

(Bundesanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Abtlg. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Schmalenbeck.)

## Unterschiede der Züchtung in Land- und Forstwirtschaft.

Von W. LANGNER.

(Vortrag auf dem Eutiner Züchtertreffen am 28. 2. 1951.)

Mit 1 Textabbildung.

Abgesehen von der Gültigkeit der allgemeinen Vererbungsgesetze ist für jede Züchtung das Vorhandensein eines möglichst vielseitigen Ausgangsmaterials entscheidend. Betrachtet man von diesem Standpunkt aus die Forstpflanzenzüchtung, so kommt man zu der Erkenntnis, daß ihre Aussichten mehr als gut sind. Denn während die Vererbungsgesetze selbstverständlich für die Holzpflanzen ebenso gelten wie für die übrige Lebewelt, hat die Forstpflanzenzüchtung den außerordentlich großen Vorteil, hinsichtlich des Ausgangsmaterials ungleich günstiger dazustehen, als etwa die landwirtschaftliche Kulturpflanzenzüchtung. Mit wenigen Ausnahmen muß die landwirtschaftliche Züchtung auf bereits hochgezüchteten Kulturpflanzen oder auf Wildpflanzen aufbauen, von denen man oft nur annimmt, daß sie die Ausgangspflanzen der heutigen Kultursorten sind. Unsere Forstpflanzen aber sind ausnahmslos noch züchterisch völlig unbearbeitete Wildpflanzen, bzw. es sind, wie bei der Pappel, die wilden Ausgangstypen noch in ihrer ursprünglichen Form vorhanden. Der landwirtschaftliche Züchter ist heute bereits mit einem Bergsteiger zu vergleichen, der sich abmüht, den letzten beschwerlichsten Teil eines Aufstieges zu meistern, während wir Forstpflanzenzüchter noch am leichteren Beginn der Wanderung stehen.

Aber nicht nur das tatsächliche Vorhandensein der wilden Formen der holzerzeugenden Pflanzen, sondern auch die besonderen Umstände, unter denen sich diese wilden Pflanzen dem Züchter darbieten, stellen einen Vorteil gegenüber der Landwirtschaft dar. Wenn der landwirtschaftliche Züchter aus einer Wild- oder Kulturpflanzenpopulation Typen ausliest, die in irgendeiner Weise dem von ihm gewünschten Zuchziel entsprechen, so ist an sich noch nichts darüber bekannt, ob sich diese Typen auch wirklich bewähren. Es kann und wird oft so sein, daß günstige Umweltverhältnisse in dem einen Jahr, das zur Entwicklung der Population erforderlich war, die Entwicklung der ausgelesenen Einzelpflanze ermöglichten, und daß infolgedessen diese Pflanze in einem anderen Jahr unter anderen Umweltverhältnissen völlig versagt. Der Forstpflanzenzüchter hat dagegen die Möglichkeit einer Auslese aus Populationen, deren einzelne Individuen sich bereits 100 und mehr Jahre bewährt haben. Eine Phänotypenauslese aus solchen altbewährten Populationen muß daher nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit in sehr hohem Grade auch eine genotypische sein, während eine Auslese aus kurzlebigen Populationen dies sicher in sehr viel geringerem Umfange ist. Die Geschichte eines nutzungsreifen Bestandes, etwa der Holzart Fichte im hundersten Lebensjahr, möge dies verständlich machen:

Bei künstlicher Begründung des Bestandes werden ca. 7000 dreijährige verschulte Pflanzen je Hektar verwendet. Diese 7000 Pflanzen enthalten bereits nicht mehr die schwächsten Individuen der rund 10 000 ein-

jährigen Sämlinge, die aus ungefähr 20 000 pflanzen tüchtigen Samen hervorgegangen sein können. Dieser Rückgang der Zahlen beruht abgesehen von Zufälligkeiten der Umwelt sicherlich auch auf ungünstiger Veranlagung. Außerdem kommen beim Verschulen die unwüchsigen Typen in Fortfall, da diese nicht mit ausgepflanzt werden. Doch auch die 7000 dreijährigen Pflanzen bleiben nicht erhalten. Ihre Zahl verringert sich vielmehr laufend teils durch natürliche Ausscheidung der unwüchsigen oder gegen Krankheiten anfälligen Typen, teils im Wege der Läuterung oder Durchforstung durch Beseitigung ungünstig geformter oder sonst mangelhafter Individuen. So sind im 80–100jährigen Alter von diesen 7000 Pflanzen nur noch etwa 1000 Stämme vorhanden. Bezogen auf die 10 000 einjährigen Sämlinge, die zur Gewinnung der 7000 dreijährigen Pflanzen erforderlich waren, bedeutet das also, daß nur 10% die Endnutzung erreichen. Bei der Kiefer ist diese Stammzahlverringerung noch sehr viel stärker.

