

(Aus der Zweigstelle für Forstpflanzenzüchtung Waldsiedersdorf des Institutes für Forstwissenschaften Eberswalde der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin)

Problematik bei der Anwendung von Frühtesten in der Forstpflanzenzüchtung*

Von OTTO SCHRÖCK

Mit 3 Textabbildungen

Eine wichtige Voraussetzung für die Erzielung eines sicheren Züchtererfolges bei Qualitäts- und Resistenzeigenschaften, die häufig polygen bedingt sind, liegt unter anderem in der Möglichkeit, frühzeitig in den Filialgenerationen eine große Zahl von Einzelindividuen untersuchen zu können. In der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung prüft man zum Beispiel in der Resistenzzüchtung gegen pilzliche Erreger die Anfälligkeit von Getreidekeimlingen gegen den Rost beim Weizen, um schon frühzeitig die resistenten Individuen auslesen und im weiteren Verlauf ihrer Entwicklung auf ihre Reaktion beobachten zu können.

Die landwirtschaftlich genutzten Pflanzenarten haben in der Mehrzahl nur eine einjährige Entwicklungszeit. Nach Abschluß ihrer Entwicklung am Ende der Vegetationszeit kann innerhalb eines Jahres schon ein Urteil über den Wert oder Unwert einer Pflanze abgegeben werden. Unsere Holzarten dagegen benötigen bis zum Abschluß ihrer Entwicklungszeit und damit bis zum Erreichen ihrer Nutzbarkeit viele Jahrzehnte. Eine Beurteilung des Züchtererfolges hinsichtlich Massenleistung und Qualität könnte daher eigentlich erst nach vielen Jahrzehnten erfolgen. Dadurch wäre aber eine systematische züchterische Bearbeitung der Waldbäume unmöglich. Es ist daher im Laufe der Entwicklung der Forstpflanzenzüchtung immer mehr nach Möglichkeiten gesucht worden, durch Frühteste die Einzelindividuen von Nachkommenschaftspopulationen auf die verschiedenen, die Wert- und Massenleistungen der Holzarten bestimmenden Eigenschaften zu untersuchen. Es sei hier nur an die Untersuchungen von LANGNER (5), PEIN (8), und SCHRÖCK und STERN (10) erinnert.

Schon bei der Beurteilung des Ausgangsmaterials für die Auslese- wie auch Kombinationszüchtung wirkt sich die Langlebigkeit der Holzarten sehr erschwerend aus. Bei der Auswahl der Elternbäume können wir sie sowohl nach ihrer Massen- als auch Wertleistung nur nach ihrem derzeitigen Phänotyp beurteilen. Es ist aber eine jedem Forstmann geläufige Tatsache, daß sowohl der Zuwachs als auch wichtige, die Wertleistung bestimmende Eigenschaften, wie z. B. Gradschäftigkeit, Wipfelschäftigkeit, Ästigkeit und Aststärke, durch Umweltverhältnisse modifizierbar sind und im Laufe der langen Lebenszeit der Holzarten mannigfach veränderten Umweltsbedingungen ausgesetzt sein können. Als auslösende Bedingungen kommen hier neben Standorts- und Standortraumverhältnissen auch klimatische und tierische oder pflanzliche neben mechanischen Beschädigungen in Frage. In der Mehrzahl der Fälle werden wir gar nicht in der Lage sein, aus dem Phänotyp mit Sicherheit zu bestimmen, wie stark bei seiner Ausbildung der Einfluß der Umwelt gewesen ist. Diese Schwierigkeit trifft in

vollem Umfange auch für die Auswahl der Ausgangsbäume der Ppropfreiser für die Anlage von Samenplantagen zu. Ich habe daher diese Bäume nicht, wie sonst in der Literatur üblich, als Plusbäume, sondern als Auslesebäume bezeichnet (11, 14). Die genetische Beurteilung sowohl der Kreuzungseltern wie auch der Auslesebäume für die Samenplantagen kann vornehmlich nur durch Nachkommenschaftsprüfungen erfolgen, für die das Pflanzenmaterial aus gelenkten Kreuzungen hervorgegangen ist. Ich brauche hier nicht näher auf die Gründe einzugehen und möchte an dieser Stelle nur darauf hinweisen, daß ich für die Untersuchungen das als „Gametenselektion“ bezeichnete Verfahren als das beste halte, wie es in der Heterosis-Mais-Züchtung angewendet wird. Dieses Verfahren habe ich seit Jahren mit bestem Erfolg bei Kiefern und Birken benutzt (14).

Wenn wir nun untersuchen wollen, ob es möglich ist, bei Holzarten durch Frühteste, d. h. Untersuchungen im Sämlingsalter, Aufschlüsse über die erbliche Veranlagung eines Individuums und seiner phänotypischen Reaktion zu erhalten, müssen wir uns zunächst die Frage vorlegen, welche Eigenschaften und Reaktionen für das Zustandekommen des Zuchtzieles, Steigerung der Massen- und Wertleistung, sowie Sicherung derselben, verantwortlich sind. Weiterhin ist zu prüfen, welche Möglichkeiten zur Erfassung derselben in möglichst einfachen Versuchen bestehen, wobei gleichzeitig die Untersuchung eines umfangreichen Versuchsmaterials gewährleistet sein muß. Besonders müssen wir uns aber mit der Problematik derartiger Untersuchungsmethoden befassen, damit wir festlegen können, welchen Wert wir dem jeweiligen Versuchsergebnis beimessen dürfen.

Die Zuwachsleistung eines Stammes setzt sich aus dem Ergebnis seines Höhen- und seines Dickenwachstums zusammen. Beide lassen in ihrem Ablauf den als „Große Periode des Wachstums“ bezeichneten charakteristischen Verlauf erkennen. Bereits BÜSGEN (2) stellte fest, daß der Verlauf des Wachstums für die einzelnen Holzarten charakteristisch ist, und SEITZ (15) sowie v. LOCHOW (6) und MÜNCH (7) vermuteten auf Grund ihrer Beobachtungen an Einzelstammabsaaten, daß möglicherweise im Verlauf des Wachstums Unterschiede von Nachkommenschaft zu Nachkommenschaft und von Individuum zu Individuum innerhalb einer Holzart bestehen. Diese Tatsache wurde dann erstmalig von STERN (16) bei seinen Untersuchungen von Kiefern nachkommenschaften bestätigt.

