

Hermann Kuckuck · Gerd Kobabe
Gerhard Wenzel

Grundzüge der Pflanzenzüchtung

5., neubearbeitete und erweiterte Auflage



Walter de Gruyter · Berlin · New York 1985

1 Grundlegende Züchtungsmethoden

Aufgrund der genetischen Methoden, die bei der Nutzung bzw. Herstellung genetischer Variationen und der Selektion fixierter Varianten verwendet werden, lassen sich die Züchtungsmethoden in drei Gruppen aufgliedern: Auslesezüchtung, Kombinationszüchtung und Hybridzüchtung. Wie jedem Einteilungsprinzip haftet auch diesem etwas Erzwungenes an. Es gibt fließende Übergänge und Gemeinsamkeiten zwischen den einzelnen Gruppen der Zuchtmethoden. Eine Auslese findet nicht nur in der als Auslesezüchtung bezeichneten Gruppe statt, sondern auch in den anderen. Sie unterscheiden sich vor allem durch Methoden, mit denen das variierende Ausgangsmaterial für die Züchtung geschaffen wird. In der Kombinationszüchtung wird durch Kreuzung genetisch verschiedener Eltern eine neue Variation geschaffen. In der Hybridzüchtung werden durch Selbstungen, Geschwisterpaarungen und andere Maßnahmen Inzuchtlinien verschiedener genetischer Konstitution erreicht und unter ihnen diejenigen ausgelesen, die aufgrund von Testkreuzungen die besten Kombinationen ergeben.

Sowohl in der Kombinationszüchtung als auch in der Hybridzüchtung findet eine Kreuzung statt. Während aber in der Kombinationszüchtung das gewünschte Produkt zur Konstanz gezüchtet werden muß, wird in der Hybridzüchtung ein heterozygoten Produkt als Sorte auf den Markt gebracht, das vom Züchter für den Verbraucher immer wieder aufs Neue hergestellt wird. Bei einem Nachbau ist es nicht konstant.

Die drei Gruppen der Züchtungsmethoden sind hier in der zeitlichen Reihenfolge ihrer Entwicklung aufgeführt worden. Während die Auslesezüchtung ursprünglich rein empirisch ohne wissenschaftliche Vorarbeiten entwickelt wurde und erst in jüngerer Zeit durch die Nutzung genetischer Erkenntnisse wirkungsvollere Abwandlungen erfuhr, hat sich die Kombinationszüchtung sehr schnell nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze am Beginn dieses Jahrhunderts auf dieser wissenschaftlichen Grundlage entwickelt. Erst in jüngerer Zeit erfolgte ein intensiver Ausbau der Hybridzüchtung, besonders hinsichtlich ihrer verschiedenen Abwandlungen.

Jeder Züchter sollte sich bei der Wahl seiner Zuchtmethoden nicht von dem Kriterium ihrer Neuzeitlichkeit leiten lassen, sondern lediglich von dem ihrer Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit. Die anzuwendende Zuchtmethodik wird vor allem bestimmt von dem gesetzten Zuchtziel, von dem zur Verfügung stehenden Ausgangsmaterial, dem allgemeinen Stand der Züchtung des betreffenden Lan-

des, von den vorhandenen technischen und wissenschaftlichen Hilfsmitteln und schließlich von der Qualifikation des Züchters selbst.

Auf zwei wichtige Punkte im Verlauf einer Züchtung sei noch kurz hingewiesen: bei jeder Züchtungsmethode findet eine Auslese von Varianten statt. Je zuverlässiger die zur Verfügung stehenden Bewertungsmethoden für die zu untersuchenden Werteigenschaften der Varianten sind und je einfacher man sie handhaben kann, um so größer kann die Zahl der untersuchten Varianten sein, und um so größer sind auch die Erfolgsaussichten.

Mit der Fertigstellung eines wertvollen Zuchtstammes ist die Arbeit des Züchters nicht beendet. Eine Sorte soll durch ihre Verwertung einen wirtschaftlichen Gewinn einbringen, nicht nur für den Züchter persönlich, sondern auch für die gesamte Volkswirtschaft. Hierzu sind nicht nur Kenntnisse der Ansprüche der Neuzüchtung an Klima, Boden, Düngung usw. erforderlich, sondern auch eine gute Erhaltungszüchtung, eine wirkungsvolle Organisation der Vermehrung und Verteilung des benötigten Saatgutes (s. Abschn. 4 „Der praktische Zuchtbetrieb“).

1.1 Auslesezüchtung

Um eine Auslesezüchtung mit Erfolg durchführen zu können, muß der Züchter ein solches Ausgangsmaterial zur Verfügung haben, aus dem er mit Aussicht auf Erfolg diejenigen Formen auslesen kann, die seinem Zuchtziel entsprechen. Als derartige Quellen für die Selektion kommen vor allem bei den Getreidearten und den verschiedenen Futterpflanzen Landsorten in Betracht.

Landsorten sind Formengemische (Populationen), die eine größere Anzahl verschiedener erblicher Typen enthalten, und die infolge ihrer genotypischen Mannigfaltigkeit den jährlich wechselnden Außenbedingungen ihres Verbreitungsgebietes besonders gut angepaßt sind. Sie bringen im Vergleich zu den Zuchtsorten nur mittlere, aber dafür sichere Erträge. Heute sind sie in den Ländern mehr oder weniger hochentwickelter Landwirtschaft aus dem Anbau durch Hochzuchten weitgehend verdrängt worden; sie befinden sich vorwiegend in Gebieten mit primitiver Landwirtschaft. Da die Landsorten zahlreiche erbliche Varianten enthalten, die bereits jahrelang durch das Sieb der natürlichen Selektion gegangen und daher den Verhältnissen ihres Verbreitungsgebietes besonders gut angepaßt sind, bieten sie dem Züchter ein sehr wertvolles Auslesematerial, auf das er in erster Linie bei Beginn seiner Arbeiten zurückgreifen wird. Der qualitative Wert von Landsorten für die Auslese wird weitgehend von der geographischen Lage bestimmt, in der dieselben beheimatet sind. So wird ein Züchter, der einen besonders winterharten Weizen züchten will, Landsorten aus Schweden, Finnland oder Nordrußland zur Auslese bevorzugen, da nur diese mit großer Wahrscheinlichkeit

Formen von einer hohen, erblich bedingten Winterfestigkeit enthalten. Landsorten in Ländern mit einer weniger intensiv entwickelten Landwirtschaft zeichnen sich häufig durch eine besonders große genetische Variation aus.

In erblicher Hinsicht sind die Landsorten verschieden, je nachdem ob die betreffende Pflanzenart Selbst- oder Fremdbefruchter ist. Die Landsorten der *Selbstbefruchter* bestehen aus einer mehr oder weniger großen Zahl weitgehend erbgleicher (homozygoter) Formen, deren individuelle Nachkommenschaft man als „reine Linie“ bezeichnet. Nur zufällig vorkommende Fremdbefruchtungen zwischen „reinen Linien“ lassen auch ungleicherbige (heterozygote) Typen entstehen, aus denen in den folgenden Generationen infolge der Selbstbefruchtung neue homozygote Formen abspalten, die allmählich die heterozygoten verdrängen können. Die Landsorten der *Fremdbefruchter* dagegen bestehen vornehmlich aus heterozygoten Formen, da konstante homozygote Formen infolge der dauernden Fremdbefruchtung nur selten entstehen können. Bei den Fremdbefruchtern gelangt stets ein Pollengemisch verschiedener erblicher Beschaffenheit zur Bestäubung. Daher enthalten die Landsorten von Fremdbefruchtern nicht so scharf voneinander unterscheidbare Typen wie die von Selbstbefruchtern, sondern zeigen häufig eine fließende Reihe ineinander übergehender Typen. Nicht immer lassen sich zwischen Selbstbefruchtern und Fremdbefruchtern scharfe Grenzen ziehen. Der Anteil der Fremdbefruchtung bei an sich kleistogamen (Selbstbefruchtung in der geschlossenen Blüte) Pflanzen wie Weizen, Tomaten u. a. hängt sowohl vom Genotyp der Sorte als auch von den jeweiligen Umweltbedingungen ab. So neigen Sorten in kontinentalen Gebieten stärker zur Fremdbefruchtung als im atlantischen Klima. Bei gewissen Leguminosen, wie z. B. den Lupinen, wird das Ausmaß der Fremdbefruchtung von dem Vorhandensein befruchtender Insekten bestimmt.