In Berücksichtigung dieser Tatsache wurde von Dänemark und Schweden der Vorschlag gemacht, durch eine umfassende Inventur der Wälder alle jene Bäume auszusuchen, die sich gegenüber ihrer gleichaltrigen Umgebung durch Höhe, Durchmesser und sonstige Eigenschaften vorteilhaft auszeichnen. In Schweden sind es vor allem LINDQUIST, der Verein für Wuchsveredlung bei Waldbaum in Ekebo und die Genetische Abteilung der Forstlichen Versuchsanstalt in Experimental fältet, die diese Inventur in Angriff genommen haben. Aus der großen Menge schwedischer Kiefern, Fichten und Laubhölzer wurden etwa 2000 Kiefern, 300 Fichten, 300 Birken und 400 weitere Laubhölzer ausgewählt, genau vermessen und in eine Kartei aufgenommen. Diese sogenannten Plusbäume oder Eliten sollen das weitere Ausgangsmaterial für die Saatgutgewinnung und für die Züchtung abgeben. Dabei wird für die Saatgutgewinnung so vorgegangen, daß Reiser von den besten Bäumen eines Gebietes auf Sämlingsunterlagen aufgepropft und die so entstandenen Pflanzlinge zu künstlichen Fortpflanzungsgemeinschaften, sogenannten Samenplantagen, vereinigt werden (5), (6), (7), (10). Selbstverständlich können als Zuchtbäume brauchbare Pflanzen auch aus jüngeren Beständen und selbst aus Saat- und Verschulbeeten ausgelesen werden. Besonders ist dies dann empfehlenswert, wenn durch die übliche forstliche Behandlung einer Holzart die Gefahr besteht, daß während der geschilderten Pflanzenzahlverringerung wirtschaftlich wertvolle Eigenschaftsträger ausgemerzt werden. So beginne ich in diesem Jahre mit einer Auswahl weniger sehr wüchsiger Typen unter Hunderttausenden von Jungpflanzen mit dem Ziel, diese später für Züchtungszwecke zu verwenden. Das Schmalenbeck benachbarte größte Forstpflanzenanzuchtgebiet der Erde Halstenbek gibt eine sonst nirgends vorhandene Auslesemöglichkeit.

Da die wichtigsten Waldbäume in der Mehrzahl ihrer Individuen Fremdbefruchtet sind und sich nicht oder nur ganz ausnahmsweise selbst zu befruchten

vermögen, müssen sich die ausgewählten Plusbäume, aus denen die Samenplantagen zusammengesetzt sind, gegenseitig befruchten, wenn Vorsorge getroffen ist, daß Fernbefruchtung unmöglich ist, d. h. aber, daß sich die genetisch durchschnittlich Besseren miteinander kreuzen, so daß die erzielten Nachkommen genetisch wertvoller sein müssen, als die Bestände, aus denen die Plusbäume stammen. Mit anderen Worten: Diese Art der Samengewinnung stellt bereits einen züchterischen Akt dar. Es wird eine Nutz- $F_1$  mit einer die bisherigen Durchschnittsnachkommen überragenden Leistung hergestellt.

Eine weitere Verfeinerung dieses züchterischen Verfahrens ist noch dadurch möglich, daß die zu einer Samenplantage zusammenzustellenden Ppropfslinge daraufhin geprüft werden, welche von ihnen miteinander gekreuzt die besten Nachkommenschaften ergeben. Während aber im ersten Falle eine langfristige Prüfung der Nachkommenschaften dann unterbleiben kann, wenn genügend viele Plusbäume das Ausgangsmaterial bilden, weil dann bereits nach dem Gesetz der Wahrscheinlichkeit die Nachkommen besser sein müssen als die Bestände, aus denen die Plusbäume stammen, erfordert diese Verfeinerung eine langfristige Prüfung der Nachkommenschaften, denn es ist durchaus denkbar, daß die Nachkommen zweier sehr guten Phänotypen, die sich in den ersten Jahren erheblich besser entwickeln als normale Pflanzen, im späteren Alter völlig versagen.

Damit kommen wir aber zu der vielleicht entscheidensten Schwierigkeit, die die Forstpflanzenzüchtung gegenüber der landwirtschaftlichen Züchtung aufzuweisen hat.

Während die Landwirtschaft in der Regel ihren Zuchterfolg bereits nach einem Jahr oder wenigstens nach wenigen Jahren feststellen kann, benötigt die Forstwirtschaft dazu einige Jahrzehnte. Selbst bei den günstigsten Objekten, etwa der äußerst raschwüchsigen Pappel, kann erst nach 20—30 Jahren einigermaßen Gültiges über die Brauchbarkeit einer Sorte ausgesagt werden. Eine Zuchtsorte muß sich während der ganzen Zeit von der Entstehung des Keimlings bis zur Ernte des fertigen Stammes, eines Zeitraumes von in der Regel 80—100 Jahren, bei der Eiche sogar 2—300 Jahren, bewähren. Es kommt daher bei den Holzarten entscheidend darauf an, daß eine Sorte gegen abnorme, aus dem allgemeinen Rahmen fallende Witterungsverhältnisse, sowie gegen extreme Schädigungen aller Art gefeit ist. Oft treten solche Schadjahre erst nach einigen Jahrzehnten ein, wirken dann aber so heftig, daß selbst hoffnungsvollste Stangenhölzer ihnen zum Opfer fallen können. Oft sind es vielleicht auch merkwürdige Schwächezustände der Holzarten in bestimmten Altersklassen, möglicherweise im Zusammenhang mit dem Eintritt der Blühbarkeit, die zur Vernichtung ganzer Bestände führen können. So wurde z. B. die künstlich außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes in den letzten 100 Jahren in großem Umfange angebaute *Larix europaea* mindestens 2mal in ihrem 30. bis 40. Jahre fast vollständig wieder vernichtet (11). Die jungen Bäume starben von unten her ab, bedeckten sich mit Flechten und wurden schließlich von einem Rindenpilz, der krebsartige Beulen verursacht, befallen. Außerdem hat die Beobachtung von Einzelstammnachkommenschaften, die wir besonders

MÜNCH (12) verdanken, ergeben, daß Nachkommenschaften, die zunächst die Führung hatten, in späteren Jahren von anderen, anfangs weniger guten, überholt werden, eine Tatsache die schon von BUSSE (3) durch Beobachtung einzelner Individuen eines ganzen Bestandes festgestellt worden ist. Die Waldbäume setzen hinsichtlich ihres Höhen- und Durchmesserwachstums während ihres individuellen Lebens um. Es bedarf also mit vielleicht 2 Ausnahmen in der Regel einer langfristigen, mehrere Jahrzehnte währenden Prüfung der gewonnenen Sorte. Die Ausnahmen sind einmal die Verwendung von Saatgut aus Ppropfplantagen, die aus einer größeren Zahl von Plusbäumen zusammengesetzt sind, und zum anderen die Verwendung von aus Stecklingen angezogenen Pflanzen der vegetativ vermehrbarer Pappeln. Im letzteren Fall braucht man nur Steckhölzer einer gut bewährten Altpappel zu bewurzeln, um Pflanzen zu gewinnen, die mit Sicherheit auf gleichem Standort wieder das Gleiche leisten, wie der Ursprungsbau.