SCHRÖCK und STERN (10) haben weiterhin nach der Feststellung, daß für das Wachstum der einzelnen Glieder oder Organe eines Individuums die gleiche Gesetzmäßigkeit gilt wie für das Wachstum des Gesamtorganismus, den Keimlingstest entwickelt. Im Verlauf meiner weiteren Untersuchungen konnte ich dann feststellen, daß auch Jahrestriebmessungen an Sämlingen und Ppropflingen im Freiland zur wei-

* Nach einem Vortrag, gehalten auf der Arbeitstagung für forstliche Samenplantagen vom 24.—26. Okt. 1955 in Waldsiedersdorf.

teren Kontrolle des Wachstumsganges herangezogen werden können (14). Auf die besondere Problematik derartiger Messungen will ich später noch eingehen. Ich möchte an dieser Stelle nur darauf hinweisen, daß meines Erachtens zur Untersuchung der erblichen Veranlagung eines Eltern- oder Auslesebaumes neben der Untersuchung des Jahrestriebwachstums an Pflanzlingen auch die Prüfung im Keimlingstest mit Saatgut aus gelenkter Bestäubung erfolgen muß. In den Pflanzlings- oder Klonquartieren können wir nach den eingehenden Beobachtungen SYRACH-LARSENS außer der von mir festgestellten Möglichkeit der Bestimmung des Wachstumsganges sichere Ergebnisse über die Art der Verzweigung, Neigung zur Zwieselbildung oder Gradschäftigkeit sowie Kronentyp und Aststellung erhalten. Die von einigen Autoren vermutete Feststellungsmöglichkeit von Unterschieden im Zuwachsvermögen wird stets unsicher sein, da dieses nach meinen Beobachtungen an Stecklingen aus verschiedenen Stammhöhen eines Baumes von

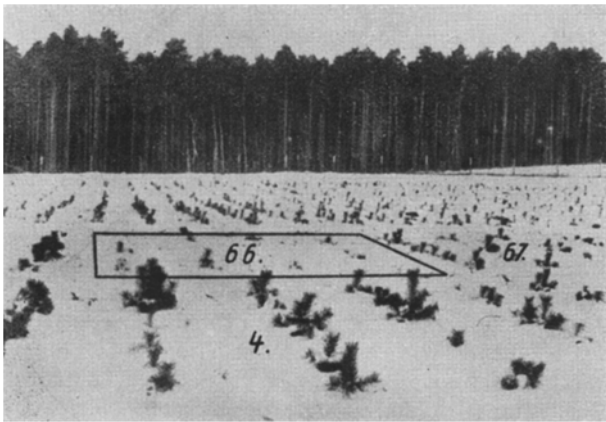


Abb. 1. Jugendschnellwüchsige Kiefernachkommenschaft (Nr. 4) neben zwei jugendlangsamwüchsigen Nachkommenschaften (N. 66 u. 67) [nach von LOCHOW (6)].

Pop. berolinensis nur für den jeweils physiologischen Alterszustand der einzelnen Stecklinge charakteristisch ist und eine gesetzmäßige Variation erkennen läßt (13).

Demgegenüber geben die Beobachtungen über den Verlauf des Wachstumsganges von Pflanzlingen verschiedener Auslesebaume im Freiland uns Auskunft über die evtl. bestehenden individuellen Unterschiede in der Reaktion derselben auf die Umweltsverhältnisse des Anbauortes der Pflanzlinge. Ich möchte besonders auf die dadurch gegebene Möglichkeit hinweisen, bei Untersuchung von Individuen von weiter entfernten Standorten oder aus unterschiedlichen klimatischen Bedingungen zu prüfen, ob genetische oder modifikative Gründe bei abweichender oder gleicher Massenleistung ausschlaggebend sind. Ob wir bei der Untersuchung des Wachstumsganges an Pflanzlingen eine stetige Änderung desselben in Abhängigkeit vom physiologischen Alter des Reises erwarten müssen, kann ich zur Zeit noch nicht mit Sicherheit sagen. Nach meinen bisherigen Beobachtungen an den bereits angeführten *Pop. berolinensis*-Stecklingen ist dies aber sehr wahrscheinlich (13). Welche Bedeutung der frühzeitigen Untersuchung und Beobachtung des Wachstumsganges zukommt, möchte ich an einem Kiefernbeispiel aus den von LOCHOWschen Versuchen in Petkus zeigen (Abb. 1).

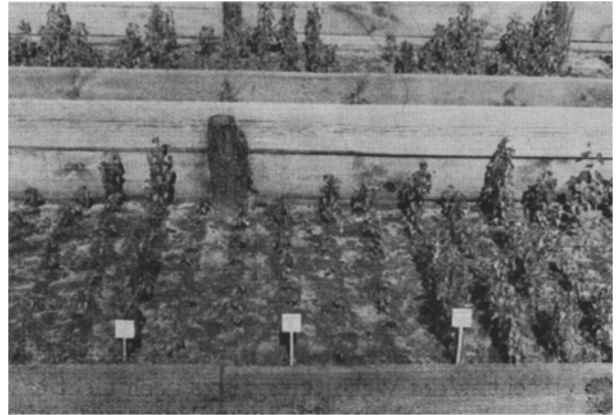


Abb. 2. Einjährige Birkenachkommenschaften (Nr. B 25 u. 390) von dem gleichen Mutterbaum und zwei verschiedenen Pollenspendern mit abweichender Jugendwachstumsleistung.

Hier sehen wir in den Auspflanzungen des Jahres 1925 vierjährige Nachkommenschaften und zwar der Bäume 4, 66 und 67. Die Nachkommenschaft Nr. 4 ist sehr überlegen, und die Nr. 66 zeigt einen sehr schwachen Wuchs, während die Nr. 67 zwischen beiden liegt, aber doch der Nr. 66 deutlich überlegen ist. Diese Feststellung war für v. LOCHOW sehr bedeutsam, weil der Baum 66 in seiner Massenleistung den übrigen Bäumen deutlich überlegen ist. Er bezeichnet ihn daher an anderer Stelle als „schlechten Vererber“. Bei einer Neuaufnahme der Versuchsfläche im Jahre 1951 (12) ergaben sich für die Stammhöhen der 3 Nachkommenschaften folgende Mittelwerte:

$$\text{Nr. 66} = 6,72 \text{ m}$$

$$\text{Nr. 67} = 7,36 \text{ m}$$

$$\text{Nr. 4} = 6,50 \text{ m.}$$

Wir sehen also, daß bereits im Alter von 28 Jahren sowohl die Nr. 67 wie auch die Nr. 66 die Nachkommenschaft 4 überholt hat. Das Verhältnis der beiden ersteren Nummern zueinander ist aber das gleiche geblieben. Daraus ist einmal zu schließen, daß diese beiden Nummern den gleichen Wachstumsgang haben und zwar jugendlangsamwüchsiger als die Nr. 4 sind, daß sie sich aber in ihrer Wuchsenenergie — wie ich es bezeichnet habe — unterscheiden (14).