Innerhalb einer Art kommen oft morphologisch stark differenzierte Typen vor. Sind diese auch in physiologischer Hinsicht voneinander unterschieden und erweisen sich dadurch als besonders gute Anpassungen an Lokalklimate, so spricht man von Ökotypen oder Ökospezies, je nach der Größe ihrer taxonomischen Differenzierung. Die Individuen eines Ökotyps sind nur einheitlich in den Eigenschaften, die ihnen eine besondere Anpassung an bestimmte Umweltverhältnisse verleihen; in allen anderen können sie mehr oder weniger stark variieren.

Ökotypen finden sich bei den mehrjährigen Klee-, Luzerne- und Grasarten, die in der Landwirtschaft eine große Bedeutung als Futterpflanzen haben. Sie sind auf dem natürlichen Grünland, auf Dauerwiesen und Dauerweiden, auf Feldrainen und anderweitig verbreitet und bilden für den Futterpflanzenzüchter ein besonders wertvolles Ausgangsmaterial. Bei den Gras- und Kleearten gehen Sorten auf die direkte Auslese von Ökotypen aus der Wildbahn zurück. Bei diesen landwirtschaftlich genutzten Arten gibt es daher noch keine scharfen Grenzen zwischen Kultur- und Wildformen. Wie stark auch Sorten mit einer hohen Produktion an Futtermasse noch Merkmale einer Wildpflanze besitzen, zeigt sich bei der Saatgutver-

mehrung. Durch den häufig vorkommenden Zerfall der reifen Ähre oder Rispe oder durch einen lockeren Spelzenschluß wird die Samenernte sehr erschwert.

1.1.1 Massenauslese und natürliche Auslese

Die einfachste Methode der Auslese besteht darin, daß aus einem Formengemisch diejenigen Typen ausgelesen und gemeinsam vermehrt werden, die dem Zuchtziel entsprechen. Man bezeichnet diesen Vorgang als *positive Massenauslese*. Würde man aus einem Feldbestand nur alle *nicht* erwünschten Typen ausmerzen und den großen Rest weiterhin vermehren, so läge eine *negative Massenauslese* vor. Diese wird aber heute nicht mehr als Zuchtmethode zur Schaffung neuer Sorten betrachtet; sie findet nur im Vermehrungsanbau bereits fertig durchgezüchteter Sorten Verwendung, also in Feldbeständen, die zur Saatguterzeugung bestimmt sind und von mechanischen Verunreinigungen, kranken Pflanzen und zufälligen Bastarden bereinigt werden müssen (s. Abschn. 4.3 „Erhaltungszüchtung und Vermehrungsanbau“).

Die *positive* Massenauslese ist eine Auslese nach dem Phänotyp, d. h. dem äußeren Erscheinungsbild. Da Pflanzen vom selben Phänotyp sehr häufig nicht dieselbe erbliche Veranlagung (Idiotyp, Genotyp) besitzen, ist die Anwendung der positiven Massenauslese nicht in allen Fällen voll wirksam.

Die Methode wird in der Weise gehandhabt, daß aus einem Feldbestand alle dem Idealtyp entsprechenden Pflanzen ausgelesen und gemeinsam als Population vermehrt werden, und dieser Vorgang der wiederholten Selektion in der verbesserten Population über mehrere Jahre fortgesetzt wird. Die Nachkommenschaft jeder Massenauslese soll bei Fremdbefruchtern in räumlicher Isolierung von Beständen derselben Art angebaut werden, um eine unkontrollierte Befruchtung und damit die Gefahr einer genetischen Verschlechterung der Auslese weitgehend auszuschalten. Abstände von 300 m bei Insektenbefruchtern und 500–1000 m bei Windbefruchtern dürften im allgemeinen ausreichend sein.

In Ländern mit noch nicht entwickelter Landwirtschaft kann man mit dieser Methode relativ schnell beachtliche Erfolge in der Verbesserung der angebauten Landsorten erzielen. Diese Methode ist besonders dann zu empfehlen, wenn die technischen Voraussetzungen für den Einsatz anderer komplizierterer Methoden noch nicht gegeben sind. Aber auch in Ländern mit entwickelter Landwirtschaft hat die positive Massenauslese noch ihre Berechtigung, z. B. bei der Verbesserung fremdbefruchtender Gemüsearten wie Möhren, Radies, Rote Rüben usw. hinsichtlich ihrer Ausgeglichenheit. Eine mit strengen Maßstäben und im großen Umfang durchgeführte Massenauslese vermag zur Erreichung dieses Zieles mehr beizutragen als eine mit unzureichenden Mitteln und im begrenzten Umfange fortgeschrittene Methode, wie z. B. die Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft.

Durch Massenauslesen in der Futter-Zuckerrübensorte „Barres“, die sich über 11 Generationen erstreckten, konnten in der einen Zuchtrichtung der Trockensubstanzgehalt von 13% auf 19,5% gesteigert und in der anderen Zuchtrichtung von 13% auf 10% gesenkt werden. Mit dieser einseitigen Auslese auf hohen bzw. niedrigen Gehalt ging gleichzeitig eine Veränderung des Rübenkörpers einher. Die gehaltsarmen Rüben wurden größer und wuchsen mehr über dem Boden; die gehaltsreichen Rüben dagegen wurden kleiner und entwickelten den größeren Teil ihres Rübenkörpers im Boden. Die Wirksamkeit der Massenauslese hängt von der Art der genetischen Kontrolle der zu selektierenden Merkmale ab, ob das Merkmal stark von Umwelteinflüssen modifiziert wird oder nicht. Weiterhin wird der Erfolg der Auslese von der Fortpflanzungsbiologie der betreffenden Art beeinflusst, ob diese Selbst- oder Fremdbefruchter ist, und ob bei Fremdbefruchtung die zu selektierenden Merkmale vor oder nach der Blüte zu erkennen sind. Bei alternativ ausgeprägten, qualitativen Merkmalen, die häufig monogen bedingten Erbgang zeigen und leicht erkennbar sind, führt eine Massenauslese auf *rezessive* Merkmale in einer spaltenden Population schnell zu einem Erfolg, während die Auslese auf *dominante* Merkmale nur einen Teilerfolg bringt. Bei fortgesetzter Auslese verringert sich der Anteil der unerwünschten Typen und zwar bei Fremdbefruchtern mit Auslesemöglichkeit *vor der Blüte* schneller als bei Fremdbefruchtern, die erst *nach der Blüte* auf das betreffende Merkmal selektiert werden können (s. Tab. 1).

Tab. 1 Wirkung der Massenauslese bei einem Gen. Anteil der unerwünschten Typen in Prozent bei Auslese auf rezessives (r) und auf dominantes (d) Merkmal (verändert nach KAPPERT 1953)

		F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
<i>Selbstbefruchtung</i>	r	75,0	0	0	0
	d	25,0	16,7	10,0	5,5
<i>Fremdbefruchtung</i>					
Auslese <i>vor</i> der Blüte	r	75,0	0	0	0
	d	25,0	11,1	6,3	4,0
Auslese <i>nach</i> der Blüte	r	75,0	50,0	25,0	12,5
	d	25,0	16,7	12,5	9,6

Bei polygen bedingten und daher fließend ausgeprägten, *quantitativen* Merkmalen wird der Erfolg bestimmt von der Anzahl der Gene, die an der Ausbildung der Merkmale beteiligt sind und dem Grad des modifizierenden Umwelteinflusses. Die Massenauslese muß auch in einem ausreichenden Umfang aus einer möglichst großen Population durchgeführt werden, um voll wirksam zu sein. Nur bei einem großen Umfang kann eine Verarmung unterschiedlicher Allele der Genloci ver-

mieden werden, die ihrerseits zu Inzuchtschäden und einer mangelnden Anpassungsfähigkeit führen kann.