Das Erfordernis dieser langen Erprobungszeit macht verständlich, das zunächst einmal alle jene Zucherverfahren erst in 2. Linie in Betracht kommen, die das Zuchziel erst nach einigen Generationen zu erreichen vermögen. Hierher gehört alles Bestreben, konstante Sorten zu züchten, deren Konstanz auf Homozygotie ihrer Erbanlagen beruht. Schon wenn hierzu nur wenige Generationen benötigt würden, müßten diese Verfahren ausscheiden. Es würde ja nicht genügen, die kürzest mögliche Generationsfolge zu benutzen, weil bis zum Beginn der Blühreife bei unseren Holzpflanzen kaum schon Endgültiges über ihre spätere Leistung hinsichtlich der Holzerzeugung gesagt werden kann. Die Generationsfolge würde daher bei unseren Nadelhölzern im günstigsten Fall mindestens 40—50, meistens aber 80—100 Jahre betragen. Es würden also, wenn man einmal nur mit 10 Generationen für eine Konstanzzüchtung rechnete, Zeiträume von mindestens 4—500 Jahren benötigt, um zum Ziele zu kommen, Zeiträume, die selbst dann undiskutabel wären, wenn man nicht mit den immer häufiger werdenden Katastrophen im Zusammenleben der Völker rechnen müßte. Das Bestreben der Forstpflanzenzüchtung ging daher von allem Anfang dahin, eine Nutz- $F_1$  im weitesten Sinne herzustellen.

Dies konnte einmal durch Kreuzung verschiedener Typen miteinander und nachfolgende Prüfung der Nachkommenschaften erfolgen, oder dadurch, daß durch Prüfung der Nachkommenschaften einzelner Bäume nach Müttern gesucht wurde, die in jedem Samenjahr wieder über dem Durchschnitt leistungsfähige Nachkommen ergaben.

Der erstgenannte Weg wurde zunächst nur in der Form der Heterosiszüchtung durch Kreuzung verschiedener Arten miteinander gegangen, nicht aber durch systematische Kreuzung verschiedener Typen auch der gleichen Art, wie ich sie bereits im Zusammenhang mit einer weiteren Verfeinerung des Ergebnisses der Samenplantagen erwähnte.

Für die Heterosiszüchtung erwies sich die Pappel als ein besonders geeignetes Objekt, weil die Kreuzung leicht durchführbar ist und weil entweder die weitere Vermehrung heterotischer Typen in einfacherster Weise durch Stecklingsvermehrung auf vegetativem Wege möglich ist, oder weil ohne große Schwierigkeiten solche Mengen von Saatgut hergestellt werden können,

daß der Samen- und Pflanzenbedarf der forstlichen Praxis mit Leichtigkeit gedeckt werden kann.

Größere technische Schwierigkeiten bereiten andere Holzarten, bei denen zur Erzeugung von Bastarden die auch in der Landwirtschaft üblichen Methoden des Eintütens der weiblichen Blüten mit nachfolgender künstlicher Befruchtung angewendet werden müssen. Die Schwierigkeiten bestehen vor allem in der Durchführung der erforderlichen Arbeiten von Leitern oder hohen Gerüsten aus in den Kronen hoher Bäume.

Hat sich aber durch Probekreuzungen und langfristige Versuche gezeigt, daß die Verbindung bestimmter Partner miteinander besonders wertvolle Nachkommenschaften ergibt, so ist im Gegensatz zur Züchtung bei 1 und 2jährigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen das Zuchtziel in der Regel erreicht. Denn während bei der landwirtschaftlichen Züchtung solche heterotischen Nachkommenschaften nur dann von wirtschaftlicher Bedeutung sind, wenn sie einigermaßen einheitlich ausfallen d.h. aber, wenn nahezu 100% aller Pflanzen eine Mehrleistung gegenüber den Eltern bzw. gegenüber den bisher gängigen Sorten aufweist und wenn sich dieser Effekt fixieren läßt, bestehen diese Notwendigkeiten für die heterotischen Nachkommenschaften bei unseren Holzgewächsen nicht.

Die Ursache hierfür liegt einmal in der Eigenart des Objektes „Holzpflanze“, zum anderen in der Besonderheit der Waldbau-technik überhaupt.