Als Bestätigung für diese Beobachtungen möchte ich weiterhin ein Bild (Abb. 2) aus unseren Birkenkreuzungsnachkommenschaften wiedergeben, die nach

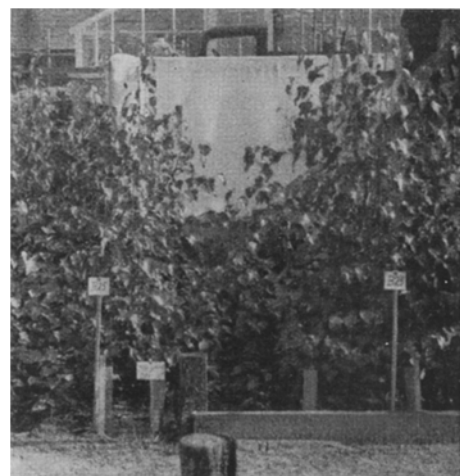


Abb. 3. Die gleichen Nachkommenschaften wie auf Abb. 2 am Ende des zweiten Jahres.

der Methode der „Gametenselektion“ angezogen worden sind. Bei den 2 Nachkommenschaften ist die Mutter die gleiche, nur der Pollen stammt von verschiedenen Bäumen.

Die auf dem Bild zu sehenden Unterschiede müssen also durch genetische Verschiedenheiten der Polleneltern bedingt sein. Während dieses Bild den Zustand am Beginn des 2. Vegetationsjahres zeigt, sehen wir auf der Abb. 3 die gleichen Nachkommenschaften am Ende der Vegetationszeit. Anhand dieses Bildes möchte ich auf folgenden Umstand besonders hinweisen. Die kleine Nachkommenschaft — wir können auf Grund ihres augenblicklichen Höhenwuchses ohne Untersuchung des Wachstumsganges noch nicht entscheiden, ob es sich um eine jugendlangsamwüchsige oder eine solche mit niedriger Wuchsenenergie handelt — wird mit Sicherheit in wenigen Jahren bei den Standortverhältnissen, wie sie hier auf dem Bilde gegeben sind und wie wir sie in Naturverjüngungen oftmals antreffen, so überwachsen werden, daß sie allmählich abstirbt.

Nach unseren bisherigen Beobachtungen an diesen Birkennachkommenschaften — es handelt sich zwar zunächst nur um Voruntersuchungen mit nicht allzu großen Individuenzahlen — haben wir bei der Auswahl des Mutterbaumes ein besonderes Glück gehabt und ein hinsichtlich des Wachstumsganges homozygoten Individuum gewählt. Jugendlangsamwüchsigkeit ist nach unseren bisherigen Beobachtungen bei der Birke offensichtlich rezessiv gegenüber Jugendfrohwüchsigkeit, denn sonst hätten wir unter den geprüften Nachkommenschaften keine einheitlich niedrigwüchsigen finden dürfen. Die starkwüchsigen Nachkommenschaften dagegen sind in der Mehrzahl uneinheitlich und weisen sehr starke Unterschiede auf. Die Untersuchung des Erbganges der Unterschiede im Wachstumsgang bei den verschiedenen Holzarten sind bereits eingeleitet worden. Wie alle Merkmalsausprägungen im Phänotyp sind auch der Wachstumsgang und die Wuchsenenergie das Ergebnis des Zusammenwirkens von Genotyp und Umweltsbedingungen.

Bereits ERWIN BAUR (1) hatte in seiner „Einführung in die Vererbungslehre“ auf diesen wichtigen Zusammenhang hingewiesen. Welche Umweltsfaktoren können nun auf die genannten Merkmale modifizierend einwirken? Außer der Temperatur, den Niederschlägen der Tageslänge, dem Standort und Standort ist weiterhin die Lichtintensität zu erwähnen.

Bei unseren Freilandbeobachtungen während der letzten Jahre konnten wir feststellen, daß während des jahreszeitlichen Ablaufes des Jahrestriebwachstums der Eintritt von starken Niederschlägen, ja selbst von beträchtlichem Ausmaß, sich nicht im Verlauf der Wachstums- und Zuwachskurven bemerkbar macht. Dagegen war eine starke Wirksamkeit von Temperaturschwankungen zu beobachten. Da letztere während der Zeit des Jahrestriebwachstums immer auftreten und in den einzelnen Jahren auch wechselnd sind, können wir bei der Auswertung der Wachstumskurven nur relative Unterschiede von Individuum zu Individuum berücksichtigen. Nach meinen bisherigen Beobachtungen (14) wirken sich Temperaturen im allgemeinen bei allen Individuen gleichsinnig, wenn auch in unterschiedlicher Stärke aus. Diese Unterschiede sind daher wohl als Folgen einer verschieden starken Abhängigkeit des Wachstums von

Temperaturänderungen aufzufassen. Bei der Auswertung von Stammanalysen zur Ermittlung des Wachstumsganges von Altstämmen ist daher entsprechend zu verfahren. Es ist bei solchen Arbeiten auch nicht möglich, absolute Werte für die wahrscheinliche Endgröße eines Einzelbaumes aus dem bisherigen Verlauf seines Wachstumsganges anzugeben. Wir können seine Leistung immer nur im Verhältnis zu einem anderen beurteilen, der weitgehend unter den gleichen Umweltsbedingungen aufgewachsen ist. Wenn die Stämme unter verschiedenen Umweltsbedingungen und auf verschiedenen Standorten gewachsen sind, ist es sogar noch schwieriger, selbst eine relative Beurteilung vorzunehmen, und ein Vergleich fast undurchführbar. Es sei denn, daß es sich um erbgleiches Material handelt, das außerdem physiologisch gleichaltrig ist.

