

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 112 (1961)

**Heft:** 1

**Artikel:** Praktische Anwendungsmöglichkeiten forstgenetischer Forschungsergebnisse

**Autor:** Rohmeder, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-767472>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

# Praktische Anwendungsmöglichkeiten forstgenetischer Forschungsergebnisse<sup>1</sup>

Von E. Rohmeder, München

Oxf. 232.13

Das Fach «Genetik der Waldbäume» ist ein relativ junger Wissenszweig im Rahmen der gesamten Forstwissenschaft. Trotzdem befruchten die von dieser Disziplin in den letzten Jahrzehnten gewonnenen Erkenntnisse in zunehmendem Maß die forstliche Praxis. Betont sei, daß dieser junge Wissenszweig als Hilfs- und Grundlagenfach des Waldbaus zu betrachten ist und keineswegs beabsichtigt, bewährte und erprobte waldbauliche Verfahren zu verdrängen. Gerade in der Schweiz, wo vielfach Mischwaldpopulationen einheimischer Baumarten mit Hilfe von altbewährten Pflege- und Verjüngungsverfahren bewirtschaftet werden, darf sich die Forstgenetik nicht anmaßen, den Waldaufbau radikal umgestalten und an Stelle der Naturwaldzusammensetzung vermeintlich leistungsfähigere Kunstprodukte der Züchtung setzen zu wollen. Aber auch in Waldgebieten und Forstbezirken mit ureinheimischer Mischbestockung, die weitgehend natürlich verjüngt wird, vermag man da und dort ergänzend und unterstützend mit Ergebnissen und Verfahren der forstlichen Pflanzenzüchtung einzugreifen. So können beispielsweise Fehlstellen der Naturansamung mit raschwachsenden Hybriden ergänzt werden, wodurch sich der Zuwachs steigern läßt, ohne daß solche Gastbaumarten die große und wünschenswerte Streubreite des ursprünglichen Erbanlagenbestandes einer Mischbestockung verdrängen oder beeinträchtigen.

Auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. L e i b u n d g u t soll einiges aus den Arbeiten des von mir seit 25 Jahren geleiteten Instituts für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt in München berichtet werden.

Im Rahmen dieser Darstellung können nur einige Beispiele für die Anwendungsmöglichkeiten genetischer Erkenntnisse im praktischen Waldbau gebracht werden, die aus fünf Themenkreisen stammen:

1. aus der Standortsrassenfrage
2. aus Nachkommenschaftsprüfungen
3. aus der Massenauslese durch Jungpflanzengrößen-Sortierung
4. aus der Massenauslese auf spätes Knospenöffnen
5. aus der Bastardierungszüchtung

<sup>1</sup> Gastvorlesung an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich, am 14.11.60, für den Druck etwas umgearbeitet und erweitert. Originalabhandlung veröffentlicht in den Mitteilungen der Bayer. Staatsforstverwaltung, Heft 31, S. 173–192, 1960.

## 1. Das Standortsrassenproblem

Von allen genetischen Erkenntnissen hat sich am frühesten das Standortsrassenproblem in der Praxis durchgesetzt. Etwa um die Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert, also bemerkenswerterweise zum gleichen Zeitpunkt als die Mendelschen Vererbungsgesetze durch *Correns*, *Tschermak* und *de Vries* wiederentdeckt wurden, hat man auch die erbliche Verschiedenartigkeit von ökologischen Rassen erkannt. Ansätze für diese Erkenntnis reichen schon in weit frühere Zeiten zurück. Durch den versuchsmäßigen Anbau von Saatgut aus verschiedenen Höhenlagen und aus verschiedenen geographischen Breiten hat der österreichische Forscher *Cieslar* die wichtigsten Grundlagen für die Standortsrassenlehre geschaffen. Nicht minder bedeutsam waren die langfristigen Herkunftsversuche des Züricher Professors *Engler*, die teilweise von ihm selbst, teilweise von *Burger* und *Nägeli* ausgewertet wurden. Seitdem weiß man, daß Kiefer nicht gleich Kiefer ist, daß sich die in einem bestimmten Wuchsgebiet beheimateten Kiefern infolge der Klimaauslese von den Kiefern eines anderen Gebietes mit abweichenden Klimabedingungen in der Zusammensetzung des Erbanlagenbestandes mehr oder minder stark unterscheiden. Die forstliche Praxis hat daraus die Folgerung gezogen: sie verwendet das Saatgut unserer wichtigsten Baumarten nicht wahllos, sondern achtet auf die Samenherkunft. In der Regel wird das Saatgut der ureinheimischen ökologischen Rasse bevorzugt, wenn nicht erwiesen ist, daß Saatgut eines anderen Wuchsgebietes erhebliche Vorteile beim Anbau bietet oder zum mindesten gleichwertig ist.

Die forstlichen Praktiker erkennen jedoch vielfach die Berechtigung der Standortsrassenfrage vorwiegend bei *den* Baumarten an, bei denen morphologische oder physiologische Unterschiede zwischen verschiedenen Rassen besonders auffällig sind und bei denen sich Fehler in der Saatgutwahl stark rächen. Das sind vorwiegend die Arten Kiefer, Lärche und Schwarzerle. Bei den Beratungen über das 1957 in Westdeutschland in Kraft getretene neue Gesetz über forstliches Saat- und Pflanzgut trat diese Auffassung wiederholt in Erscheinung. Die Erbverschiedenheit ökologischer Rassen ist jedoch ein Naturgesetz, das für alle Baumarten Gültigkeit hat, wenn auch die Auswirkungen verschieden stark sein können. In den letzten Jahren haben die Auswertungen neuerer Provenienzversuche mit Fichte durch *Rubner*, *Schönbach* u. a. gezeigt, daß auch bei dieser Baumart das Standortsrassenproblem eine für die Praxis beachtliche Rolle spielt. Darum sollen als erstes Beispiel die Ergebnisse eines von unserem Institut angelegten Fichtenherkunftsversuches geschildert werden (Abb. 1).

Wir haben 1940 in Grafrath im Rahmen eines Züchtungsversuches auf Trockenheitsresistenz der Fichte zwei schlesische Tieflandsherkünfte angebaut und zum Vergleich fünf bayerische Fichtenherkünfte daneben gepflanzt. Das Saatgut dieser Vergleichsherkünfte stammte aus anerkannten Beständen. Zwar ist in diesen Fällen nicht erwiesen, daß es sich um auto-

chthone Herkünfte handelt. Wir können im Flach- und Hügelland Süddeutschlands kaum noch irgendwo mit Sicherheit behaupten, daß die Fichte hier bestimmt der ureinheimischen Rasse angehöre. Da aber auch die Praxis mit solchem «anerkannten», wenn auch nicht garantiert ureinheimischen Saatgut arbeiten muß, besitzt der Versuch für sie besonderes Gewicht. In Abb. 1 sind, damit die Darstellung nicht unübersichtlich wird, nur vier Herkünfte von den insgesamt sieben angebauten gezeichnet worden. Dargestellt ist die Höhenwuchsleistung vom 8. bis zum 19. Jahr. Daß die Höhenwuchsleistung nicht ständig ansteigt, sondern die Entwicklungs-