Das individuelle Leben unserer für die Holzerzeugung wichtigsten Waldbäume beträgt mehrere 100 Jahre, während, abgesehen von unseren Obstsorten und den vegetativ vermehrbarer Ackerfrüchten wie der Kartoffel, das individuelle Leben der landwirtschaftlichen Gewächse nur 1 oder 2 Jahre beträgt. Da jedes Baumindividuum während seiner langen Lebenszeit oftmals, vom Beginn der Blütreife ab in mehr oder weniger regelmäßigen ein- oder mehrjährigen Abständen, blüht, ist es möglich, durch Kreuzungsanalyse gefundene Eltern, die brauchbare Nachkommen ergeben haben, immer wieder von Neuem miteinander zu kombinieren und so die einmal gefundene gute Genkombination immer wieder in gleicher Weise herzustellen. Mit dem Auffinden der geeigneten Kreuzungspartner ist bei den Holzpflanzen daher die Heterosis, wie überhaupt jede günstige Genkombination, praktisch fixiert. Bei der Mehrzahl der kurzlebigen landwirtschaftlichen Zuchtobjekte dagegen ist die Herstellung der gleichen Genkombination nur möglich, wenn die zu kreuzenden Eltern konstante Sorten darstellen, also selbst bereits das Ergebnis langjähriger züchterischer Arbeit sind. Als Beispiel sei hier auf die Maiszüchtung verwiesen, bei der die Heterosiszüchtung von reinen Linien ausgeht, die erst durch langjährige Inzucht geschaffen werden mußten.

Auch die Besonderheit des Waldbaus kommt der leichten Nutzbarmachung solcher heterotischer Nachkommen entgegen. Während eine feldmäßig angebaute landwirtschaftliche Nutzpflanze möglichst einheitlich sein muß, weil ja sämtliche Individuen schließlich zur Nutzung kommen sollen, besteht in der Forstwirtschaft nicht diese Notwendigkeit, denn von den bei der Begründung eines Waldes gepflanzten Einzelindividuen kommt ja, wie bereits ausgeführt, nur ein Bruchteil zur endgültigen Nutzung. Schön in den

ersten 20 Jahren fallen bei der Fichte ca. 15% aller Pflanzen aus, ohne daß von ihnen irgend eine Nutzung verlangt würde. Auch von den etwa 50%, die insgesamt bis zum 40. Jahre im Wege der Läuterungen und frühen Durchforstungen entfernt werden, wird keine besondere Leistung verlangt. Erst nach dieser Zeit stellen die Zwischennutzungen einen wesentlichen wirtschaftlichen Wert dar, so daß wenigstens für einen größeren Teil die Beschaffenheit dieses Materials von Bedeutung ist. Es dürfte somit schätzungsweise genügen, wenn etwa 30% aller zur Waldbegründung verwendeten Pflanzen die Möglichkeiten zur Erreichung des Zuchtziels in sich tragen. Die Anforderungen an eine durch Samen zu vermehrende Zuchtsorte sind also hinsichtlich ihrer Einheitlichkeit verhältnismäßig gering.

Die genetische Einheitlichkeit des Pflanzenmaterials mit dem ein Wald begründet werden soll, ist überdies für den Waldbau aus Gründen der Krisensicherheit nahezu unerwünscht. Während periodisch oder unter bestimmten Witterungsverhältnissen hin und wieder auftretende Schädigungen (z. B. Frost, Dürre, Pilzerkrankung) für eine gegen diese Schädigungen anfällige einjährige landwirtschaftliche Nutzpflanze tragbar sein können, würde dies bei einer Holzpflanze zu einer Vernichtung des Bestandes und damit zu einem Produktionsausfall mehrerer Jahrzehnte führen können. Denn bei der einjährigen Pflanze wird höchstens hin und wieder eine Generation getroffen, während bei den langlebigen Holzarten die Wahrscheinlichkeit sehr groß wäre, daß jeder Bestand Schaden erlitte. Ja, jede forstliche Population hat solche Angriffe während ihres Lebens nicht nur einmal zu überstehen, sondern oftmals während vieler Jahrzehnte, in besonderen Fällen (Eiche) sogar während 2-300 Jahren. Ein genetisch einheitliches Material würde daher mit größter Wahrscheinlichkeit die vielen im Laufe dieser Zeit möglichen Gefahren kaum überstehen können, während eine Mischung genetisch verschiedenartiger Individuen sehr viel krisenfester wäre.

Die Forstpflanzenzüchtung ist nun in der glücklichen Lage, auf dem Gebiete der Heterosiszüchtung bereits einige praktisch auswertbare Ergebnisse vorweisen zu können. Diese Beispiele sind die Pappel und die Lärche. In beiden Fällen waren es spontane Artkreuzungen, deren luxurierendes Wachstum der Forstwirtschaft Nutzen brachten bzw. Nutzen zu bringen beginnen. Bei der Pappel entstanden Bastarde zwischen der einheimischen Schwarzpappel und verschiedenen aus Amerika eingeführten Arten, deren Wuchsgröße so auffallend war, daß sie ohne Kenntnis ihrer Entstehung durch Stecklinge vermehrt und zum Teil im Großen angebaut wurden. Fast alle wirtschaftlich bedeutungsvollen Pappelvorkommen in den Rhein- und Elbeauen sind vegetative Nachkommen solcher spontan entstandener Bastarde und weisen eine Mehrleistung gegenüber den reinen Arten von mindestens 60% auf. Ebenso ist die wegen ihrer Wuchsgröße bekannte Graupappel ein Bastard zwischen Zitterpappel und Silberpappel. Schließlich wird seit etwa 40 Jahren ein vor rund 50 Jahren in Schottland spontan entstandener Bastard zwischen japanischer und europäischer Lärche dort im größten Umfang wegen seiner hervorragenden Mehrleistung und seiner Widerstandsfähigkeit gegen den an den Stämmen und Ästen Beulen hervorruhenden Lärchen-

krebspilz angebaut. Diese Beispiele ermunterten zu weiteren Versuchen auf diesem Gebiete. Bei der Pappel arbeitete W. v. WETTSTEIN (17) und fand luxurierenden Wachstum bei den verschiedensten Artkreuzungen. DENGLER (4) und unabhängig von ihm ich selbst (9) arbeiteten mit Lärche. In Schweden sind Kreuzungen zwischen *Larix sibirica* und *europaea*, zwischen *Populus tremula* und *tremuloides*, die schon v. WETTSTEIN durchführte, untersucht. Ebendort zeigten Bastarde zwischen einer japanischen und europäischen Birkenart Heterosis und hier in Tannenhöft sind als jüngste Beispiele Kreuzungen zwischen *Picea*-Arten zu nennen (Bild).