Von ausschlaggebender Bedeutung auf die Massenleistung und auch die Wertleistung ist die Tageslängen- oder photoperiodische Reaktion, wie wir aus den Beobachtungen WETTSTEINS und vieler anderer Autoren sowohl von landwirtschaftlichen Kulturpflanzen als auch Holzarten wissen.

Die Prüfung der photoperiodischen Reaktion ist vor allem bei der Auslese von Kreuzungspopulationen nach Einkreuzung entfernter Provenienzen im Rahmen der Kombinations- und Resistenzzüchtung erforderlich.

Den Pflanzen nicht zusagende Fotoperioden führen zu verfrühtem oder verspätetem Wachstumsabschluß. Im ersteren Fall haben wir mit einer zum Teil beträchtlichen Ertragsminderung zu rechnen. Im zweiten Fall — nämlich des verspäteten Wachstumsabschlusses — müssen wir außerdem mit einer beträchtlichen Wertminderung rechnen. Infolge des verspäteten Wachstumsabschlusses tritt die Bildung von Spätholz nur in geringem Umfang oder gar nicht ein, und die Pflanzen werden durch Frosteinwirkung so stark geschädigt, daß sie alljährlich zurückfrieren und keine geraden Schäfte bilden können. Die Ermittlung der photoperiodischen Reaktion weist keine besonderen Schwierigkeiten auf und läßt sich leicht unter Freilandbedingungen durchführen (17).

Die Einwirkung von Unterschieden im Standort und Standortraum sowie der Lichtintensität — wie wir sie in den üblichen forstlichen Kulturen und unter den Bedingungen der Naturverjüngung im verstärkten Umfang antreffen — müssen wir auf unseren Versuchsflächen weitgehend auszuschalten trachten. Daß wir hierbei bei unseren forstlichen Versuchen im Gegensatz zu der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung auf Schwierigkeiten stoßen, möchte ich nur am Rande erwähnen. Wenn wir diese Versuche auch noch zu Ertragsuntersuchungen verwenden wollen, die also über viele Jahrzehnte ausgedehnt werden sollen, dann werden diese Schwierigkeiten nach meinem augenblicklichen Dafürhalten fast unüberwindlich. Meines Erachtens können hier nur besondere neu anzulegende Versuche mit erblich einheitlichem Material Aufschluß über die einzuschlagenden Wege geben. Bei unserem Bemühen, auf den züchterischen Versuchsflächen den Einfluß von Standortunterschieden auszuschalten, können wir nach meinen umfangreichen Beobachtungen nur durch die Anlage kleinparzelliger Versuche mit wenigen Pflanzen je Wiederholung Erfolg haben. Hierdurch wird keineswegs — entgegen

der bisherigen Ansicht vieler Autoren — die Beweiskraft und das Auflösungsvermögen der Versuche beeinträchtigt. Im Gegenteil, durch die Möglichkeit der gleichzeitigen Prüfung einer größeren Zahl von Individuen bzw. Nachkommenschaften wird die Sicherheit der Erreichung des gesteckten Zuchtzieles erhöht.

Die Untersuchung des Einflusses von Standraumunterschieden ist im Zusammenhang mit den züchterischen Arbeiten zunächst uninteressant, weil sie bei der Erreichung eines Zuchtzieles keine Bedeutung haben. Daher ist ihr Einfluß bei der Anlage und weiteren Betreuung von Versuchsflächen weitgehend auszuschalten und zwar durch Wiederbepflanzung entstandener Fehlstellen, jedoch unter Berücksichtigung des Entwicklungszustandes der übrigen Kultur und zwar auch im Zusammenhang mit dem Ausschalten von Wirkungen verschiedener Lichtintensität.

Bei der Anlage von Versuchsflächen zur züchterischen Beurteilung ist mit Hilfe des Keimlingstestes bereits eine Trennung innerhalb der Nachkommenschaften in jugendlangsam- und jugendschnellwüchsige Nachkommenschaften vorzunehmen, damit eine gesonderte Auspflanzung der Wachstumstypen erfolgen kann und eine ungestörte Entwicklung aller Individuen soweit als möglich gewährleistet ist. Dies ist besonders bei schnellwachsenden Holzarten von großer Bedeutung, wie das oben wiedergegebene Birkenbild veranschaulicht.

Anpassung an geringere Lichtintensität kann auch ein wichtiges Zuchtziel sein und zwar bei der Auslese auf Eignung zum Unterbau. Ich glaube aber nicht, daß es möglich sein wird, mit einem Frühtest an Sämlingen mit einer einfachen Versuchsmethodik zu sicheren Ergebnissen zu kommen, zumindest nicht durch Untersuchung des Hypokotylwachstums wie beim Keimlingstest. Die Entwicklung des Längen- wie auch des Gewichtwachstums des Hypokotyls ist weitgehend von der Größe des Samenkorns und damit der Embryogröße und der in ihm und dem Endosperm vorhandenen Reservestoffmenge abhängig (14). Beide können aber nach den in der Literatur aufzufindenden Untersuchungen sehr großen Schwankungen unterworfen sein. Dagegen erscheint es mir möglich zu sein, durch Feststellung der Gewichtszunahme während der Entwicklung des Hypokotyls nach Abschluß des Hypokotylwachstums und weitgehendem Verbrauch der ehemals im Samen abgelagerten Reservestoffe zu einer Feststellung evtl. bestehender Unterschiede im Lichtbedürfnis zu kommen. Wir müssen uns aber darüber im klaren sein, daß wir durch diese Untersuchung nicht den wahren Unterschied im Lichtbedürfnis verschiedener Pflanzen oder Nachkommenschaften und Provenienzen erfassen können. Vielmehr stellt der von uns ermittelte Wert nur die Differenz zwischen der durch die CO_2 -Assimilation während der Versuchszeit eingetretenen Zunahme an Kohlehydraten und dem durch die Atmung während der gleichen Zeit eingetretenen Substanzverlust dar. Da sowohl Assimilation wie auch Atmung weitgehend temperaturabhängig sind, ist auf möglichste Temperaturkonstanz während der Versuche zu achten. Weiterhin ist wiederum wie bei den Untersuchungen des Wachstumsganges nur das gegenseitige Verhältnis der Individuen zu betrachten.

