Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 109 (1958)

Heft: 8-9

Artikel: Angewandte Genetik im Waldbau

Autor: Larsen, C. Syrach

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766287

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen
Journal forestier suisse

109. Jahrgang **August/September 1958** **Nummer 8/9**

Angewandte Genetik im Waldbau

Vor Dr. agr. *C. Syrach Larsen,* Hörsholm/Dänemark [1]

Sieht man sich im Freundeskreis um, so weiß man sofort, wer jeder von ihnen ist; beim ersten flüchtigen Hinsehen schon erkennt man jeden, und oft genügt sogar, daß man nur seine Stimme hört. Unsere nächsten Angehörigen kennen wir meistens so gut, daß wir getrost vorauszusagen wagen, wie sie sich unter den und den Umständen verhalten werden. Und wir würden tüchtige Forstleute sein, wenn wir unsere Freunde — die Bäume — ebenso genau kennten. Es genügt nicht, daß wir die Arten unterscheiden können, wie dies beim Botanikexamen erwartet wird, sondern wir müssen auch verstehen, Unterschiede der Baumindividuen zu erkennen. Von früher her ist man geneigt, eine Lärche als Lärche und eine Buche als Buche hinzunehmen, und in gewisser Weise ist dies auch richtig, ebenso wie es stimmt, daß ein Chinese ein Chinese, ein Europäer aber ein Europäer ist. Für uns hier in Europa ist es am leichtesten, unsere eigenen Leute auseinanderzuhalten, während es ungleich schwieriger ist, die Vielgestaltigkeit innerhalb eines von uns stark abweichenden Menschenschlags zu gewahren. Dies findet man ganz in der Ordnung — aber dafür ist es dann auch umgekehrt so, daß der für uns Fremde, der unter seinen Rassengenossen die Besonderheit jedes Einzelnen genau unterscheidet, seinerseits uns alle für gleichartig hält.

Es ist die unbekannte «graue Masse», die uns gleichartig vorkommt, und die Ursache davon ist ganz einfach nur unser Mangel an Uebung oder an Fähigkeit, die Einzelheiten zu erfassen. Innerhalb des engen Gebiets, auf dem wir Uebung haben, z. B. bei verschiedenen Personen unserer eigenen Rasse, fassen wir so genau auf, daß wir ins entgegengesetzte Extrem verfallen und nicht zwei Personen ausfindig machen können, die einander zum Verwechseln ähnlich sind — abgesehen von dem seltenen Fall der eineiigen Zwillinge.

Trotz alledem gibt es grundlegende Gemeinsamkeiten, so daß es zum Glück äußerst selten vorkommt, daß ein Mensch nicht mit zwei Armen,

[1] Uebersetzung aus dem Dänischen von George Goetz, Kopenhagen.

zwei Beinen, zehn Fingern, zehn Zehen und all dem andern geboren würde, was eben mit dazu gehört beim Wesen «Mensch».

All dies zusammen könnte zum Ausdruck kommen in dem Staunen darüber, daß es, trotz so vieler gemeinsamer Züge, dennoch eine so ungeheure Fülle von Unterschiedlichkeiten gibt.

Spricht man von Bäumen, die während eines langen Lebens das Gepräge von ihren äußeren Verhältnissen annehmen, so neigt man dazu, den Einfluß dieser letzteren als die Ursache des verschiedenen Aussehens hervorzuheben. Man sieht ja auch so deutlich, daß innerhalb derselben Baumart Unterschiede bestehen zwischen Beständen in geschützten und fruchtbaren Wäldern und, im Gegensatz dazu, versprengten Resten oben auf Bergen nahe der Waldgrenze oder an Orten, wo diese Baumart ein kärgliches Dasein fristen muß in hartem Kampf gegen das unmittelbar benachbarte Meer oder auch im Sande der Wüste. Gibt man sich jedoch Zeit, die Tatsachen genauer zu untersuchen, so wird es auch bei den Bäumen schwerlich glücken, zwei völlig gleiche Individuen zu entdecken – wohlgemerkt: auch am selben Standort nicht, wo sie doch anscheinend denselben äußeren Einflüssen ausgesetzt gewesen sind. Also das gleiche Bild wie bei den menschlichen Gemeinschaften, wo die Individuen trotz vieler Gleichheit dennoch untereinander ihre Unterschiedlichkeit bewahren.

Die botanische und zoologische Taxonomie teilt die Lebewesen der Erde ein in eine große Anzahl von Gattungen und noch weit mehr Arten und Unterarten, die an Hand morphologischer und gegebenenfalls physiologischer Merkmale beschrieben werden können. Trotzdem aber gibt es die individuelle Variation in einer überwältigend großen Anzahl von Einzelheiten, die sich nicht leicht in irgendwelche Abteilungen oder in ein Schema einordnen lassen.

Die Feststellung der Gesetze für die Vererbung der Eigenschaften bedeutete einen Wendepunkt. Freilich nicht in dem Sinne, daß man nicht auch vor Gregor Mendel die Bedeutung der Vererbung gekannt hätte, aber durch die Mendelschen Gesetze erhielt man festen Baugrund. Etwa um die Jahrhundertwende entwickelte sich der Zweig der Biologie zu hoher Blüte, den man als *Genetik* bezeichnet.

Die Grundgesetze sind für Tiere und Pflanzen dieselben, gelten daher auch für Bäume. Der «Wert» eines Baumes ist aber nicht nur bedingt durch die im Samen enthaltenen Erbanlagen, die ihm seinen *Genotypus* (sein Erbbild) verleihen, sondern auch die ihn umgebenden äußeren Verhältnisse tragen bei zu seinem «individuellen Stempel», den man als *Phänotypus* (Erscheinungsbild) bezeichnet – und welcher ganze Sachverhalt sich in der Formel ausdrücken läßt: Phänotyp = Genotyp + äußere Verhältnisse. Erbmäßig gleiche Individuen bei verschiedenartigen Außenverhältnissen entwickeln sich nicht gleichartig.

In der Forstwissenschaft erhält man eine größere Anzahl genetisch gleicher Pflanzen am leichtesten bei den Pappeln, deren Vermehrung gewöhnlich mittels Stecklingen stattfindet. Es ist dies eine vegetative Fortpflanzung, die ganz einfach den einzelnen Baum in viele neue Teile aufteilt. Pflanzen, die solcherart durch Vermehrung aus einem einzigen Individuum entstanden sind, nennt man einen *Klon*. Das Verfahren hat seinen wirtschaftlichen Vorteil darin, daß man auf diese Weise die an einem bestimmten Einzelbaum festgestellten guten Eigenschaften bewahren und weiter ausnutzen kann. Aber das Verfahren kann außerdem noch dazu dienen, durch seine Anwendung einen Ausdruck für die Wirkung der äußeren Verhältnisse zu ermitteln.

Nimmt man von einem und demselben Klon einer Pappel, z. B. *Populus robusta,* eine Anzahl Stecklinge und pflanzt sie auf äußerst verschiedengestalteten Flächen aus, oder auch einfach nur in sehr unregelmäßigen Abständen voneinander, so entwickeln sie sich nicht gleichartig. Werden sie in guten Boden und an geschützter Stelle ausgepflanzt, so erweisen sie bald ihre Fähigkeit zu üppigem Wachstum, wozu sie jedoch nicht imstande sind, wenn man sie in dürre Heide oder nassen Moorboden setzt. Und in dem andern der angenommenen Fälle, wo der Erdboden zwar gleichartig, aber die Abstände zwischen den Pflanzen sehr unregelmäßig sind, bewahren die Pflanzen zwischen den großen Abständen kräftigere Zweige in längerer Zeit als dort, wo sie bei geringeren Abständen sich früh schließen und nur schwache, bald absterbende Zweige hervorbringen. Eine solche Veränderung, die ausschließlich auf äußere Verhältnisse zurückzuführen und also nicht erblich bedingt ist, nennt man eine *Modifikation.* — Wie weiterhin noch besprochen werden soll, wird die Verwendung von Klonen auch zu einer wichtigen Handhabe, den «entgegengesetzten Weg» zu beschreiten, so daß wir bis zu einem gewissen Grade die Bedeutung des Genotyps abschätzen können.

Wir müssen uns bemühen, Bäume eines guten Genotyps zu finden, denn ihr Wert für uns ist der: sie enthalten eine Ansammlung von solchen Erbanlagen — *Genen* —, daß sie sich zufriedenstellend entwickeln werden, sofern die äußeren Verhältnisse sie nicht daran hindern. Alle im Samen enthaltenen wertvollen Anlagen arbeiten sozusagen kostenlos während des ganzen Lebens dieses Baumes daran, ihn zu einem wertvollen Glied seines Bestandes zu machen, weil nämlich der Gehalt eines Baumes an Erbanlagen sich während seiner Entwicklung nicht ändert, selbst wenn der Baum noch so alt wird.

Im Gegensatz zur vegetativen findet bei der generativen Vermehrung ein Austausch der Erbanlagen statt. Von männlicher und von weiblicher Seite gelangen Gene in den Samen, wobei sich jedoch keineswegs eine einheitliche und gleichmäßige Mischung der vorhandenen Anlagen ergibt,

sondern vielmehr eine Kombination all der darin enthaltenen vielen verschiedenartigen Möglichkeiten – und bei dieser Tatsache stoßen wir nun auf die Mendelschen Gesetze.

Es gehört mit zur Genetik, auf diese grundlegenden Gesetze und noch manches andere näher einzugehen, doch genügt hier eine Betrachtung des wichtigen Unterschiedes zwischen Phänotyp und Genotyp sowie zwischen vegetativer und generativer Vermehrung:

Phänotyp = Genotyp + äußere Verhältnisse.

Unter vegetativer Vermehrung versteht man die Teilung eines Pflanzenindividuums durch Stecklinge oder Pfröpflinge, wodurch ein Klon von genetisch gleichem Pflanzenmaterial hergestellt wird. Im erstgenannten Falle gilt dies für die ganze Pflanze, im zweiten nur für deren oberirdischen Teil.