Parallel zu den Versuchen, durch Bastardierungen höhere Leistungen zu erzielen, ging das Bestreben, Mutterbäume auszuwählen, die unabhängig von dem befruchtenden Pollen alljährlich besonders gute Nachkommenschaften ergeben. Es wurden Plusbäume ausgewählt, getrennt ihre Samen beertet und die Nachkommenschaften einzeln nachgezogen und mehrere Jahre lang beobachtet.

Für die endgültige Samenernte sollten dann nur solche Bäume ausgewählt werden, deren Nachkommen aus verschiedenen Samenjahren ein über dem Durchschnitt hervorragendes Wachstum aufwiesen. Wenn man einmal davon absieht, daß aus dem Jugendwachstum ja noch nicht auf die spätere Leistungsfähigkeit geschlossen werden kann, so müssen nach unserer heutigen Kenntnis von der Art der genetischen Verankerung praktisch bedeutungsvoller Eigenschaften die Aussichten eines solchen Verfahrens als sehr gering betrachtet werden. Dieses Verfahren kann ja nur dann Aussicht auf Erfolg haben, wenn die gewünschten Eigenschaften dominanten Erbgang besitzen und wenn es gelingt, die in diesen dominanten Faktoren Homozygoten zu erfassen. Dies wäre aber nur dann möglich, wenn diese Eigenschaften lediglich von 1 oder höchstens 2 Faktoren abhängig wären. Sobald 3 oder mehrere Faktoren im Spiele sind, muß es als sehr unwahrscheinlich angesehen werden, die genügende Zahl zu finden. Nun konnte aber BEHRNDT (2) bei der Kiefer wahrscheinlich machen, daß das Höhenwachstum polygen bedingt ist und bei der Lärche konnte ich die BEHRNDTSche Vermutung für das Höhenwachstum bestätigen und auch auf das Stärkenwachstum ausdehnen (9). Es wäre also zum mindestens für diese beiden Eigenschaften, die für die Forstwirtschaft zweifellos erstrangig sind, mehr als unwahrscheinlich, die gewünschten Genotypen zu finden. Ich bin daher der Meinung, daß dieses Verfahren für eine Züchtung auf Wuchsigkeit keine oder nur sehr geringe Aussichten auf Erfolg besitzt. Möglicherweise ist es aber für andere Eigenschaften, wie z. B. den früheren oder späteren Laubaustrieb, anwendbar.

Ein anderes Verfahren glaubte dadurch zum Ziel kommen zu können, daß in einem Altbestand nur die besten Bäume zur Saatgutgewinnung herangezogen werden. Auch die Aussichten hierfür müssen als sehr gering angesprochen werden. Nimmt man an, daß die Summe dieser ausgewählten Eliten durchschnittlich

in gleicher Weise von sämtlichen Genotypen der produzierten Pollen befruchtet werden, so muß das Ergebnis sein, daß die Nachkommen zwar unter Umständen etwas besser als der Durchschnitt des Bestandes sind, daß sie aber mit Sicherheit schlechter sind, als die ausgewählten Eliten. Und das muß grundsätzlich in gleicher Weise der Fall sein, wenn bei dominantem Erbgang ein oder mehrere Faktoren im Spiele sind. Bei rezessivem Erbgang würden selbstverständlich beide der zuletzt beschriebenen Verfahren undiskutabel sein.

In der Forstpflanzenzüchtung verdient auch eine Methode geprüft zu werden, die in der landwirtschaft-



Abb. 1. Heterosis nach Kreuzung zweier Fichtenarten. Links: *Picea excelsa* × *excelsa*. Mitte: *Picea sitchensis* × *excelsa*. Rechts: *Picea sitchensis* × *sitchensis*.

lichen Züchtung kaum ernsthaft in Frage kommen dürfte. Es fragt sich nämlich, ob es nicht möglich ist, durch Auslese von Jungpflanzen im Saat und Verschulbeet der Forstwirtschaft ein besseres Ausgangsmaterial zur Verfügung zu stellen. Denn selbst eine sehr scharfe Auslese würde sich lohnen, weil die ausgelesenen Pflanzen ja die höhere Leistung nicht nur ein oder wenige Jahre, sondern bis zu ihrer Ernte nach 80—100 und mehr Jahren alljährlich aufzuweisen hätten. In der Landwirtschaft würde selbst dort, wo diese Auslese möglich wäre, das Verwerfen eines großen Teiles der Jungpflanzen den erhofften Mehrerlös der Elitepflanzen schon vorher aufzehren. Bisher sind in dieser Richtung 2 Vorschläge gemacht worden, die aber beide noch nicht endgültig geprüft worden sind.

