werden. Hinzu kommt noch, daß die Leistung solcher Einfachbastarde geringer ist als die der Doppelbastarde (SCHEIBE 1956). Das durch Einfachkreuzung hergestellte Saatgut stellt nämlich nur einen einheitlichen heterozygoten Idiotyp dar, während das durch Doppelkreuzung (double cross) erzeugte Saatgut sich aus unterschiedlichen Idiotypen zusammensetzt. Wesentlich anders sind die Dinge, wenn man nicht, wie bei der klassischen Hybridzüchtung mit Inzuchtlinien, sondern mit Populationen arbeitet. Bei Einfachbastarden hat man dann keine Schwierigkeiten in der Samenproduktion. Außerdem bestehen derartige Einfachbastarde nicht nur aus einem heterozygoten Idiotyp, sondern sowohl aus zahlreichen verschiedenen Bastard-Idiotypen als auch aus den elterlichen Idiotypen. Wir haben also bereits nach Einfachkreuzungen die gewünschte Population mit dem erforderlichen Heterozygotiegrad und können deshalb auf die arbeitsaufwendigere Herstellung von Doppelbastarden verzichten, zumal die Ausgeglichenheit einer solchen Hybridsorte unbefriedigend wäre.

Unter Beachtung dieser Richtlinien lassen sich nun verschiedene Zuchtschemata aufstellen. In unserem Material haben die Sortenkombinationen Zittauer Gelbe  $\times$  Sweet Spanish, Sweet Spanish  $\times$  Zittauer Gelbe sowie Liegnitzer  $\times$  Zittauer Gelbe besonders gute Kombinationseffekte gezeigt.

Kommt es darauf an, in erster Linie den Ertrag zu verbessern, so wird man als Ausgangsmaterial die Sorten Sweet Spanish und Zittauer Gelbe benutzen. Erfolgt dabei die Samenernte einseitig nach der Zittauer Gelben, so ist die Ertragsleistung so hoch wie bei der im Ertrag an der Spitze stehenden Sorte Sweet Spanish, während bei einer einseitigen Samenernte nach der Sweet Spanish diese Spitzensorte sogar noch deutlich im Ertrag übertroffen wird. In beiden Fällen wird aber die Lagerfähigkeit der in dieser Eigenschaft bis heute an der Spitze stehenden Sorte Bronzekugel nicht erreicht. Ist es wichtiger, die Lagerfähigkeit zu verbessern, so wählt man die Sorten Liegnitzer und Zittauer Gelbe. Erfolgt bei dieser Kombination die Samenernte einseitig nach der Liegnitzer, dann wird in der Lagerfähigkeit die Spitzensorte Bronzekugel sogar übertroffen und im Ertrag die Spitzensorte Sweet Spanish erreicht.

Welche Kombinationspartner gewählt und nach welchem Partner einer Bestandeskreuzung das Saatgut geerntet werden soll, richtet sich aber nicht nur nach Ertrag und Lagerfähigkeit, sondern auch nach der Zwiebelform. Bei einer Bestandeskreuzung zwischen Zittauer Gelbe und Sweet Spanish erhalten wir verhältnismäßig ausgeglichene Formen. Es ist dabei gleichgültig, welche Art der Samenernte man vornimmt.

Im Gegensatz dazu besteht nach der Bestandeskreuzung Zittauer Gelbe  $\times$  Liegnitzer keine Aus-

geglichenheit bei der Zwiebelform. Wird nach der Zittauer Gelben geerntet, dann sind die Schwankungen in der Form besonders groß. Bei der reziproken Kreuzung hält sich die Variabilität der Zwiebelform noch in erträglichen Grenzen. Um diesen Mangel auszuschalten, ist es richtiger, als Ausgangsmaterial nur Sorten bzw. Populationen mit gleicher Zwiebelform zu verwenden. Dasselbe gilt auch für die Schalenfarbe.

Zunächst soll in Abb. 1 ein Hybridzüchtungsverfahren mit reziproker wiederkehrender Selektion und gemeinsamer Samenernte dargestellt werden.

1. *Jahr*: Aus zwei Sorten (Zittauer Gelbe und Sweet Spanish) werden Einzelpflanzen selektiert.

2. *Jahr*: Die selektierten Einzelpflanzen kommen sortenweise zum Abblühen.