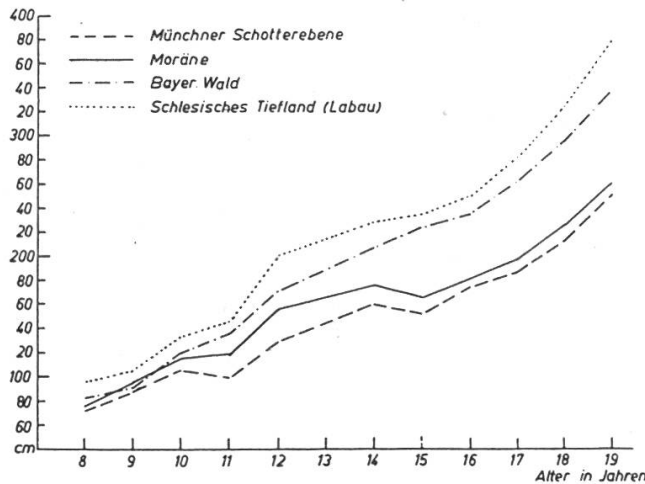


Abb. 1

Durchschnittliche Höhenwuchsentwicklung für vier Fichtenherkünfte aus einem Fichten-Provenienzversuch in Grafrath (Obb.) für das 8- bis 19jährige Alter.

linien gewisse Knicke und sogar Abfälle zeigen, ist auf schwere Frost- und Triebwicklerschäden zurückzuführen. Bei einigen Herkünften ist die Durchschnittshöhe im 15. Lebensjahr geringer als im 14. Die ausgezogene Linie gibt die Leistung der Standortsrasse Moräne, also die des Anbaugebietes, wieder. Die Moränenherkunft wurde jedoch in ihrer Höhenwuchsleistung erheblich übertroffen durch die beiden Herkünfte aus Schlesien (von denen nur eine eingetragen ist), durch eine Herkunft aus dem Bayerischen Wald und durch eine weitere auch nicht gezeichnete Herkunft aus der Inn-Niederung. Der Versuch zeigt zweierlei:

1. Es gibt auch bei der Fichte auf erblicher Grundlage erhebliche Wachstumsleistungsunterschiede zwischen verschiedenen Standortsrasen.
2. Die in einem Wuchsgebiet einheimische Rasse leistet nicht immer das Beste, sondern wird manchmal von anderen Standortsrasen übertroffen.

Überblickt man das gesamte Schrifttum über die Provenienzversuche mit verschiedenen Baumarten, so bestätigt sich immer wieder die meistgefundene Gesetzmäßigkeit, daß die ureinheimische Standortsrasse nach Masse und Wert am meisten leistet, und zwar mit um so größerem Vorsprung, je größer die Klimaunterschiede zwischen Herkunfts- und Anbauort sind. Es gibt aber auch Ausnahmen von dieser Regel. Abb. 1 ist auch ein Beweis dafür.



Das markanteste Beispiel von großer wirtschaftlicher Bedeutung für die Wuchsüberlegenheit einer fremden Standortsrasse über die einheimische ist die mitteleuropäische Fichte, die in Südschweden erwiesenermaßen viel mehr an Masse und Wert leistet als die dort heimische Fichte, die auf dem Einwanderungsweg von Norden nach Süden einer strengen Klima- auslese auf zwar frostresistente, aber gleichzeitig langsamwüchsige Typen unterzogen worden war.

Die forstliche Praxis kann also in manchen Fällen die Ertragsleistungen noch steigern, wenn sie durch Anbauversuche neben der einheimischen Standortsrasse auch andere, aus nicht zu sehr abweichenden Klimabereichen erprobt. Wie man dabei vorgehen kann, zeigt eine von L e i b u n d - g u t und S o y k a n 1959 erschienene Veröffentlichung über Erfahrungen mit verschiedenen Föhren- und Lärchenherkünften im Lehrwald Albisriederberg. Dort hat man in den letzten 10 Jahren 55 verschiedene Lärchenherkünfte und 10 Kiefernherkünfte, meist in kleinen Gruppen und Horsten, eingebracht. Wegen verschiedenen Alters der Kulturen, unterschiedlicher Bodenbedingungen der Anbauorte und nicht überall gleich sorgfältiger Pflege ist zwar kein streng wissenschaftlicher Vergleich möglich. Trotzdem ließen sich bei der Lärche wertvolle Ergebnisse über Höhenwuchsleistung, Schneedruckempfindlichkeit und Schaftform, bei der Kiefer z. B. über die Schütteeanfälligkeit gewinnen.

In der Schweiz haben die Ergebnisse der Standortsrassenforschung ebenfalls zu einer gesetzlichen Regelung der Saatgutgewinnung und -verwendung geführt. Vor allem aber konnten auf diesem Gebiet durch die aufklärende, beratende und Pflanzenerziehungs-Musterbetriebe anlegende Tätigkeit der Abteilung für Waldpflanzen-Nachzucht der Eidgenössischen Forstlichen Versuchsanstalt (Dr. S u r b e r) sehr beachtliche Fortschritte erzielt werden.

Eine andere genetische Erkenntnis verdient, von der Praxis mehr berücksichtigt zu werden als bisher. Auch innerhalb eines klimatisch einigermaßen einheitlichen Wuchsgebietes gibt es von Bestand zu Bestand auf erblicher Grundlage Wuchsleistungsunterschiede. Diese Erkenntnis gewann man, als man bei verschiedenen Provenienzversuchen der Neuzeit nicht nur jeweils *eine* Saatgutmenge aus verschiedenen Wuchsgebieten verwendete, sondern vom gleichen Wuchsgebiet mehrere Bestandsernten in die Versuche einbezog. Ein Beispiel dafür liefert Abb. 2. Im Rahmen eines großen, von der Waldsamenprüfanstalt Eberswalde 1936 unter Professor Dr. W. S c h m i d t begonnenen und seit Kriegsende, soweit die Flächen in bayerischen Forstämtern liegen, von meinem Institut wissenschaftlich betreuten Kiefernprovenienzversuches wurden von verschiedenen Wuchsgebieten nicht nur *eine* Herkunft, sondern mehrere Bestandsherkünfte angebaut. Wie sehr sich Bestandsnachkommenschaften gleicher Wuchsgebiete, hier (oben) aus Ostpreußen und (unten) aus Schlesien, in der Wuchsleistung im 17jährigen Alter unterscheiden, zeigt die linke Hälfte der

Abb. 2. Rechts dagegen ist die Astigkeit für die gleichen Bestände der beiden Wuchsgebiete dargestellt, ausgedrückt durch das Astgewicht in Prozenten des Gesamtgewichtes der Bäume. Solche erblich bedingten Unterschiede in der Wuchsleistung oder in Formeigenschaften zwischen Nachkommen verschiedener Bestände sind also nicht durch Klimaverschiedenheiten bedingt, sondern die Folge von Zufälligkeiten in der Genverteilung. In einem Bestand überwiegen Biotypen mit günstigeren Erbeigenschaften.

