

Ein Beispiel unterschiedlicher züchterischer Bedeutung des Genotyp und Phänotyp in Land, und Forstwirtschaft

VON WOLFGANG LANGNER

(Eingegangen am 1. 9. 1952)

Auf die Unterschiede, die zwischen landwirtschaftlicher und forstlicher Züchtungsarbeit bestehen, wurde schon oft hingewiesen (u. a. von HOUTZAGERS 1952 und LANGNER 1951/1952). Im folgenden wird versucht, an Hand einer *Modellaufspaltung* (Abb. 1) unter Berücksichtigung

der landwirtschaftlichen und forstlichen Besonderheiten einige grundsätzliche Unterschiede aufzuzeigen und deutlich zu machen, daß keineswegs in jedem Falle die forstliche Züchtung in ihren Erfolgsaussichten ungünstiger beurteilt werden muß als die landwirtschaftliche Schwesterdisziplin.

Es sei angenommen, daß sich 2 in den 3 dominanten Faktoren G, R und W und in den dazugehörigen rezessiven Allelen g, r und w heterozygote Pflanzen miteinander gekreuzt haben. Das Ergebnis einer solchen Kreuzung $Gg Rr Ww \times Gg Rr Ww$ sind 27 verschiedene Genotypen und 8 verschiedene Phänotypen in der bekannten Verteilung nach dem Mendelschema (s. d. Buchstabensymbole in der Abb. 1). Um die züchterischen Konsequenzen für Land- und Forstwirtschaft, die sich aus einer solchen Aufspaltung ergeben, erläutern zu können, wurden den angegebenen Buchstabensymbolen die folgenden etwa für Kiefer und für eine Faserpflanze sinngemäß anwendbaren Bedeutungen zugewiesen:

- G günstige Form R resistent W wüchsig
- g ungünstige Form r nicht resistent w unwüchsig.

Entsprechend diesen Bedeutungen wurden die verschiedenen Genotypen und Phänotypen außerdem noch figurlich dargestellt und zwar so, daß der Phänotyp durch die Umrißlinie der einzelnen Figuren, der Genotyp durch ihren Umriß und ihr Innenprofil charakterisiert ist (Abb. 1).

Der züchterische Wert einer solchen Aufspaltung würde dann vom landwirtschaftlichen Standpunkt aus folgendermaßen zu beurteilen sein: Da sämtliche Pflanzen eines Feldes zur gleichzeitigen Nutzung gelangen, bedeutet jeder Anteil an nicht dem Ideal entsprechenden Individuen eine Schmälerung des Ernteertrages. Von einer landwirtschaftlichen Sorte ist daher zu fordern, daß jedes ihrer Individuen den gewünschten Typ besitzt. Dieser gewünschte Typ ist jener Phänotyp, der günstig geformt, resistent und wüchsig ist. Er wird, soweit er als Grundlage für sein Zustandekommen einen entsprechenden Genotyp besitzt, nachfolgend als „Ideal Phänotyp“ bezeichnet und ist in der Modellaufspaltung 27 mal unter den 64 möglichen Kombinationen vorhanden (Abb. 1: Figuren mit schwarz ausgefülltem Raunz zwischen Umrißlinie und Innenprofil). Die Population genügt also den landwirtschaftlich an sie gestellten Ansprüchen nicht, denn sie besteht statt zu 100% nur zu 42% aus idealen Phänotypen. Aber selbst wenn sie die erforderlichen 100% idealen Phänotypen bestände, die, ohne ideale Phänotypen zu sein, dem Zuchtziel entsprächen, würde sie, landwirtschaftlich gesehen, nicht zu befriedigen vermögen. Es genügt ja nicht, daß die zur Ernte heranreifenden Individuen dem gewünschten Phänotyp angehören, sondern darüber hinaus muß noch sichergestellt sein, daß die aus Saatgut dieser Population zu erzielende nächste Generation wieder zu 100% aus den gewünschten Typen besteht, mit anderen Worten, es wäre noch zusätzlich die züchterische Konstanz der Population zu