3. *Jahr*: Nach Anzucht der Einzelpflanzennachkommenschaften findet eine Beurteilung der Ausgeglichenheit von Zwiebelform und Schalenfarbe statt. Nur die besten Stämme gelangen zur Weiterzucht.

4. *Jahr*: Die Stämme blühen gemeinsam, jedoch nach Sorten getrennt ab und werden auch stammweise geerntet. In diesem Stadium beginnt die eigentliche wiederkehrende Selektion.

5. *Jahr*: Von dem Saatgut wird ein kleiner Teil für den Kreuzungstest ausgesät. Der größere Teil wird für mehrere Jahre überlagert.

6. *Jahr*: Zur Durchführung des Kreuzungstestes werden pro Stamm etwa 20 Mutterzwiebeln verwendet. Die einzelnen Stämme der ersten Sorte (Zittauer Gelbe) kommen in eine Bestäubungsgruppe, in der sämtliche Stämme der zweiten Sorte (Sweet Spanish) gemischt als Tester dienen. Umgekehrt werden die einzelnen Stämme der zweiten Sorte (Sweet Spanish) auf Kombinationseignung durch eine Mischung der ersten Sorte (Zittauer Gelbe) getestet.

7. + 8. *Jahr*: Das stammweise geerntete Bastardsaatgut aus den beiden Bestäubungsgruppen wird für die Leistungsprüfung zur Ermittlung der Kombinationseignung benutzt. Um bei den einzelnen Kombinationen die ökologische Streubreite zu berücksichtigen, wird die Prüfung unter 3 verschiedenen Bedingungen durchgeführt (z.B. Frühaussaat-, Beregnungs- und Spätaussaatvariante). Da die Lagerprüfung erst im Sommer des nächsten Jahres zum Abschluß kommt, ist die Aussaat der Stämme des überlagerten Saatgutes im 7. Jahr noch nicht möglich.

8. *Jahr*: Im 8. Jahr werden stammweise Mutterzwiebeln aus dem überlagerten Saatgut des 4. Jahres herangezogen. Es kommen nur die Stämme zur Aussaat, die im 7. Jahr einen positiven Kombinationseffekt in der Ertragsleistung und in der morphologischen Ausgeglichenheit aufwiesen. Zur Herstellung des Handelssaatgutes und zur Weiterzucht gelangen aber nur die Stämme, die auch in der Lagerprüfung (achtes Jahr) einen positiven Kombinationseffekt zeigten. Aus diesen Stämmen werden außerdem Einzelpflanzen für den neuen Zyklus selektiert.

9. *Jahr*: Auf Grund der Prüfungsergebnisse hinsichtlich der Kombinationseignung im 7. und 8. Jahr werden die besten Stämme der beiden Populationen aus dem Vermehrungsbestand zur Herstellung des Verkaufssaatgutes ausgepflanzt. Später wird der Samen vom gesamten Samenträgerbestand geerntet.

Dieses Verfahren hat noch einige Nachteile. Es wird nicht auf einen möglichst hohen Bastardanteil

1. Jahr: Einzelpflanzenselektion  
aus Population

2. Jahr: Samenträger-Anbau  
der Einzelpflanzen

3. Jahr: Anzucht der Mutterzwiebeln

4. Jahr: Samenträger-Anbau  
und Saatgutüberlagerung

5. Jahr: Anzucht der Mutterzwiebeln

6. Jahr: Durchführung des Kreuzungstestes

7.+8. Jahr: Leistungsprüfung auf Kombinationseffekt

8. Jahr: Mutterzwiebelanzucht aus überlagertem  
Saatgut für die Handelssaatguterzeugung

9. Jahr: 1. Erzeugung des Handelssaatgutes  
2. Samenträger-Anbau der neu  
selektierten Einzelpflanzen

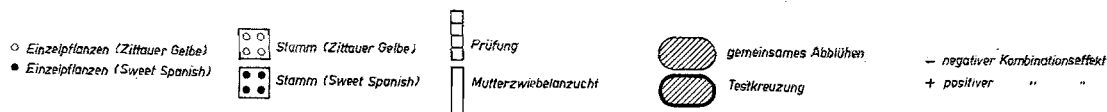


Abb. 1. Reziproke wiederkehrende Selektion mit gemeinsamer Samenernte.

selektiert. Außerdem wird nur die mütterliche Kombinationseignung von beiden Sorten getestet. Bei der Saatgutgewinnung wird dann von der getesteten mütterlichen Kombinationseignung auf die väterliche geschlossen. Zur Überwindung dieser Nachteile wurde ein neues Zuchtschema aufgestellt (Abb. 2).