Ich nehme jedoch an, daß das Problem der Eignung zum Unterbau allein durch eine Auslese auf Anpas-

sung an geringere Lichtintensität nicht zu lösen ist. Bei meinen bereits mehrere Jahre zurückliegenden und noch nicht veröffentlichten Versuchen mit Nachkommenschaften von Kiefern-Einzelbaum im Unterbau in einem natürlichen Kiefernbestand konnte ich feststellen, daß auch die Versorgung mit Wasser für das Gelingen des Kiefernunterbaues von großer Bedeutung ist. Die Versorgung der Einzelindividuen mit Wasser und ihre Behauptung gegenüber der Wurzelkonkurrenz des Altbestandes kann sowohl durch Unterschiede in der Intensität des Wurzelwachstums wie auch der osmotischen Kraft der Wurzelzellen, insbesondere der Faserwurzeln, bedingt sein.

Auf Grund meiner bisherigen Erfahrungen im Keimlingstest nehme ich an, daß es möglich ist, genetisch bedingte Unterschiede im Wurzelwachstum durch Messung der Wurzellängen der Einzelindividuen beim Abschluß des Keimlingstestes zu erfassen. Dies ist nach der von uns gegenüber der ursprünglichen veröffentlichten Methodik vorgenommenen Änderung (14) leicht möglich. Wir konnten sowohl innerhalb der Nachkommenschaften als auch zwischen denselben von Einzelbäumen und Kreuzungsnachkommenschaften eindeutige Unterschiede feststellen.

Zur Ermittlung der Unterschiede in der osmotischen Kraft der Wurzeln sowie der gleichzeitigen Berücksichtigung von Differenzen der kutikulären wie auch stomatären Transpiration habe ich ein Frühtestverfahren entwickelt, über das an anderer Stelle berichtet werden soll. Die Sämlinge werden hierbei im Anschluß an den Keimlingstest für 24 Stunden trockener Luft ausgesetzt, während die Wurzeln zur Erschwerung der Wasseraufnahme in eine Rohrzuckerlösung getaucht sind, um die Verhältnisse im Boden bei Trockenheit oder unter einem Altbestand nachzuahmen. Diese seit einem Jahr laufenden Versuche sind aber noch nicht abgeschlossen, so daß ich über die Anwendbarkeit der Methodik erst später berichten kann.

Bei der Erwähnung der Ermittlung des Wachstumsganges von Auslese- und Zuchtbäumen an Pfropflingen hatte ich bereits auf die Möglichkeit hingewiesen, gleichzeitig verschiedene Merkmale, wie Verzweigungstyp, Neigung zur Zwieselbildung und Aststellung zu untersuchen, die für die Ausbildung der Wertleistung mitbestimmend sind. Für die Auslese auf die Gradschäftigkeit kann nach den Untersuchungen von SCHMIDT (9) an Kiefern die Prüfung der fototropischen Reaktion mit gutem Erfolg angewendet werden. Beim Vergleich verschiedener Provenienzen stellte er fest, daß diese Reaktion bei der Kiefer eine provenienzgebundene Eigenschaft ist. Die Untersuchung der fototropischen Reaktion kann daher zur Identifizierung von Provenienzen mit Erfolg angewendet werden. Dies wurde von KARSCHON (4) bei der Untersuchung von Kiefernprovenienzen in der Schweiz mit Erfolg bestätigt. Wir haben denselben Frühtest auch bei der Untersuchung von Einzelbaum- und Kreuzungsnachkommenschaften innerhalb unserer einheimischen Provenienzen angewendet und feststellen können, daß er auch für diesen Zweck mit gutem Erfolg angewendet werden kann. Allerdings war es notwendig, sowohl methodische Abänderungen als auch eine Verfeinerung der Messung und Auswertung einzuführen, um zu sicheren und eindeutigen Werten zu kommen. Ich möchte aber an dieser Stelle auf die Einzelheiten nicht näher eingehen.

Ein wichtiges Zuchtziel jeder züchterischen Arbeit ist die Sicherung des Ertrages, sowohl hinsichtlich der Massen wie auch der Wertleistung. Ich halte dieses Zuchtziel überhaupt für das wichtigste, besonders bei den langlebigen Holzarten. Wie mannigfach können die Schädigungen sein, denen die Bäume während ihres langen Lebens ausgesetzt sind! Diese können sowohl ungünstigen klimatischen Einwirkungen als Angriffen und Schäden durch pflanzliche und tierische Erreger ausgesetzt sein. So wichtig die Schaffung resistenter Formen gegen die vielen Schädigungsmöglichkeiten ist, so schwierig und langwierig sind leider auch derartige Arbeiten. Auch die landwirtschaftliche Pflanzenzüchtung kann über immer wieder eingetretene Rückschläge bei derartigen Arbeiten berichten. Es würde zu weit führen, Beispiele hier anzuführen.

Wir haben in Waldsieversdorf schon seit der Aufnahme unserer Arbeiten uns mit der Frage der Resistenzzüchtung beschäftigt und zunächst die Bearbeitung der Resistenz der Kiefer gegen die Schütte und den Kienzopf, der Douglasie gegen die Nadelschütte, der Weymouthskiefer gegen den Blasenrost und der Pappelarten gegen den Rost und *Pollaccia* in Angriff genommen. Wenn im kommenden Jahr die räumlichen und laboratoriumsmäßigen wie auch personellen Voraussetzungen in dem notwendigen Rahmen geschaffen worden sind, werden die Arbeiten auch bei uns in dem erforderlichen Umfang in Angriff genommen werden können.

Nach dem Vorbild der landwirtschaftlichen Züchtung und der Obst-Züchtung werden auch bei der forstlichen Resistenzzüchtung Frühtestmethoden angewendet. Ich möchte hier nicht auf die Methoden selber näher eingehen, sondern vielmehr die Problematik derartiger Methoden besprechen, besonders zunächst bei der Resistenzzüchtung gegen pflanzliche und tierische Schädlinge.

Das Eintreten oder Nichteintreten einer Infektion hängt sowohl von den Eigenschaften des Wirtes wie auch des Erregers, ihrer gegenseitigen Beeinflussung sowie der Wirkung der Umweltverhältnisse sowohl auf die Wirtspflanze wie auch den Erreger ab.