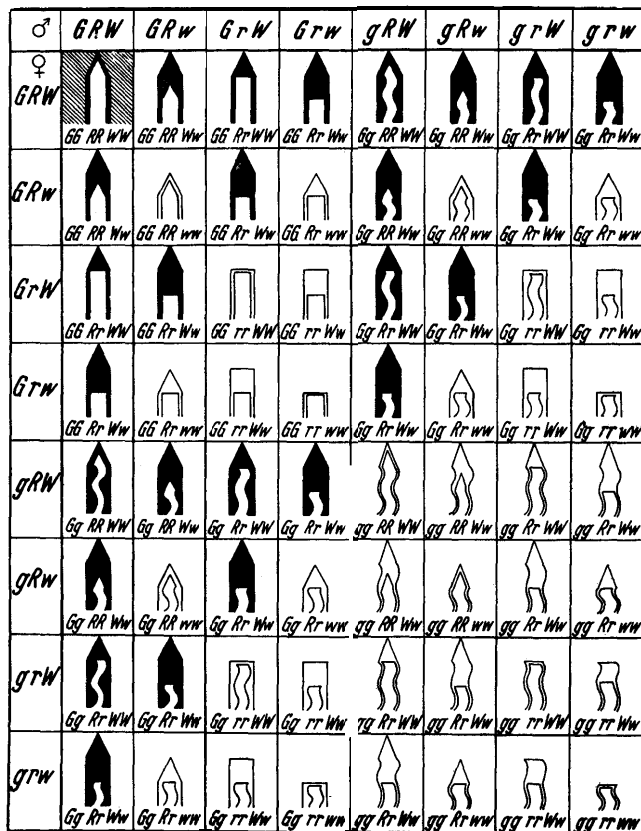


Abb. 1. Modell einer Aufspaltung aus $Gg Rr Ww \times Gg Rr Ww$. G (günstige Form = gerade Figur) dominiert über g (ungünstige Form = gebogene Figur). R (resistent = Figur mit Spitze) dominiert über r (nicht resistent = Figur ohne Spitze), W (wüchsig = große Figur) dominiert über w (unwüchsig = kleine Figur).

Aufspaltung in 27 Genotypen:

1 (idealer Genotyp): 2:2:2:4:4:4:8: 1:2:2:4: 1:2:2:4: 1:2: 1:2: 1:2: 1:2:1

Aufspaltung in 8 Phänotypen:

27 (ideale Phänotypen): 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1

Idealer Genotyp (günstige Form, resistent, wüchsig), phänotypisch nicht aufspaltend. Häufigkeit 1/64. = 1,5%. Ideale Phänotypen (günstige Form, resistent, wüchsig), phänotypisch aufspaltend. Häufigkeit 27/64 = 42%. (Weitere Zeichenerklärungen s. Text.) —

Figure 1. Segregation pattern for $Gg Rr Ww \times Gg Rr Ww$. G (adaptable formed = straight figure) dominant over g (not adaptable formed = curved figure). R (resistant = figure with a point) dominant over r (susceptible = figure without a point), W (thrifty = tall figure) dominant over w (unthrifty = small figure).

Segregation in 27 genotypes:

1 (ideal genotype): 2:2:2:4:4:4:8: 1:2:2:4: 1:2:2:4: 1:2: 1:2: 1:2: 1:2:1

Segregation in 8 phenotypes:

27 (ideal phenotypes): 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1

Ideal genotype (adaptable formed, resistant, thrifty) no phenotypic segregation. Frequency 1/64 = 1,5%. Ideal phenotypes (adaptable formed, resistant, thrifty) phenotypic segregation. Frequency 27/64 = 42%. (For further explanations of signs see text.)