Sehr wirksam hat sich die positive Massenauslese in Verbindung mit der *natürlichen* Auslese bei Futterpflanzen, Gräsern und Futter-Leguminosen erwiesen, besonders dann, wenn Herkünfte aus Gebieten mit anderen Umweltbedingungen eingeführt werden, um sie einer neuen Umwelt anzupassen. Der züchterische Erfolg hängt von der genetisch bedingten Anpassungsfähigkeit (= adaptability) der eingeführten Population ab, d. h. wie weit aus ihrer Heterozygotie sich durch Umkombination neue genetische Komplexe der Anpassung (= adaptation) bilden und sich fixieren lassen. Für diesen Prozeß der natürlichen Auslese und Anpassung sind mehrere Jahre notwendig, wobei die besser angepaßten Typen durch ihre höhere Vermehrungsrate die weniger angepaßten allmählich verdrängen. Der natürliche Ausleseprozeß kann durch eine vom Züchter durchgeführte Massenauslese wirksam unterstützt werden.

Aus der Futterpflanzenzüchtung in Schweden sind viele Beispiele für die Wirksamkeit der natürlichen Auslese, verbunden mit der Massenauslese durch den Züchter, bekannt geworden. So ist z. B. die Weißkleesorte „Kivi“, die 1957 auf dem Markt erschien, das Produkt einer natürlichen Zuchtwahl, der ein aus Neuseeland eingeführtes Saatgut in mehrjährigem Anbau durch mehrere Generationen hindurch unterworfen wurde.

Die guten Erfahrungen, die mit der Ausnutzung der natürlichen Zuchtwahl bei der Züchtung neuer Futterpflanzensorten gemacht worden sind, offenbaren ein wichtiges Züchtungsprinzip von allgemeiner Gültigkeit, das bei der Züchtung aller Kulturpflanzen beachtet werden sollte: die Züchtung sollte nach Möglichkeit unter *den* Umweltbedingungen (Klima und Boden) durchgeführt werden, unter denen die neue Sorte einmal im Anbau vorgesehen ist. Ferner, die Prüfung des ausgelesenen Materials sollte mit derselben Anbautechnik ausgeführt werden, mit der auch der Anbau der späteren Sorte in der Praxis erfolgt. Beim mehrjährigen Futterpflanzenanbau, insbesondere bei der Anlage von Wiesen und Weiden, wird häufig ein Gemisch von mehreren Arten verwandt. Die Pflanzen stehen im engen Verband, so daß ein Konkurrenzkampf nicht nur zwischen genotypisch verschiedenen Pflanzen derselben Art, sondern auch zwischen Pflanzen verschiedener Arten stattfindet. Nur wenn die Prüfung des Zuchtmaterials unter denselben Anbaubedingungen erfolgt, kann eine richtige Beurteilung und Auslese der im Versuch stehenden Prüfglieder erfolgen. Einzelpflanzen von Gräsern werden deshalb nicht nur freistehend in den Zuchtgarten, sondern auch oft in den Bestand einer anderen Gräserart gepflanzt, um ihr Verhalten unter praxisnahen Konkurrenzbedingungen beobachten zu können.

Der Erfolg der natürlichen Auslese, der eine eingeführte Population einer fremdbefruchtenden mehrjährigen Futterpflanze an ihrem neuen Standort unterworfen wird, hängt u. a. auch stark von dem Zeitpunkt ab, an dem der Züchter das Saatgut

erntet, aus dem die folgende Generation für die weitere Auslese gezogen werden soll. Wird bereits im ersten Jahr des Anbaus Samen geerntet, so wird eine Population bzw. Sorte mit früh sich entwickelnden Trieben entstehen, die ihre Höchsterträge an Grünmasse bereits im ersten Vegetationsjahr bringt, in den folgenden Jahren dagegen in der Leistung stark abfällt. Wird das Saatgut erst im dritten Jahr des Bestandes geerntet, wird sich eine Sorte mit lang ausdauernden Typen herausbilden, die zwar im ersten Jahr im Grünmasseertrag abfällt, aber in den folgenden Jahren einen höheren gleichbleibenden Ertrag bringt und daher in der Gesamtleistung höher zu bewerten ist, wenn der Futterpflanzenanbau als mehrjährige Kultur vorgesehen ist. Es wird hier deutlich, wie natürliche Auslese und Auslese durch den Züchter wirkungsvoll zusammenarbeiten können.

Bei *fremdbefruchtenden* Kulturarten wird der Erfolg einer Massenauslese einschließlich der natürlichen Auslese in der Entwicklung von Formen bzw. Formgemischen bestehen, die sich durch eine besonders gute Anpassungsfähigkeit an die betreffenden Umweltbedingungen auszeichnen und dadurch auch sichere und gleichbleibende Erträge liefern. In anderen Merkmalen, auch denen der wirtschaftlichen Nutzung, können sie aber noch eine mehr oder weniger starke Variation aufweisen. Aus formalen Gründen, wie z. B. denen der Sortenregistrierung und des damit verbundenen Sortenschutzes, sollte diese aber nicht stärker eingengt werden als unbedingt notwendig ist. Die hiermit verbundene Zuchtarbeit ist nicht nur als unökonomisch anzusehen, sondern oft auch als schädlich, da mit einer zu starken Einengung der Variation und der damit verbundenen Verarmung von Allelen der Gene zuweilen eine verringerte Leistung einhergehen kann.

Auch bei Populationen von *selbstbefruchtenden* Kulturpflanzen wie Weizen, Gerste, Hafer, Erbsen, Bohnen u. a. kann die natürliche Auslese ihre genotypische Zusammensetzung verändern. In Ländern mit extensiver Landwirtschaft sind noch häufig derartige Populationen im Anbau anzutreffen. Sie sind das Ergebnis eines langjährigen Ausleseprozesses und daher den Bedingungen ihrer Umwelt gut angepaßt. Sie zeichnen sich durch eine mehr oder weniger gleichbleibende Ertragsleistung aus, wenn auch nicht durch Spitzenerträge. Wenn solche Populationen in andere Anbaugebiete gebracht oder ihre Anbaumethoden geändert werden, wie z. B. durch Anwendung von Handelsdünger, Bewässerung, Pflanzenschutzmaßnahmen, wird sich auch die genotypische Zusammensetzung der betreffenden Population ändern. Da selbstbefruchtende Populationen sich überwiegend aus homozygoten Individuen zusammensetzen, wird das Resultat in einer zahlenmäßigen Verschiebung der einzelnen Genotypen oder auch in der völligen Eliminierung einiger Genotypen bestehen, aber weniger in einer Umkombination von Genen, die zur Entstehung ganz neuer Genotypen führt, wie das bei Fremdbefruchtern der Fall ist. Das genetische Potential der Anpassungsfähigkeit der Fremdbefruchter ist daher größer als das der Selbstbefruchter. Die praktischen Erfahrungen bringen hierfür eine Bestätigung, die man bei der Verbreitung fremder Sorten und Popu-

lationen gemacht hat (s. Abschn. 5 „Erhaltung und Nutzung der natürlichen Formenmannigfaltigkeit“).