Die generative Vermehrung ist die im Waldbau übliche, bei der man Samen benutzt. Hierbei entstehen neue Pflanzen von untereinander verschiedenen Genotypen, die sich jedoch insofern gleichen, als sie alle eine Auswahl derjenigen Gene enthalten, die in der männlichen und weiblichen Grundlage, aus der der Samen entstand, vorhanden waren – wohlgemerkt: eine Auswahl ausschließlich von diesen Erbanlagen.

Es ist diese Grundlage, von der wir auszugehen haben, wenn wir versuchen wollen, eine Veredlung unserer Waldbäume zu erreichen. Und es handelt sich dabei um dieselben Möglichkeiten, mit denen Gärtnerei und Landwirtschaft so hervorragende Ergebnisse erzielt haben.

Deshalb liegt es für uns Forstleute nahe, auch dasselbe «Kunststück» zu probieren; damit jedoch hat es seine Schwierigkeiten. Es ist nicht gerade eine angenehme Vorstellung, unsern Forstbetrieb darauf umstellen zu sollen, die Zucht von Stecklingen und Pfröpflingen zur Grundlage für den Aufbau unserer Waldbestände zu machen. Noch schwieriger wäre es, auf den Bäumen herumzuklettern und die Bestäubung zu kontrollieren. Und völlig hoffnungslos wäre es, wenn wir für unsere Zwecke dieselbe hohe Anzahl von Generationen nötig hätten, mit der andere Erbwissenschafter haben rechnen müssen, um ihre samen-konstanten Typen zu erzielen.

Es verstand sich daher fast von selbst, daß die Forstwissenschaft sich mit besonderem Eifer der Aufgabe widmete, etwas Neues und Besseres, das aber in der Natur bereits fertig vorliegt, herauszufinden, um schlechte Bestände oder unergiebige Baumarten zu ersetzen. In großen Teilen Europas sind kümmerliche Eichen- und Buchenbestände von Rottannen abgelöst worden, und etwa vor hundert Jahren begannen die schnellwachsenden westamerikanischen Nadelbäume sich in mehreren europäischen Ländern durchzusetzen.

Bei der Anwendung fremder Baumarten, besonders wo die Ueberführung aus weit auseinander liegenden Gebieten stattgefunden hatte, er-

kannte man bald, daß es nicht immer dieselbe «Ware» war, die man zur Aufzucht geliefert bekam, selbst wenn es sich, botanisch gesehen, um die gewünschte Baumart handelte. Mit der Douglastanne *(Pseudotsuga taxifolia)* hatte man zunächst Glück, denn man konnte nun viele Jahre lang mit einem schnellwachsenden Material arbeiten, das in klimatischer Beziehung gut in diejenigen Gegenden Europas paßte, wo es anfangs angewendet wurde. Später jedoch wandte sich das Glück immer mehr, erstens weil die Anwendung desselben Materials auch auf solche Gebiete ausgedehnt wurde, wo es nicht hinpaßte, und zweitens infolge einer allzu gewagten Erhöhung und Umgestaltung der Samen-Einfuhr: nicht nur wurden umfangreichere Mengen importiert, sondern man bezog diesen Samen auch von einer größeren Anzahl Zuchtstellen innerhalb des ausgedehnten natürlichen Verbreitungsgebiets dieses Baumes, d. h. von der kalifornischen Küste bis in das innere Kolorado und aus einem Gebiet von insgesamt mehr als 27 Breitengraden. Der Import eines so großen und derart vielgestaltigen Materials richtete natürlich eine völlige Verwirrung an. Einigermaßen wurde dies dadurch wieder in Ordnung gebracht, daß man dazu überging, die geographischen Typen zu unterscheiden: *viridis, glauca* und *caesia*. Jede für sich war in ihren ausgeprägten Formen eine deutlich von den andern unterscheidbare Varietät, die sich auch morphologisch an Hand der botanischen Beschreibung erkennen ließ, ebenso wie man in hohem Maße auch die Unterschiede erkennen lernte, die diese Typen in bezug auf ihren recht verschiedenen forstwirtschaftlichen Wert haben.

Eine solche Einteilung ist jedoch durchaus nicht befriedigend für einen Forstmann, der schon an Bäumen und Beständen aus weit geringerem Ausdehnungsgebiet deutlich die Unterschiede erkennt. Und dies gilt keineswegs nur für die Douglastanne, sondern für sämtliche von der Forstwirtschaft verwerteten Baumarten. Da es außerdem unzulässig ist, aus dem Aussehen eines Bestandes Schlüsse zu ziehen auf den Wert seines Nachwuchses unter anderen Verhältnissen, ergab sich die Notwendigkeit zum Anstellen von Versuchen.

Der Durchbruch der genetischen Forschung um die Jahrhundertwende spornte die Forstwirtschaft dazu an, die Versuche auf dieses Gebiet auszudehnen. Diese Versuche erhielten später eine Stütze durch Göte Turesson's Arbeiten, durch die klar dargetan wurde, daß Arten mit großer geographischer Verbreitung aus untereinander verschiedenen *Ökotypen* zusammengesetzt sind, die es der betreffenden Art ermöglichen, in Gebiete von abweichender ökologischer Beschaffenheit vorzudringen (Hereditas 1922 und 1925).

Solche physiologisch verschiedene Ökotypen oder örtliche Populationen, die allesamt in ihrer Erbbedingtheit bestimmt sind, suchen wir zu ermitteln durch unsere *Provenienzversuche*. Bei den vielen bisherigen

Versuchen dieser Art hat sich die jetzt allgemein befolgte Regel ergeben, daß die größte Sicherheit gegen unangenehme Ueberraschungen erzielt wird, wenn man bei diesen Versuchen mit Samen aus demselben Klima arbeitet. Dies hat bei der Verwendung fremder Baumarten zu erheblichen wirtschaftlichen Fortschritten geführt.

Es ist jedoch nicht immer leicht, sich in bezug auf «dasselbe Klima» Sicherheit zu verschaffen. Dazu kommt, daß die klimatischen Verhältnisse nur einen Teil der gesamten ökologischen Umgebung ausmachen – und wie sollten wir uns eigentlich Hoffnung machen dürfen, über große Entfernungen hinweg Gebiete von identischer ökologischer Beschaffenheit nachweisen zu können? Von den zahlreichen Faktoren sind Niederschlag und Temperatur die am sichersten angegebenen, und es war natürlich, daß man zunächst versuchte, in bezug auf diese eine Uebereinstimmung festzustellen. Aber das genügt nicht, und man muß ja auch noch an die sehr verschieden starken Wirkungsgrade der vielen einzelnen Faktoren denken, so daß also noch ein großes Stück Arbeit zu leisten bleibt. Dabei ist aber noch zu bedenken, daß der einzelne Ökotyp kein gleichartiges Material darbietet, denn auch er ist der individuellen Variation unterworfen. Er braucht nicht als Ganzes einen wertvollen Nachwuchs darzubieten, und es kann schon ein Fortschritt sein, wenn nur ein Teil der Individuen unsere Ansprüche erfüllt. Bei späterer Bearbeitung kann er noch größere Möglichkeiten gewähren.

Bei der Wahl des zu Provenienzversuchen zu benutzenden Samens muß man unterscheiden zwischen Nachkommen aus Kulturbeständen und solchen aus den noch unberührten Beständen der Natur. Diese Unterscheidung ist nicht immer gleich einfach, weil zumindest in Europa das Material seit langer Zeit viel von Ort zu Ort und durcheinander gebracht worden ist. Die Beurteilung eines günstigen Ergebnisses darf in den beiden Fällen nicht dieselbe sein. Erhielt man von einem frei in der Natur vorkommenden Ökotyp einen guten Nachkommen, so ist es durchaus vernünftig, daß man sich erneut nach dem Herkunftsort wendet und die Untersuchung auf die umliegende Gegend dort ausdehnt. Ganz anders ist dies, wenn der Samen aus einem Kulturbestande stammt; da muß man auf der Hut sein. Es ist vorgekommen, daß Samen für Provenienzversuche von einem Bestande bezogen war, der zwar innerhalb des betreffenden Gebiets für recht hübsch gelten konnte, aber selber aus dorthin importiertem Samen entsprossen war; irrtümlicherweise jedoch hielt man ihn für einen charakteristischen Ökotyp jenes Gebiets – und bis man schließlich auf Grund des Versuchsergebnisses den Samenimport von dort erhöhte, war der betreffende Bestand längst verschwunden, und man erhielt statt dessen Samen einer ganz anderen Qualität. – Etwas ganz anderes ist es freilich, daß ein günstiges Ergebnis auf jeden Fall seinen Wert haben wird, wenn man mit den dabei festgestellten guten Bäumen weiterarbeitet.

Unter den in Europa am meisten gebrauchten Bäumen, wie z. B. Fichte, wäre es eine verlockende Aufgabe — bevor es zu spät ist — Versuchsreihen anzulegen, die sich ausschließlich auf die Verwendung des Samens aus zuverlässigen Ueberbleibseln von Naturbeständen beschränken. Vorteilhaft wäre, wenn dies in Zusammenarbeit von Dendrologen und solchen Forstleuten geschähe, die in der Lage sind, dieses schon jetzt selten gewordene Material nachzuweisen und zu beschaffen.

Möglicherweise können in solchen Beständen Gene enthalten sein, die wir in unseren Kulturbeständen noch nicht haben. Es ist schwer, heute zu beurteilen, wieweit die besten unserer jetzigen forstlich behandelten Bestände auf unsere forsttechnische Tüchtigkeit zurückzuführen oder aber ein Geschenk der Natur infolge von guten Genen sind. Es wäre aufschlußreich, dies durch Versuche festzustellen. Auf alle Fälle wäre es klug, unsere bisherige Leistung nicht zu überschätzen, sondern sicherheitshalber dafür zu sorgen, daß die bisher unberührten Bestände bewahrt bleiben, und sie vor Mischung mit fremdem Material zu schützen.