fordern. Diese züchterische Konstanz besitzt aber auch eine nur aus idealen Phänotypen bestehende Population nicht, weil in den folgenden Generationen in steigendem Umfange vom Ideal abweichende Typen herauspalten. Nur wenn die Population ausnahmslos aus Pflanzen bestünde, die in sämtlichen 3 dominanten Faktoren homozygot sind, würde diese erforderliche Konstanz erreicht werden. Da dieser nachfolgend als „*Idealer Genotyp*“ bezeichnete Typ aber in unserer Modellpopulation nur einmal unter 64 Individuen vertreten ist (*schräffiertes Feld links oben in der Abb. 1*), ist die Wahrscheinlichkeit für eine zufällige Auffindung beim blinden Herausgreifen sehr gering. Sie beträgt nur etwa 1,5%. In der Praxis wird diese Wahrscheinlichkeit zwar etwas günstiger liegen, weil die Auslese natürlich nur unter den phänotypisch Besseren durchgeführt zu werden braucht, aber sie ist doch auch dann mit überdurchschnittlichen Unsicherheiten belastet. Diese resultieren insbesondere daraus, daß bei den kurzlebigen, oft nur einjährigen landwirtschaftlichen Pflanzen verhältnismäßig schwierig festzustellen ist, ob idealen Phänotypen gleichende Individuen nicht nur das Ergebnis jahrgangsweise besonders günstiger Umweltbedingungen sind. Denn der gleiche Genotyp kann in verschiedenen Jahren ganz verschiedenartige Phänotypen hervorbringen. Es können durchaus für die Ausprägung eines dem Zuchtziel entsprechenden Typs in einem besonders günstigen Jahre Genotypen in Frage kommen, die in einem anderen Jahr zu nicht befriedigenden Phänotypen führen. Besonders gilt das für die *Krankheitswiderstandsfähigkeit*. Beim Ausbleiben günstiger Infektionsbedingungen für einen Pilz, z. B. bei für diesen Pilz besonders ungünstiger Witterung, kann es oft jahrelang unmöglich sein, im Feldversuch die Widerstandsfähigkeit zu erproben. Es bleiben dann sowohl die genetisch Resistenten wie die Anfälligen gesund, so daß künstliche Infektionsversuche nötig werden, die das Prüfungsverfahren außerordentlich komplizieren. Nur in seltenen Fällen wird man bereits im 2. Jahre nach Selbstung der dem Zuchtziel entsprechenden Phänotypen den gesuchten idealen Genotyp gefunden haben. In der Regel wird durch Selbstung während mehrerer, mindestens wohl 7 Generationen, eine Anreicherung dieser gesuchten Homozygoten angestrebt werden müssen, ehe man einigermaßen Aussicht hat, den idealen Genotyp zu finden. Das ist im ganzen also bei der *Landwirtschaft* ein außerordentlich kompliziertes Verfahren, das etwa 10 bis 15 Jahre benötigt, bis eine für die Praxis brauchbare Sorte entstanden ist.

Zu einer völlig anderen Wertung der vorliegenden Aufspaltung kommt man dagegen beim Anlegen *forstlicher* Maßstäbe. Wenn ein Wald künstlich begründet wird, so geschieht das mit Pflanzenzahlen, welche die Zahl der später zur Nutzung in Betracht kommenden Stämme um ein Vielfaches übersteigen. Es stehen z. B. 20 000 gepflanzten Kiefern in 100 Jahren etwa 500 Endnutzungsstämme und höchstens noch 3 000 Zwischennutzungsstämme gegenüber. Es ist also in Abweichung von dem landwirtschaftlichen Beispiel *nicht* erforderlich, daß sämtliche zum Anbau kommenden Pflanzen dem Ideal entsprechen, sondern es genügt vollkommen, wenn nur ein Bruchteil die gewünschten Eigenschaften besitzt. Schon wenn, wie in unserem Beispiel, 27/64 oder 42% dem Ideal entsprechen, nämlich jene Phänotypen, die auf Grund ihrer erblichen Veranlagung günstig geformt, resistent und wüchsig sind (*ideale Phänotypen*),

würde dies für die Praxis genügen. Eine Population mit einem so hohen Anteil idealer Phänotypen könnte ohne Bedenken angebaut werden, weil im Laufe der Zeit sämtliche nicht befriedigenden Phänotypen im Wege einer züchterisch gelenkten Bestandespflege entfernt werden können.

Wenn demnach für die *Forstwirtschaft* die in Frage stehende Population als ausreichend bezeichnet werden kann, während sie *landwirtschaftlich* gesehen nicht anbauwürdig wäre, so bleibt doch auch in diesem Fall noch eine wichtige Frage offen. Es ist die Frage, ob es möglich ist, der Forstwirtschaft solche Populationen mit einem ausreichend hohen Prozentsatz idealer Phänotypen zur Verfügung zu stellen. Bei der Landwirtschaft ist mit der Auffindung der idealen Genotypen, die freilich gegebenenfalls lange Zeit beansprucht, das Problem theoretisch gelöst. Alles weitere ist lediglich eine Frage der Saatgutvermehrung unter Beachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln zur Verhütung einer nachträglichen Verunreinigung der gewonnenen Sorte durch Einkreuzung fremder Sorten. Anders bei der *forstlichen Züchtung*.