Wie stark die natürliche Auslese auch bei Selbstbefruchtern wirken kann, zeigen Versuche mit künstlich hergestellten Populationen bei Gerste. Es wurden hierzu in einem Versuch in den USA 11 Gerstensorten zu gleichen Teilen gemischt und an 10 verschiedenen Stellen mit sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen 4–12 Jahre angebaut. Wie aus Tab. 2 zu ersehen ist, ist die Sorte „White Smyrna“ beim Anbau in Ithaca (N.Y.) völlig aus dem Gemisch verschwunden, während beim Anbau in Moro (Oregon) „White Smyrna“ alle anderen Genotypen aus dem Gemisch fast vollständig verdrängt hat (HARLAN und MARTINI 1938).

Tab. 2 Wirkung der natürlichen Auslese auf ein Gemisch von 11 Gerstensorten nach einem 4–12jährigen Anbau in verschiedenen Gebieten (HARLAN und MARTINI 1938)

Sorte	Ar- ling- ton Va.	Anbauggebiete								
		Ithaca N.Y.	St.Paul Minn.	Fargo N. Dak.	North Platte Neb.	Mocca- sin Mont.	Aber- deen Idaho	Pullman Wash.	Moro Ore.	Davis Calif.
Coast and Trebi	446	57	83	156	224	87	210	150	6	362
Gatami	13	9	15	20	7	58	10	1	0	1
Smooth Awn	6	52	14	23	12	25	0	5	1	0
Lion	11	3	27	14	13	37	2	3	0	8
Meloy	4	0	0	0	7	4	8	6	0	27
White Smyrna	4	0	4	17	194	241	157	276	489	65
Hannchen	4	34	305	152	13	19	90	30	4	34
Svanhals	11	2	50	80	26	8	18	23	0	2
Deficiens	0	0	0	1	3	0	2	5	0	1
Manchuria	1	343	2	37	1	21	3	1	0	0

Σ der ausgewerteten Pflanzen = jeweils 500

Die natürliche Auslese ist nicht nur ein wirksames Instrument in der Hand des Züchters, sondern auch ein wichtiger Faktor, der bei der Vermehrung, d. h. der Saatgutproduktion für den Markt, beachtet werden muß, um unerwünschte Veränderungen in der genotypischen Zusammensetzung einer Sorte zu vermeiden (s. Abschn. 4.3 „Erhaltungszüchtung und Vermehrungsanbau“).

1.1.2 Individualauslese bei Selbstbefruchtern

Das Wesen der Methode der „Individualauslese mit Nachkommenschaftsprüfung“ besteht darin, daß von jeder aus einer Population ausgelesenen Pflanze eine *getrennte* Nachkommenschaft gezogen wird. Der Wert der ausgelesenen Pflanze wird aufgrund der Nachkommenschaftsprüfung ermittelt. Hier findet also eine Auslese nach dem Genotypus statt, während die Massenauslese im Prinzip eine Auslese nach dem Phänotypus darstellt. Dieser Unterschied zwischen beiden Zuchtverfah-

ren wird besonders klar, wenn in einer spaltenden Generation eines Selbstbefruchters auf ein Merkmal mit monogen-dominantem Erbgang, wie z. B. auf fadenlose Hülsen bei Buschbohnen, ausgelesen wird (FF bzw. Ff = fadenlos, ff = fädig). Werden in der F₂ und in den folgenden Generationen durch Massenauslese fädige Pflanzen (ff) entfernt, so spalten auch noch in der F₃, F₄ und F₅ fädige Pflanzen heraus, und zwar in einer Höhe von 16,7%, 10% resp. 5,5%. Die Anzahl der unerwünschten Typen vermindert sich zwar; es tritt aber kein voller Zuchterfolg ein. Werden dagegen von einer größeren Anzahl fadenloser F₂-Pflanzen (FF oder Ff) getrennte F₃-Nachkommenschaften gezogen, so sind mit großer Wahrscheinlichkeit ein Drittel aller Nachkommenschaften konstant fadenlos. Das Zuchtziel bezüglich dieser Eigenschaften kann also schon in der F₃ verwirklicht werden. Die Methode der Individualauslese mit Prüfung der Nachkommenschaft ist bei der Auslese auf dominante Merkmale in einer Population von Selbstbefruchtern der Massenauslese eindeutig überlegen.

Wenn auch die Individualauslese bereits in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts von genialen Pflanzenzüchtern rein intuitiv angewandt worden ist, ohne daß sie Kenntnisse von den Mendelschen Gesetzen hatten, so hat sie doch erst nach der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze eine allgemeine Verbreitung und erfolgreiche Anwendung gefunden. Bei Weizen, Gerste, Hafer, Erbsen und anderen Selbstbefruchtern können Populationen in Linien zerlegt und diese auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft und damit neue wertvolle Sorten geschaffen werden.

Bei der züchterischen Verbesserung einer Landsorte einer Getreideart wird eine größere Anzahl Pflanzen (100–1000), die ihrer äußeren Form nach dem gesteckten Zuchtziel am nächsten kommen, aus dem Feldbestand ausgelesen. Früher wurden an diesen ausgelesenen „Elitepflanzen“ umfangreiche Wägungen und Messungen wie die der Halmlänge, Ährenlänge, Ährendichte, Bestockung und des 1000-Korngewichts vorgenommen und für die ermittelten Eigenschaften Wertzahlen festgelegt, mit deren Hilfe man die besten Pflanzen zu erfassen suchte. Diesen Bewertungen lag der Gedanke zu Grunde, daß bestimmte äußere Merkmale mit der Ertragsfähigkeit korrelativ verknüpft sind. Da aber Korrelationen selten vollständig sind und die Ausbildung quantitativer Eigenschaften besonders leicht durch äußere Bedingungen großen Schwankungen unterliegt, kommt den Wägungen und Messungen von Elitepflanzen nur ein beschränkter Wert zu. Aus demselben Grund sollte man auch den *quantitativen* Untersuchungen an den Körnern von Elitepflanzen wie Eiweißbestimmungen bei Gerste, Fettbestimmungen bei Hafer, Ermittlung der Backfähigkeit bei Weizen, kein allzu großes Gewicht beilegen. Nur bei *qualitativen* Eigenschaften, wenn Vorhandensein oder Fehlen eines Stoffes zur Untersuchung steht, wie z. B. Alkaloidgehalt oder Alkaloidfreiheit bei Lupinen, haben große serienmäßige Untersuchungen an Einzelpflanzen ihre Berechtigung. Die Nachkommenschaft einer ausgelesenen Elitepflanze wird als A-Stamm bezeichnet. Die Aussaat erfolgt in kleinen Parzellen von 1 m × 1 m bis 1 m × 2 m, je

nach vorhandener Saatmenge und vorhandenem Platz. Zweckmäßigerweise werden alle Parzellen gleich groß angelegt, da dies die Anlage und die Übersicht bei der Bearbeitung und Ernte erleichtert. Die Beurteilung der A-Stämme geschieht überwiegend nach dem Auge, da quantitative Feststellungen des Ertrages infolge der Kleinheit der Parzellen und des Fehlens von Wiederholungen keine zuverlässigen Ergebnisse bringen. Um einen besseren Vergleichsmaßstab zu haben, werden sog. Standardparzellen mit der Landsorte oder anderen Zuchtsorten in bestimmten Abständen zwischen die A-Stämme eingeschaltet (s. Abschn. 4.2 „Prüfung des Zuchterfolges und Zuchtbuchführung“).