Jahrhundertelang haben wir unsere technische Behandlung der Bestände verbessert, aber zugleich hat auch eine besonders energische Arbeit mit Auspflanzung von Sämlingen aus eingesammeltem Samen stattgefunden. Diese ist nicht nur durch den Samenhandel und die Handelsbaumschulen gefördert worden, sondern auch durch die eigene Verwaltung der Forstwirtschaft. Denn obwohl die gute Pflanze stets geschätzt war, hat doch immer ebenfalls der Wunsch bestanden, sowohl selber zu produzieren wie auch so billig wie möglich einzukaufen. — Es wäre zwecklos, jetzt darüber zu streiten, wer die Schuld trägt an der dadurch möglicherweise verursachten genetischen Qualitätsverminderung des Materials. Aber man könnte doch Anlaß spüren, davor zu warnen, daß die Verantwortung einseitig dem Samen- und Pflanzenhandel zugeschoben werde, denn mit derselben Berechtigung ließe sich geltend machen, daß es von seiten der Forstwirtschaft an Rat und Anleitung gefehlt habe. Besonders hier in Dänemark haben wir Grund, auf die bahnbrechende Arbeit hinzuweisen, die viele Jahre hindurch von der Samenfirma Johs. Rafn & Søn geleistet worden ist, die sich eifrig um die Beschaffung von Samen bekannter Abstammung bemüht hat, und zwar zu einer Zeit, als die Forstwirtschaft selber noch recht bescheidene Ansprüche stellte. Daß die Entwicklung zu einer strengeren Kontrolle der Sameneinsammlung und -verteilung geführt hat, ist andrerseits auch wieder verständlich, sobald man an die große Bedeutung denkt, die diese Frage für die Forstwirtschaft hat; aber dies ändert nichts an der Tatsache, daß bis auf den heutigen Tag ein umfangreicher Samenaustausch von Gegend zu Gegend besteht.

Im ganzen ist es wohl am leichtesten, Samen aus Kulturwäldern zu beschaffen. Dies empfiehlt sich auch deshalb, weil man dann in jedem Falle guten Samen gewinnt, sofern man sich an die besseren Bestände hält, die

bewiesen haben, daß sie unter forstlicher Behandlung eine hohe Qualität annehmen. Zugleich aber muß man sich auch um Samen bemühen aus den noch vorhandenen Resten von Naturbeständen mit besonders großen oder in anderer Beziehung hochwertigen Bäumen.

Es erscheint einleuchtend, daß in unseren jetzigen Kulturwäldern nicht alle wertvollen Gene vorgekommen oder erhalten geblieben sind. Zugleich aber besteht die Möglichkeit, daß sie ebensowenig bewahrt worden sind in den bis jetzt noch übrig gebliebenen, recht bescheidenen Vorkommen beispielsweise der Rottanne im Urwaldzustand; aber der Versuch muß gemacht werden, und man bekommt in dieser Beziehung neue Hoffnung, wenn man sieht, wie schöne und eindrucksvolle ältere Bäume es dort noch gibt.

Für die Pflanzenveredlung wäre es unbedingt wichtig, daß diese Vorkommen erhalten bleiben und von dort stammender Samen in unsere Arbeit einbezogen würde. Dadurch könnten wir ungehindert entscheiden, was davon sich zur Auswahl lohnt, und könnten dann unsere Fachtechnik dazu einsetzen, die wertvollsten Gene auf die zweckmäßigste Weise mit einander zu kombinieren. Denn es verhält sich ja so, daß wir nicht neue Erbanlagen (Gene) schaffen, sondern wir können lediglich zunächst einmal unter den in der Natur vorliegenden Erbanlagen eine Auswahl treffen und mit dieser als Grundlage auf die Bildung neuer und besserer Typen hinarbeiten.

Es ist die Vielfalt der Gene im Urwald, diese reiche Quelle der Natur, deren man sich sichern muß, damit man künftighin davon zehren kann. Dieser Möglichkeit dürfen wir uns unter keinen Umständen berauben lassen. Aber jedesmal, wenn bisher noch unberührte Ueberreste solcher Wälder als Naturschutzgebiet eingefriedet werden, hört man von allen Seiten viel über Schönheit und Romantik reden, wo doch mit wahrlich nicht geringerem Recht ebenso viele naturwissenschaftliche und nüchterne forstwirtschaftliche Betrachtungen angestellt werden könnten über die Bedeutung dieser Wälder als «Gen-Schutzgebiete» und «-reserven»!

Bei Provenienzversuchen mag es nicht selten vorgekommen sein, daß man nur eine einzige kleine Parzelle erhielt, die ein völlig zufriedenstellendes Ergebnis zeitigte. Außerdem kann es in manchen Fällen trotz aller Bemühungen unmöglich gewesen sein, neue Mengen des gleichen Materials zu importieren – und um es noch richtig extra schwer zu machen, war vielleicht die Probestelle mit den hochwertigen Bäumen umgeben von einer Fläche weniger guten Materials derselben Baumart. Da dann der Wind die guten Bäume im Innern einer Bestäubung von draußen aussetzt, kann es recht hoffnungslos bestellt sein um die weitere Ausnutzung des guten Ergebnisses, das mit den Unkosten und der Arbeit vieler Jahre erzielt worden war.

Doch all dies darf uns nicht dazu verleiten, eine solche Versuchsfläche aufzugeben – oder sie etwa lediglich als ein Beispiel für das, was sich erzielen läßt, aufzubewahren. Nein; denn wenn man Bescheid weiß um die Verfahrensweise, nach denen die *Waldbaumveredlung* arbeitet, dann verwandelt sich das Bedauern über die Widrigkeiten in Freude darüber, ein gutes Material gefunden zu haben.

Die Grundlage der Waldbaumveredlung ist weder etwas welterschütternd Neues noch auch etwas besonders Merkwürdiges, und noch weniger ist sie etwas so Schwieriges, daß sie den Versuchsanstalten allein überlassen bleiben müßte. Sie besteht in etwas ganz Einfachem, sofern wir nur unsere eigenen Wege beschreiten und dabei die technischen Hilfsmittel ausnutzen, die uns über die lediglich scheinbaren Hindernisse hinweghelfen. In dem vorhin ausgemalten Gedankenbeispiel von dem kleinen Rest guten Materials, der als Ergebnis eines Provenienzversuchs übrig blieb, können wir nicht allein die Schwierigkeiten überwinden und dadurch die besten Bäume zur Samenzucht benutzen, sondern wir können auch das erzielte Ergebnis zur Veredlung verwenden.

Bei der Baumveredlung braucht man sich nicht allzu streng an die Verfahrensweisen zu halten, die freilich recht erfolgreich bei ein- und zweijährigen Pflanzen angewendet worden sind. Man soll nämlich nicht glauben, daß das dort Getane der einzige Weg sei, der uns offen steht. Weit eher sollte man ganz an den Anfang zurückkehren und selbst darüber nachdenken, worin die für unsere Bemühungen grundlegende Forderung eigentlich zu bestehen habe. Doch wohl in folgendem: Man muß eine Handhabe gewinnen, um die in forstlicher Beziehung wertvollsten Bäume auswählen zu können und sie in die künftige fachtechnische Auswertung einzubeziehen, was entweder dadurch zu geschehen hat, daß man sie zu Individuen mit genau gleichen Erbanlagen vervielfältigt (Klone), oder mittels Samen, der aus einer kontrollierten Bestäubung zwischen den ausgewählten Bäumen hervorgegangen ist, so daß er ausschließlich Erbanlagen der ausgewählten Bäume enthält – und keine Erbanlagen anderer Bäume.

Welches Verfahren hat nun die Waldbaumveredlung anzubieten? Was hat sie erreicht, und welche Leistungen hat sie für die Zukunft in Aussicht zu stellen?

Auf alle Fälle haben wir anders vorzugehen als bei den ein- und zweijährigen Pflanzen. Diese kann man ja so bequem ausgraben und je nach den Erfordernissen der Versuche umpflanzen – was sich aber nicht durchführen läßt mit den erwachsenen Bäumen. Außerdem sind die krautigen Pflanzen so niedrig, daß man ihre Blüten mit Leichtigkeit erreichen kann, wenn man ihre Bestäubung fördern will, was bei den hohen Bäumen ebenfalls unmöglich ist. Schließlich braucht der Landwirt oder Gärtner bei seinen Pflanzen nicht so schrecklich lange zu warten, selbst wenn es ein bis zwei Jahre dauert, bis er eine neue Generation vor sich hat, oder

wenn er diese Zeit dazu anwenden will, eine seiner Pflanzen während ihres ganzen Lebens zu beobachten. Wollten wir dies bei den langsam wechselnden Generationen unserer Waldbäume tun, so ergäben sich unübersehbar langgedehnte Zukunftspläne, und wir möchten von dieser vergnüglichen Sache ja gern etwas noch in der Zeit unseres eigenen Lebens sehen.

Dies alles sieht aus wie Schwächen und Schwierigkeiten, was durchaus nicht der Fall ist. – Da die Krautpflanzen normalerweise nach einem oder zwei Lebensjahren eingehen, ist es natürlich, daß man ihre schnell wechselnden Generationen benutzt, um durch Auswahl und Kreuzungen den samenkonstanten Typus zu erzeugen. Dies ist ja der einzige Weg, um die wertvollen Erbanlagen vermittels des Samens in die Zukunft hinüberzuretten, denn das Vegetative selbst überlebt ja nicht. – Bei den Bäumen dagegen steht es damit anders: zwar wechseln ihre Generationen nur langsam, dafür aber leben sie und bewahren ihren Inhalt an Genen unverändert während einer langen Reihe von Jahren. Hat man erst festgestellt, daß ein oder mehrere Bäume fähig sind, Samen von vorzüglichen Eigenschaften zu liefern, so kann man das wiederholen und diesen Samen Jahr für Jahr aus derselben Quelle schöpfen. Es kommt lediglich darauf an, diese «Quelle» in eine so praktische Form zu bringen, daß es uns möglich wird, mit ihr in hinlänglich großem Umfang zu arbeiten.