Um auf einen hohen Bastardierungsgrad selektieren zu können, wird neben der Zittauer Gelben eine Sorte mit Signalfaktor (Liegnitzer) als zweiter Partner gewählt. Bei der Saatgutgewinnung wird nur die getestete mütterliche Kombinationseignung ausgenutzt und nicht von ihr aus auf die väterliche Kombinationseignung geschlossen. Die väterliche Kombinationseignung bleibt, da nicht getestet, gänzlich unberücksichtigt. Diese Maßnahmen haben zur Folge, daß auch nur eine einseitige Samenernte erfolgen kann.

Der Zuchtverlauf ist in den ersten 3 Jahren mit dem ersten Zuchtschema gleich (Abb. 1). Die danach auftretenden Abweichungen bestehen darin, daß im 4. Jahr der Samen von der Bestäubungsgruppe des väterlichen Kombinationspartners insgesamt geerntet wird. Bei der Durchführung des Kreuzungstestes

im sechsten Jahr gelangen nur Stämme der Mutter mit der väterlichen Sorte in einer Bestäubungsgruppe zum gemeinsamen Abblühen. Neben der Leistungsprüfung auf den Kombinationseffekt hin erfolgt im siebenten Jahr außerdem noch die Ermittlung des Bastardierungsgrades. Zur Erzeugung des Handelssaatgutes werden dann nur Mutterzwiebeln von Stämmen mit einer guten Kombinationseignung sowie einem hohen Bastardierungsgrad gemeinsam mit der väterlichen Sorte ausgepflanzt. Das Saatgut wird dann nur von den Stämmen der mütterlichen Sorte geerntet.

Das oben geschilderte Zuchtschema hat aber noch einen Nachteil. Es wird weder auf eine gute väterliche Kombinationseignung getestet noch selektiert. Deshalb soll in einem 3. Verfahren gezeigt werden (Abb. 3), wie sich sowohl auf mütterliche als auch auf väterliche Kombinationseignung testen und selektieren läßt. Der Zuchtverlauf ist in den ersten fünf Jahren mit dem Zuchtschema 1 (Abb. 1) identisch.

6. Jahr: Zur Durchführung des Kreuzungstestes muß jeder Stamm der mütterlichen Sorte mit jedem Stamm der väterlichen Sorte zum Abblühen kommen.