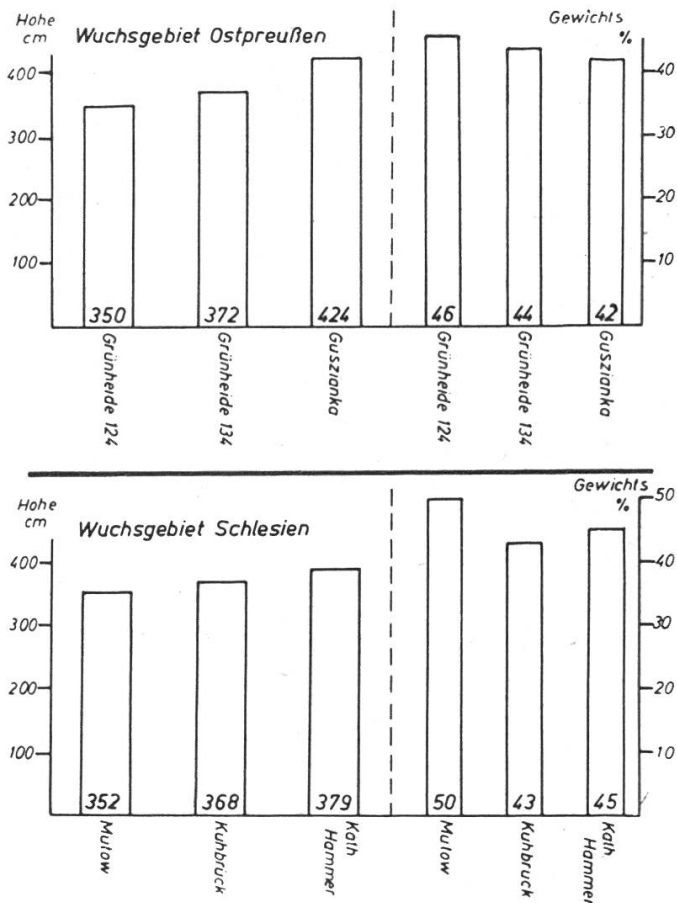


Abb. 2

Unterschiede in der durchschnittlichen Höhenwuchsleistung (links) und in der Astigkeit (rechts), letztere ausgedrückt als Astgewicht in Prozenten des Gesamtbaumgewichtes zwischen drei verschiedenen Kiefern-Bestandsabsaaten im 17jährigen Alter, oben Wuchsgebiet Ostpreußen, unten Wuchsgebiet Schlesien.

Im Nachbarbestand pflanzen sich dagegen Individuen fort, deren Erbanlagenspektrum weniger günstig ist.

Diese durch Anbauversuche erwiesene Tatsache wurde in letzter Zeit theoretisch und mathematisch durch die Lehre der Populationsgenetik untermauert.

Die forstliche Praxis kann diese Erkenntnisse nutzbringend verwenden, wenn sie bei ihren Kulturmaßnahmen, vor allem auf größeren Aufforstungsflächen, nicht nur eine bestimmte Samen- oder Pflanzenpartie aus der einheimischen ökologischen Rasse verwendet, sondern mehrere aus verschiedenen Beständen oder Forstbezirken geerntete. Dies erfordert jedoch genaue Aufschreibungen über die bestandsweise Herkunft des Saatgutes und über die räumliche Verteilung der einzelnen Nachkommenschaften auf einer Kulturfläche, also die Führung einer Kulturchronik oder eines

Bestandslagerbuches. Es genügt für den weiteren Fortschritt also nicht die Angabe eines großräumigen Herkunftsgebietes, wie dies das neue westdeutsche Saatgutgesetz verlangt. Ich bin mir der Schwierigkeiten einer solchen bestandsweisen Erprobung sehr bewußt und möchte dieses Vorgehen auch nicht für die allgemeine Kulturtätigkeit empfehlen, sondern nur da und dort, wo sich die Möglichkeit bei größeren Aufforstungsobjekten bietet. Die forstlichen Forschungs- und Versuchsanstalten bewältigen arbeits- und geldmäßig eine solche wünschenswerte Verdichtung des Provenienzversuchsnetzes in der Zukunft nicht. Hier kann jedoch die forstliche Praxis selbst wesentlich zum Fortschritt beitragen.

Das Provenienzproblem verdient nicht nur bei unseren einheimischen Baumarten vermehrte Beachtung, sondern auch beim Anbau von Fremdländern. Als Beispiel sei kurz auf den Douglasienprovenienzversuch im Forstamt Kaiserslautern-Ost hingewiesen, den Prof. M ü n c h als Parallelversuch zu einem gleichen von S c h w a p p a c h in Chorin angelegten Versuch 1912 begann und 34 Jahre betreute. Nach 44jähriger Laufzeit habe ich alle bis dahin gewonnenen Messungsergebnisse ausgewertet. Nach diesen Zahlen ist Abb. 3 gezeichnet.

Von den vier Herkünften des *Glauca*-Areal haben drei völlig oder nahezu völlig versagt, von den fünf Herkünften des *Caesia*-Areal sind nur noch zwei mit belangvollen Baumholzmassen vertreten. Aber auch die ins-

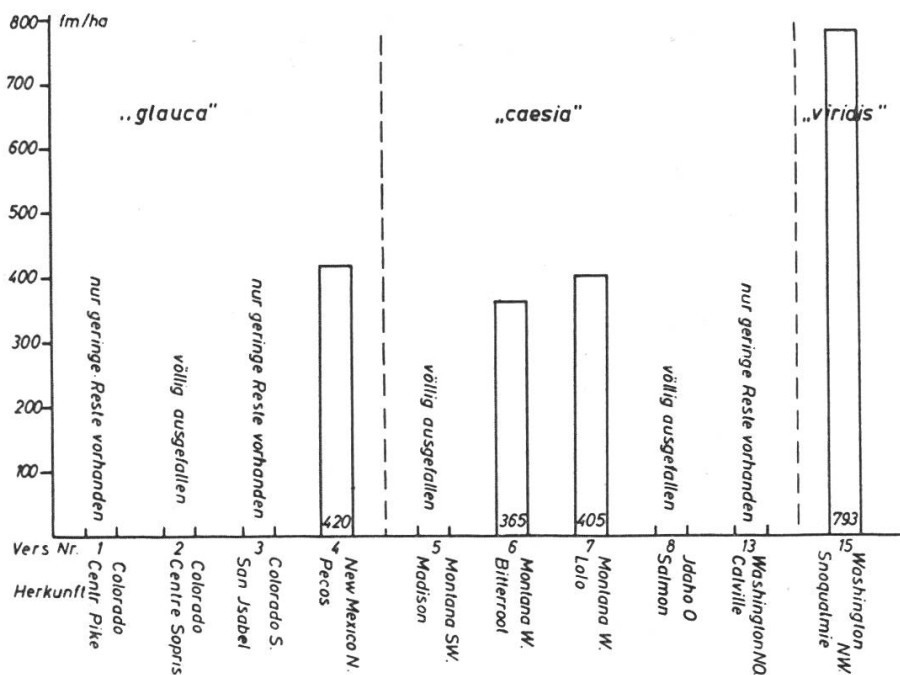


Abb. 3

Gesamtmassenleistung in fm/ha im 44jährigen Alter von zehn verschiedenen Douglasienherkünften (vier Herkünfte aus dem *Glauca*-Areal, fünf aus dem *Caesia*-Areal, eine Herkunft aus dem *Viridis*-Areal). Ergebnisse aus dem Douglasien-Provenienzversuch von M ü n c h im Forstamt Kaiserslautern-Ost.

gesamt drei stark gelichteten Versuchsbestände der *Glauca*- und *Caesia*-Herkünfte haben bei weitem nicht das geleistet, was die eine *Viridis*-Herkunft aus dem Nationalpark Snoqualmie an Masse in 44 Jahren erzeugt hat, nämlich 793 fm, das entspricht einem durchschnittlichen Gesamtalterszuwachs von 18 fm je Jahr und ha.