Einmal hat sich ergeben, daß spätreibende Forstpflanzen besonders in Frostlagen den früher austreibenden dadurch überlegen sind, daß sie in ungünstigen Jahren, gegebenenfalls alljährlich, ihren Frühjahrstrieb durch Frost nicht verlieren. Durch Auswahl solcher spätaustreibenden Individuen, die während der 2—4 Jahre währenden Pflanzenaufzucht in der Baumschule ohne weiteres durchführbar ist, ließe sich ein Material der Praxis zur Verfügung stellen, das für solche Frostlagen besonders geeignet wäre. MÜNCH (12) gelang unbewußt eine solche Auslese, als er eine Fichtenpopulation in große, mittlere und kleine Pflanzen sortierte. Der Größenunterschied

kam dadurch zustande, daß die Population im Saat- und Verschulbeet durch Spätfröste geschädigt worden war. In Wirklichkeit las MÜNCH daher nach spät-austreibenden (ungeschädigten und daher großen) mittelfröhastreibenden (wenig geschädigten) und fröhastreibenden (geschädigten und daher kleinen) Pflanzen aus. Da auf der Versuchsfäche erneut Spätfröste schädigend auftraten, vergrößerte sich der Unterschied zwischen den 3 Größengruppen laufend.

Ein anderes von mir selbst vorgeschlagenes Verfahren (8) geht von der Überlegung aus, daß das Jugendwachstum ganz wesentlich von der Samenkorngröße abhängig ist und daß daher eine Auslese der Wüchsigen im Saat- und Verschulbeet nicht unbedingt die veranlagungsmäßig Wüchsigen zu erfassen braucht. Würde man aber durch Vorsortierung des Saatgutes diese störenden Einflüsse der Korngröße ausschließen, so müßte eine Auswahl wüchsiger Typen aus einem Pflanzenmaterial, das aus Samen gleicher Korngröße und gleichen Korngewichtes unter völlig gleichmäßigen Umweltbedingungen angezogen wurde, eine Auswahl der veranlagungsmäßig Wüchsigen bedeuten. Versuche zur Prüfung dieser Frage laufen. Auch in Schweden sind ähnliche Versuche in Durchführung. Nur wird hier eine Sortierung des Saatgutes nicht für erforderlich gehalten, weil die einzelnen Samenkörner außerordentlich gleichmäßig hinsichtlich Größe und Gewicht sind. Schon eine einfache Sortierung nach der Pflanzengröße verspricht daher Aussicht auf Erfolg. Allerdings hat sich inzwischen auf Grund amerikanischer Untersuchungen herausgestellt (14), daß besonders die genetisch bedingte Keimschnelligkeit die Größe der Pflanze in den ersten Jahren entscheidend beeinflußt.

Wenn ich vorhin sagte, daß alle jene Zuchtverfahren nur in 2. Linie in Betracht kommen, die das Zuchziel erst nach einigen Generationen zu erreichen vermögen, so möchte ich dies jedoch nicht so verstanden wissen, als kämen sie überhaupt nicht in Betracht. Vielmehr halte ich es für geradezu nötig, schon im Hinblick auf die Klärung der genetischen Verhältnisse, auch in dieser Richtung zu experimentieren. Ich habe daher auch meine ersten Kreuzungsversuche mit Lärche ganz planmäßig in Richtung einer langfristigen Kombinationszüchtung angelegt, und als ich in Schmalenbeck mit dem Aufbau einer Forschungsstätte auf dem Gebiet der Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung vom Bundesministerium beauftragt wurde, hielt ich es für außerordentlich wichtig, neben den Arbeiten zur raschen Erreichung wichtiger Zuchziele auch das Gebiet der Mutationsforschung, insbesondere das Gebiet der Polyploidie, in unseren Forschungsbereich einzubeziehen.

Kombinationszüchtung auf lange Sicht bedeutet z. B. die Durchführung von Selbstungen bei Lärche in der Absicht, später durch Kreuzung von Inzuchtnachkommen der ersten oder einer späteren Generation Heterosis zu erzeugen (9). Die Erscheinungen, die bei Selbstung der Lärche auftreten, sind jenen beim Mais so ähnlich, daß nicht daran zu zweifeln ist, daß wie bei diesem mit großem Leistungssteigerungen gerechnet werden kann.

Einer Kombinationszüchtung auf lange Sicht sollten auch meine Kreuzungen verschieden wüchsiger Typen

miteinander dienen (9). Denn es waren beabsichtigt, aus den Nachkommenschaften der wüchsigsten Typen wieder die wüchsigsten Pflanzen zur weiteren Kreuzung herauszusuchen, um auf diese Weise die höchsten Stufen der Wüchsigkeit zur Abspaltung zu bringen. Da bei der Lichtholzart Lärche eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür besteht, daß das Jugendwachstum parallel läuft zur allgemeinen Wüchsigkeit und da diese ganz offensichtlich auch auf dem Zusammenwirken gleichsinnig wirkender Faktoren beruht, mußte dies Ziel verhältnismäßig rasch zu erreichen sein, zumal die Lärche schon mit 8–10 Jahren bei geeigneter Aufzucht blühfähig wird. Hätte der Krieg nicht die Arbeit unterbrochen, so würde heute bereits die 2. Generation zur Beurteilung heranwachsen.

Ebenso erlaubt Mutationsforschung Ausblicke auf Erfolgsmöglichkeiten. Auch hier gibt den Anhalt wieder die Natur durch das Verhalten spontan entstandener triploider Aspen, die Riesenwuchs zeigten. NILSSON-EHLE (13) entdeckte die ersten Typen in Schweden und seither sind noch einige andere nordische Vorkommen festgestellt worden. Während für die durch Saatgut zu vermehrenden landwirtschaftlichen Pflanzen Triploidie wegen ihrer Sterilität keine praktische Bedeutung erlangen kann, könnte man sich vorstellen, daß dies bei den Holzpflanzen völlig anders wäre. Wenn es gelingen würde, durch Kreuzung künstlicher Tetraploider mit normalen Diploiden riesenwüchsige triploide Nachkommen zu erzeugen, was bei der Aspe in Schweden tatsächlich bereits gelungen ist, so könnte die Triploidie eine hohe praktische Bedeutung erlangen. Es wird daher an unserem Institut versucht, u. a. mittels Colchizin Tetraploide herzustellen mit dem Ziel, sie später mit normalen Typen zu kreuzen.