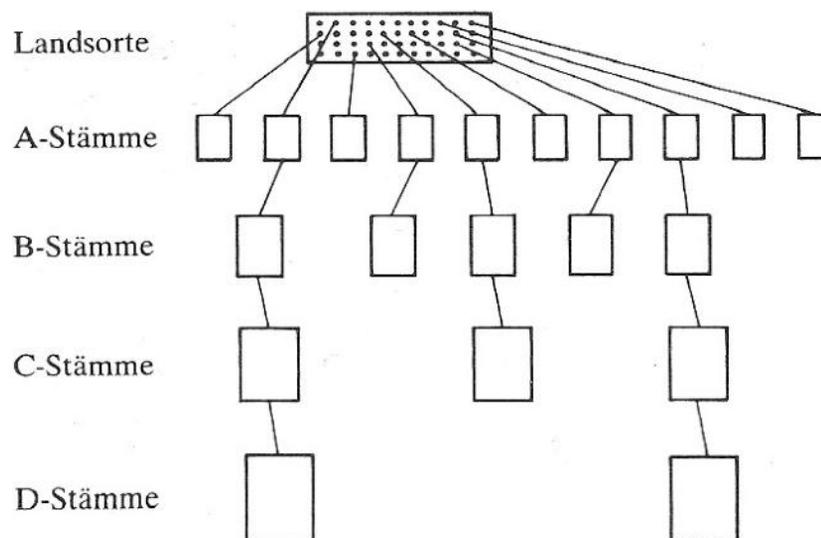


Abb. 1 Schematische Übersicht über den Gang der Auslese bei einem Selbstbefruchter aus einer Landsorte

Aufgrund eingehender Beobachtungen und Beurteilungen während der Vegetationszeit werden 80–90% der A-Stämme von der Weiterzucht ausgeschlossen. Die restlichen Stämme werden jeder für sich getrennt geerntet und im folgenden Jahr in die sog. B-Stammpfung gebracht (s. Abb. 1). In dieser können die einzelnen Stämme in größeren Parzellen, die in Wiederholungen angelegt sind, ausgesät werden, so daß erstmalig quantitative Ertragsfeststellungen durchgeführt werden können. Von den B-Stämmen werden aufgrund der Prüfungsbefunde 10–20% für die nächstjährige C-Stammpfung bestimmt, die prinzipiell in derselben Weise durchgeführt wird wie die B-Stammpfung, nur mit dem Unterschied, daß die Parzellen größer sind und die Zahl der Wiederholungen und Vergleichssorten vermehrt wird. Nach der C-Stammpfung wird man schon mit hinreichender Sicherheit sagen können, ob ein Stamm in seiner Leistungsfähigkeit den Vergleichssorten überlegen ist oder nicht. Zur Erhärtung der Ergebnisse wird man noch eine D-Stammpfung folgen lassen, die auch gleichzeitig in anderen Gebieten angelegt werden sollte, um einen Einblick in die ökologische Streubreite der neuen Zuchtstämme zu gewinnen. Gleichzeitig wird man das restliche Saatgut der besten

Stämme feldmäßig vermehren, um nach bestandener amtlicher Prüfung, bei einer Zulassung des neuen Zuchtstammes als geschützte Sorte, genügend Saatgut für den Markt zur Verfügung zu haben. Für die amtlichen Prüfungen bis zur Zulassung werden z. B. in der Bundesrepublik Deutschland 4–5 Jahre benötigt. Hiervon entfallen 2 Jahre auf die Selbstständigkeitsprüfung und weitere 2–3 Jahre auf die Wertprüfung; letztere fällt bei Gemüse fort.

1.1.3 Individualauslese bei Fremdbefruchtern

Da bei *Selbstbefruchtern* die Eianlagen einer Pflanze von Pollen *derselben* Pflanze bestäubt werden, ist die erbliche Konstitution ihrer Nachkommenschaft zu gleichen Teilen von der erblichen Konstitution der Eianlage und des Pollens *einer* Mutterpflanze bestimmt. Es findet also bei Selbstbefruchtern die Auslese sowohl nach dem Erbwert der Mutter als auch nach dem des Vaters statt. Beide sind bekannte Größen, die bei der Auslese von Einzelpflanzen mit Nachkommenschaftsprüfungen in gleicher Weise erfaßt werden. Bei *Fremdbefruchtern* dagegen findet die Auslese vornehmlich nach dem Erbwert der Mutter statt. Der väterliche Anteil ist stets eine unbekannte Größe, die aus dem Pollengemisch einer Vielzahl von Pflanzen besteht, und von dem bestäubt zu werden alle Pflanzen eines Feldbestandes die gleiche Aussicht haben. Treten bei Fremdbefruchtern unter den Nachkommenschaften von Einzelpflanzen Unterschiede auf, so nimmt man an, daß diese vor allem auf Unterschiede des *mütterlichen Erbanteils* zurückzuführen sind, da sie alle mit großer Wahrscheinlichkeit von demselben Pollengemisch bestäubt worden sind. Die Aufgabe der Züchtung von Fremdbefruchtern besteht daher darin, durch Auslesen nicht nur den Erbwert der Mutter zu erfassen, sondern auch durch zweckmäßige Methoden die unbekannte Größe des väterlichen Erbanteils zu verbessern, also zu einer *Regulierung* der *Fremdbefruchtung* zu gelangen. Die Möglichkeiten der Regulierung der Fremdbefruchtung hängen weitgehend davon ab, ob die wirtschaftliche Nutzung der Art *vor* oder *nach* der Blüte erfolgt, ferner von der Fortpflanzungsbiologie, ob bei erzwungener Selbstbestäubung Samenansatz erfolgt oder nicht, und wieweit Inzuchtdepressionen in der Nachkommenschaft geselbsteter Pflanzen eintreten. Auch die Möglichkeit einer vegetativen Vermehrbarkeit hat für die Gestaltung der Auslesemethoden eine Bedeutung.

Recht einfach gestaltet sich die Regulierung der Fremdbefruchtung bei den Arten, deren wirtschaftlicher Nutzungswert *vor* der Blüte liegt. Unter den einjährigen Arten gehören hierzu z. B. Spinat und Radies; unter den zweijährigen die Beta-Rüben, Möhren, Kohl und unter den mehrjährigen viele Gräser-, Klee- und Luzernearten. Dadurch, daß man bei diesen Arten die Möglichkeit hat, in den A-, B- und C-Prüfungen den Leistungswert der einzelnen Stämme vor der Blüte zu erkennen, können alle unbefriedigenden Stämme schon vor der Blüte ausgemerzt werden. Hierdurch wird das zur Bestäubung gelangende Pollengemisch in seiner

genetischen Zusammensetzung verbessert; es gelangen nur überdurchschnittliche Stämme zur gegenseitigen Befruchtung. Auch von der Möglichkeit, einzelne, von der Norm abweichende Individuen in Stämmen, die zur Weiterzucht bestimmt sind, vor der Blüte zu entfernen, sollte der Züchter weitgehend Gebrauch machen. Es ist nicht immer notwendig, wegen einzelner Abweicher überdurchschnittliche Stämme von der Weiterzucht auszuschalten.

Schwieriger gestaltet sich die Regulierung der Fremdbefruchtung bei den Arten, deren wirtschaftlicher Wert erst nach der Blüte am Erntegut festgestellt werden kann, wie es z. B. beim Roggen, dem Hanf, der Gurke der Fall ist. In der Roggenzüchtung hat sich zur Regulierung der Fremdbefruchtung die Methode des überlagerten Saatgutes sehr bewährt. Hier werden zunächst in der gleichen Weise wie bei der Auslesezüchtung von Selbstbefruchtern aus dem Formengemisch einer Population eine größere Anzahl von Einzelpflanzen geerntet und ihre Nachkommenschaften als A-Stämme in kleineren Parzellen ausgesät mit dem Unterschied, daß von allen Elitepflanzen die Hälfte des Saatgutes als Reserve zurückbehalten wird. Diejenigen A-Stämme, die den Anforderungen des Züchters entsprechen, werden nicht wie bei der Gerste direkt weiter vermehrt, sondern das restliche Saatgut der entsprechenden Elitepflanzen wird im folgenden Jahr in möglichst weiter Entfernung von anderen Beständen ausgesät; es kommt in eine sog. A'-Stammprüfung. Der Grund hierfür ist folgender: da die wirtschaftlichen Wertigenschaften der Roggen A-Stämme erst endgültig nach der Reife beurteilt werden können, sind die besten zur Weiterzucht bestimmten A-Stämme bereits von einem Pollengemisch bestäubt worden, das auch Pollen weniger wertvoller Stämme enthält. Die erbliche Beschaffenheit der zur Weiterzucht herausgestellten A-Stämme ist also mit großer Wahrscheinlichkeit wieder verschlechtert worden. Wird nun die Aussaat nur der herausgestellten A-Stämme mit dem überlagerten