Selbst wenn man einmal annehmen würde, wir hätten eine Population gefunden, die unserem Modell entspräche, so wäre doch keineswegs gesichert, daß die Nachkommenschaft dieser Population wieder die gleiche Zusammensetzung hätte. Diese Sicherheit besteht ja nur, wenn bei jedem Blühen der Population in gleicher Weise sämtliche vorliegenden unterschiedlichen Befruchtungsmöglichkeiten vollständig verwirklicht werden und zu vollem Samenertrag führen. Um sich davon zu überzeugen, daß eigentlich alles gegen eine automatische Reproduktion dieser Modellpopulation in der nächsten Generation spricht, braucht man sich nur vor Augen zu halten, wie das Blühen eines Bestandes vor sich geht. Zunächst ist das auffallendste blütenökologische Phänomen in einem Waldbestand, daß die einzelnen Typen im gleichen Jahre nicht alle zur selben Zeit und daß in verschiedenen Jahren voneinander abweichende Typen blühen, so daß die Nachkommen schon jahrgangsweise ganz entscheidend voneinander abweichen können, worauf schon MÜNCH (1949) ausdrücklich hinweist. So können zweifellos Früh- und Spätlichten eines aus beiden Typen gemischten Bestandes und ebenso die verschiedenen Stammklassen (vorherrschende, mitherrschende, herrschende, unterdrückte Stämme usw.) ganz verschiedene Blühperioden besitzen, wodurch in den einzelnen Jahren der eine oder der andere Typ unter den Nachkommen dieses Bestandes vorherrscht. Hinzu kommt, daß die klimatischen Verhältnisse während der Blüte für die verschiedenen Typen nicht immer die gleichen Wirkungen zu haben brauchen. Selbst in Jahren, in denen ein und dieselben Typen blühen, können doch ganz andere Nachkommenschaften dadurch entstehen, daß in einem Jahre etwa durch eine Frostperiode die Blüten der exponierten vorwüchsigen Typen besonders stark geschädigt werden, während in einem anderen Jahre sämtliche Typen mit Blütenansatz auch wirklich zur Pollenerzeugung, Befruchtung und Samenentwicklung kommen. Auch reifen die Zapfen zu ganz verschiedenen Zeiten, so daß zufallsmäßig besonders bei natürlicher Verjüngung in dem einen Jahre die Samen etwa der reichlich blühenden vorwüchsigen Bäume in gleicher Häufigkeit wie die Samen der niedrigeren Nachbarn zum Keimen innerhalb des Bestandes kommen können, etwa dann, wenn zur Zeit des Samenfalles besondere Windruhe herrschte, während bei

starker Windbewegung die Aussicht des raschen Zubodenkommens für Samen der dem Wind ausgesetzten vorwüchsigen Typen sehr viel geringer ist. Und schließlich bedeutet die in der Regel künstliche Samengewinnung eine außerordentlich einseitige Selektion. Sie wird entweder an jenen Stämmen durchgeführt, die aus Gründen der Bestandespflege beseitigt werden, oder am stehenden Stamm, wobei vorzugsweise jene Bäume beerntet werden, die einen besonders hohen Zapfenbehang besitzen. Auch wenn ein Waldbestand also vollständig unserer Modellpopulation gleichen würde, wäre daher nicht damit zu rechnen, daß seine Nachkommen wieder die gleiche Zusammensetzung besäßen.

Es ist darum nötig, Methoden zu entwickeln, die eine Einflußnahme auf den *Prozentsatz idealer Phänotypen in einer Population* zulassen. Je weiter dieser Prozentsatz gesteigert werden kann, um so höher werden die Erträge sein. Denn wenn auch, wie schon ausgeführt, ein verhältnismäßig geringer Prozentsatz idealer Phänotypen in einer Anfangspopulation genügt, um einen Endbestand aus lauter idealen Phänotypen zu erhalten, so würde sich doch der Gesamtertrag eines Waldes um so mehr erhöhen, je mehr sich auch das im Wege der Vornutzung zu entnehmende Material, das massenmäßig etwa die Hälfte der Gesamtnutzung beträgt, dem Ideal nähert.