Durch diese und andere in Deutschland durchgeführte Provenienzversuche steht heute fest, daß die *Glauca*-Gebirgsform, die sogenannte blaue Douglasie, für Deutschland ungeeignet ist. Die *Caesia*-Zwischenform, die graue Douglasie, hat sich nur beim Bezug aus wenigen eng begrenzten, aber weit voneinander entfernt liegenden Gebieten, vor allem in Mittelgebirgen und im kontinentalen Klima des östlichen Deutschlands, bewährt. Aus dem großen Verbreitungsgebiet der *Viridis*-Form sind für uns Herkünfte aus dem nördlichen Oregon, aus Washington und dem südlichen Britisch-Kolumbien zwischen Pazifikküste und dem Kaskadenkamm, vor allem am Westabhang dieses Gebirges in Höhenlagen von 100 bis 1000 m am geeignetsten. Aber innerhalb dieses großen, wenn auch gegenüber dem Gesamtverbreitungsgebiet jetzt schon stark eingeeengten Gebietes gibt es noch erhebliche erblich bedingte Rassenunterschiede. Darum empfehlen Oberforstmeister *Strehlke* und sein Sohn, die beide längere Zeit im Heimatgebiet der Douglasie die Bezugsmöglichkeiten geeigneten Saatgutes studiert haben, beim Kauf von Saat- und Pflanzgut nicht ganz allgemein *grüne* Douglasien zu verlangen, sondern darauf zu bestehen, daß das Erntegebiet möglichst genau angegeben wird. Mindestens müssen das engere Sammelgebiet und die Höhenlage bekannt sein, das, was die Amerikaner mit dem Begriff «Certified Seed» bezeichnen; besser aber sollten wir Samen aus einem genau beschriebenen Einzelbestand beziehen. Solches Saatgut nennen die Amerikaner «Bonded Seed». Beim Douglasienanbau erstreben wir künftig nicht so sehr das Maximum der Wuchsleistung als vielmehr das Minimum an Risiko. Ausschlaggebend für die zu beziehenden Herkünfte soll geringe Anfälligkeit gegenüber Frost und den beiden Pilzschüttekrankheiten sein. Diese Anfälligkeit ist jedoch weitgehend durch die Samenherkunft bedingt.

Die Douglasie spielt in der Schweiz bisher waldbaulich noch nicht die große Rolle wie in anderen mitteleuropäischen Ländern. Daß diese und andere Fremdländer jedoch auch für Schweizer Verhältnisse an Bedeutung gewinnen können und dann die Herkunftsfrage genau beachtet werden muß, zeigen die großen Aufforstungsvorhaben im Tessin im Gefolge des Edelkastaniensterbens.

## 2. Folgerungen aus Nachkommenschaftsprüfung

Wir haben bei unseren Waldbäumen stets nur das Erscheinungsbild, den Phaenotyp, vor Augen, geprägt aus dem Zusammenwirken der beiden Kräftegruppen Erbgut und Umwelt. Das Erbbild, den Genotyp, erkennen wir am klarsten durch die Nachkommenschaftsprüfung. Darum haben wir

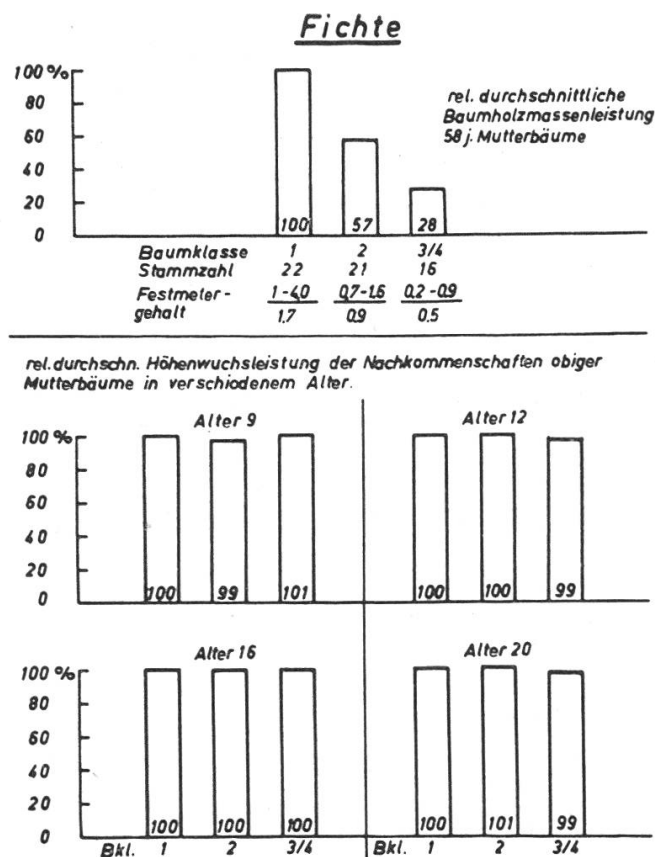
uns seit 25 Jahren bei den Baumarten Fichte, Kiefer und Traubeneiche eingehend mit Nachkommenschaftsprüfungen befaßt. Aus der Fülle der auch die Praxis interessierenden Ergebnisse sei nur eine Fragestellung herausgegriffen, nämlich die: Ist die Durchforstung eine züchterische Maßnahme? Können wir z. B. durch den Aushieb der schwächeren Stämme die Leistung der nächsten Generation steigern? Oder anders ausgedrückt: Erreichen wir einen Fortschritt in Richtung auf größere Massenleistung der nächsten Generation, wenn wir das Saatgut nur von besonders kräftigen, also vorherrschenden Bäumen ernten? Diese Frage wird eindeutig beantwortet durch unsere Nachkommenschaftsprüfungen bei Fichte und Kiefer.

Bei der Fichte wurden im Rahmen eines großen Vererbungsversuches 59 mannbare Bäume beerntet, 22 der vorherrschenden Baumklasse 1 (nach Kraft), 21 der herrschenden Baumklasse 2 und 16 mit eingegengten Kronen der Baumklasse 3. Im Durchschnitt verhielten sich die Angehörigen der drei Baumklassen 1, 2 und 3 in der Massenleistung wie 100:57:28 (Abb. 4). Faßt man die Leistungen der Nachkommenschaften baumklassen-

Abb. 4

Oben: Relative durchschnittliche Baumholzmassenleistung von 22 Bäumen der Baumklasse 1, 21 Bäumen der Baumklasse 2, 16 Bäumen der Baumklasse 3 in einem 57jährigen Fichtenbestand.