Die Umwelt schafft die Voraussetzungen dafür, daß eine Infektion stattfinden kann, ebenso verändert sie die Aggressivität des Erregers und verschiebt auch die Krankheitsbereitschaft des Wirtes. Es erübrigt sich, hier Beispiele für die erwähnten Wirkungen und Wechselwirkungen anzuführen. Es ist aber einleuchtend, daß wir diese Möglichkeiten bei der Wahl der Versuchsbedingungen berücksichtigen und dafür sorgen müssen, daß im Versuch die günstigsten Bedingungen für die Infektion und die Entwicklung des Erregers gegeben sind. Dabei ist dann zu berücksichtigen, daß das absolute Verhältnis der Krankheitsbereitschaft der Wirtsindividuen untereinander nur für die gegebenen Versuchsbedingungen zutreffend ist. Unter anderen Umweltsbedingungen kann auch die Reaktion der einzelnen Individuen abweichend sein. Wie die Beobachtungen gezeigt haben, müssen wir neben den umweltbedingten Änderungen der Krankheitsbereitschaft auch mit ontogenetisch bedingten Abweichungen rechnen. Das heißt mit anderen Worten, daß mit zunehmendem physiologischen Alter wir ebenso — wie ich es bei meinen bereits erwähnten Pappelstecklingsversuchen hinsichtlich des Wuchsver-

mögens und des Anthozyangehaltes feststellte — auch mit einer Verschiebung der Krankheitsbereitschaft zu rechnen haben. Diese Tatsache ist bei der Durchführung und Planung von Frühtesten unbedingt zu berücksichtigen. Nach GÄUMANN (3) bezeichnet man die „unterschiedliche Anfälligkeit verschiedener Lebensalters- und Entwicklungsstadien“ als „Phasendisposition“. Wegen dieser „Phasendisposition“ ist bei den Untersuchungen der Resistenzeigenschaften — sei es an Sämlingen oder Pflanzlingen — unbedingt erforderlich, daß nur physiologisch gleichwertige Pflanzenteile geprüft werden, die sich im gleichen Entwicklungsstadium befinden und auch von einander entsprechenden Insertionshöhen stammen.

Leider ist es nun nicht so einfach, daß wir mit zunehmendem Alter der Individuen immer mit einer Erhöhung der Krankheitsbereitschaft zu rechnen haben, vielmehr sind bisher folgende Möglichkeiten beobachtet worden:

1. Jugendwiderstandsfähigkeit — Altersanfälligkeit,
2. Jugendanfälligkeit — Alterswiderstandsfähigkeit,
3. Jugend- und Alterswiderstandsfähigkeit mit Anfälligkeit im mittleren Lebensalter und
4. Jugend- und Altersanfälligkeit mit Widerstandsfähigkeit im mittleren Lebensabschnitt.

Als Beispiel von Holzarten-Krankheiten für die beiden ersten der genannten Möglichkeiten möchte ich für das Umschlagen der Jugendwiderstandsfähigkeit in Altersanfälligkeit den Kiefernblasenrost erwähnen, dessen Mycel sich im Stamm um so mehr und leichter ausbreitet, je älter derselbe ist. Für den 2. Fall, daß nämlich mit zunehmendem Alter die Jugendanfälligkeit in Alterswiderstandsfähigkeit umschlägt, möchte ich den Weißtannenhexenbesen (*Melampsorella caryophyllacearum*) erwähnen, bei dem die Infektion nur an jungen, sich entwickelnden Trieben erfolgen kann. Die gleiche ontogenetische Verschiebung beobachten wir auch bei der unterschiedlichen Pilzwiderstandsfähigkeit von Jung- und Reifholz der Kiefer, Fichte, Tanne und anderen Holzarten. Auch beim Birkenrost scheint in der Jugend eine größere Anfälligkeit vorhanden zu sein als bei älteren Pflanzen und Bäumen.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen ist ersichtlich, daß es zur Feststellung der Resistenzeigenschaften eines Individuums unbedingt erforderlich ist, sämtliche Altersstufen der befallenen Organe während der ontogenetischen Entwicklung zu prüfen. Diese Notwendigkeit stellt die forstliche Resistenzzüchtung vor Probleme, die die landwirtschaftliche Resistenzzüchtung in dem Ausmaße nicht kennt, weil sie die verschiedenen physiologischen Altersstufen der einzelnen Organe innerhalb einer Vegetationszeit untersuchen kann. Die Holzarten dagegen durchlaufen die verschiedenen Altersstufen ihrer ontogenetischen Entwicklung erst in einem Zeitraum von mehreren Jahrzehnten. Innerhalb eines so großen Zeitraumes können sich naturgemäß auch die umweltbedingten Veränderungen der Krankheitsbereitschaft bzw. Resistenz eines Individuums vielmehr störend bemerkbar machen. Es erhebt sich nun die Frage, ob bei den vielen Schwierigkeiten, die ich bisher aufgezeigt habe, eine Resistenzzüchtung bei Holzpflanzen überhaupt möglich ist. Daß sie unbedingt notwendig ist, steht außer jeder Frage. Die aufgeworfene Frage möchte ich für

die Mehrzahl der Fälle jedoch mit „Ja“ beantworten. Es sind aber noch ganz bestimmte Voraussetzungen zu schaffen, die naturgemäß noch umfangreiche Untersuchungen erfordern, und die Durchführbarkeit der Arbeiten kann nur durch einen Kompromiß erreicht werden und durch die Zusammenarbeit von Vertretern verschiedener Disziplinen gewährleistet werden. Als wichtigste Voraussetzung ist zunächst einmal für die verschiedenen Krankheiten zu klären, welche der 4 ontogenetischen Verschleibungen bei den einzelnen Krankheitserregern vorliegt, oder ob wir es während der gesamten ontogenetischen Entwicklung der Wirtspflanzen mit einer gleichbleibenden Krankheitsbereitschaft zu tun haben. Weiterhin ist zu klären, ob unter den Individuen einer Wirtsart individuelle Unterschiede in der Reaktionsart bestehen. Nach Klärung dieser Voraussetzungen haben wir den Fragenkomplex bereits wesentlich eingeeengt. Es wird sich dann herausstellen, ob wir die Untersuchungen nur an Sämlingen durchführen müssen, nämlich wenn wir es nur mit Jugendanfälligkeit zu tun haben, die entweder in Alterswiderstandsfähigkeit übergehen oder auch als Altersanfälligkeit erhalten bleiben kann. Andererseits kann es sein, daß wir die Untersuchungen nur an Pflanzlingen durchführen können. Dieser Fall ist möglich, wenn Jugenwiderstandsfähigkeit vorhanden ist, die in Altersempfindlichkeit übergeht.