Da diese künstlichen Tetraploiden natürlich für die Praxis keine Bedeutung besitzen — sie sind meist krüppelig und zwergig —, wird der Versuch unternommen werden, durch Behandlung blühfähiger Zweige in wenigen Jahren unreduzierte Keimzellen zu erhalten, um auf diese Weise die  $C_0$  zu überspringen, ein Verfahren, das für Gehölze STRAUB (16) empfiehlt.

Schließlich sei noch ein letztes Problem hier kurz angedeutet, das Problem der vegetativen Vermehrung der Holzarten. Wenn es gelingen würde, vegetative Nachkommen guter Phänotypen wieder zu gleich guten Phänotypen heranzuziehen, was bisher nur bei der Pappel möglich ist, würden sich der Forstpflanzenzüchtung ungeahnte Möglichkeiten erschließen. Erste amerikanische Versuche bei Kiefern lassen hoffen, daß dieses Ziel erreichbar ist (1), (15).

Entscheidend aber für die Zukunft der Forstpflanzenzüchtung wird es sein, daß alle Energie eingesetzt wird, um Klarheit über die genetische und cytologische Struktur unserer Objekte zu gewinnen. Auf diesem Gebiete stehen wir noch am allerersten Anfang, und es bedarf intensivster Arbeit, um zu Erkenntnissen zu gelangen, die mehr als nur zufällige Züchtungserfolge ermöglichen. Einen wesentlichen Teil unserer Schmalenbecker Arbeit stellt deshalb die Cytogenetik bei Holzpflanzen dar, die gleichlaufend mit der Behandlung züchterischer Probleme in Angriff genommen worden ist.

Ich glaube, daß ihnen bereits dieser kurze Abriß gezeigt haben wird, wie nötig eine züchterische Bearbeitung der Holzpflanzen ist. Es ist das Verdienst

des Referenten für forstliche Forschung beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Herrn Oberlandforstmeister BAUMANN, diese Notwendigkeit erkannt zu haben. Die Gründung der Schmalenbecker Forschungsstelle auf einem Gelände von 22 ha (12 ha Arboretum Tannenhöft, 7,5 ha Baumschulen- und Gärtnereibetriebsfläche, 2,5 ha Erweiterungsgelände für das Arboretum einschließlich des mit 3 Gewächshäusern und verschiedenen Wirtschaftsgebäuden bebauten Geländes), die z. Z. mit 4 Wissenschaftlern (Dr. GREHN: Laubhölzer, Dr. ILLIES: Polyploidie, Dr. SEITZ: Cytogenetik und ich selbst: Nadelhölzer) das einzige Spezialinstitut dieser Art auf Bundesebene ist, muß als ein verheißungsvoller Anfang gebucht werden. Ich betrachte es als meine Aufgabe, dafür zu sorgen, daß dieser Auftakt nicht nur Auftakt bleibt, sondern daß schließlich das entsteht, was bereits ERWIN BAUR, dem Vorkämpfer für die Forstpflanzenzüchtung in Deutschland, vor schwobte:

Ein großes Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, dasentsprechend den zu bearbeitenden Objekten mit Personal und Sachmitteln ausreichend ausgestattet ist. Ich würde mich freuen, wenn ich in dieser Richtung ihre ideelle Unterstützung haben könnte, denn bei aller Verschiedenheit der Objekte und der anzuwendenden züchterischen Methoden steht die Forstpflanzenzüchtung selbstverständlich auf den Schultern der landwirtschaftlichen Schwesterdisziplin.

1. ANONYMUS: Tree breeding at the Institute of Forest Genetics. For. Serv. U. S. Dep. Agric. Miscell. Publ. Nr. 659. — 2. BEHRNDT, G.: Die bisherigen Ergebnisse der Individualauslese bei Kiefer. I. Mitt. Forstwirtsch. Forstwiss. 6, 402—417 (1935). — 3. BUSSE, J.: Vom „Umsetzen“ unserer Waldbäume. Tharandt. forstl. Jb. 81, 118—130 (1930). — 4. DENGLER, A.: Bericht über Kreuzungsversuche zwischen Trauben- und Stieleiche und zwischen europäischer und japanischer Lärche. Mitt. dttsch. Akad. Forstwiss. 1, 87 (1941). — 5. JENSEN, H.: Plantagomässig produktion av högvärdigt skogsfrö. Skogen (1943). — 6. JOHANSSON, H., ANDERSSON, E., STEFANSSON, E.: Förslag till program för anläggning av fröplantager. Föreningen för växtförädling av skogsträd. Arsberättelse 1949, 40—57. — 7. KIELLANDER, C. L.: Material till fröplantager av tall och gran i Sydsverige. Föreningen för växtförädling av skogsträd. Arsberättelse 1949, 29—39. — 8. LANGNER, W.: Züchtung auf Wuchsigkeit. Forstwiss. Cbl. 61, 313—318 (1939). — 9. LANGNER, W.: Kreuzungsversuche mit *Larix europaea* (DC.) und *Larix leptolepis* (GORD.). Im Druck. — 10. LINQVIST, B.: Genetics in Swedish Forestry Practice. Svenska Skogsvärdsföreningens Förlag, Stockholm 1948. — 11. MÜNCH, E.: Das Lärchenrätsel als Rassenfrage. Tharandt. forstl. Jb. 84, 437—531 (1933). — 12. MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Bayer. Landwirtschaftsverlag, München 1949. — 13. NILSSON-EHLE, H.: Über eine in der Natur gefundene Gigasform von *Populus tremula*. Hereditas 21, 379—383 (1935). — 14. RIGHTER, F. J.: Pinus: The relationship of seed size and seedling size to inherent vigor. J. Forestry 43, 131—137 (1945). — 15. THOMAS, J. E., and RIKER, A. J.: Progress on rooting cuttings of White Pine. J. Forestry 48, 474—480 (1950). — 16. STRAUB, J.: Wege zur Polyploidie. Borntraeger, Berlin 1941. — 17. WERTSTEIN, W. von: Die Züchtung von *Populus* I. Züchter 2, 219—220 (1930).