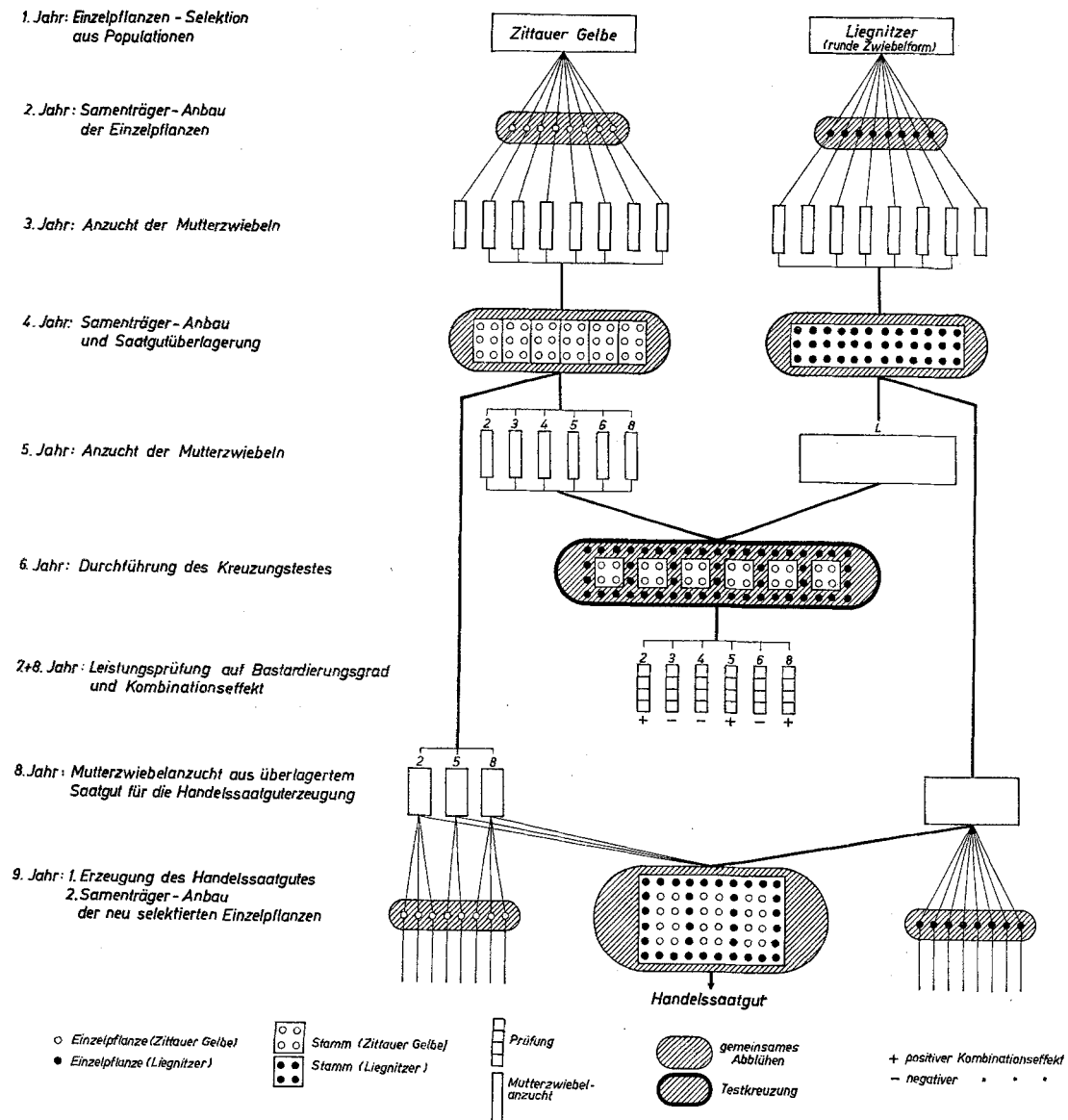


Abb. 2. Reziproke wiederkehrende Selektion mit Testung der mütterlichen Kombinationseignung bei einseitiger Samenernte.

Dazu sind nach unserem Schema fünf Bestäubungsgruppen notwendig, da wir auch fünf väterliche Stämme haben. In jeder Bestäubungsgruppe stehen nun die sechs mütterlichen Stämme. Die Anzahl der Bestäubungsgruppen ist also so groß wie die Anzahl der selektierten väterlichen Stämme.

7. + 8. Jahr: Wie im zweiten Schema (Abb. 2) findet die Prüfung der Kombinationseignung und des Bastardierungsgrades statt.

8. Jahr: Zur Weiterzucht gelangen nur die im 7. + 8. Prüfungsjahr bewährten Stämme der mütterlichen und väterlichen Sorte.

9. Jahr: Die Masse der Mutterzwiebeln dieser positiven Stämme wird zur Saatguterzeugung in der gleichen Weise wie bei den Testkreuzungen in einem Samenträgerfeld angepflanzt. Der aus dem Vermehrungsbestand einseitig von den Stämmen der mütterlichen Sorte geerntete Samen wird dann als Handelssaatgut verwendet.

### Zusammenfassung

Die Arbeiten hatten den Zweck zu prüfen, inwieweit bei der Zwiebel-Hybridzüchtung auftretende

Kombinationseffekte ohne Verwendung pollensteriler Linien züchterisch genutzt werden können. Dabei ergab sich folgendes:

1. Als Ausgangsmaterial für die Hybridzüchtung sollen nicht unterschiedliche Herkünfte einer Sorte, sondern Sorten von genetisch sehr verschiedenem Material und hoher Eigenleistung im Ertrag und in der Lagerfähigkeit sowie von einheitlicher Zwiebelform, Schalenfarbe und Reifezeit verwendet werden.

2. Zur Ermittlung des Kombinationseffektes liefert bei der SÄZWIEBEL der diallele Test die besten Resultate. Während der Polycross-Test noch relativ gute Ergebnisse gibt, ist der zyklische Test ungeeignet.

3. Um nach freien Bestandeskreuzungen zu wertvollen Kombinationseffekten zu kommen, ist die Erzielung eines hohen Bastardanteiles notwendig.

4. Es wird ein leicht erfaßbarer Signalfaktor beschrieben, der eine Selektion auf einen hohen Bastardierungsgrad ermöglicht.