Die Möglichkeit, Einfluß auf den Prozentsatz idealer Phänotypen in der Ausgangspopulation zu nehmen, ist nun durch Eigentümlichkeiten von Forstpflanze und Waldwirtschaft gegeben, die im allgemeinen gerade als Erschwernisse der Forstpflanzenzüchtung angesehen werden. Einmal benötigen die Bäume lange Zeit, nämlich viele Jahrzehnte, ja in besonders ungünstigen Fällen sogar mehr als 100 und selbst 200 Jahre, bis über ihre Eignung zur Holzgewinnung entschieden werden kann, und zum anderen vergehen viele Jahre und oft Jahrzehnte, ehe sie zu blühen vermögen. Diese beiden Besonderheiten der Bäume sind zweifellos eine große Erschwerung, wenn man mit der vorhin geschilderten Methode der landwirtschaftlichen Züchtung versuchen wollte, die idealen Genotypen ausfindig zu machen. Wir brauchten dann wie in der Landwirtschaft mehrere Generationen, um dieses Ziel zu erreichen, und nicht genug damit, würde es keineswegs genügen, jeweils nur das erste Blühen zur Durchführung der neuen Kreuzung abzuwarten, sondern wir müßten immer erst die Bewährung des als Elter vorgesehenen Baumes abwarten. Mit anderen Worten: Wir müßten entsprechend den 10 bis 15 Kreuzungsschritten im Abstand von jeweils einem Jahre bei den landwirtschaftlichen Pflanzen 10 bis 15 Kreuzungsschritte jeweils am Schluß der Baumreife durchführen, also jeweils nach 80 bis 100 Jahren, womit wir auf Züchtungszeiträume von 1000 und mehr Jahren kämen. Da aber, wie gezeigt wurde, das *forstliche Zuchtziel* nicht erst durch Schaffung idealer Genotypen, sondern schon durch Schaffung idealer Phänotypen erreicht werden kann, ergeben sich für die forstliche Züchtung völlig andere Möglichkeiten, und eine genauere Untersuchung führt zu der Feststellung, daß gerade diese lange Lebensdauer entscheidende Erleichterungen der züchterischen Arbeit in sich birgt. Sie schließt nämlich 2 wichtige Dinge in sich ein. Einmal ist es möglich, in hiebsreifen, also kurz vor der Nutzung stehenden Altbeständen mit einiger Wahrscheinlichkeit ideale Phänotypen herauszufinden, also solche Individuen, deren guter Phänotyp die Folge eines entsprechenden Genotyps ist. Denn wenn ein Baum unter den verschiedensten, oft extremsten Umweltbedingungen fast ein

Jahrhundert oder sogar länger gestanden hat und sich trotz wiederholter schädigender Einwirkungen zu einem dem Zuchtziel entsprechenden Phänotyp entwickelt hat, ist anzunehmen, daß er zu den idealen Phänotypen, also jenen Genotypen gehört, die im Falle unserer Modell-aufspaltung unter den ortsüblichen Umweltbedingungen zur Ausbildung günstig geformter, resistenter und wüchsiger Individuen befähigt sind. Irrtümer werden viel weniger möglich sein als in der Landwirtschaft. Bei einjährigen Pflanzen muß z. B. die Resistenz oder die Anfälligkeit auf Grund des Verhaltens in einem einzigen Jahre beurteilt werden, und häufig hat die Pflanze bereits abgeblüht, wenn ihre Resistenz festgestellt werden kann. Bei den Bäumen dagegen kann das Verhalten in vielen Jahren, Jahrzehnten und selbst in 100 und mehr Jahren als Urteil herangezogen werden. Es dürfte kaum möglich sein, daß auf die Dauer Bäume gesund bleiben, die gegen bestimmte Krankheiten anfällig sind, weil im Laufe der langen Jahre mit Sicherheit eine Infektionsmöglichkeit durch die entsprechenden Krankheitserreger gegeben sein wird, während für 1jährige Gewächse durchaus die Möglichkeit besteht, daß eine Pflanze wegen fehlender Infektionsgelegenheit gesund bleibt, also nicht zu der Gruppe jener Genotypen gehört, wie sie in unserem Beispiel die 27/64 idealer Phänotypen verkörpern. Zum anderen besteht die Möglichkeit, einmal aufgefundene ideale Phänotypen nach ihrer Bewährung miteinander zu kreuzen, was bei 1jährigen landwirtschaftlichen Gewächsen in der Regel nicht möglich ist, weil die Blüte gewöhnlich vor ihrer Bewährung liegt, wie etwa bei unseren Getreidearten, deren Erntereife mit dem Absterben der Pflanze zusammenfällt. Es ist bei diesen Gewächsen also nötig, mehr oder weniger blind die Probekreuzungen durchzuführen. Außerdem können diese Kreuzungen jeweils nur einmal realisiert werden, weil die Kreuzungseltern meist im gleichen Jahre noch zu Grunde gehen, während *bei den Waldbäumen die Kreuzung der gleichen Eltern unbegrenzt oft möglich ist*. Es können nach Eintritt der Blühreife immer wieder Geschlechtszellen zur Entwicklung gebracht werden.