## BUCHBESPRECHUNGEN.

**T. ASHTON, The use of heterosis in the production of agricultural and horticultural crops.** (Die Anwendung der Heterosis bei der Produktion von landwirtschaftlichen und gärtnerischen Erzeugnissen.) Imperial Bureau of Plant Breeding and Genetics, School of Agriculture, Cambridge, England, 1946. Preis 3 s.

Der Anstieg des Heterosismaisanbaues in USA von 0,1% insgesamt und 0,2% des Anbaues im Maisgürtel im Jahre 1933 auf 57% insgesamt bzw. 82,5% im Jahre 1944 zeigt deutlich die großen weitreichenden Aussichten, die die Inzucht und Heterosis als moderne Methode der Pflanzenzüchtung bietet. Wenn auch bis heute noch keine voll befriedigende genetische Erklärung der Heterosiserscheinung gegeben werden kann, so neigt man doch zu der Ansicht, daß nicht eine der bekannten Theorien allein in Frage kommt, sondern daß wahrscheinlich hier verschiedene Faktoren der einzelnen Theorien bei der Entstehung der Erscheinung zusammenwirken. Die Möglichkeit der Ausnutzung der Heterosis hängt von den Kosten zur Erzeugung von Heterosisaatgut ab, da ja nur die  $F_1$  die stärkste Auswirkung zeigt. Die Verhältnisse liegen hier bei den einzelnen Pflanzen, je nachdem ob sie Fremd- oder Selbstbefruchteter sind oder ob sie sich vegetativ vermehren und erhalten lassen, sehr verschieden. Ebenso ist die Anzahl der Samen, die nach einer Bestäubung gebildet werden, von großer Bedeutung. Bei selbstfertilen Pflanzen stellt die Ausnutzung von männlich sterilen Pflanzen zur Heterosis- saatguterzeugung eine wesentliche Hilfe dar.

Im einzelnen gibt das vorliegende Sammelreferat, das am Ende eine umfassende Literaturliste enthält, einen Überblick über die Arbeiten der Heterosisausnutzung bei selbstbestäubenden, fremdbestäubenden, ungeschlechtlich vermehrbbaren Pflanzen und Forstpflanzen. Aus der Zusammenstellung ergibt sich, daß nicht nur bei einigen Pflanzen Heterosisuntersuchungen vorliegen, sondern bei einer großen Vielzahl, so z. B. bei Selbstbestäubern wie Weizen, Hafer, Gerste, Hirse, Reis, Baumwolle, Tabak, Tomate u. a. m., bei Fremdbefrucht-

tern außer bei Mais bei Roggen, Futterpflanzen und Gräsern, Luzerne, Hanf, Zuckerrübe, Sonnenblume, Gemüsepflanzen wie Karotten, Radieschen, Spinat, Zwiebel und viele Cucurbitaceen, bei den ungeschlechtlich vermehrten Pflanzen: Kartoffel, Zuckerrohr, Obst und bei Forstpflanzen: Birke, Kastanie, Nüsse, Linde, Fichte, Pappel und Eiche, um nur die für uns wichtigen Arten aufzuführen.

Bezüglich Einzelheiten muß auf die Arbeit verwiesen werden, die für die einzelnen Kulturpflanzen sowohl die Kreuzungen angibt, nach welchen Heterosis bisher festgestellt werden konnte, als auch alle Erfahrungen zur Erzeugung von Heterosisaatgut und die Versuche zur erblichen Fixierung der Wirkung zusammenfaßt. Von großem Interesse sind die wiederholt aufgeworfenen Fragen, ob aus den ersten Heterosisnachkommenschaften Schlüsse auf den Wert der Nachkommenschaften (gerade auch bei Selbstbefruchttern) gezogen werden können. *W. Hoffmann, (Halle/S.-Hohenthurm).*

**T. ASHTON, Technique of breeding for drought resistance in crops. (Technical Communication Nr. 14.)** (Die Technik der Trockenresistenzzüchtung bei Kulturpflanzen.) Commonwealth Bureau of Plant Breeding and Genetics, School of Agriculture, Cambridge England, 1948. Preis 2 s. 6 d.

In weiten Gebieten der Erde ist das Wasser der begrenzende Faktor für hohe Ernten. Die Züchtung trockenresistenter Pflanzen ist daher besonders für Gebiete mit kontinentalem Charakter von ausschlaggebender Bedeutung. Bis jetzt konnte jedoch noch kein einfaches, leicht anwendbares, allgemein gültiges Verfahren zur Erkennung der Trockenresistenz für züchterische Zwecke entwickelt werden. In dem vorliegenden Sammelreferat sind die Arbeiten, die sich mit der Züchtung trockenresistenter Kulturpflanzen beschäftigen, kurz zusammengefaßt. Gemäß des Anteils an Gebieten mit kontinentalem Trockenklima stammen die meisten Veröffentlichungen aus Rußland, dann folgen Amerika und in