5. Bei der technischen Durchführung des Testverfahrens ist es erforderlich, daß eine völlige Übereinstimmung zu den Maßnahmen bei der Saatgutgewinnung besteht.

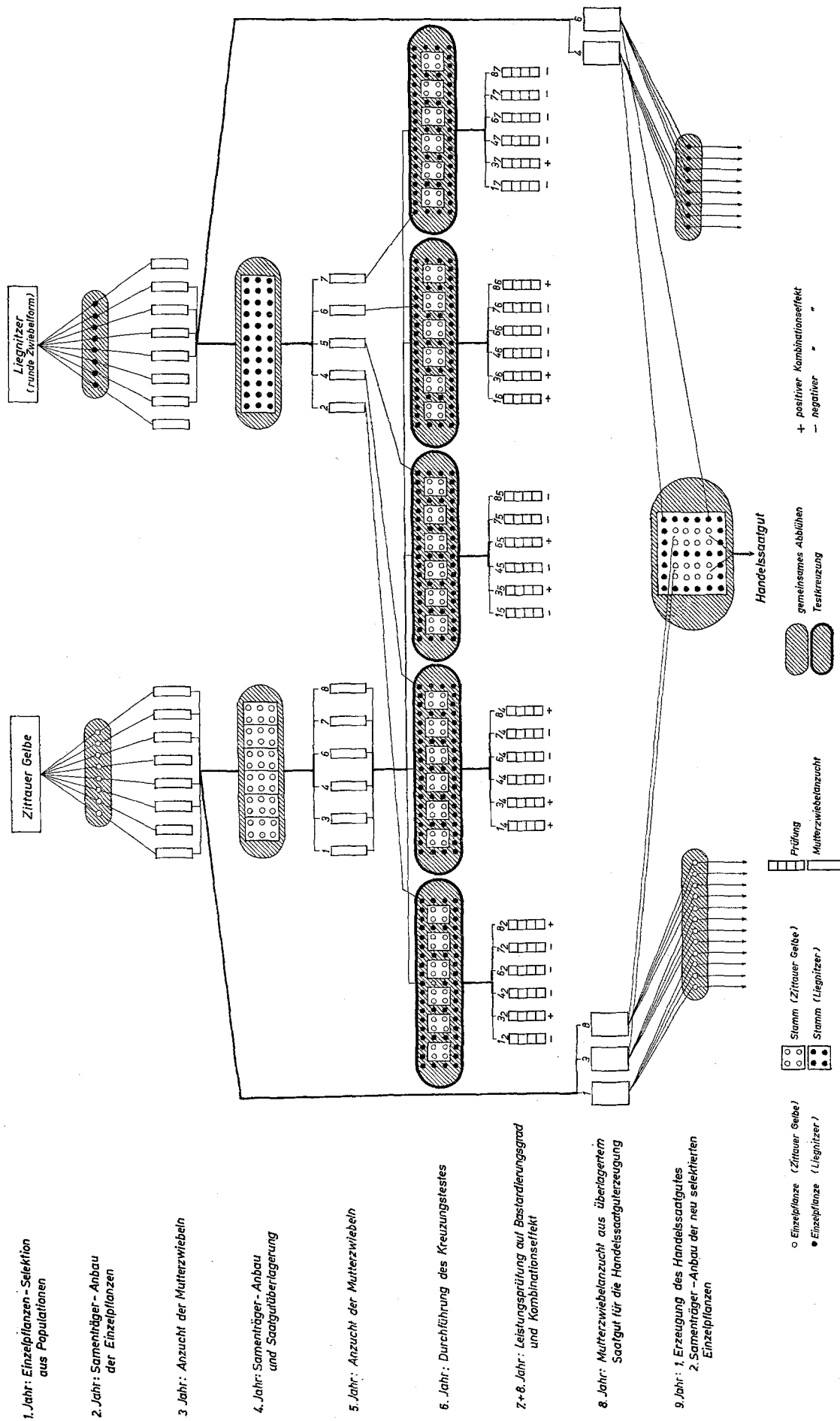


Abb. 3. Reziproke wiederkehrende Selektion mit Testung der mütterlichen und väterlichen Kombinationseignung bei einseitiger Samennormte.



6. Die Erhaltung der getesteten Idiotypen bis zur Erzeugung des Handelssaatgutes wird durch eine Saatgutüberlagerung gewährleistet.