Und nun muß man sich daran erinnern, daß das ganze Individuum, der ganze einzelne Baum, in allen seinen Teilen einen und denselben Genotyp hat, d. h. denselben Inhalt an Genen. Wenn wir diesen nach unserer Versuchsfläche «umziehen» lassen wollen, genügt es daher, einen Teil davon mitzunehmen. Dies geschieht durch die *vegetative Fortpflanzung* in Gestalt von Stecklingen oder von Pfröpflingen.

Von Baumarten wie Weide, Pappel und Thuja wird die vegetative Fortpflanzung am besten mittels Stecklingen vorgenommen, da deren abgeschnittene Zweige leicht zum Wurzelschlagen zu bringen sind. Dadurch werden die neuen Pflanzen vom Wipfel bis zur Wurzel mit dem Baum identisch, von dem der Zweig genommen wurde. Die meisten andern unserer Waldbäume lassen sich ebenfalls mittels Stecklingen vermehren, aber es geht nicht immer ebenso leicht. Wo man es zu schwierig findet, okuliert (pfropft) man, wobei nur der Teil der neuen Pflanze, der sich aus dem eingepfropften Zweig entwickelt, genetisch identisch mit dem Baum ist, von dem der Zweig genommen wurde. Die fremde, mehr oder weniger zufällige Wurzel bleibt ohne Einfluß auf den Genotyp des darauf gepfropften Zweiges.

Auf diese Weise also können wir das lebende Material, das wir in den Stecklingen oder Pfröpflingen bewahren, an die noch kleinen Pflanzen weitergeben, die den großen Vorteil haben, genetisch gleich zu sein mit den hohen, schwer zugänglichen Bäumen, denen die Zweige entnommen worden sind. Da jene ausgewählten vorzüglichen Bäume meistens eine

Unzahl von Zweigen tragen, bieten sie außerdem den Vorteil, daß man sich schnell *jede gewünschte Anzahl von genetisch gleichen Pflanzen passender Größe* zu schaffen vermag. Dies bringt außerordentlich große Vorteile.

Hat man erst mit der Technik der vegetativen Vermehrung besser umzugehen gelernt, so kann man sie auf verschiedene Weise anwenden. Besonders wichtig ist, daß man sie bei einigen Arten dazu gebrauchen kann, um sich einen und denselben Baum – einen Genotyp – auf verschiedenen Stufen seiner physiologischen Entwicklung zu sichern. Ganz ausgesprochen ist dies der Fall bei so wichtigen Baumarten wie Buche und Esche. Dort kann man z. B. durch Anwendung des einen Verfahrens sich eine Gruppe von Pflanzen schaffen, die üppig emporwachsen und ein Bild von dem betreffenden Baum in seinen schönsten «Jugendjahren» geben; durch ein anderes Verfahren kann man sich eine Gruppe von Pflanzen pfropfen, die unmittelbar mit dem Blühen und der Samenbildung genau auf der Stufe und in dem Tempo des Baumes fortfahren, von dem sie die vegetative Fortpflanzung darstellen. Im letztgenannten Fall erinnern sie am meisten an einen blühenden Zweig, der einfach vom Wipfel des alten Baumes heruntergenommen worden ist und nun an einer für uns bequemen Stelle weiterwächst. – In beiden Fällen ist es jedoch ein und derselbe Genotyp, den wir uns selber wegen der bei ihm vermuteten guten Eigenschaften ausgesucht hatten. Außerdem haben wir ihn in zwei verschiedenen physiologischen Formen erhalten, von der die eine ihn in seiner «Jugendkraft» zeigt, während die andere uns ermöglicht, in seiner «geschlechtsreifen Zeit» mit ihm zu arbeiten. Schließlich kann der Baum in jeder dieser beiden Formen vervielfältigt werden, und zwar jede in jeder beliebigen Anzahl, je nachdem es gerade für die weitere technische Ausnutzung nötig ist. (Siehe Näheres hierüber bei M. Schaffalitzky de Muckadell: Juvenile Stages in Woody Plants. Physiologia Plantarum, 1954, vol. 7, pp. 782–796.)

Bei andern Arten, wie z. B. Lärche und Kiefer, kann man zwar bei behutsamem Vorgehen dasselbe Bild erzielen, so daß man auch hier einen und denselben Baum in zwei verschiedenen physiologischen Formen erhält, aber bei ihnen ist es nicht so einfach, die «alte» Form lange genug am Leben und bei hinreichenden Kräften zu erhalten, um einen Nutzen davon zu haben. Dagegen erlebt man in diesen Fällen die Merkwürdigkeit, daß es – obwohl die Pfröpflinge rasch als hübsche junge Bäume weiterwachsen – nicht allzu viele Jahre dauert, bis sie auch Samen tragen. Das tun die zwei Arten ja ebenfalls, wenn sie sich auf normalem Wege mittels Samen vermehrt haben.

Hält man sich nun vor Augen, daß man sich durch Pfropfen von einem alten Baum eine «junge» Pflanze schaffen kann, die genetisch völlig dem Baum gleicht, von dem das Pfropfreis genommen wurde, so bietet allein

diese Tatsache einen großen Vorteil. Der ausgewählte alte Baum zeigt uns ja einen Phänotyp, und nun müssen wir uns an den Satz erinnern: Phänotyp = Genotyp + äußere Verhältnisse. Wie schön uns der gewählte Phänotyp auch vorkommen mag, so wissen wir doch nicht, was davon den «angeborenen» Erbanlagen zu danken, und was auf die «Erziehung» durch die Einflüsse der äußeren Verhältnisse zurückzuführen ist. Wegen der sehr langen Zeit, die der Baum zu seiner Entwicklung gebraucht hat, ist es uns nur schwer möglich, uns von seinen wechselreichen äußeren Verhältnissen ein Bild zu machen. Mit Recht wird von uns Forstleuten oft gesagt, wir seien fast nie in der Lage, dem Schicksal eines einzelnen Baumes «von der Wiege bis zum Grabe» zu folgen; wir müssen schon mächtig alt im Dienst werden, um auch nur einmal zu erleben, ob eine in der jungen Kultur — und also auch in ihrer eigenen Jugend — vielversprechende Pflanze in ihren alten Tagen wirklich einer der herrschenden Bäume sein wird.

Diesen Weg können wir also nicht gehen; dafür können wir jedoch sozusagen «in der entgegengesetzten Richtung» gehen und uns den Baum vornehmen, der «am Rande des Grabes» steht, können ihn durch Pfropfung eines Zweiges in seine «Wiege» zurückbringen. — Also: anstatt eine Anzahl junger, verheißungsvoller Bäume zu wählen und sie auf ihrem langen Schicksalsweg durch die Zeit zu verfolgen, suchen wir uns im Walde die hervorragendsten alten Bäume und unterziehen sie einer Untersuchung, die uns bis zu einem gewissen Umfang die Erklärung dafür geben wird, weshalb diese alten Bäume so hervorragend wurden.

Durch eingehende Beobachtung der Pfröpflinge von einem einzelnen Baum sammeln wir Angaben, die zusammengenommen uns dazu verhelfen, den Genotyp dieses Baumes festzustellen. Denkt man sich dies bei mehreren Bäumen gleichzeitig durchgeführt, so erhält man auch eine gute Vergleichsgrundlage. Und da der Vergleich von Haustieren auf Tierschauen stattfindet, nenne ich den hier geschilderten Vergleich von Bäumen eine «Baumschau» (tree show).

Baumschauen sind Gruppen von durch vegetative Vermehrung entstandenen Bäumen, wobei jede Gruppe e i n e n Baum (Klon) repräsentiert, und wobei die Gruppen so angebracht sind, daß sie miteinander verglichen werden können. Dies kann entweder dadurch geschehen, daß mehrere Klone unter gleichen äußeren Verhältnissen angebracht werden, oder daß ein einzelner Klon (Baum) unter verschiedenen Verhältnissen untergebracht wird. Die Anwendung von Baumschauen ist unser Mittel, im Laufe von nur wenigen Jahren eine brauchbare Angabe darüber zu erhalten, welche Eigenschaften der betreffende Baum gehabt hat, um sich im Laufe einer langen Reihe von Jahren zu einem so vorzüglichen Exemplar entwickeln zu können.

Hiergegen ist eingewendet worden, daß man zum Vergleich von Wachstumsenergien genötigt sei, Stecklinge zu gebrauchen. Begründet wurde dieser Einwand mit dem Hinweis auf die allgemein bekannte Tatsache bei der Anwendung von «Zwergbäumen» in der Obstzucht, daß nämlich der Zwergwuchs allein durch Grundstämme mit dieser Wachstumseigenschaft hervorgerufen wird. Man darf jedoch nicht vergessen, eine wie große Arbeit es gekostet hat, um Grundstämme ausfindig zu machen, die diese seltene Eigenschaft besitzen. Sicher wäre es wertvoll, wenn man Aehnliches auch bei unsern Waldbaumarten fände, aber bei diesen verhält es sich damit ganz anders. Ich selber habe danach unter Lärchen gesucht, wobei ich verschiedene Arten als Unterlage je für die Europäische und die Japanische Lärche benutzte, bisher jedoch ohne Ergebnis. – Ferner ist behauptet worden, man würde eine frühere Samenansetzung bei der Waldkiefer erreichen, wenn man sie auf die Bergkiefer pfropfte anstatt auf den Sämling einer andern Waldkiefer, aber soweit ich weiß, sind auch diese und andere ähnliche Versuche ergebnislos geblieben. Angesichts der technischen Bedeutung dieser Frage muß auf diesem Gebiet ständig weiter geforscht werden, doch darf uns dies nicht davon abbringen, bis auf weiteres auch die Pfropfung als Mittel zum Vergleich von Wachstumsenergien zu verwenden. Man wird sich dabei niemals mit nur einer Pfropfung begnügen, vielmehr müssen es 5–10 Exemplare des einzelnen Klons sein; und selbst wenn sich unter den Sämlingen, auf die man aufpfropft, Individuen mit der seltenen Veranlagung zum Zwergwuchs befinden sollten, ist es höchst unwahrscheinlich, daß dies sich nicht durch eine Unregelmäßigkeit in den Vorkommen zu erkennen geben würde.