Da es uns wegen unseres im Verhältnis zu der Lebenszeit der Bäume nur kurzen Lebens nicht möglich ist, von einem Sämling auch Pflanzlinge seines Altersstadiums zu untersuchen, können wir als Altersreiser nur solche von den jeweiligen Elternbäumen heranziehen und diese als Pflanzlinge untersuchen. Hierbei ist aber zu bedenken, daß die phänotypische Reaktion des Sämlings bei gleicher genotypischer Veranlagung aus den oben dargelegten Gründen nicht immer mit der des Altbaumes übereinzustimmen braucht. Die Untersuchung von Altbäumen durch Pflanzlinge ist zur Prüfung des Elternbaumes für die kontrollierten Kreuzungen zur Kombinationszüchtung notwendig. Die Sämlingsuntersuchung ist bei Vorliegen von Jugenwiderstandsfähigkeit sowohl an Sämlingen aus freier als auch kontrollierter Kreuzung erforderlich. Ich glaube, daß wir durch die kombinierte Untersuchung von Sämlingen wie auch Pflanzlingen zu gesicherten Ergebnissen kommen werden. Unlösbar dagegen scheint mir das Züchtungsproblem dann zu sein, wenn bei einem Erreger nur Altersanfälligkeit vorliegt, da die Untersuchung der Kreuzungsnachkommen dann erst nach Jahrzehnten erfolgen kann und dadurch sehr kostspielig sein würde.

Ich möchte hier noch einige Bemerkungen zu der Untersuchung von Pflanzlingen anschließen, und zwar über die gegenseitige Beeinflussung von Reis und Unterlage. In der Literatur sind bisher keine sicheren Beweise dafür vorhanden, daß das Reis die Reaktionsnorm der Unterlage beeinflusst, dagegen sind von landwirtschaftlichen Pflanzen- und Obstarten Fälle bekannt, daß die Unterlage die Reaktionsnorm des Reises beeinflusst. Diese Beeinflussung kann die Folge einer Veränderung des Stoffwechsels sein. Weiterhin kann auch eine induzierte Toleranz ausgelöst werden, und außerdem kann auch die Krankheitsdisposition des Reises durch Unterschiede in der Wüchsigkeit abgewandelt werden. Vornehmlich auf starkwüchsigen Unterlagen wird dies durch einer Verschlechterung der

Holzreife der Fall sein. Ich bin aber der Meinung, daß solche Reaktionen durch gleichzeitige Infektionen von Reis und Unterlage erkannt werden können. Es ist dazu nur notwendig, daß an den Unterlagen beim Pfropfen auch einige der zu prüfenden Organe — seien es Blätter, Nadeln oder Äste — erhalten bleiben.

Ich wollte in meinen Ausführungen zeigen, daß entsprechend den biologischen Eigenarten der Holzarten der Ablauf der ontogenetischen Entwicklungsstadien bei der züchterischen Beurteilung des Zuchtmaterials durch Frühteste beachtet werden muß. Wie ich ausführte, ist dies nicht nur bei der Beurteilung der Wuchsleistung, sondern auch ganz besonders bei der Resistenzzüchtung notwendig. Für die Anwendbarkeit von Frühtesten ist die Beachtung des ontogenetischen Entwicklungsablaufes eine unerläßliche Voraussetzung.

Zusammenfassung

1. Die Entwicklung von Frühtesten zur Beurteilung von individuellen Unterschieden in den die Wert- und Massenleistung beeinflussenden Eigenschaften ist eine grundlegende Voraussetzung für die systematische Durchführung von Züchtungsarbeiten an Holzpflanzen.

2. Es werden die bisher entwickelten Frühteste, wie der Keimlingstest, die Beurteilung des Wachstumsverlaufes durch Feststellung des Wachstumsverlaufes von Jahrestrieben, die Prüfung der phototropischen und photoperiodischen Reaktion an Sämlingen, die Resistenzprüfungen gegen tierische und pilzliche Erreger an Sämlingen erwähnt und auf ihre ontogenetische wie auch umweltsbedingte Beeinflussung hingewiesen.

3. Im Gegensatz zu den einjährigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind bei der züchterischen Bearbeitung der Holzarten besonders die individuellen Unterschiede im Ablauf der ontogenetischen Entwicklung zu beachten.

Literatur

1. BAUR, E.: Einführung in die Vererbungslehre, Berlin, Verl. Gebr. Bornträger, 1930. — 2. BÜSGEN, M.: Bau und Leben unserer Waldbäume, Jena, Verl. G. Fischer, 1917. — 3. GÄUMANN, E.: Pflanzliche Infektionslehre, Verl. Birkhäuser, Basel 1951. — 4. KARSCHON, E.: Untersuchungen über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen autochthoner Populationen. Mitt. der Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. — 5. LANGNER, W.: Züchtung auf Wüchsigkeit, Forstw. Zentralbl., 61, 313—318 (1939). — 6. LOCHOW, F. von: Etwas über die Forstpflanzenzüchtung, Züchter 1, 73—79 (1929). — 7. MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung, München 13, Bayerischer Landwirtschaftsverlag 1949. — 8. PEIN, E.: Die Bewertung von Laubholzpflanzen — ein Vorschlag zur Leistungssteigerung des Waldes. Forstarchiv, 19, 203—206 (1943). — 9. SCHMIDT, W.: Neue Wege der Rassenforschung und Kiefernenerkennung, Deutscher Forstverein, Jahresberichte 1936, 433—453. — 10. SCHRÖCK, O. und K. STERN: Untersuchungen zur Frühbeurteilung der Wuchsleistung unserer Waldbäume, zugleich ein Beitrag zur Pappelzüchtung, Züchter 22, 134—143 (1952). — 11. SCHRÖCK, O., F. W. KOOTZ und K. HOFFMANN: Forstl. Samenplantagen — ein Beitrag zu ihrer Anlage, Radebeul und Berlin, Neumann-Verlag 1954. — 12. SCHRÖCK, O.: Die Entwicklung der Forstpflanzenzüchtung, Vortr. aus den Gebieten Acker- u. Pflanzenbau, Bodenkunde u. Pflanzenzüchtung 1, 23—33 (1954). — 13. SCHRÖCK, O.: Das physiologische Alter und seine Bedeutung für die Wuchsleistung und Abgrenzung von Pappelklonen.