Unten: Relative durchschnittliche Höhenwuchsleistung der Nachkommen der obigen Bäume, baumklassenweise zusammengefaßt im Alter 9, 12, 16 und 20.



weise zusammen, so ergeben sich im 9-, 12-, 16- und 20jährigen Alter keine Unterschiede. Insgesamt haben alle Nachkommen der vorherrschenden Bäume im Höhenwuchs genau soviel geleistet wie die Nachkommen der Bäume mit eingegengten Kronen und geringer Baumholzmasse.

Diese baumklassenweise zusammenfassende Betrachtung besagt jedoch nicht, daß es nicht bei den Einzelbaumnachkommenschaften erhebliche



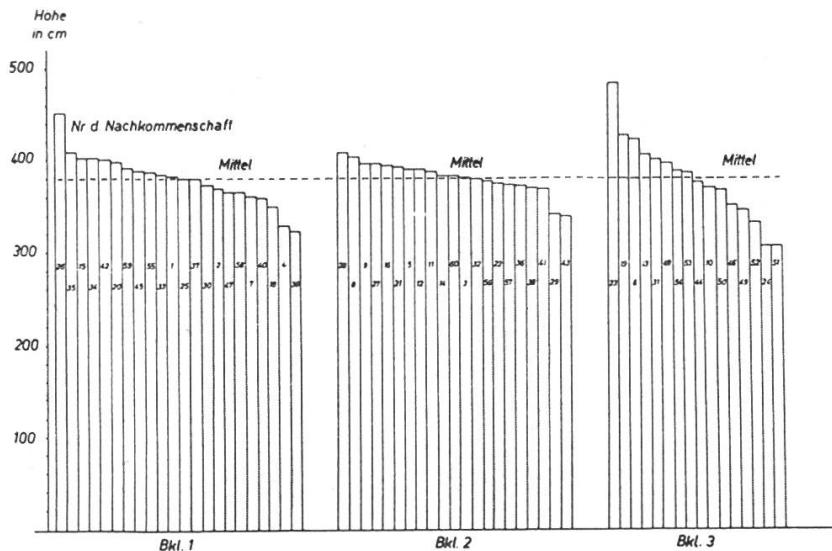


Abb. 5

Durchschnittliche Höhenwuchsleistung der einzelnen Nachkommenschaften von baumklassenweise ausgewählten Mutterbäumen. In jeder Baumklasse sind erblich überdurchschnittliche und unterdurchschnittliche Nachkommenschaften vertreten, so daß im Mittel aller Bäume zwischen den drei Baumklassen keine Unterschiede bestehen. Die erblichen Unterschiede zwischen den einzelnen Nachkommenschaften können jedoch züchterisch benutzt werden.

Unterschiede in der Wuchsleistung gibt, wie Abb. 5 zeigt. Bei jeder Baumklasse kommen auf erblicher Grundlage überragend gute Nachkommenschaften und weit unter dem Mittel liegende vor. Die wüchsigste Nachkommenschaft hat zufällig eine Mutter, die der Baumklasse 3 angehört. Im 20jährigen Alter hat die wüchsigste Nachkommenschaft (Nr. 23) in der Höhenwuchsleistung um 27 Prozent mehr geleistet als der Durchschnitt aller Nachkommenschaften und um 57 Prozent mehr als die Nachkommenschaft mit der geringsten Leistung. In der Massenleistung verhalten sich beste und geringste Nachkommenschaft wie 240:100. Die beste Nachkommenschaft hat also in 20 Jahren rund das 2,4fache an Masse gegenüber der geringsten geleistet.

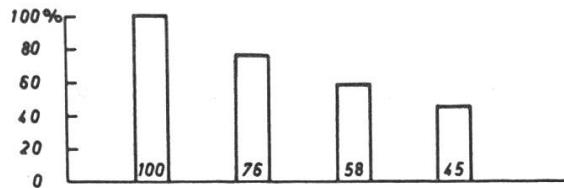
Genau die gleichen Ergebnisse lieferte die Nachkommenschaftsprüfung bei der Kiefer. Hier beernteten wir 38 Bäume im 103jährigen Alter im Fichtelgebirge im Forstamt Selb, die sich in der Massenleistung erheblich unterschieden. Bildet man von den massenreichsten zu den massenärmsten Bäumen vier Gruppen, so verhalten sich deren Massen wie 100:76:58:45 (Abb. 6). Die Nachkommen dieser vier Baummassengruppen unterscheiden sich jedoch im 6- und 9jährigen Alter in der Höhenwuchsleistung in keiner Weise.

Betrachten wir aber die Nachkommenschaften einzeln, so finden wir in jeder Stärkenklasse der Mutterbäume einzelne erblich überlegene und einzelne unter dem Durchschnitt weit zurückbleibende (Abb. 7). Hier

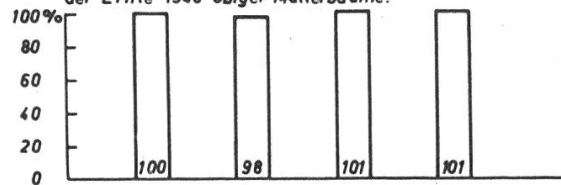


## Kiefer

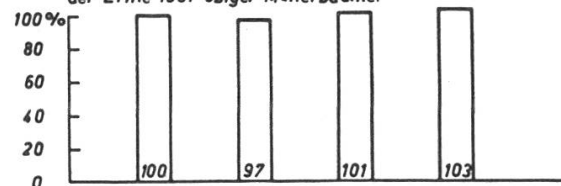
rel. durchschn. Baumholzmassenleistung 103j. Mutterbäume.



rel. durchschn. Höhenwuchsleistung 9j. Nachkommenschaften der Ernte 1948 obiger Mutterbäume.



rel. durchschn. Höhenwuchsleistung 6j. Nachkommenschaften der Ernte 1951 obiger Mutterbäume.



| Gruppe  | I                      | II                    | III                   | IV                    |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Stammzahl                                     | 9                      | 9                     | 12                    | 8                     |
| Absolute Massenleistung d. Mutterbäume in fm. | $\frac{24 - 3,6}{2,5}$ | $\frac{17 - 21}{1,9}$ | $\frac{13 - 16}{1,5}$ | $\frac{10 - 13}{1,1}$ |

Absolute Massenleistung d. Mutterbäume in fm.

Abb. 6

Oben: Relative durchschnittliche Baumholzmassenleistung von vier Gruppen mit unterschiedlicher Massenleistung in einem 103jährigen Kiefernbestand.

Mitte: Relative durchschnittliche Höhenwuchsleistung der Nachkommenschaften dieser vier Baummassengruppen in 9jährigem Alter.

Unten: Das gleiche in 6jährigem Alter.