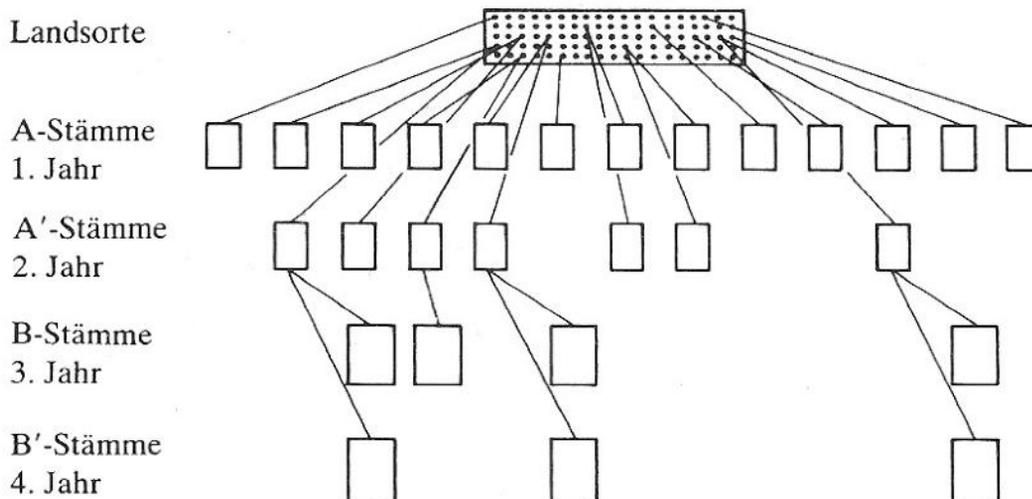


Abb. 2 Schematische Übersicht über den Gang der Auslese mit der Methode des überlagerten Saatgutes

Restsaatgut wiederholt, so werden diese Stämme von einem überdurchschnittlichen Pollengemisch befruchtet, da der Pollen der minderwertigen A-Stämme ausgeschaltet ist (s. Abb. 2). Durch den nochmaligen Anbau der besten A-Stämme wird also eine einfache Regulierung der Fremdbefruchtung erreicht, durch die das Pollengemisch ganz erheblich verbessert wird. Die A-Stämme stellen nur eine Vorauslese dar; erst von den A'-Stämmen wird das Saatgut für die B-Stammprüfungen gewonnen. Die Anlage der A'-Stammprüfungen und ihre Beurteilung erfolgt in der gleichen Weise wie die der A-Stämme. Sollten sich einige A'-Stämme bereits vor der Blüte als unbrauchbar erweisen, z. B. infolge schlechter Überwinterung, zu geringer Bestockung oder Anfälligkeit gegen Krankheiten, so sind dieselben bereits vor der Blüte aus dem Zuchtgarten zu entfernen. Ihre Ausschaltung führt zu einer weiteren Regulierung der Befruchtung. Ist ein Standard zum Vergleich in die Versuchspartellen eingeschaltet, so muß auch dieser rechtzeitig vor der Blüte entfernt werden. Das Saatgut für die B-Stammprüfung wird ebenfalls geteilt und die eine Hälfte überlagert, um die besten B-Stämme einer B'-Stammprüfung unterziehen zu können. Die B-Stämme werden in größeren Parzellen und nach Möglichkeit in zwei Versuchsreihen angebaut. Standardparzellen können verwendet werden, da das Saatgut für die weiteren Prüfungen erst von den B'-Stämmen gewonnen wird. Mit Hilfe des überlagerten Saatgutes werden die besten B-Stämme im folgenden Jahr einer B'-Stammprüfung unterworfen. Für ihre Behandlung gilt dasselbe wie für die A'-Stammprüfung: Entfernung aller minderwertigen Stämme vor der Blüte, soweit sie als solche erkennbar sind. Hat die B'-Stammprüfung noch kein klares Bild über den Wert der einzelnen Stämme ergeben, so muß noch eine C- bzw. C'-Stammprüfung erfolgen. Andernfalls wird das Saatgut des besten B-Stammes feldmäßig vermehrt. Gleichwertige Stämme können auch gemeinsam vermehrt werden.

Bei der Beurteilung von Zuchtstämmen und ihrer Auslese zwecks weiterer Fortführung muß man sich vergegenwärtigen, daß die Bewertung und Auslese nur aufgrund der in dem betreffenden Jahr herrschenden Witterungsbedingungen erfolgen kann. So ist z. B. nur in einem extrem trockenen Jahr eine unterschiedliche Beurteilung der Prüfungsstämme auf Trockenresistenz möglich, und nur bei einer stärkeren Rostepidemie sind Unterschiede in der Resistenz gegenüber diesen Parasiten feststellbar. Hierauf ist es zurückzuführen, daß die Stämme, die sich in der A- und B-Prüfung bewährt haben, in der A'- bzw. B'-Stammprüfung des darauffolgenden Jahres versagen können und daher von der Weiterzucht ausgeschlossen werden müssen. Zur Erfassung der Reaktion auf möglichst viele unterschiedliche Umweltfaktoren ist eine Prüfung des Zuchtmaterials an verschiedenen Orten notwendig.

Durch die Ausmerzungen ganzer Stämme vor der Blüte wird zwar bei den Fremdbefruchtern auch eine Selektion nach dem Erbwert des Vaters getrieben, doch der zur Bestäubung gelangende Pollen bleibt immer ein Gemisch verschiedener genetischer Konstitution, da er von mehreren Stämmen geliefert wird. Erst wenn

Fremdbefruchter künstlich zur Selbstbefruchtung gezwungen werden, ist die Herkunft des väterlichen Erbgutes in der Nachkommenschaft einer Pflanze genau bekannt und damit die Kontrolle der Bestäubung eine vollständige.

Die Züchtung von Fremdbefruchtern kann u. U. erheblich erleichtert und intensiviert werden, wenn sich eine Art vegetativ vermehren läßt, wie z. B. durch mehrfache Teilung einer Pflanze bei ausdauernden Gräsern, Kleearten und Luzerne. Der Einsatz einer vegetativen Vermehrbarkeit im Züchtungszyklus bietet dem Züchter folgende Vorteile: werden vor der Nachkommenschaftsprüfung von Einzelpflanzen (A-Stammprüfung) erst Klone durch ihre vegetative Vermehrung hergestellt, so können diese Klone hinsichtlich ihrer Werteigenschaften viel sicherer beurteilt werden, als dies bei Einzelpflanzen der Fall ist. Ferner kann bei der Klonprüfung eine Regulierung der Fremdbefruchtung durch die Entfernung der untauglichen Klone vor der Prüfung durchgeführt werden, so daß aus Klonen bessere Nachkommenschaften zu erwarten sind als aus Einzelpflanzen. Die größere Saatgutproduktion der Klone erlaubt, die folgenden Prüfungen auf breiterer Basis, d. h. mit größeren Parzellen und mehr Wiederholungen durchzuführen. Hierdurch wird der Züchtungszyklus beschleunigt und die Zuverlässigkeit der Ergebnisse erhöht.

Weitere Verfahren für die züchterische Bearbeitung von Fremdbefruchtern werden im Abschn. 1.3 „Hybridzüchtung“ besprochen.

