

niert sind —, ist in dieser Hinsicht am meisten von Hybriden zu erwarten. Bei festgestellter Heterosis zwischen zwei mehr oder weniger nahe verwandten Klonen, die weitgehend selbststeril sind, wäre es sehr einfach, F_1 -Saatgut in beliebiger Menge zu erzeugen. Beide Klone brauchten nur zusammen auf einer pollenfreien Stelle angebaut zu werden. Wenn sie ungefähr zur selben Zeit blühen und sich gegenseitig bestäuben, dann hat das Saatgut von sämtlichen Pfropflingen die gewünschte Eigenschaft.

Im Frühjahr 1956 wird im Universitäts-Forstgarten noch ein Mutterquartier angelegt, für das mehrere Oliveschen und Maserahorne bereitstehen. Mit den Sekundärreisern sollen in den nächsten Jahren Pfropflinge hergestellt werden, die für die Forstämter bestimmt sind. An Samenplantagen dieser Spielarten ist nicht gedacht.

Zusammenfassung

Die züchterischen Arbeiten in Hessen haben das Nahziel, durch Erstellen von Samenplantagen die Versorgung der Praxis mit Saatgut sicherer zu gestalten. Begründet werden sie mit Klonen von Plusbäumen, die aus den im vorigen Jahrhundert entstandenen Beständen ausgelesen wurden. Bei der Auslese entscheidet in erster Linie die Zugehörigkeit des Stammes zu einem in dem betreffenden Wuchsgebiet bewährten

Ökotyp. Die als Mischungen der verschiedensten Formkreise anzusehenden Bestände werden also als im 19. Jahrhundert angelegter Großversuch betrachtet. Es ist zu erwarten, daß das in den Plantagen erzeugte Saatgut dem aus anerkannten Beständen mindestens gleichwertig, wahrscheinlich aber überlegen ist, weil in den Plantagen die wünschenswerten Ökotypen angereichert und die ganz ungeeigneten Formen ausgeschlossen sind. Das Saatgut ist nur für das Wuchsgebiet bestimmt, aus dem die Plusbäume stammen. Es werden demnach nicht ökologische Universalformen, sondern den einzelnen Standorten besonders angepaßte Spezialsorten angestrebt.

Die Samenerträge aus den Plantagen dürften im Vergleich zu denen aus Althölzern höher liegen, weil der Blütenansatz stimuliert werden kann, die Erfassung von Sprengmasten wirtschaftlich möglich ist und Schädlinge (*Megastigmus*) bekämpft werden können; auch bereitet bei geringen Erntekosten das rechtzeitige Ernten der Zapfen (*Douglasie*, *Strobe*) keine Schwierigkeiten.

Da trotz der besonderen Gegebenheiten die Auslese nur nach dem Phänotyp unsicher bleibt, sollen Klonabsaaten und auch Keimlinge getestet werden, damit möglichst schnell Anhaltspunkte für die genetische Beschaffenheit der Plusbäume erlangt werden. Die Versager sollen durch wertvollere Klone ersetzt werden.

(Aus dem Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Schmalenbeck bei Hamburg)

Rassenbildung und Bestandesanerkennung*

Von K. STERN, Schmalenbeck

Das in der deutschen forstlichen Saat- und Pflanzgutgesetzgebung verankerte Prinzip der Bestandesanerkennung setzt die natürliche Entstehung von Rassen unserer Holzarten voraus. Diese Rassenentstehung muß auch Teilpopulationen der Holzarten innerhalb desselben Wuchsgebietes betreffen, ohne daß dabei die natürliche Selektion als Folge bestimmter Standortverhältnisse eine Rolle spielt, da andernfalls die Bestandesanerkennung sinnlos ist, wenn sie über die Provenienzfeststellung hinausgeht. Andererseits wird im forstlichen Schrifttum fast ausschließlich von „Standortsrassen“ gesprochen. Es scheinen also immer noch Unklarheiten über Definitionen und kausale Zusammenhänge auf diesem Gebiete zu bestehen, soweit es das deutsche forstliche Schrifttum betrifft.