Sofern die untersuchte Baumart nicht besonders leicht dazu neigt, bei ihrer Anwendung als Steckling Wurzeln zu schlagen, bedeutet dies eine weitere Erschwerung der Aufgabe, eine genügende Anzahl von Stecklingen mit gleich guten Wurzeln herzustellen. Der einzelne Klon kann leicht durch Pflanzen vertreten sein, die zwar von der Wurzel bis zum Wipfel genetisch gleich sind, sich aber dennoch infolge mehr oder weniger gut gebauter Wurzel verschieden entwickeln.

Wählt man von der einzelnen Baumart einen guten, gesunden Typ von Sämlingen, die auch unter gleichartigen Verhältnissen aufgezogen worden sind, und entfernt dann die minderwertigen, schwachen oder beschädigten Bäume, hat man eine zuverlässige und gleichartige Unterlage zur Pfropfung der verschiedenen Klone, die man miteinander vergleichen oder zu sonstiger Arbeit benutzen kann. Nach der Pfropfung soll man sie ein Jahr in der Pflanzschule stehen lassen, und falls es sich dabei um eine Baumart handelt, die nach dieser Zeit noch nicht groß genug zum Auspflanzen ist, sollte man sie erst nochmals umsetzen; man erhält dann ein kräftiges, mehrmals umgepflanztes Pflanzenmaterial, das sich gut bewähren wird, wenn es schließlich in die «Baumschau» geschickt wird. Dort lassen sich

die Verschiedenheiten am besten unterscheiden, wenn die Klone als kleine Vierecke von z. B. 3 × 3 Pflanzen mit reichlichen Abständen angeordnet werden; gewöhnlich nehmen wir dafür 2 m. Ist diese Gruppierung zu schwierig, so bedeutet es schon eine Hilfe, wenn die Klone in einer Anzahl von 10 Exemplaren in Reihe und Glied angebracht werden. Man wird sich wundern über die vielen Verschiedenheiten und darüber, wie winzige Einzelheiten sich da allmählich enthüllen. Beobachtungen in diesen «Baumschauen» werden ein Quell ständigen Erstaunens sein; mit jedem Unterschied, der bemerkt wird, erhalten wir einen Beitrag zur «Analyse» der einzelnen Klone.

Oft sind die am frühesten erkennbaren Merkmale die folgenden: Wachstumsgeschwindigkeit, Stammform, Größe des Astwinkels, Form und Farbe der Knospen, sowie Größe, Gewicht, Menge oder Farbe der Blätter oder Nadeln. – Um schon früh einen wichtigen Faktor zu ermitteln, ist es das Nächstliegende, sich an die Unterschiede der Wachstumsenergie zu halten; aber es kann sein, daß andere Faktoren sich als mindestens ebenso bedeutend erweisen. Bei den verschiedenen Klonen die Höhe zu messen, liegt z. B. schon deshalb nahe, weil dies eine Grundlage für den Vergleich ergibt, aber außerdem lohnt sich diese Höhenmessung auch, weil es dabei oft Ueberraschungen gibt. Im geschlossenen Waldverband ist es oft schwierig, sich von der Wachstumsfähigkeit der verschiedenen Individuen einen Eindruck zu bilden. Den Unterschied zwischen hohen und niedrigen Bäumen sieht man freilich leicht, aber darum handelt es sich nicht. Sondern: ein Baum, der in seiner Jugend nur ein klein wenig langsameres Wachstum zeigt als sein grobästiger Nachbar, wird bald in seiner Entwicklung noch weiter zurückgesetzt werden, so daß der Unterschied im vorgeschrittenen Alter bedeutend größer wird, als wenn das Sonnenlicht zu beiden Bäumen gleich guten Zugang gehabt hätte. In der Baumschau dagegen haben sie dieselben äußeren Bedingungen, um ihre Wachstumsgeschwindigkeit erweisen zu können, und dort wird sich vielleicht zeigen, daß der Unterschied nur gering ist – und daß der schwächer wachsende vielleicht auf Grund anderer Eigenschaften sogar der wertvollere ist. Hier wie anderwärts in dichten Gemeinschaftsverbänden zeigt sich, daß man «die Kleinen im Lande» nicht so unmittelbar unterschätzen soll.

Als Gegensatz zu dem so unmittelbar erkennbaren Unterschied in der Wachstumsgeschwindigkeit können wir einen Faktor wie den der Unterschiede in der Holzanatomie betrachten. Auch er ist wichtig, da unsere Holzerzeugung nicht nur eine Frage der Menge ist, sondern auch der Güte – der Quantität und der Qualität. Um außerdem eine Baumart von anscheinend recht gleichmäßigem Aufbau zu wählen, diene als Beispiel die Buche – bei der trotzdem erbbedingte Unterschiede im Aufbau nachgewiesen sind. Es gibt bei ihr Verschiedenheiten in der Form der Markstrahlen nach ihrer Höhe und Breite im tangentialen Schnitt, aber für den

einzelnen Baum sind sie gleich in Stamm und Aesten – und im daraus gebildeten Klon (E. Tellerup und M. Schaffalitzky de Muckadell: Yearbook 1953; Royal Veterinary and Agricultural College, Copenhagen). In Australien hat Fielding an Klonen von *Pinus radiata* eine hübsche Untersuchung durchgeführt, die u. a. gewisse Unterschiede des Holzaufbaus zeigt (J. M. Fielding in Forestry and Timber Bureau, Canberra, Bulletin, 1953).

Krankheit – in der weitesten Bedeutung des Worts, mit Angriffen sowohl von Tieren wie Pilzen – eignet sich ebenfalls gut zur Nachprüfung in Baumschauen. Man stelle sich etwa vor, ein Arzt, vor ein schwieriges Krankheitsbild gestellt, hätte Zeit und Möglichkeit, innert ganz kurzer Zeit den Patienten «vegetativ» zu vervielfältigen, so daß er eine wünschenswerte Anzahl «identischer» Patienten zu unbegrenzter Beobachtung und Untersuchung bekäme – das ist genau das, was wir uns durch Anwendung eines Klons schaffen, der entweder zum Vergleich mit gesunden Klonen in Reih und Glied gestellt oder unter verschiedene äußere Verhältnisse gebracht werden kann. Bei Bemühungen auf diesem Gebiet können wir in hohem Maße zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit mit der Zoologie und Pflanzenpathologie beitragen. – Haben wir erst sowohl gesunde wie kranke Individuen zu angemessener Anzahl vervielfältigt und auf Versuchsflächen gebracht, so erhalten die Spezialisten dadurch weit größere Möglichkeiten, uns zu helfen (Hereditas, 1953).

Die auf diesem Gebiet zu erwartenden Ergebnisse werden eine wertvolle Grundlage für die Veredlung sein. Vielleicht werden manche glauben, dies habe nur theoretische Bedeutung, weil bis zur praktischen Anwendung zu lange Zeit vergehen müßte. Theoretische Bedeutung hat es natürlich; aber wenn wir nochmals den Vorteil erwägen, der sich uns bei den langlebigen Individuen bietet, so lassen sich die Ergebnisse auch unmittelbar auswerten. Mit Hilfe der Baumschau hat man z. B. hier in Dänemark eine Eiche gefunden, die nicht von Meltau *(Microsphaera quercina)* angegriffen wird. In jedem Jahre setzt sie nur einen kräftigen Trieb an, der in einer guten Knospe endet; sie kommt nicht in Versuchung, Sommertriebe anzusetzen, und folglich bleibt sie frei von Meltau-Angriffen. In einem Fall, bei dem man sich mit einer kleinen Anzahl «veredelter» Pflanzen auf jeder Flächeneinheit begnügen kann, läßt sich das Ergebnis unmittelbar entweder durch Propfung im Wald ausnutzen oder durch Heranziehung von «Heistern» in der Pflanzschule. – Als ein zweites Beispiel sei ein Ergebnis mit der Douglastanne *(Pseudotsuga taxifolia)* angeführt, von der man Individuen mit Resistenz gegenüber *Chermes cooleyi* gefunden hat. Auch hier konnte man sie unmittelbar durch Pfropfung ausnutzen, so daß die besten Klone zur Zucht ausgepflanzt wurden; doch ist wahrscheinlich zu erwarten, daß man hier wie in mehreren andern Fällen Vorteil davon haben könnte, die Klone in «Samengärten» *(seed gardens)* zusammenzu-

stellen, so daß man einen Samen erhält, der ausschließlich durch wechselseitige Bestäubung der bewiesenermaßen resistenten Douglastannen entstanden ist. Wenn dieses Vorgehen auch lange dauert, handelt es sich anderseits jedoch um einen sicheren Weg; denn obwohl nicht die ganze Nachkommenschaft die gewünschte Eigenschaft erhält, wird diese doch vorherrschen, und man hat zudem den Vorteil, mit Sämlingen arbeiten zu können. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß wir letztes Jahr hier auf unserem ältesten Douglastannen-Pfröpfling (Pfropfung 1938) eine Ernte von 500 gut entwickelten Zapfen hatten.

Bei einer Untersuchung von *Thuja plicata* in bezug auf ihre Resistenz gegen die höchst störende *Keithia thujina (Didymascella thujina)* entdeckte Søegaard die bemerkenswerte Tatsache, daß der Pilzangriff auf ein «Jugendstadium» der Thuje zurückzuführen war (B. Søegaard: Leaf Blight Resistance in Thuja; Jahrbuch 1956 der Kgl. Veterinär- und Landwirte-Hochschule, Kopenhagen). Benutzt man Stecklinge von einer etwas älteren *Thuja plicata,* die sehr leicht Wurzel schlägt, bekommt man resistente Pflanzen, auch wenn derselbe Baum Sämlinge erzeugt, die allesamt von dem Pilz getötet werden. Dazu kommt, daß die Stecklingspflanzen nicht viel teurer sind als die Sämlinge. Sowohl wegen der größeren Zuverlässigkeit wie wegen des besseren, ausschließlich aus den wertvollsten Klonen bestehenden Pflanzenmaterials kann man zudem die Pflanzenanzahl per Flächeneinheit bedeutend herabsetzen. Zu den Vorteilen, die die oben geschilderte wissenschaftliche Entdeckung bei ihrer praktischen Auswertung bringen wird, gesellt sich also der unmittelbare wirtschaftliche Gewinn.