Diese Möglichkeit, die idealen Phänotypen in einem Altbestand zu erfassen, läßt es aber, wie ein Blick auf die Modellaufspaltung zeigt, durchaus aussichtsreich erscheinen, immer wieder Populationen mit wenigstens so vielen idealen Phänotypen zu schaffen, wie durch Kreuzung der durch die wenigsten dominanten Faktoren bedingten idealen Phänotypen dieser Modellaufspaltung entstehen würden. Das sind aber, da der durch die wenigsten dominanten Faktoren bedingte ideale Phänotyp der Eltern-typ dieser Aufspaltung (*Gg Rr Ww*) ist, immer wieder so viele, wie diese Modellaufspaltung enthält (27/64: In der Abb. 1 durch *schwarz ausgefüllten Raum zwischen Umrisslinie und Innenprofil gekennzeichnet*), eine Zahl, die ausreichend für forstwirtschaftliche Zwecke gehalten wurde. Da aber in der Modellaufspaltung 70% der idealen Phänotypen, nämlich 20 der 27/64, genetisch wertvoller sind als die Eltern dieser Aufspaltung, nämlich sämtliche Genotypen, die in mindestens einem dominanten, jedoch in keinem rezessiven Faktor homozygot sind (z. B. *GG Rr Ww*), würde bereits bei Kreuzung von 3 der vorhandenen 27 idealen Phänotypen miteinander mit großer Wahrscheinlichkeit wenigstens eine Nachkommenschaft zu erwarten sein, die einen sehr viel höheren Prozentsatz von idealen Phänotypen besitzt als unsere Modellaufspaltung. Es bedürfte also nicht erst langfristiger Versuche mit den Nachkommenschaften, um sicher zu ge-

hen, daß wirklich eine Anreicherung wertvoller Typen stattgefunden hat.

Wenn vorstehend mit 3 *dominanten* Faktoren gearbeitet wurde, so geschah dies lediglich, um an einem verhältnismäßig einfachen Beispiel die unterschiedlichen Möglichkeiten der *Züchtung in Land- und Forstwirtschaft* zu zeigen. Grundsätzlich gelten diese Ausführungen auch bei Vorhandensein zahlreicher in verschiedener Richtung wirkender Faktoren, wenn natürlich auch die Aussichten mit Hinzukommen weiterer Faktoren sowohl in Land als auch in Forstwirtschaft ungünstiger werden. Deutlich wird diese grundsätzliche Gültigkeit vorstehender Überlegungen, wenn man sie jeweils auf Faktorengruppen beschränkt. Sie unterstreichen, daß das besonders in Schweden entwickelte Verfahren aussichtsreich ist, durch Auswahl sogenannter *Plusbäume* und Anlage von *Samenplantagen* mit Pflanzlingen aus Reisern dieser Bestleister die Gewinnung genetisch wertvolleren Saatgutes zu versuchen (LINDQUIST 1951). Bei dieser Auswahl von Plusbäumen und ihrer *Kombination in künstlichen Fortpflanzungsgemeinschaften* wird ja nichts anderes als eine Beurteilung nach Faktorengruppen vorgenommen.