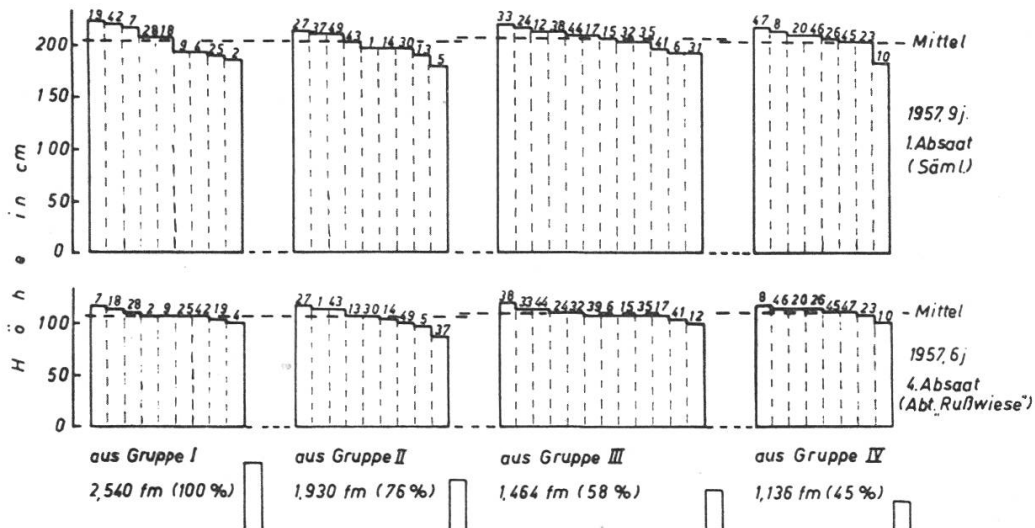


Abb. 7

Durchschnittliche Höhenwuchsleistung der einzelnen Kiefern-Nachkommenschaften von vier Baumgruppen, die sich in der Massenleistung unterscheiden (siehe Abb. 6), in 9- und 6jährigem Alter. In jeder Gruppe sind Nachkommenschaften mit überdurchschnittlicher und unterdurchschnittlicher Leistung vertreten.

liegen die Auslesemöglichkeiten für die wissenschaftliche Züchtung. Für die Praxis ergibt sich zur Beantwortung der gestellten Frage:

Eine *summarische* Auslese der stärksten und massenreichsten Bäume allein ist keine züchterische Maßnahme. Während wir am Phaenotyp mancherlei erblich bedingte Form- und Werteigenschaften, wie Feinastigkeit, Schmalkronigkeit, auch physiologische Eigentümlichkeiten, wie frühes oder spätes Knospenöffnen, Neigung zur Johannistriebbildung u. a. mit einiger Sicherheit ansprechen können, läßt sich leider aus der Wuchsleistung auf die erbliche Veranlagung zu großer oder geringer Massen-erzeugung kein Schluß ziehen. Es nützt dem Praktiker also nichts, wenn er nur von den stärksten Bäumen Samen erntet. Damit hat er keine Aussicht, daß die nächste Generation mehr an Masse leistet als die jetzige. Umgekehrt bestehen nach unseren Untersuchungen keine Bedenken dagegen, in älteren, durchforsteten Beständen Saatgut auch am gefälltten Baum und hier nicht nur von Bäumen mit überdurchschnittlicher Massenleistung zu ernten.

Bei einer langfristigen Auslesezüchtung durch wissenschaftliche Institute oder Züchtungsstationen auf Grund der erblich bedingten überdurchschnittlichen Leistung einzelner Nachkommenschaften muß darauf geachtet werden, daß man eine neue Zuchtsorte aus einer genügend großen Anzahl von Ausleseebäumen aufbaut, damit nicht infolge zu starker Einengung des Erbanlagenbestandes in späteren Generationen Inzuchtdepressionen auftreten. Ein gewisses Risiko bedeutet jede Auslesezüchtung; denn jede Auslese schränkt den Erbanlagenbestand ein.

### 3. Massenauslese durch Pflanzengrößensortierung

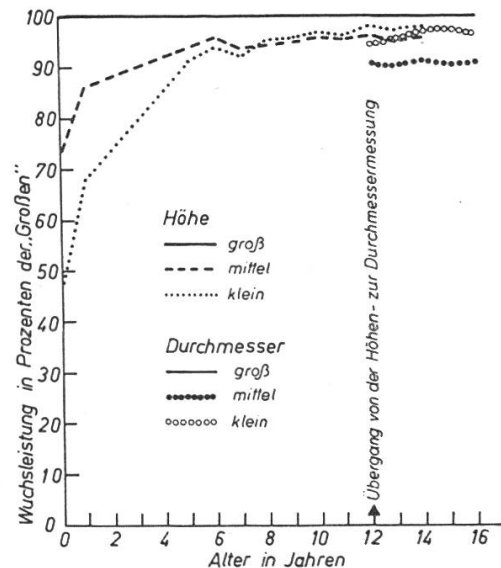
Eine andere genetische Frage, die die Praxis interessiert, lautet: Kann man durch Auswahl und getrennten Anbau der größten Jungpflanzen aus einer Pflanzenpartie eine Wuchssteigerung auf erblicher Grundlage erreichen? Auch zu dieser Frage laufen an unserem Institut seit 22 Jahren in mehreren Forstämtern Versuche mit Fichten- und Kiefern-Jungpflanzensortierung. Abb. 8 zeigt die Ergebnisse eines solchen Kiefern-pflanzengrößenversuches im hessischen Forstamt Wolfgang. Die einjährigen Kiefern-sämlinge, die so erzogen worden waren, daß modifizierende Einflüsse des Standorts und der Samengröße weitgehend ausgeschaltet waren, haben wir in drei Größenklassen eingeteilt und getrennt ausgepflanzt. Die drei Gruppen groß, mittel und klein verhielten sich im Höhenwuchs wie 100:71:44. Aber schon nach wenigen Jahren holten die kleinen und mittleren Pflanzen erheblich auf, etwa bis auf 90 bis 95 Prozent der großsortierten. Der Vorsprung der «Großen» um 5 bis 10 Prozent blieb aber vom 6. bis zum 21. Lebensjahr bei allen unseren Versuchen erhalten. Wenn also auch die ursprüngliche starke Überlegenheit der großsortierten Pflanzen nicht beibehalten wurde, so ist doch zum mindesten in den ersten zwei bis drei Jahrzehnten eine Höhenwuchsmehrleistung von 5 bis 10 Prozent, eine

ebensolche im Durchmesserzuwachs und damit eine ungefähre Massenerleistung von 10 bis 20 Prozent zu erwarten.

Daß die ursprüngliche Überlegenheit der großsortierten Pflanzen nicht in voller Höhe erhalten bleibt, hat zwei Gründe: Einmal gelingt es auch bei aller Vorsorge nicht, im Pflanzgarten alle die Größenentwicklung beeinflussenden Umweltfaktoren, wie Boden- und Standraumverschiedenheiten, auszuschalten; zum anderen lassen die forstlichen Jungpflanzen in den ersten Lebensjahren ihre erbliche Wuchspotenz vielfach noch nicht

Abb. 8

Kiefern-  
Pflanzengrößen-Sortierungsversuch  
im hessischen Forstamt Wolfgang.  
Durchschnittliche Höhenwuchsleistung  
der Sorten «mittel» und «klein» in Pro-  
zenten der Sorte «groß» für die Alter 1  
bis 16.



erkennen, sie setzen in ihrer Leistung um. Jugendraschwüchsige sinken in ihrer Leistung ab, jugendträgschwüchsige dagegen holen auf.