Deshalb wird zunächst eine für den vorliegenden Zweck brauchbare Definition des Rassenbegriffs gesucht und aus den Prinzipien der mendelistischen Populationsgenetik entwickelt: Als Rasse soll eine Teilpopulation einer Art bezeichnet werden, die zu einer anderen Teilpopulation der gleichen Art oder zur gesamten Artpopulation gesicherte und natürlich entstandene Unterschiede in den Genhäufigkeiten aufweist und deren Erscheinungsbild unter gleichen Milieubedingungen in den folgenden Generationen wiederkehrt, eingeschränkt lediglich durch zufallsbedingte Änderungen.

* Nach einem Vortrag, gehalten auf der Arbeitstagung für forstliche Samen-Plantagen vom 24.—26. Okt. 1955 in Waldsiefersdorf.

Aus dieser Definition ergeben sich einige Schlußfolgerungen. Zunächst einmal ist die „Rasse“ keineswegs eine in irgend einer Richtung einheitliche Population oder muß es doch nicht sein, denn maßgebend für die Rassenunterscheidung ist nicht das Vorkommen eines bestimmten Erbfaktors oder einer Faktorkombination, sondern deren relative Häufigkeiten. Dann aber spielt auch die Art der Entstehung von Genhäufigkeitsdifferenzen nur insofern eine Rolle, als diese ihren Ursprung nicht in einem künstlichen Eingriff in die Population, etwa durch Selektion als züchterische Maßnahme, haben dürfen. Es sind dann theoretisch die verschiedensten Arten des Zustandekommens von Genhäufigkeitsdifferenzen möglich.

Diese Möglichkeiten werden anhand der Grundsätze der Populationsgenetik zu erörtern sein. Man geht dabei stets aus vom populationsgenetischen Grundgesetz, der HARDY-WEINBERG-Regel. Dieser Regel zufolge bleiben in einer unendlich großen panmiktischen Population, in der keiner der beteiligten Erbfaktoren einen Reproduktionsvorteil besitzt, die Genfrequenzen in allen Folgegenerationen gleich. Unsere Aufgabe ist es nun zu untersuchen, welche Folgen bei Aufhebung der Voraussetzungen des HARDY-WEINBERG-Modelles sich für die Genhäufigkeit der betroffenen Populationen einstellen. Im Laufe dieser Untersuchungen müssen sich dann die vorkommenden Rassenbildungsursachen von selbst ergeben, wenn die Rasse im Sinne unserer oben gegebenen Definition durch ihre Genfrequenzen zu beschreiben ist.

1. Isolationseffekte

Sind einzelne Teile einer Artpopulation ganz oder teilweise isoliert, so ist die Voraussetzung der uneingeschränkten Mischbefruchtung und der unendlich große Populationsumfang des HARDY-WEINBERG-Modells aufgehoben. Als Folge der Aufhebung dieser beiden Annahmen treten in den betreffenden Populationen Inzuchterscheinungen auf, d. h. es tritt eine Verschiebung der relativen Genhäufigkeiten ein, die zu einer Vermehrung der homozygoten Genorte führt. Ursache dieser Erscheinung ist die Summation von Zufallsschwankungen der Genfrequenzen („Gendrift“).

Die Richtung des „Gendriffs“ ist in der theoretischen reinen Inzuchtpopulation vollständig vom Zufall bestimmt, d. h. es läßt sich nicht absehen, welche Gene angehäuft bzw. im letzten Schritt eliminiert werden. Daneben sind aber auch die Ausgangshäufigkeiten von Bedeutung, und der gesamte Inzuchtprozeß ist eine Funktion der Zeit (oder besser der Generationszahl) sowie des Umfangs der Inzuchtpopulation.

Die Isolation kann vollständig sein, man spricht dann vom „Inselmodell“, oder aber unvollständig. Der letztgenannte Fall wird auch als „Distanzisolierung“ bezeichnet und spielt eine besondere Rolle innerhalb größerer Populationen, in denen einzelne Individuen vorzugsweise von ihren Nachbarn bestäubt werden. Derartige „Nachbarschaften“ sind identisch mit den „Fortpflanzungsgemeinschaften“ KRAHL-URBANS bei Buche und Eiche. Einen ähnlichen Effekt wie das Zuwandern fremder Gene bei der teilweisen Isolation hat die spontane Änderung einzelner Erbanlagen durch Mutation.