Schließlich ist ja schon der Nachweis, ob eine «Krankheit» von äußeren Verhältnissen oder von Erbanlagen abhängig ist — also eben das, worüber die «Baumschauen» uns aufklären — an und für sich eine wertvolle Arbeitsanweisung. Dem Waldpfleger wird sie eine Handhabe bei der Behandlung unserer jetzigen Bestände sein, und wenn die «Krankheit» als erbbedingt nachgewiesen ist, wird er daraus die sofortige Warnung ziehen, keinen Samen von kranken Bäumen zu züchten.

Es ist ohne weiteres möglich, durch erhöhten Arbeitseinsatz bei Gebrauch von Leitern und Klettergeräten Samen von solchen guten Mutterbäumen zu gewinnen, deren Pfropfreiser sich günstig entwickelt haben. Jene «Mütter» aber haben den Samen nach ihrer Bestäubung von «Vätern» hervorgebracht, die das Ergebnis verringern können und über die wir auf alle Fälle keine Kontrolle haben.

Der Samen wird daher besser ausfallen, wenn es uns gelingt, die ausgewählten und durch Baumschauen nachgeprüften Exemplare sowohl als Mütter wie auch als Väter sicherzustellen. Dazu ist nötig, daß sie nahe beieinanderstehen und der großen Allgemeinheit von andern Bäumen derselben Gattung weit entrückt werden. Ohne Anwendung der vegetativen

Vermehrung kann dies nicht geschehen; benutzen wir aber die Stecklinge oder Pfröpflinge richtig, so wird dies zu einer dankbaren Aufgabe.

Ein Pfröpfling kann erstaunlich bald anfangen, Samen zu tragen, und wenn er auch, solange er noch klein ist, bei weitem nicht so viel Samen hervorbringen kann wie der alte Baum mit seiner mächtigeren Krone, so können wir dafür entsprechend mehr Pfröpflinge herstellen. Als vegetative Nachfahren werden sie genetisch dem Baum gleich sein, dem sie als Pfropfreiser einst entnommen wurden – und da es sich bei ihnen um niedrige Pflanzen handelt, können wir von ihnen billig die gesamten Samen sammeln. Durch verschiedenartige Auswahl und Kombination zwischen den Klonen kann man die Ausnutzung der «Mütter» und «Väter» variieren, die auf den gegen jede anderweitige Bestäubung geschützten Flächen stehen. Dies wird im allgemeinen bedeuten, daß man solche «*Samengärten*» von Nadelbäumen in Laubwäldern anlegt und umgekehrt – oder ganz einfach nur in einem Waldgebiet ohne nahverwandte Baumarten.

Vorzüglich eignet sich die Lärche zur Ausnutzung in Samengärten. Sie ist eine Baumart, mit der ich besonders viel gearbeitet habe, und in mehreren Fällen habe ich etwa 200 000 Samenkörner (ca. 1 kg) per Pfröpfling im Alter von 14 Jahren geerntet. Das ergibt selbst auf kleinen Flächen und in einer nach forstwirtschaftlichen Begriffen kurzen Spanne von Jahren erhebliche Samenmengen. Obwohl gerade die Lärche eine besonders früh und reichlich samentragende Baumart ist, sind doch auch die Versuchsergebnisse mit anderen Arten, wie Fichte, Kiefer, Eiche und Esche, ebenso ermutigend ausgefallen.

Dadurch, daß man die Pfröpflinge in großen Abständen pflanzt – z. B. 3 × 3 m –, bekommt man die Möglichkeit, alle Pflanzen noch mehrere Jahre nach Beginn ihrer Samenansetzung zu behalten. Die Klone können reihenweise oder auf andere Weise verteilt werden, je nachdem, was man dabei bezweckt. Ordnet man sie reihenweise, so werden dadurch die Unterschiede zwischen den Klonen besonders augenfällig, und die Anpflanzung ist dann Samengarten und Baumschau zugleich. Setzt man dagegen die Pflanzen in einer mehr zerstreuten Verteilung, so daß jede einzelne nach Möglichkeit lauter Nachbarn von den übrigen Klonen hat, so erhöht dies die Durcheinandermischung bei der Bestäubung. Die Pflanzen müssen sorgfältig mit Kennzeichen versehen werden, damit man den Samen jedes Klons für sich ernten kann. Dadurch gewinnt man ein Urteil über den Wert jedes Klons als «Mutter», und zwar mit der übrigen Mischung als den «Vätern» – und dies kann einem für die Weiterarbeit manche Fingerzeige geben. Die Pflanzen, welche schlechte Mütter sind, werden auch minderwertige Väter sein und können abgehauen werden. Je eingehender man in den Samengärten und durch die Bestäubungskontrolle seine Klone kennenlernt, desto mehr verraten diese ihre so oder so gearteten Eigen-

schaften. Man bekommt also Erfahrung in der Beurteilung ihres «Zuchtwerts» — was ja auch das Ziel sein muß, nachdem man die guten Genotypen festgestellt hat. Dadurch arbeitet man sich durch zu weiterer Veredlung und kann aus immer sorgfältiger ausgesuchten und gründlicher nachgeprüften Klonen ständig neue und ergiebigere Samengärten zusammensetzen.

Besondere Verwendung hat man für solche Samengärten, in denen durch Versuche wertvolle Hybriden von nahverwandten Arten nachgewiesen sind. Das bisher am besten nachgeprüfte Beispiel ist die Kreuzung zwischen der Europäischen und der Japanischen Lärche. Sie zeigt bekanntlich ein ausgesprochenes Kreuzungswachstum — *Heterosis* — neben ihrer hohen Widerstandsfähigkeit gegen *Dasyscypha Willkommii,* bei schwächeren Zweigen als die Japanlärche. Ein Samengarten kann aus nur einem Klon jeder der beiden Arten gebildet werden. Aber wir haben ein gutes Ergebnis auch erzielt durch Gebrauch eines Klons Europäischer Lärche, wobei zur Bestäubung einige ausgewählte Sämlinge benutzt wurden, die aus der kontrollierten Bestäubung zweier Japanischer Lärchen hervorgegangen waren. Der Klon der Europäischen Lärche stammt von einem alten, ungewöhnlich schönen Exemplar, das außerdem den Vorzug hat, daß seine weiblichen Blüten eine ganze Weile vor seinen eigenen männlichen Blüten erscheinen. Dieser Umstand fördert die Bestäubung der Europäischen Lärche durch Pollen der Japanischen, die beide eine etwas voneinander abweichende Blütezeit haben und von guter Abstammung sind. Obwohl der Samen nur von dem einzigen Klon der Europäischen Lärche eingesammelt wird, fällt er doch nicht unnötig gleichmäßig aus.

Samengärten lassen sich auf zahlreiche Weisen zusammensetzen, beispielsweise aus einer einfachen Auswahl vielversprechender Phänotypen, besser noch aus nachgewiesenermaßen guten Genotypen, um späterhin Bäume anzuwenden mit hohem Zuchtwert, hoher Kombinationseignung und anderen, uns noch unbekannten guten Eigenschaften. Ich bin überzeugt, daß sich durch Weiterverfolgung dieses Weges wertvolle Ergebnisse erzielen lassen. Obwohl die Erfolge vorerst noch bescheiden sind, liegt dennoch heute weit reichhaltigeres Material zur Beurteilung unserer Möglichkeiten vor als zu der Zeit, da ich zum erstenmal wagte, mit Plänen für Samengärten und andere Verwendungsarten der vegetativen Vermehrung in der Forstveredlungsarbeit hervorzutreten («Forest Tree Breeding», Jahresschrift 1934 der Kgl. Veterinär- und Landwirtehochschule zu Kopenhagen). Es handelt sich um fachliche Hilfsmittel und gute Werkzeuge, die im Kampf für die Auswertung einer der stärksten Naturkräfte eingesetzt werden können; sie helfen uns, diese Kraft zu erkennen und sie festzuhalten in ihren Einzelbestandteilen, den guten und den schlechten Genen.

Es sind ferner solche Eigenschaften wie *Heterosis* und *Kombinations-*

eignung, deren Nutzbarmachung zu den neuesten und meistversprechenden Errungenschaften in der Veredlung der krautartigen Pflanzen gehört, die für Waldbäume aber noch besser passen, ja recht eigentlich auf diese, auf unsere langlebigen «Zuchttiere» zugeschnitten sind.

Heterosis, auch Kreuzungswachstum genannt, ist die wachstumsmäßig kräftige Entwicklung, die bei Kreuzung zweier artverschiedener Partner entstehen kann. Kombinationseignung ist eine besondere Erbanlage eines einzelnen Individuums. Man unterscheidet steigernde und schwächende Kombinationseignung. Steigernd ist sie, wenn die Pflanze die Eigenschaft besitzt, bei der Kreuzung mit anderen den Wert der ganzen Nachkommenschaft zu heben; schwächend ist die gegenteilige Eigenschaft, die ganze Nachkommenschaft zu verringern. Während es zur Feststellung von Anzeichen der Heterosis lediglich der Kreuzung von je zwei und zwei Pflanzen bedarf, läßt sich die Kombinationseignung der einzelnen Pflanze erst beurteilen, nachdem sie mit einer größeren Anzahl anderer Pflanzen gekreuzt worden ist (dies nennt man *Polycross).*

Der Wert des *Polycross-Verfahrens* wird besonders für die krautartigen Pflanzen hervorgehoben, die Windbestäuber sind und sich dabei gut zur Aufteilung in Klone eignen, wo die Pflanzen eine angemessene Anzahl von Jahren am Leben erhalten werden können. Dies trifft aber gerade auch für unsere Waldbäume zu: sie sind Windbestäuber, lassen sich durch Pfropfung leicht in eine große Anzahl von Klonen umwandeln und können ohne Schwierigkeiten lebendig erhalten werden, solange dies nötig ist. Deshalb wird man es vielleicht für vorteilhaft halten, einige der ersten Samengärten nach den Erfordernissen des Polycross-Verfahrens anzulegen.