Die Vorteile einer solchen Pflanzengrößenauslese sind um so größer, in je späterem Alter man sortiert und je geringer die Prozentzahl der ausgelesenen Pflanzen aus der Gesamtpartie ist. Wir können das Verfahren der Praxis nicht so empfehlen, daß man aus einer Pflanzenpartie nur die wüchsigsten 5 oder 10 Prozent aller Pflanzen ausliest und die übrigen vernichtet. Das ist aus wirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar. Aber es würde sich lohnen, ab und zu die stärksten 5 oder 10 Prozent Pflanzen gesondert auf einer Teilfläche auszupflanzen und ihre Leistung mit der der übrigen unsortierten Pflanzen zu vergleichen.

#### 4. Massenauslese auf Spätaustreiben

Ein züchterisches Verfahren, das der Praxis heute schon in vollem Umfang zur Anwendung empfohlen und leicht verwirklicht werden kann, ist die Massenauslese auf Spätaustreiben. Jeder Forstmann weiß, welche großen Zuwachsverluste auf spätfrostgefährdeten Lagen eine Fichtenkultur erleidet. Zu den Zuwachseinbußen kommen noch weitere Verluste durch Sekundärschädlinge, zum Beispiel Triebwicklerfraß an den durch Frost geschwächten Pflanzen.

Beobachtet man im Frühjahr in einem mannbaren Fichtenbestand das Austreiben, das sich über einen Zeitraum von zwei bis drei Wochen erstreckt, so kann man die am spätesten treibenden Bäume markieren. Treiben die gleichen Bäume auch in den folgenden Jahren spät, so erntet man von solchen ausgewählten Spättreibern die Zapfen. Die aus diesem Saatgut erzeugten Pflanzen sind nun nicht durchaus Spättreiber; es sind wegen der heterozygoten Veranlagung der Mutterbäume und vor allem wegen der Fremdbefruchtung auch Früh- und Mitteltreiber dabei. Die Spättreiber überwiegen aber.

Wir haben im Rahmen eines Vererbungsversuches an 60 mannbaren Fichten die Austreibzeit jahrelang beobachtet. Die Bäume sind in Abb. 9

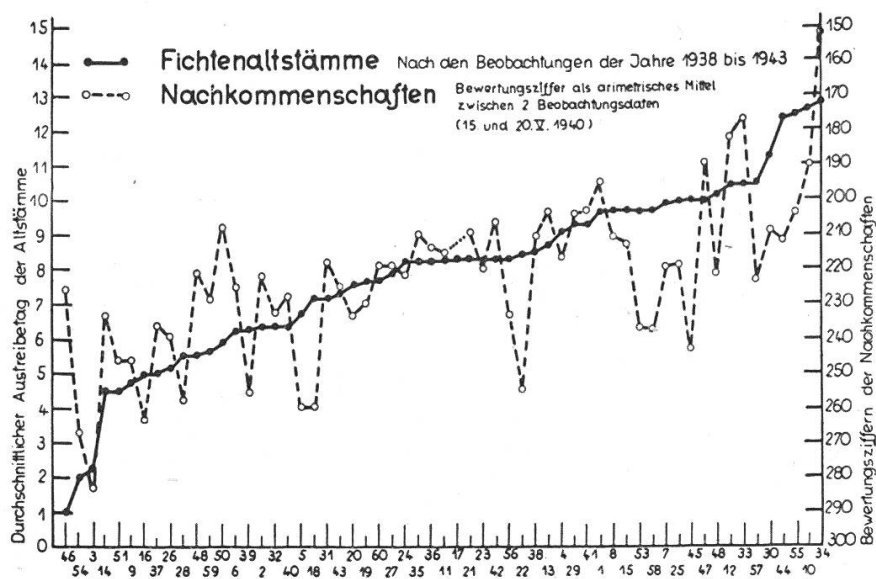


Abb. 9

Reihenfolge der Austreibzeit von 59 Fichtenaltholzbäumen (ausgezogene Linie) und ihrer Nachkommenschaften (gestrichelte Linie). Die Altbäume sind nach der Reihenfolge ihres durchschnittlichen Austreibetages vom frühesten (Nr. 46) bis zum spätesten (Nr. 34) geordnet.

als ausgezogene Linie von links nach rechts in der Reihenfolge des Austreibens aufgetragen, links die Frühreiber, rechts die ganz Späten. An den Nachkommenschaften wurde mit einem einfachen Bewertungszählverfahren der durchschnittliche Austreibezustand erfaßt und auf dem Bild als gestrichelte Linie dargestellt. Bei diesem Bewertungsverfahren bedeutet eine hohe Ziffer frühes Austreiben (Ziffer 400 = alle Pflanzen voll ausgetrieben), eine niedere Ziffer spätes Austreiben (Ziffer 0 = alle Pflanzen im Winterruhezustand). Im Durchschnitt lieferten die Nachkommen von spätreibenden Mutterbäumen auch später austreibende Nachkommenschaften. Da spätreibende Mutterbäume zwar vorwiegend, aber nicht ausschließlich spätreibende Nachkommen ergeben, kann man im Pflanz-

garten an den zweijährigen Sämlingen und an den vierjährigen Verschulpflanzen nochmals eine Auslese durchführen, indem man die zahlenmäßig weniger vertretenen Frühreiber markiert und diese gesondert auf einer nicht frostgefährdeten Fläche verwendet. Durch diese doppelte Auslese auf Spättreiben an den Mutterbäumen und Nachkommen kann man mit einfachen Mitteln eine Auslese auf späte Knospenentfaltung durchführen, die verdient, schon jetzt von der Praxis verwendet zu werden.

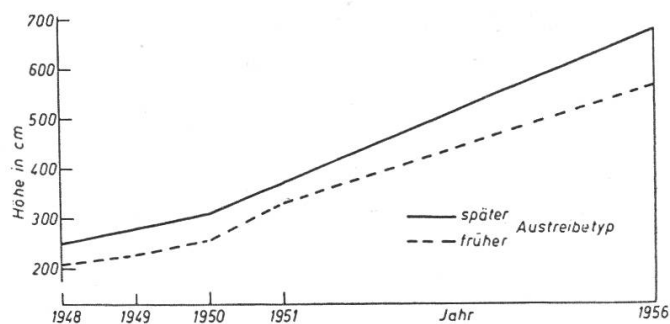
In Bayern ist die Auslese auf Spättreiben bereits von mehreren Forstämtern in Angriff genommen worden.

Außer mit dem Verfahren der doppelten Auslese, das rasch zum Ziel führt, kann man auch durch Herstellen von spättreibenden Pfropflingen und die Vereinigung einer ausreichenden Zahl spättreibender Klone in einer Plantage Saatgut mit der Erbeigenschaft des Spättreibens erzeugen. Der geschilderte Weg der doppelten Auslese bringt der Praxis jedoch schnelle und durchaus sichere Ergebnisse.

Wie sehr schon die einmalige Auslese auf Spättreiben zu einem Erfolg führen kann, zeigt Abb. 10. Auf einer ausgesprochenen Spätfrostfläche im

Abb. 10

Durchschnittliche Höhenwuchsleistung von Nachkommenschaften spätaustreibender Mutterbäume (ausgezogene Linie) und frühaustreibender Mutterbäume (gestrichelte Linie) im Forstamt Sauerlach auf einer stark spätfrostgefährdeten Fläche im Alter von 12 bis 20.