7. Durch das Verfahren der wiederkehrenden Selektion (recurrent selection) wird die Typenerhaltung der bewährten Kreuzungspopulationen durch eine ständige Typenverbesserung ersetzt.

8. Bei der Saatgutgewinnung wird man in der Regel nur einseitig von einem Kreuzungspartner das Handelssaatgut ernten. Es werden außerdem nur Einfachbastarde hergestellt.

9. Auf Grund dieser Untersuchungen wurden zur Ausnutzung dieser Kombinationseffekte bei der Sälzwiebel drei Zuchtschemata entwickelt.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. BECKER, möchte ich an dieser Stelle recht herzlich für seine kritischen Diskussionen danken, mit denen er diese Arbeit gefördert hat.

Herrn Dr. SKIEBE bin ich für wertvolle Hinweise sehr zu Dank verpflichtet.

Für großzügige Unterstützung danke ich den Saatzuchtleitern VOGEL, MAASS (+) und ADAM.

#### Literatur

1. BANGA, O.: Uineveredeling met gebruikmaking van inteelt en herstel door heterosis. Inst. Veredel. Tuinb. gew., Mededeling 66, 391–400 (1955). — 2. COMSTOCK, R. E., H. F. ROBINSON and P. H. HARVEY: A breeding procedure designed to make maximum use of both general and specific combining ability. Agron. J. 41, 360–367 (1949). — 3. DAVIS, G. N., and H. A. JONES: „San Joaquin”. Sth. Seedman 9, 17 (1946); Ref. aus: Pl. Breed. Abstr. 16, 480 (1946). — 4. ERICKSON, H. T., and W. H. GABELMAN: Potential value of inbreeds and F<sub>2</sub>-hybrid onions for seed production. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 64, 393–398 (1954). — 5. FRANKLIN, D. F., H. A. JONES and C. E. PETERSON: Fiesta. Bull. Idaho agric. Exp. Sta. 211 (1954); Ref. aus: Pl. Breed. Abstr. 29, 600 (1959). — 6. HANOW, R.: Zwiebelarten, *Allium*. Hdb. Pfl. Z., 1. Aufl., Bd. V, 16. Lfg., 232–251. Berlin und Hamburg: P. Parey 1940. — 7. JENKINS, M. T.: The segregation of genes affecting yield of grain in maize. J. Amer. Soc. Agron. 32, 55–63 (1940). — 8. JONES, H. A.: Onion improvements. Breeding vegetable crops. Yearbook U. S. Dep. Agr. 233–250 (1937). — 9. JONES, H. A., and G. N. DAVIS: Inbreeding and heterosis and their relation to the development of new varieties of onions. U. S. Dep. Agric. Washington, D. C., Techn. Bull. 874, 1–28 (1944). — 10. JONES, H. A., and S. L. EMSWELLER: Methods of breeding onions. Hilgardia 7, 625–642 (1933). — 11. JONES, H. A., L. FRANKLIN and C. E. PETERSON: Bonanza. A new hybrid onion for long storage. Bull. Idaho agric. Exp. Sta. 212 (1954); Ref. aus: Pl. Breed. Abstr. 29, 600 (1959). — 12. KAMPE, F. W.: Betrachtungen und Untersuchungen zur Züchtung der Sälzwiebel (*Allium cepa* L. var. *cepa*). Diss. Ldw. Fak. Univ. Halle-Wittenberg (1962). — 13. KAMPEN, J. VAN: Landen tuinbouw, in het bijzonder de unienteelt in Polen. Mededelingen Directeur van de tuinbouw 23, 440–452 (1960). — 14. KOBABE, G.: Die Verwendung von männlich sterilen Mutanten in der gartenbaulichen Pflanzenzüchtung. Vorträge für Pflanzenzüchter, Bd. I, DLG-Pflanzenzüchtungsabteilung, Frankfurt/Main, 52–73 (1958). — 15. KRAUS, W.: Frucht- und Zwiebelgemüse, Arten- u. Sortenkunde, S. 166–189. Berlin: Dtsch. Bauernverlag 1954. — 16. KRAUS, W.: Ergebnisse der Sortenwertprüfung mit Zwiebeln 1950–1958. Arb. d. Zentralstelle f. Sortenwesen d. Minist. f. Land- u. Forstwirtschaft d. DDR 10, 95–126 (1961). — 17. KUCKUCK, H.: Pflanzenzüchtung II. Göschenband 1178/1178a; 178 S. Berlin: W. de Gruyter u. Co. 1957. — 18. KUCKUCK, H., u. G. KOBABE: Küchenzwiebel *Allium cepa* L. Hdb. Pfl. Z., 2. Aufl. Bd. VI, 37. Lfg., 270–312. Berlin und Hamburg: P. Parey 1960. — 19. LITYNSKI, M.: Wissenschaftliche Arbeiten zur Problematik der Samenbiologie und Samenaufbewahrung in der Volksrepublik Polen. Sitzungsber. Dtsch. Akad. Landw. Berlin 12, 1–34 (1963). — 20. LOWIG, E.: Erkenntnisse und Probleme, Maßnahmen und Mittel zum Vorratsschutz für Saatgut. Saatgutwirtschaft 13, 223–224, 284–285, 340–342 (1961). — 21. MUNGER, H. M., H. A. JONES and E. W. DAVIS: Two new onion hybrids — Premier and Empire. Fm. Res. 25, 4, 14 (1959), Ref. aus: Pl. Breed. Abstr. 30, 3251 (1960). — 22. NICOLAISEN, N.: Feldmäßiger Zwiebelanbau in neuzeitlicher Darstellung, S. 1–70. Braunschweig: Dr. Serger u. Hempel 1931. — 23. PATIL, J. A.: Preliminary observations on natural cross pollination in onion (*Allium cepa* L.). Peona agric. Coll. Mag. 48, 15–18 (1958); Ref. aus: Landwirtschaft. Zbl. Abt. II, 9 (1959). — 24. PEREGUDT, M. F.: Zwischensortige Hybridisierung der Knollenzwiebel (russ.). Sad i ogorod 10, 16–19 (1956). — 25. PERRY, B. A., and H. A. JONES: Performance of short-day pinkroot-resistant varieties of onions in southern Texas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 66, 350–353 (1955). — 26. PERRY, B. A., and H. A. JONES: Onion varieties in Texas. Bull. Tex. agric. Exp. Sta. 854, 10 (1957); Ref. aus: Pl. Breed. Abstr. 29, 2005 (1959). — 27. PLARRE, W., und F. VETTEL: Testmethoden und Heterosiseffekte bei diploidem Winterroggen (*Secale cereale* L.). Z. Pflanzenz. 46, 125–154 (1961). — 28. SCHEIBE, A.: Einführung in die allgemeine Pflanzenzüchtung, S. 318–321. Stuttgart/z. Z. Ludwigsburg: Eugen Ulmer 1956. — 29. SENGBUSCH, R. v.: Die Erhaltung der Keimfähigkeit von Samen bei tiefen Temperaturen. Der Züchter 25, 168 bis 169 (1955). — 30. ULLMAN, H.: The rearing of onions (hebr.). Hassadeh 32, 77–79 (1951); Ref. aus: Pl. Breed. Abstr. 23, 141 (1953).