1.1.4 Individualauslese bei vegetativ vermehrten Arten

Bei einigen wichtigen Kulturpflanzen wie der Kartoffel, dem Zuckerrohr, vielen Obstarten und Zierpflanzen findet für die wirtschaftliche Nutzung keine Vermehrung durch Samen statt, sondern eine vegetative Vermehrung durch Knollen, Stecklinge, Pfropfung von Reisern auf Unterlagen etc. Alle Pflanzen einer sich vegetativ vermehrenden Sorte sind genetisch gleich, d. h. sie bilden einen *Klon*, der letzten Endes ein Individuum darstellt, das in viele Teile von gleicher genetischer Konstitution zerlegt worden ist. In einer Klonsorte ist daher keine genetische Variation zu erwarten, es sei denn, daß im somatischen Gewebe spontan Mutationen, d. h. Veränderungen des Genotyps entstehen, die an einer Pflanze oder Teilen einer Pflanze Veränderungen morphologischer Merkmale oder ihres physiologischen Verhaltens hervorrufen. Derartige Sports, wie diese somatischen Mutationen von den Praktikern bezeichnet werden, haben in der Entwicklung neuer Sorten besonders bei Obstarten und Zierpflanzen eine große Rolle gespielt und sind auch bei der Kartoffel – insbesondere in den USA – von großem Interesse geworden, nachdem ihre histogenetische Bedingtheit eingehender durchforscht worden ist. Die Befunde dieser Untersuchungen haben die Grundlage für eine mehr *systematische* Nutzung der Sports durch entsprechende experimentelle Ein-

griffe geschaffen und werden daher im Abschn. 2.3 „Nutzung von Periklinalchimeren“ eingehender dargestellt. Doch zunächst zum Ausleseverfahren selbst. Wie geht z. B. ein Kartoffelzüchter vor, um eine neue Sorte mit bestimmten Merkmalskombinationen zu schaffen? Populationen, die aus der Mischung verschiedener Klone bestehen, sind in unseren Breitengraden nicht vorhanden. Sie sind nur in Mexiko und Südamerika verbreitet, dem Heimatgebiet der Kulturkartoffeln; sie kommen aber als Ausgangsmaterial für die Auslese neuer Sorten nicht in Betracht, da es sich hier um Primitivformen der Kulturkartoffeln und verwandter Wildarten handelt, denen wichtige Kultureigenschaften fehlen.

Sports kommen in vielen Kultursorten nicht häufig genug vor bzw. ist ihre Entdeckung zu schwierig, um auf ihrer Auslese eine systematische Züchtung mit bestimmten Zielen aufbauen zu können. Eine neue umfangreiche genetische Variation für die Auslese kann daher nur durch die Anzucht von Kartoffeln aus Samen geschaffen werden. Da die Kartoffeln sehr stark heterozygot sind, ist bereits die erste Nachkommenschaft aus einer Mutterpflanze bzw. aus der Kreuzung zweier Genotypen eine spaltende Generation mit einer mehr oder weniger großen Zahl verschiedener Genotypen. Diese ist vergleichbar mit der F_2 -Generation eines Selbstbefruchters, bei der aus der Kreuzung zweier homozygoter Eltern zunächst eine heterozygote, aber einheitliche F_1 -Generation entsteht. Jeder Genotyp, der aus einer spaltenden Kartoffelgeneration ausgelesen wird, erweist sich bei vegetativer Vermehrung als konstant. Die gerade bei Fremdbefruchtern so schwierige Züchtung auf Einheitlichkeit und Konstanz entfällt bei der Züchtung vegetativ vermehrter Kulturpflanzen. Mit der geglückten Auslese eines wertvollen Genotyps ist der Züchterfolg sofort fixiert. Dies trifft für alle vegetativ vermehrten Kulturpflanzen zu.

Die erste große Schwierigkeit in der Züchtung vegetativ vermehrter Arten liegt darin, Sämlingspopulationen zu erzeugen, die eine möglichst große Anzahl der gewünschten Varianten enthalten, und weiterhin in der Entwicklung von Selektionsverfahren, mit deren Hilfe diese schnell und sicher aufgefunden werden können.

Die Züchtung muß daher mit der Auslese geeigneter Eltern für die Sämlingszucht und ihre spätere Auslese beginnen. Da, wie bereits erwähnt, die Kartoffeln stark heterozygot sind, und das Ergebnis der Rekombination der Gene bei der Bildung der Gameten in den Elternpflanzen bezüglich der Bildung neuer Geno- und Phänotypen nicht vorausgesagt werden kann, ist eine Auslese der Elternpflanzen nach dem Phänotyp nicht ausreichend. Praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß aus manchen guten Sorten überwiegend schlechte Sämlingsnachkommen entstehen, ebenso wie aus weniger guten Sorten zuweilen sehr wertvolle Genotypen in den Nachkommenschaften auftreten. Es muß daher die genotypische Konstitution der Eltern bzw. ihre genotypisch bedingte Kombinationseignung hinsichtlich der Erzeugung von Nachkommen mit genetisch erwünschter Konstitution auf eine andere Weise ermittelt werden.

Zwei Verfahren sind hierzu in der Praxis entwickelt worden. Bei dem einen Verfahren werden von jeder zu prüfenden Sorte ca. 1000 Sämlinge aus Inzucht angezogen und unter diesen der prozentuale Anteil erwünschter Phänotypen festgestellt, wie z. B. der von gelbfleischigen oder rundknolligen Typen oder von Typen mit extremer Frühreife. Da die Selbstungsnachkommenschaften im allgemeinen eine mehr oder weniger starke Inzuchtschwächung zeigen (s. Abschn. 1.3.1.1), können aus diesen I-Nachkommen im allgemeinen keine Sorten entwickelt werden. Kreuzt man nun zwei derartig durch Inzucht analysierte Sorten miteinander, so kann der zu erwartende Anteil erwünschter Typen geschätzt werden: er läßt sich aus dem Mittel der untersuchten Merkmale in den Selbstungsnachkommen beider Eltern errechnen.

In dem anderen Verfahren wird die allgemeine Kombinationseignung von Sorten durch Kreuzung mit einem bekannten Testelter ermittelt. Für die Analyse genügt die Anzucht von ca. 300 Sämlingen aus jeder Kreuzung. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß bereits in der Nachkommenschaft einer Testkreuzung mit der Auslese begonnen werden kann, wenn diese sich zufällig als sehr wertvoll erweist; dadurch wird Zeit und Arbeit im Züchtungsgang gespart. Im normalen Gang werden aber erst die Eltern der besten Nachkommenschaften miteinander gekreuzt und in ihrer Nachkommenschaft die Selektion von Einzelstauden vorgenommen.

Durch Pikieren, Vertopfen und Verpflanzen ins Freiland sind die Sämlinge vielfach stark unterschiedlichen Behandlungen und Umwelteinflüssen ausgesetzt, so daß sie häufig in ihrer Merkmalsausprägung stark nach der negativen oder positiven Seite hinsichtlich der Eigenschaftsbildung modifiziert sind. Da eine Auslese von Sämlingen, die unter so unterschiedlichen Bedingungen aufgewachsen sind, wenig erfolgversprechend ist, wird vor der Auslese eine sogenannte Ramschgeneration eingeschaltet. Dies geschieht in der Weise, daß von jedem Sämling einer Nachkommenschaft je eine Knolle entnommen wird und diese zusammen als Population (Ramsch) im folgenden Jahr nach einer gleichmäßigen Lagerung im Winter unter einheitlichen Bedingungen ausgepflanzt werden. In diesen Populationen werden nun dem Zuchtziel entsprechende Stauden ausgelesen, um im nächsten Jahr als A-Klone mit je 8–10 Stauden geprüft zu werden (s. Abb. 3). Von den A-Klonen werden aufgrund von Feldbeobachtungen ca. 80–90% beseitigt, die restlichen werden in eine B-Klon-Prüfung gebracht, in der bereits mehr exakte Feststellungen durchgeführt werden können. Erst nach C- und D-Klon-Prüfungen, deren Prüfglieder sich durch weiteres Ausmerzen ungeeigneter Genotypen ständig vermindern, und wo auch die Prüfungen mit Wiederholungen und an verschiedenen Orten durchgeführt werden, sind Aussagen über den Erfolg der Züchtung möglich.