Für alle genannten Fälle lassen sich im einzelnen mathematische Formulierungen entwickeln. Die praktische Gültigkeit dieser Funktionen ist experimentell bei kurzlebigen Organismen nachgewiesen.

2. Selektion

Die Wirksamkeit der natürlichen Selektion in unserem Sinne besteht in einer Bevorzugung oder Benachteiligung einzelner Faktoren oder Faktorenkomplexe bei ihrer Reproduktion unter bestimmten Milieubedingungen. Die natürliche Selektion kann die Erbanlagen im homozygoten oder heterozygoten Zustande oder auch in Kombination mit bestimmten anderen Faktoren betreffen. Für jeden Fall läßt sich eine mathematische Formulierung des mittleren Selektionserfolges finden. Das Einsetzen des Selektionserfolges in diese Formulierungen geschieht durch Einführung eines prozentual auszudrückenden Selektionswertes für die betreffenden Gene. Dieser Selektionswert kann positiv oder negativ sein und beinhaltet etwa die folgende Aussage: Das Gen A hat unter den gegebenen Milieubedingungen die Aussicht, in der jeweils folgenden Generation seine Häufigkeit um einen bestimmten relativen Betrag zu vermehren oder zu vermindern.

Durch natürliche Selektion entstandene Rassen werden im forstlichen Schrifttum als Standortsrassen bezeichnet. Die Intensität der Standortsrassenbildung hängt ab von den Ausgangshäufigkeiten der betroffenen Erbanlagen, der Größe der Selektionswerte (d. h. der Intensität der auslesenden Milieuwirkung) und von der Generationsfolge.

3. Kombinierte Selektions- und Isolationswirkung

Es läßt sich nachweisen, daß in Inzuchtpopulationen die Wirkung der natürlichen Selektion erheblich verstärkt ist. Nur so ist es zu erklären, daß Standortsrassen unserer Holzarten sich in relativ kurzer Zeit ausbilden und erhalten konnten. Auch für diesen Fall lassen sich mathematisch begründete Aussagen machen.

4. Grad der Isolation bei Waldbäumen

Die Klärung dieser Frage hängt ab vom Fortschreiten unserer Erkenntnisse auf den Gebieten des Pollenfluges und der Befruchtungsökologie unserer Waldbäume. Die Kenntnis des Pollenfluges ist inzwischen so weit fortgeschritten, daß wir sowohl das Inselmodell wie auch das Distanzisolierungsmodell als in gewissen Fällen tatsächlich zutreffend annehmen dürfen.

5. Rassenbildung im Verlaufe der Wanderungsgeschichte unserer Holzarten

Eine zusätzliche Art der Rassenbildung durch Zufallseinflüsse ist die genetische Differenzierung von Teilen der wandernden Artpopulation. Man kann sich diese Wanderung nicht als stetiges Fortschreiten einer homogenen Genmasse vorstellen, sondern muß annehmen, daß sich vor der Hauptwanderungsfront sekundäre Ausbreitungszentren gebildet haben, die nur auf ganz wenige Individuen der Art und damit auf eine zufallsmäßig aus der Gesamtmasse herausgegriffene Gensumme zurückgehen. Dies Problem ist identisch mit der allgemeinen Erscheinung der Änderung der Genfrequenzen einer Population bei expansivem Wachstum. Als Folge tritt eine Anhäufung bis dahin seltener Faktoren oder Faktorkombinationen auf und andererseits natürlich ein Zurückdrängen von Genen mit bis dahin großer Häufigkeit. Die mathematische Formulierung auch dieser Zusammenhänge bereitet keine Schwierigkeiten, wenn man über eine bestimmte Kenntnis der Ausgangssituation und des Wanderungsverlaufes verfügt.