Während kein Zweifel besteht, daß die Ausnutzung von Heterosis und Kombinationseignung uns Vorteile bringt, ist dies fraglich in bezug auf die *Inzucht,* obwohl diese bei der Arbeit mit den krautigen Pflanzen ebenfalls große Erfolge gezeitigt hat. Sie beruht auf der Züchtung zwischen einander nahestehenden Individuen, z. B. Geschwistern oder Halbgeschwistern, und am stärksten liegt sie da vor, wo sich Selbstbestäubung durchführen läßt. Sogar wenn hierzu eine oder mehrere Generationen nötig sind, sind die Voraussetzungen nicht ungünstig. Außer bei den Pappeln können wir in allen Fällen die Selbstbestäubung benutzen. Durch Pfropfung können wir später die wertvollen Pflanzen vervielfältigen und erhalten, welche durch Inzucht gewonnen wurden. In der Forstwirtschaft verhält es sich mit diesen Pflanzen so, daß es zwar teuer ist, sie zu gewinnen, aber billig, sie zu erhalten. Bei den Krautpflanzen ist dieses umgekehrt. Als verheißungsvolles Beispiel von Erfolgen der Inzucht sei auf die Tatsache hingewiesen, daß wir hier im Hörsholmer Arboretum 10 Satz wohlgelungener, jetzt vierjähriger Lärchenpflanzen haben als Kreuzungsergebnisse zwischen Europäischer und Japanischer Lärche, von denen jede für sich aus Selbstbestäubung nur einer einzigen Generation hervorgegangen ist.

Ueberblicken wir die bisherige Arbeit, bin ich der Auffassung, daß wir nicht allein die Verfahrensweisen für die technische Auswertung des heute besten Materials besitzen, sondern auch große Aussichten haben, künftig noch bessere Pflanzen heranzuziehen, die sich durch eine glückliche Vereinigung wertvoller Gene auszeichnen, so daß sie sich allmählich auch werden nutzbar machen lassen.

Gegen alle diese Vorschläge für die Erzeugung von verbesserten Pflanzen — d. h. von Pflanzen, die allein kraft der in ihnen angesammelten Erbanlagen die Fähigkeit zu übernormaler Entwicklung haben —, läßt sich sicherlich vieles einwenden. Naheliegend wäre beispielsweise die Behauptung, daß bisher alles so gut gegangen sei, weil man im europäischen Waldbau gewöhnlich mit einer so großen Anzahl Pflanzen arbeitet, daß eine reichliche Auswahl vorhanden ist. Ferner ließe sich vorbringen, unsere langlebigen, in geschlossenen Verbänden wachsenden Bäume böten uns besondere Möglichkeiten, die äußeren Einflüsse auszunutzen, was wir ja auch mittels unserer Durchforstung jederzeit tun.

Hierauf muß aber zu allererst gesagt werden, daß all das Gute, das als «angeborene» Anlage im Samen vorhanden ist, sozusagen kostenlos für uns während des ganzen Lebens des Baumes weiterarbeitet. Es ist heute vielleicht noch schwer, sich ein so wohlgelungenes Ergebnis vorzustellen, daß man ein Pflanzenmaterial erzielen könnte, welches allein kraft seiner Erbanlagen völlig gesund, wohlgeformt und von bisher unbekannt kräftigem Wachstum wäre. Unter unseren Breitengraden erlebten wir dieses zwar bisher nicht, aber etwas, was diese Hoffnung nährt, kennt man aus klimatisch günstigeren Gebieten.

Es gibt Kiefernarten, die in ihren Heimatländern Kalifornien, Texas, Mexiko und deren Nachbargegenden recht wertvoll sind, bei ihrer Ueberführung in noch günstigere Erdgegenden jedoch noch weit mehr Wachstum ergeben, wie z. B. *Pinus radiata* auf Neuseeland und *Pinus patula* in Südafrika. Bei der Ueberführung hat keine genetische Veränderung des Materials stattgefunden, aber man sieht Anzeichen, die an genetische Veränderungen erinnern könnten, tatsächlich jedoch ausschließlich auf die besseren äußeren Verhältnisse zurückzuführen sind. Der praktische Erfolg ist dort so merkbar, daß wenn man von diesen Pflanzen einjährige Sämlinge in Abständen von etwa 3 × 3 m gesetzt hat, die erste Durchforstung mit Erzielung von Nutzholz bereits im Alter von 7—8 Jahren vorgenommen werden kann. Ich habe dieses in Südafrika gesehen und sah auf Neuseeland einen nicht durchforsteten Bestand, der mit einjährigen Pflanzen angepflanzt worden war und 24 Jahre später mit seinen vorherrschenden Bäumen über 40 m Höhe erreichte.

In diesen Beispielen ist es von unserer alten Formel — «Phänotyp = Genotyp + äußere Verhältnisse» — der letztgenannte Faktor, dessen Steigerung dem Gesamtergebnis zugutekam. Diesen Faktor können wir in den

Forsten, in denen wir hier arbeiten müssen, nicht gut ändern – und könnten wir ihn ändern, so würde es zu großen Aufwand an Geld und Arbeitsleistung kosten.

Da jedoch mehrere Möglichkeiten bestehen, kann man diejenigen Veredlungsverfahren in den einzelnen Erdgegenden anwenden, welche die günstigsten sind (vgl. Abb. 1). Es liegt aber ebenso nahe, mit der Veredlung zwecks Förderung der Produktion an den Stellen der Erde einzusetzen, an die uns das Schicksal nun einmal gebracht und dazu bestimmt hat, die Anforderungen des Waldbaus wahrzunehmen. Schließlich könnte es sich ja auch so verhalten, daß das Verlangen nach Bemühungen zur Sicherstellung der bestmöglichen Erbanlagen gerade dort am dringlichsten wäre, wo die äußeren Verhältnisse am ungünstigsten sind.

Aber gleichviel, wo die Arbeit begonnen werden wird, wird sie in ihren Hauptzügen doch überall dieselbe sein. Und das gibt einen hervorragenden Stoff für den Ausbau einer engeren Verbindung zwischen den Forstwissenschaftern der verschiedensten klimatischen Gegenden, und zwar ungeachtet der Baumarten, mit denen hier oder dort gearbeitet wird. Für die Arbeitsgrundlage bleibt es gleich, ob man zum Beispiel mit einer Baumart hoch oben an der Waldgrenze der Berge arbeitet, oder mit ihren äußersten Vorposten im hohen Norden, oder unmittelbar am Meere, oder mit ihren letzten Ausläufern am Rande der Wüste. Sogar auch wenn es sich um sehr verschiedene Baumgattungen handelt, je nach den weit auseinanderliegenden Gegenden unserer Erde, handelt es sich dennoch immer um die Nutzbarmachung des «Pioniers».

Es besteht vielleicht Anlaß, dies zuletzt Gesagte noch zu vertiefen, und zwar gemäß dem alten Sprichwort, daß man erst in der Not seine Freunde kennen lerne.

Unsere Freunde sind die Bäume des Waldes. Unter günstigen Verhältnissen in den Beständen helfen sie sich gegenseitig oder, wenn man will, sie beeinflussen einander, so daß die «angeborenen» Unterschiede nicht deutlich zutage treten. Dies ist ganz anders z. B. an der Waldgrenze. Dort stehen die letzten «Pioniere» als vereinzelte Individuen, die allein kraft ihrer angeborenen Anlagen sich mehr oder weniger gut durchhelfen.

Hier in Dänemark haben wir zwar keine Berge, müssen aber kämpfen gegen Wind und Meer, haben also ungefähr dieselben Notstände, wenn auch freilich nicht in so ausgesprochener Weise wie oben an der Waldgrenze, wo eine einzelne Art sich jahrtausendelang hat durchkämpfen müs-

---

Abbildung 1 (links nebenstehend)

Eine Hecke aus 30 Pfropfungen einer ausgewählten europäischen Lärche. Im Jahre 1936 gepfropft. Isoliert 1954 mit 1650 Säcken und bestäubt mit 11 verschiedenen Vätern von japanischer Lärche zur Erläuterung dieses Zuchtwerts. 1955 eine Ernte von 4 kg Samen. Gesät im Jahre 1955. 25 000 Pflanzen ausgepflanzt in 3 Versuche 1957.

sen, ohne Eingriffe des Menschen – oder doch jedenfalls ohne Hilfe von den Menschen.

Es wäre eine aufschlußreiche und wichtige Aufgabe, die Arbeit zum Beispiel mit *Pinus cembra* in Mitteleuropa zu beginnen. Was geschieht, wenn man die schwächsten Exemplare auf die stärksten pfropft und umgekehrt? Durch Austausch von vegetativen Teilen dieser Bäume müssen sich nützliche Aufschlüsse über innewohnende Eigenschaften ergeben. Man kann im geschützten Tal die meistversprechenden Exemplare zu Klonen vervielfältigen und dann nach kontrollierter Bestäubung unter den schwierigen Verhältnissen an der Waldgrenze ihre Nachkommen erproben. Durch weitere Erfahrungen bekommt man eine Grundlage für die Samengärten, die, in einem günstigen Klima angelegt, reichlichen und großkörnigen Samen mit guten Erbeigenschaften liefern werden, so daß vieles und brauchbares Material entsteht zum Versuch einer «Höherlegung der Waldgrenze».