Wie nun die Auslese und Prüfung der einzelnen Werteigenschaften durchgeführt wird, gehört in das Aufgabengebiet der speziellen Kartoffelzüchtung (Ross und

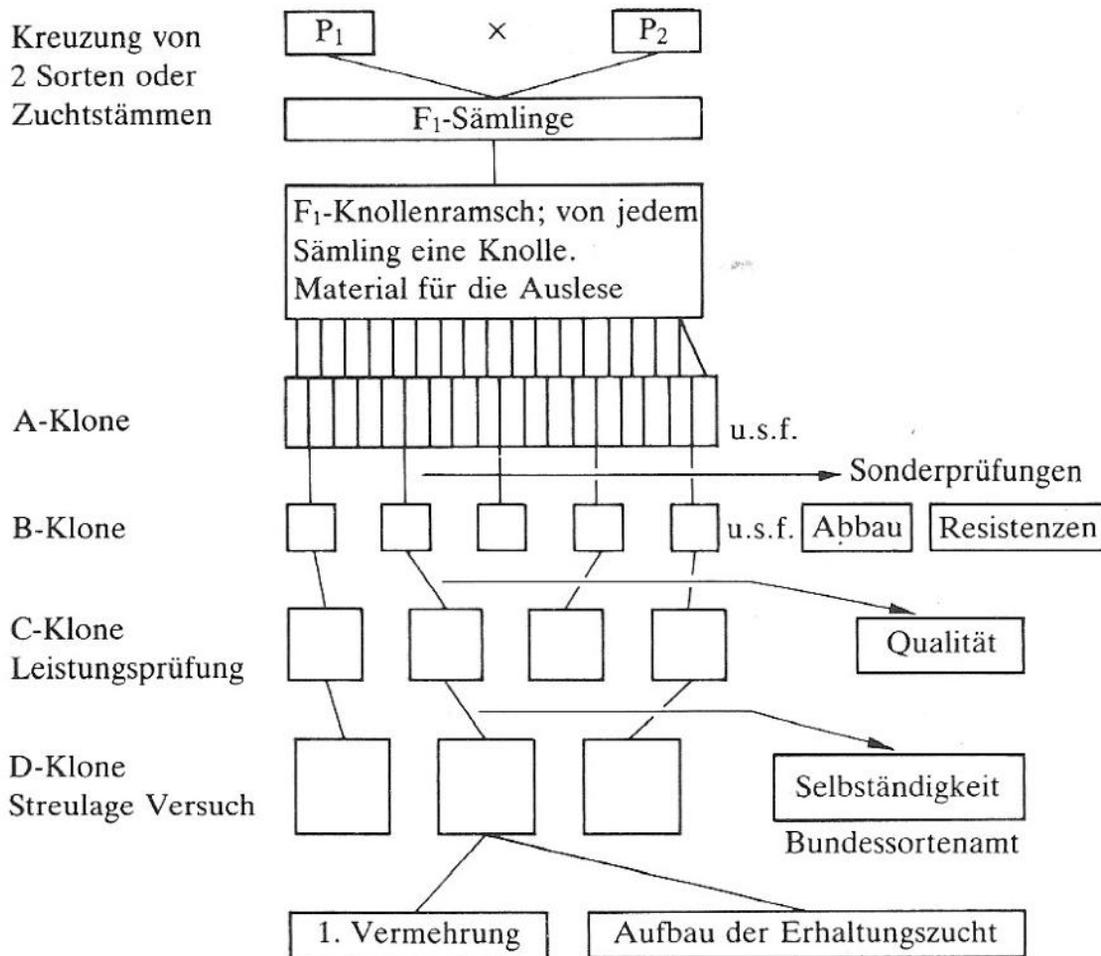


Abb. 3 Neuzüchtung bei Kartoffeln

HUNNIUS, 1984). Hier geht es nur um die Darstellung allgemeiner Prinzipien in der Züchtung vegetativ vermehrter Kulturpflanzen. Bei der praktischen Durchführung der Züchtung sind bei den einzelnen Kulturarten die Zuchtverfahren vor allem der unterschiedlichen Fortpflanzungsbiologie entsprechend zu modifizieren. So ist z. B. beim Kern- und Steinobst auch erst eine Auslese der Eltern durch Testkreuzungen und Analyse ihrer Nachkommenschaften notwendig; die ausgelesenen Sämlinge müssen aber durch Pfropfung von Reisern oder Okulieren auf Unterlagen für die weitere Prüfung vermehrt werden. Die Neuzüchtung beim Kern- oder Steinobst mit Hilfe von Sämlingen wird durch die langjährige Generationsfolge sehr erschwert: die Feststellung des Zuchtwertes der Kreuzungseltern und des wirtschaftlichen Wertes eines aus der Kreuzung ausgelesenen Sämlings dauert je 6–7 Jahre. Für Arten mit langjähriger Generationsfolge sind daher jetzt neue Selektionsverfahren in Entwicklung begriffen, die in Abschn. 2 „Spezielle Züchtungs- und Selektionstechniken“ dargestellt werden. Ein großer züchterischer Vorteil in der Kern- und Steinobstzüchtung ist dagegen das Auftreten von Sports, aus denen zuweilen direkt neue Sorten entwickelt werden können.

Allen vegetativ vermehrten Arten haftet ein großer Nachteil an: durch die vegetative Vermehrung werden leicht Schädlinge und Krankheiten, insbesondere Virose, von einer Generation auf die andere übertragen, die bei einem starken Befall einen vollkommenen Zusammenbruch von Sorten verursachen können. Da die Mehrzahl der bekannten Viren nicht durch den Samen übertragen wird, erhebt sich die Frage, wie weit die Züchtung in der Lage ist, bei vegetativ vermehrten Arten samenbeständige Sorten zu schaffen. Hinweise hierfür befinden sich im Abschn. 2.4 „Auslesezüchtung bei Apomikten“ und im Abschn. 2.5 „Erzeugung und Nutzung Haploider“.

1.2 Kombinationszüchtung

Wenn die Variation in den vorhandenen Landsorten, Primitivformen oder Ökotypen durch Individualauslese mit Nachkommenschaftsprüfung ausgeschöpft ist, kann durch Kreuzung verschiedener Genotypen einer Art eine neue genetische Variationsbreite für weitere Auslesen zur Erreichung gesetzter Zuchtziele geschaffen werden. Als Folge der Kreuzung verschiedener Genotypen findet in der F_2 und den nachfolgenden Generationen eine Umkombination der Gene bzw. der Allele der Gene statt, in denen sich die gekreuzten Eltern unterscheiden. Durch diese Umkombination der Gene können folgende für die Züchtung wichtige Ereignisse eintreten:

- a) Mit der Umkombination der Gene findet auch eine Umkombination der von den Genen kontrollierten Merkmale statt. Wirtschaftlich wertvolle Eigenschaften, die sich auf beiden Eltern verteilt befinden, können in einem neuen Genotyp vereinigt und zur Konstanz gezüchtet werden.
- b) Durch die Kreuzung können in der F_1 und in der F_2 Genotypen mit neuen Eigenschaften auftreten, die bei beiden Eltern bisher unbekannt waren. Sie entstehen durch das Zusammenwirken von Genen, die von beiden Eltern kommen. Auch diese neuen Merkmale können zur Konstanz gezüchtet werden.
- c) Schließlich können nach der Kreuzung Pflanzen mit quantitativ veränderten Merkmalen auftreten, die einerseits in der Stärke der Merkmalsausprägung das Ausmaß der elterlichen Merkmale nach der positiven oder negativen Seite überschreiten. Andererseits können auch aus der Kreuzung von Eltern, die sich durch die extrem positive bzw. extrem negative Ausbildung eines quantitativen Merkmals auszeichnen, Genotypen mit einer konstant intermediären Ausbildung des betreffenden Merkmals gezüchtet werden.