6. Verlagerung von Rassen an einen neuen Anbauort

Die bei der Untersuchung dieser Frage auftretenden Probleme sind identisch mit denen der im Sortenversuch auftretenden Sorten \times Standortwechselwirkungen. In beiden Fällen lassen sich keinerlei generelle Aussagen machen. Es kann sowohl Unterlegenheit als auch Überlegenheit einer standortfremden Rasse gegenüber der am neuen Anbauort autochthonen gegeben sein. Die Abhängigkeiten der relativen Leistung einer Rasse vom Standort sind durchaus in ein System zu bringen, wie wir aus neueren Untersuchungen wissen. Eine theoretische Untersuchung dieses Problemkreises kann sich auf das MITSCHERLICHsche Ertragsmodell stützen. Diesem Modell folgend muß man annehmen, daß eine Verlagerung über nur geringe Standortunterschiede nur geringe Effekte haben wird, da andernfalls ganz extreme Differenzen der Ertragsfunktionen der zu vergleichenden Rassen angenommen werden müssen oder aber das Vorkommen von Erbanlagen, die schon bei geringerer Änderung des Milieus das Versagen eines lebenswichtigen physiologischen Merkmals bedingen. In Anbetracht der großen

jährlichen und periodischen Witterungsschwankungen in unserem Klimaraum muß man annehmen, daß derartige Faktoren zumindest nicht allzu häufig sein werden. Aus dem gleichen Grunde ist auch die Annahme extremer Rassen \times Standortwechselwirkungen über nur geringe Standortunterschiede wenig wahrscheinlich.

7. Erkennbarkeit von Rassenunterschieden

Letzten Endes können Rassenunterschiede nur im Feldversuch nachgewiesen werden, wenn man die wirtschaftlichen Erfolge beurteilen will. Es läßt sich jedoch durch Testverfahren im Labor oder in kurzfristig zu beobachtenden Feldversuchen sicherlich ein vorläufiger Entscheid herbeiführen. Dieser Entscheid betrifft aber in jedem Falle vorerst lediglich bestimmte physiologische oder morphologische Merkmale und in keinem Falle die wirtschaftliche Brauchbarkeit, denn hierüber kann nur unter Beachtung des weder im Labor noch im kurzfristigen Feldversuch vollständig herzustellenden gesamten Komplexes der wirksamen Standortfaktoren ein sicherer Aufschluß erwartet werden.

Da genetische Analysen bei Waldbäumen kaum durchzuführen sind, wird man sich bei der Kennzeichnung von Rassenunterschieden stets darauf beschränken müssen, die Häufigkeiten gewisser Merkmalsprägungen miteinander zu vergleichen.

8. Zusammenfassung und Diskussion

Es zeigt sich bei eingehender Durcharbeitung der bisher vorliegenden Ergebnisse populationsgenetischer und forstwissenschaftlicher Forschung, daß die Bildung von Zufallsrassen und Standortrassen ein zwangsläufiger Vorgang ist. Das Vorkommen beider Typen ist also mit Sicherheit zu erwarten. Vor diesem Hintergrund erscheinen beide Bestimmungen des forstlichen Artgesetzes, die Bestandesanerkennung zur Berücksichtigung der Zufallsrassen und die Ausscheidung von Wuchsgebieten zur Berücksichtigung der Standortrassen in gleicher Weise berechtigt und wissenschaftlich fundiert.

Es ist aber weiter offensichtlich, daß man bei der praktischen Beurteilung der hiermit zusammenhängenden Fragen sich auf ein breites Material stützen muß. Denn wenn schon die Prozesse der Rassenbildung den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgen, so wird dies zunehmend kompliziert, wenn man die zwischen Beständen vorliegenden Milieuunterschiede mit berücksichtigt. Die Erkenntnis des wirtschaftlichen Werts einer Rasse wird deshalb von Fall zu Fall mit unterschiedlicher Sicherheit zu bewerten sein. Am ausgeprägtesten gilt dies für die Beurteilung