Summary

A segregation pattern (Fig. 1) is used as the basis for a contrast of the aims and methods of forest tree breeding and agricultural plant breeding. In agriculture, and this especially applies to annual crops, the crop must be uniform and must breed true. It will be seen that the ideal genotype GG RR WW which represents the aim of the agricultural breeder only comprises 1,5% of the possibilities displayed in the segregation pattern. In forestry, on the other hand, it is not essential for all the individuals to conform to the breeder's requirements as only a small proportion of the crop is finally utilised. It would in fact be possible to use the whole theoretical population as it stands. The proportion of individuals inherently capable of developing into adaptable formed, resistant and thrifty trees amounts to 42% which is suf-

ficient to guarantee a crop of phenotypically desirable trees (the *ideal phenotypes* are indicated in Fig. 1 in solid black surrounding the white profiles). Further it is suggested that populations containing at the least a similar proportion of ideal phenotypes can be continually reproduced. The long life span and conditions of growth of trees make it highly probable that older individuals showing the ideal phenotype also correspond to the breeder's requirements. If such trees are combined the resulting populations should contain at least as many ideal phenotypes as exist in the theoretical population. On the basis it is argued that seed plantations containing clones of grafts from plus trees will be a successful method of producing seed of good inherent quality. On the other hand the present methods of natural and artificial regeneration are not likely to produce stands of a similar favourable composition from a stand of the theoretical segregation pattern. This is due to three main factors:

1. The flowering and seed setting of the different types varies from year to year as also do the times of flowering.
2. The conditions for seed development change each year for a given type and also change for the different types in any one year.
3. The methods of seed collection in artificial regeneration tends to bring about a more or less arbitrary selection similar to that which occurs during seed dispersal in natural regeneration.

Literatur

HOUTZAGERS, G.: Forest genetics and poplar breeding in the Netherlands. I. The difference between breeding work in Forestry and Agriculture or Horticulture. Euphyt. 1, 10—14 (1952). — LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* D.C. und *Larix leptolepis* Gord. Z. Forstgenetik 1, 2—18 (1951), 40—56 (1952). — MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. München: Bayer. Landwirtschaftsverlag 1949. — LINDQUIST, B.: Forstgenetik in der schwedischen Waldbaupraxis. Neumann, Radebeul und Berlin 1951 (mit ausführlichen Literaturangaben).

(Aus der Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Abt. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Schmalenbeck)

Keimlingsabnormitäten bei *Picea Abies* (L.) Karst.

Von Z. M. ILLIES

(Eingegangen am 2. 11. 1952)

In den Nachkommenschaften einer größeren Anzahl frei abgeblühter Einzelbäume und kontrollierter Kreuzungen von *Picea Abies* wurden Mehrlinge, Verkehrtkeimer und auffallend dicke Keimpflanzen gefunden (ILLIES 1952). Wenn auch die durchgeführte Auslese aus insgesamt 342 992 Keimlingen als verhältnismäßig umfangreich bezeichnet werden kann, so dürften sich doch noch allzu weit gehende Schlüsse auf Grund des statistischen Befundes verbieten. Immerhin zeichnen sich aber bereits gewisse Ergebnisse auch auf dieser Basis ab. Da für eine Vergrößerung des Materials erst neue Samenerten abgewartet werden müssen, die bei Fichte oft mehrere Jahre auseinanderliegen, erscheint es angebracht, schon jetzt den bisherigen Befund mitzuteilen. Die Darstellung erstreckt sich dabei neben der Erörterung über die Häufigkeit der angetroffenen Abnormitäten besonders auch auf eine morphologische Beschrei-

bung der einzelnen Typen. Die Hauptergebnisse der begonnenen zytologischen Untersuchungen bleiben einer weiteren Mitteilung vorbehalten.

Es wurde bei 322 Bäumen selektioniert. Dabei traten die folgenden Abnormitäten auf:

1. Zwei gleich große Keimlinge (Abb. 1).
2. Ein kleiner und ein großer Keimling (Abb. 2).
3. Zwei miteinander verwachsene Keimlinge, bei denen man die Verwachsungsstelle noch deutlich erkennen kann (Abb. 3).
4. Drillinge, Vierlinge oder Fünflinge (Abb. 4, 5 und 6).
5. Einzelkeimlinge mit abnorm dickem Hypokotyl und ebensolchen Kotyledonen. Eine Verwachsungsnaht zwischen zwei Pflanzen, wie sie bei den zusammengewachsenen Zwillingen (Abb. 3) zu erkennen ist, konnte hier nicht beobachtet werden (Abb. 7).