Wissenschaftliche Abhandlungen der D.A.L. Berlin, Nr. 16. Beiträge zur Pappelforschung Nr. 1, 39—50 (1956). — 14. SCHRÖCK, O.: Beiträge zur Methode der Forstpflanzenzüchtung. In Bearbeitung. — 15. SEITZ, W.: Die Kiefernrasenzucht in Theorie und Praxis, Mitt. aus Forstwirtschaft. und Forstwissensch. 2/3, 121—126 (1936). —

16. STERN, K.: Methodik der vergleichenden Beurteilung von nach der Langparzellenmethode angelegten Kiefern-einzelstammsaaten, Züchter, 23, 1—16 (1953). — 17. WETTSTEIN, W.v.: Die Faserholzpappel — ihre Kultur und Züchtung, Pappeljahrbuch 1947, Hannover, Verl. M. u. H. Schrape, 1947.

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

Möglichkeiten der Saatgutgewinnung von züchterisch geprüften Einzelbäumen*

Von W. LANGNER, Schmalenbeck

Mit 2 Textabbildungen

Im Zusammenhang mit den heute anliegenden Problemen der Samenplantage ist es vielleicht nicht müßig, einmal die Frage aufzuwerfen, wie wohl später, wenn bereits eine genetisch-züchterische Beurteilung der Plusbäume vorliegt, solche Plantagen anzulegen sein werden. Es scheint mir so gut wie sicher, daß dann andere Methoden angewendet werden müssen, als bei den gegenwärtig zur Debatte stehenden Plantagen, die wir ja wohl getrost lediglich als Vermehrungs- und Erhaltungsplantagen anzusehen haben. Vielleicht, und das wird der Ausklang meiner Ausführungen sein, wird dann sogar in bestimmten Fällen eine Entwicklung von den Plantagen weg einsetzen.

Wenn wir zunächst von diesem letzten Hinweis absehen, so besteht aber wohl kein Zweifel darüber, daß die Art der Anlage solcher züchterischen Plantagen sehr viel schwieriger sein wird als die Anlage der heutigen Plantagen, bei denen es ja, wie von den verschiedensten Seiten bereits ausgeführt, im wesentlichen darauf ankommt, ein möglichst ideales Durcheinander, oder wie das Herr STERN mit mir zusammen einmal benannt hat, eine balancierte Einzelmischung herzustellen (LANGNER und STERN 1955). Die Art der Anlage einer züchterischen Plantage wird ganz wesentlich davon abhängen, welches Ergebnis die genetischen Prüfungen gehabt haben.

Im Rahmen dieser kurzen Ausführungen muß ich natürlich darauf verzichten, auf die Wege der genetischen Prüfungen im einzelnen einzugehen. Nur soviel sei am Rande vermerkt, daß diese Prüfungen im wesentlichen wohl durch gelenkte Kreuzungen mit dem Plusbaummaterial, durch Testung der Veranlagungen des Saatgutes sowie durch anschließende kurz- und langfristige Anbauversuche mit den erhaltenen Nachkommenschaften durchzuführen sein werden. Ob man dabei der Prüfung der einzelnen Plusbäume durch diallele Kreuzungen oder durch Testkreuzungen mit Pollengemischen oder mit Pollen je eines bestimmten Einzelbaumes den Vorzug geben soll, sei hier nicht näher untersucht, dazu wird es wohl auch kaum eine eindeutige Antwort geben, sondern es wird von Fall zu Fall zu entscheiden sein. Als Ergebnis dieser genetischen Prüfung dürfte aber mit großer Wahrscheinlichkeit erwartet werden können, daß sich ein sehr kompliziertes kombinatorisches Beziehungsgefüge ergeben wird und daß der Fall des Auffindens einer aus-

reichenden Zahl von Einzelindividuen, die alle bei Kreuzung unter sich den gewünschten züchterischen Fortschritt ergeben, sicherlich ein höchst seltener Ausnahmefall sein wird. Es steht vielmehr zu erwarten, daß mit verschiedenen Partnern gute Nachkommenschaften ergebende Einzelbäume dies mit anderen Partnern oder auch untereinander nicht tun werden. Hierzu sei folgendes, verhältnismäßig einfache Beispiel konstruiert: Die Ausleseebäume 1—5 sollen miteinander kombiniert teils gute, teils schlechte Nachkommen nach Maßgabe des in Abb. 1 dargestellten Diagramms ergeben (Abb. 1).

Würde man in einem solchen Fall dann etwa die Bäume 1—5 in einer Plantage nach dem Prinzip der balancierten Einzelmischung zusammenbringen, so würde damit natürlich eine Mischung günstiger und ungünstiger Kombinationen ermöglicht, und das Ziel, nur bestgeeignete Kombinationen zu ernten, würde nicht erreicht.

Statt dessen müßte man in unserem Falle versuchen, jeweils die Klone in der Plantage so anzuordnen, daß entweder allein oder wenigstens vorzugsweise die folgenden Kombinationen gebildet werden:

1×3 1×4 1×5 2×4 3×5

und daß die ungünstigen Kombinationen

1×2 2×3 2×5 3×4 4×5

ganz oder weitgehend vermieden werden. Von den Selbstungen ist in diesem Zusammenhang abgesehen worden. Je nachdem, in welchem Grade die betreffenden Klone sich selbst zu befruchten vermögen, müßte dann auch diese Möglichkeit bei dem Aufbau der Plantage einkalkuliert werden. Bei der bisherigen Methode der balancierten Einzelmischung wurde zwar insofern versucht, Selbstungen zu vermeiden, als die Pfropflinge gleicher Klone möglichst weit voneinander entfernt ausgepflanzt wurden, aber auch dieses Verfahren verhindert natürlich im Falle großer Selbstfertilität das Zustandekommen von Selbstungsnachkommen nicht, denn jeder Pfropfbusch ist dann ja in der Lage, sich selbst zu befruchten. Man könnte geradezu sagen, daß das Vorhandensein großer Selbststerilität überhaupt die Voraussetzung für das wunschgemäße Funktionieren einer Samenplantage darstellt, weshalb ich

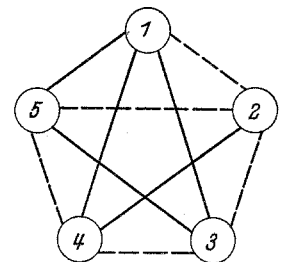


Abb. 1. Kombinatorisches Beziehungsgefüge von 5 Ausleseebäumen. Die durch — verbundenen Bäume ergeben bei Kreuzung miteinander gute, die durch - - - verbundenen schlechte Nachkommen.

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