der Wachstumsleistung, während gewisse qualitative Merkmale mit großer Sicherheit angesprochen werden können. Der Erfolg der Bestandesanerkennung ist demgemäß auch nur im Gesamteffekt zu beurteilen: Man wird zwar nicht mit jeder Anerkennungseinheit wirklich einen Griff in eine Population mit wirtschaftlich überdurchschnittlichen Genfrequenzen getan haben, aber im Ganzen gesehen, ergibt sich doch eine große Wahrscheinlichkeit dafür, daß über die Bestandesanerkennung ein Schritt in Richtung auf eine Anhäufung wirtschaftlich erwünschter Typen in den Folgebeständen getan werden kann, von der Ausschaltung wirtschaftlich minderwertiger Typen einmal ganz abgesehen. Wir können also hier nicht in Einzelfällen denken, in Möglichkeiten also, sondern müssen den wahrscheinlichen Effekt im Auge behalten, also nicht mit Möglichkeiten, sondern mit Wahrscheinlichkeiten kalkulieren.

Hervorzuheben ist weiter, daß man den wirtschaftlichen und biologischen Wert bestimmter Rassen auseinanderhalten sollte, wobei man unter biologischem Wert den Selektionswert der Gene der betreffenden Rasse verstehen sollte. Es gibt auch in der forstlichen Literatur Beispiele dafür, daß ein bestandesweises Vorkommen von Typen mit an sich negativem Selektionswert möglich ist. So wird von Finnland ein Fall von bestandesweisem Auftreten der Maserbirke, ein bestandesweises Auftreten der Hängeform bei Fichte und aus Schweden ein größeres geschlossenes Vorkommen der Varietät *acrocona* derselben Holzart beschrieben. In allen drei Fällen liegt die Zufallsnatur der „Rassenbildung“ auf der Hand, und es wäre unsinnig, die natürliche Selektion hierfür verantwortlich zu machen und etwa von „Standortrassen“ zu sprechen.

Eine weitere Frage ist es, ob es sich für die deutsche Forstwissenschaft noch lohnt, eingehende und notgedrungen langfristige Untersuchungen über den Erfolg der Bestandesanerkennung anzustellen, da man annehmen muß, daß in absehbarer Zeit der Saatgutbedarf aus Samenplantagen gedeckt wird, aus „Beständen“ also, deren Genfrequenzen durch künstlichen Eingriff des Menschen bewußt verändert wurden. Solange man aber noch nicht in ausreichendem Maße über derartige Plantagen verfügt, sollte man nach wie vor auf die anerkannten Bestände zurückgreifen.

Literatur

- a) Aufsätze in Periodica mit fortlaufenden Seitenzahlen:
SCAMONI, A.: Über den gegenwärtigen Stand unseres Wissens um den Pollenflug der Waldbäume (Sammelreferat), Forstgenetik, 4, 145—149 (1955).
- b) Selbständige Bücher:
LI, C. C.: Population genetics, III. Aufl., Chicago Univ. Press., 1955.

BUCHBESPRECHUNGEN

Biuletyn Naukowy. Mitteilungen des wissenschaftlichen Staatsinstituts für Arzneipflanzen-Drogen in Poznań. Poznań 1955.

Die neue polnische Zeitschrift berichtet über Arbeiten des polnischen wissenschaftlichen Staatsinstitutes für Arzneipflanzen-Drogen. In der Hauptsache werden Fragen des Arzneipflanzenanbaus behandelt, die in Fachkreisen anderer Länder sicherlich mehr Beachtung finden, wenn die Veröffentlichungen in einer der Kongresssprachen abgefaßt wären statt in der Landessprache; die

Zusammenfassungen (deutsch und russisch) reichen nicht aus, einen näheren Einblick in die Versuche zu gewähren. (Die deutschen Zusammenfassungen sind bedauerlicherweise nicht einmal sprachlich fehlerfrei. Über die russischen kann sich Refn. kein Urteil erlauben.) Erfreulich ist, daß bei verschiedenen Arbeiten auch die ausländische Literatur der betreffenden Spezialgebiete weitgehend berücksichtigt wurde. Befremdlich wirkt — zumindest für den deutschen Leser —, daß bei einem Sortenvergleich von „trizonischen“ neben tschechischen und sowjetischen