Hier wie anderwärts gilt es, zunächst eine Analyse durchzuführen, die uns das Material kennen lehrt, so daß wir es mit Sicherheit benutzen können, um damit das Neue aufzubauen. Wir müssen unsere künftigen Bäume als Bauwerke betrachten, die vielleicht hundert Jahre lang stehen sollen. In gewissem Umfang wird unsere Arbeit dadurch ähnlich der des Ingenieurs: er stellt das Gelingen sicher, bevor er zu bauen beginnt.

Damit gelangen wir zu einem bemerkenswerten Punkt in der Waldbaumveredlung. Die eingehende Analyse des jetzt vorliegenden Materials ist nötig im Hinblick auf die zukünftige Herstellung eines noch besseren. Dies führt indessen auch dazu, daß sich unsere Erfahrungen unmittelbar auf unsere stehenden Bestände anwenden lassen.

Hat man erst Erfahrungen bekommen für das, was erblich ist, so wird man mittelbar auch zu schätzen lernen, welch außerordentlich entscheidende Bedeutung den äußeren Verhältnissen zukommt. Man lernt unterscheiden, wo man einzusetzen vermag, um die Form zu verbessern, und wo es richtiger ist, lieber gleich aufzugeben. Dies kann z. B. dort der Fall sein, wo für eine Krankheit der Nachweis erbracht worden ist, daß sie auf Erbanlage beruht.

Als zweites Beispiel kann unsere Europäische Esche *(Fraxinus excelsior)* dienen. Bei ihr muß man für die Zwecke der Veredlung sowohl weibliche wie männliche Klone benutzen. Bald entdeckt man, daß die weiblichen Klone im gleichen Takt Samen ansetzen wie die Bäume, denen man die Pfropfreiser entnahm. Schneidet man bei einigen von ihnen den Stamm quer durch, so sieht man auch, daß dort schmale Jahresringe sind, die den Samenjahren entsprechen. Dagegen zeigen die männlichen Klone eine regelmäßige Zeichnung der Jahresringe, und da dies technisch einen Vorzug bedeutet, lernt man daraus, daß man bei der Durchforstung die männlichen Klone auf Kosten der weiblichen fördern muß.

Man kann an diesen Zusammenhang auch in umgekehrter Richtung herangehen, so daß man auf dem Wege der Waldbaumveredlung sich größere Mengen genetisch gleichartiger Bäume für die Prüfung der biologischen Faktoren schafft. Es ist möglich, daß alle diese Stufen auf dem Wege nach vorwärts dazu beitragen, eine enge Verbindung zwischen der Waldbaumveredlung und dem Waldbau herbeizuführen. Ich bin überzeugt, daß dies ein Glück für beide Teile wäre; deshalb habe ich auch einem Buch über diesen Fragenkomplex die Ueberschrift gegeben: *Genetics in Silviculture* («Die Erblichkeitsforschung im Waldbau»).

Résumé

La Génétique au service de la sylviculture

L'auteur explique les fondements de la génétique forestière et rapporte quelques expériences, parmi les plus récentes, effectuées au Danemark sur l'amélioration des arbres forestiers.

Il commence par démontrer, à l'aide d'un exemple, la nécessité qu'il y a pour le forestier de connaître non seulement l'espèce forestière, mais encore le complexe de formes individuelles, d'écotypes et de races différentes qu'elle renferme. En effet, chez les arbres, comme chez les autres êtres vivants, il existe, à côté de traits communs, une variabilité individuelle. La qualité d'un arbre se reconnaît non seulement à sa constitution héréditaire (génotype) mais également sur la base de son apparence extérieure, d'après la formule classique: *Phénotype = génotype + conditions de milieu.* Cette expression constitue la base sur laquelle on doit s'appuyer pour tenter d'obtenir une amélioration de nos arbres forestiers. Il s'agit, en l'occurence, d'utiliser à bon escient les mêmes techniques avec lesquelles les horticulteurs et les agriculteurs ont obtenu des résultats de valeur exceptionnelle. Et c'est pour cette raison qu'il est avantageux d'en faire l'essai en foresterie. Mais il faut compter avec les difficultés. Il n'est pas facile, en effet, de concevoir la transformation d'une entreprise forestière en centre d'élevage de boutures et de greffons, qui constituent le fondement de la constitution de peuplements forestiers améliorés. Il serait encore plus difficile d'escalader les arbres pour contrôler la pollinisation. Et ce serait sans espoir s'il fallait compter sur des générations successives d'arbres semenciers avant de pouvoir disposer de graines améliorées. Les diverses techniques utilisées en génétique forestière pour la multiplication végétative des arbres se révèlent donc indispensables à leur amélioration.

L'auteur remarque que depuis plusieurs siècles, une amélioration des traitements sylvicoles s'est produite et qu'un travail énergique de plantation et d'ense-

mencement avec des graines certifiées a eu lieu. Ce travail n'a pas seulement été favorisé par le commerce des graines et les pépiniéristes, mais aussi par les administrations forestières. Quoique les meilleurs plants aient toujours été en grande estime, le désir a toujours été vif de produire les plants soi-même ou de les acheter à bon compte. Ce serait bien inutile, poursuit l'auteur, de se disputer pour savoir qui porte la responsabilité de la diminution de qualité au point de vue génétique. Mais il serait injuste de prétendre en imputer la faute aux commerçants de graines et aux pépiniéristes, car avec le même droit on pourrait dire que les administrations forestières ont omis de donner des conseils. L'auteur rend hommage en passant à la maison danoise Johs. Rafn & Søn qui, dit-il, a tout fait pour se procurer des graines de provenance connue et ceci, à une époque où l'économie forestière ne posait à peu près aucune condition à ce sujet.

L'auteur insiste alors sur l'urgente nécessité qu'il y a de conserver les riches sources de la nature qui se trouvent dans les gènes de la forêt vierge, afin de pouvoir les utiliser plus tard. La forêt vierge renferme d'immenses possibilités dont nous ne devons pas nous laisser ravir.

Pour pouvoir, à l'avenir, avoir le choix entre les meilleurs individus au point de vue forestier, il importe d'améliorer les arbres forestiers, ce qui doit être fait par la multiplication d'individus de même constitution héréditaire (clones) ou par des graines qui sont le fruit d'une pollinisation contrôlée entre arbres sélectionnés, de sorte qu'ils ne possèdent qu'une constitution, celle des arbres choisis et non celle d'autres arbres.

L'auteur pose ensuite deux questions auxquelles il répond par de nombreux exemples d'essais effectués récemment au Danemark et dont nous rapporterons les principaux.

— Quels sont les techniques employées pour l'amélioration des arbres forestiers?

— Quels sont les buts déjà atteints, et les possibilités pour l'avenir?

Les exemples de l'auteur ont trait aux techniques du bouturage, de la greffe, de l'hybridation, des croisements, etc. et concernent les principales essences forestières, tant indigènes que d'introduction, cultivées en Europe.

On a trouvé, au Danemark, un chêne naturellement résistant à *Miscrosphaera quercina.* On a en outre constaté que ce chêne ne possède qu'une seule pousse très forte par année se terminant par un bon bourgeon et qu'il n'a pas la tendance à former des pousses de la St-Jean, ce qui explique sa résistance à l'attaque du champignon.

Un douglas *(Pseudotsuga taxifolia)* a été trouvé possédant une résistance naturelle à *Chermes cooleyi.* C'est par la greffe qu'il a été possible de le propager, de sorte que les meilleurs clones ont pu être installés pour la culture. L'auteur raconte aussi la découverte d'un *Thuya plicata* résistant à *Didymascella tujina.* On a trouvé que l'attaque du champignon se produit alors que l'arbre est encore jeune. Lorsqu'on reproduit un vieux spécimen au moyen de boutures qui ont

la faculté de s'enraciner, on obtient de jeunes plants tout à fait résistants à la maladie, alors que si l'on propage le même arbre par la graine, tous les jeunes semis obtenus sont vulnérables. Et l'auteur d'ajouter qu'il n'y avait aucune raison, dans ce cas, de se servir de la graine, car la production des boutures ne revenait pas plus cher.

Le mélèze est une essence que l'auteur a beaucoup étudiée. Dans plusieurs cas, il a récolté 200 000 graines (environ 1 kg) par arbre greffé de 14 ans. Bien que cette essence soit considérée comme très prolifique, cette quantité de graines constitue, d'après les connaissances forestières, une récolte abondante en l'espace de quatre années, et les essais avec l'épicéa, le pin, le chêne et le frêne on été tout aussi concluants.

Parmi les essais d'hybridation faits par l'auteur, le meilleur s'est révélé un croisement entre le mélèze européen et celui du Japon. La croissance de l'hybride est plus rapide (hétérosis), sa résistance à *Dasyscypha Willkommii* est plus forte et l'hybride possède des branches plus fines que celles du mélèze du Japon. Ces nouvelles caractéristiques ne sont pas toujours dues cependant à des transformations héréditaires. Ainsi, il existe des pins en Californie, au Texas et au Mexique, qui sont précieux dans leur lieu d'origine et qui, une fois introduits dans d'autres régions du globe ont montré une vitesse de croissance plus grande, p. ex. *Pinus radiata* introduit en Nouvelle-Zélande et *P. patula* en Afrique du Sud. A la suite de l'introduction, il ne s'est pas produit de transformations héréditaires, mais on a constaté des changements qui pourraient faire croire à de telles transformations mais qui, en fait, ne sont attribuables qu'aux meilleures conditions de milieu.

L'auteur montre ensuite l'intérêt qu'il y aurait à faire des essais en Europe Centrale avec le pin Cembro. Que se passe-t-il lorsqu'on greffe les individus les plus débiles sur les plus vigoureux, et vice-versa? Par l'échange des parties végétatives de ces arbres, on devrait pouvoir tirer des conclusions sur leur constitution héréditaire.

L'auteur termine son article en soulignant les services que peuvent se rendre mutuellement la sylviculture et la génétique forestière dans l'amélioration de la production forestière.

Paul-E. Vézina