Aus dem Institut für Pflanzenzüchtung Kleinwanzleben  
der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin

## Methode zur Erzeugung tetraploider *Beta*-Rüben auf blütenbiologischem Wege\*

Von H. SCHNEIDER

### 1. Einleitung

Das Hauptziel der Zuckerrübenzüchtung — höchste Zucker- und Futtererträge je Flächeneinheit bei voller Berücksichtigung der Qualitätseigenschaften — läßt sich aus genetischen Gründen eher auf polyploider als auf diploider Genomstufe erreichen (STRAUB 1946, FISCHER 1962). Voraussetzung für ein volles Ausschöpfen der größeren Kombinations-

möglichkeiten polyploider Zuckerrüben ist die Bereitstellung eines umfangreichen heterozygoten tetraploiden Ausgangsmaterials. Das bisher im praktischen Zuckerrüben-Zuchtbetrieb verwendete tetraploide Pflanzenmaterial resultiert ausschließlich aus Genomverdoppelung somatischer Zellen mittels Stathmokineta (Kolchizin, Acenaphthen u. a.). Nach BECKER (1960, 1962) und Mitarbeitern (JAHR, SKIEBE, STEIN 1963) sind aber die den artifiziellen Autotetraploiden oftmals anhaftenden Fertilitätsstörungen und mangelnden Leistungen ursächlich auf die

\* Herrn Professor Dr. Dr. h. c. G. BECKER zum 60. Geburtstag.