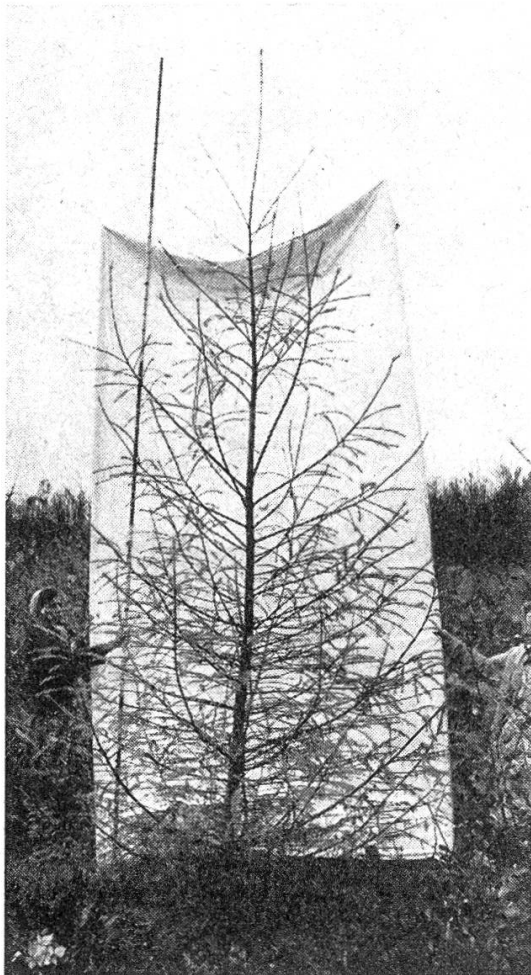


Forstamt Sauerlach auf der Münchner Schotterebene sind Nachkommenschaften verschiedener Einzelbäume angebaut, die Prof. M ü n c h ausgelesen hat. Einige der Mutterbäume sind früh-, andere spättreibend. Der Austreibzeitpunkt war einer der Auslesegesichtspunkte. Infolge mehrerer schwerer Spätfröste im letzten Jahrzehnt sind die Nachkommen der spättreibenden Mütter, weil sie einen größeren Anteil an Spättreibern hatten, weniger vom Frost geschädigt worden und deshalb besser gewachsen als die Nachkommen von Frühtreibern.

## 5. Luxurierende Bastarde

Bekanntlich können durch gelenkte Kreuzung von Individuen verschiedener Baumarten besonders kräftige und leistungsfähige Bastarde entstehen. Die Leistung solcher luxurierender Bastarde übertrifft, besonders wenn man die geeigneten Kreuzungspartner testet, die der reinen Arten oft erheblich. Am bekanntesten ist das Luxurieren in der Gattung *Larix*; hier speziell wieder sind am verbreitetsten und im Schrifttum häufig be-

schrieben die Bastarde zwischen europäischer und japanischer Lärche. Mein Mitarbeiter Dr. Dimpflmeier hat 1951 zahlreiche Kombinationszüchtungen zwischen verschiedenen Lärchenarten durchgeführt. Heute stehen in vier bayerischen Forstämtern einige Tausend solcher Bastardlärchen im 9jährigen Alter. Abb. 11 zeigt eine wüchsige Bastardlärche, deren Mutter Japanlärche, deren Vater Europäerlärche ist. Mit 6 Jahren



*Abb. 11*

Wüchsigeste Bastardlärche auf der Versuchsfläche im Forstamt Rothenbuch, 6 Jahre alt und 440 cm hoch.

hatte diese im Forstamt Rothenbuch stehende Lärche bereits eine Höhe von 440 cm erreicht. Im 8jährigen Alter beträgt die Höhe 710 cm und der Brusthöhendurchmesser 9 cm.

Die einzelne, den Wuchs ihrer Nachbarn weit überragende Lärche, die Abb. 12 zeigt, steht auf der gleichen Versuchsfläche und ist ein spontan entstandener Bastard innerhalb der freiabgeblühten Nachkommenschaft einer Europäerlärche aus dem Versuchsgelände Grafrath.

Daß nicht nur die Kreuzung zwischen europäischer und japanischer Lärche zu dem *Heterosiseffekt*, zu der Mehrleistung der Bastarde führt, sondern auch die Kreuzung zwischen anderen Arten, zeigt ein jetzt 25jähriger, ebenfalls natürlich im Exotenversuchsgelände Grafrath entstandener



Bastard zwischen europäischer und dahurischer Lärche (Abb. 13). Er hat eine Höhe von 19,6 m, einen Brusthöhendurchmesser von 42 cm und eine Derbholzmasse von 1,1 fm. Der Nachweis, daß es sich in diesem Fall um einen Bastard zwischen *Larix decidua* und *Larix gmelini* handelt, wurde von Marion Rohmeder und R. Dimpflmeier geführt. Diese Kombination ist nicht nur wiederholt natürlich entstanden, sondern auch

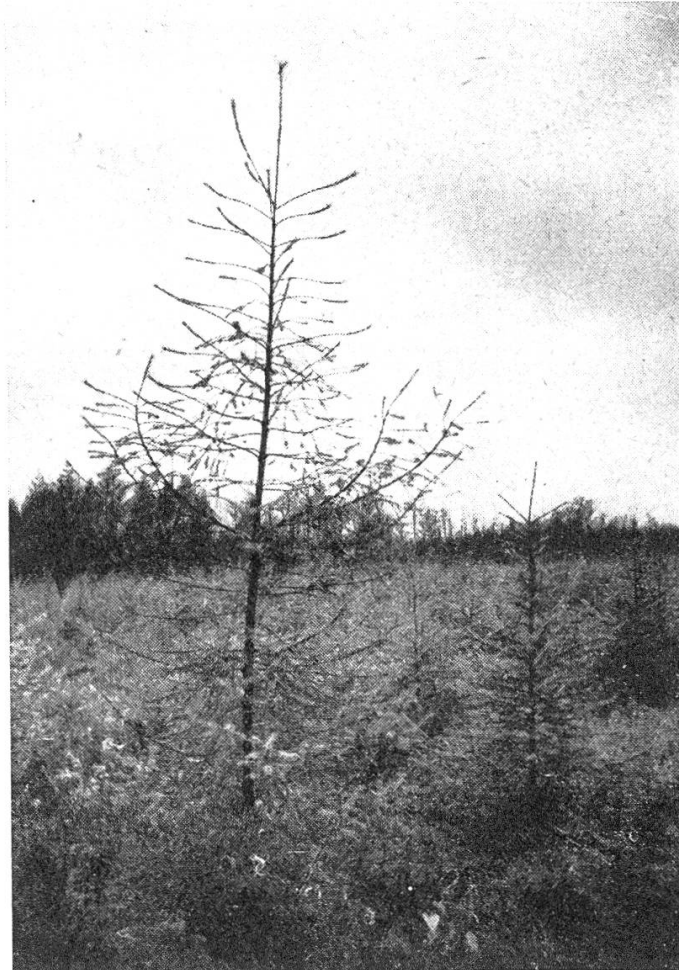


Abb. 12

Innerhalb einer freiabgeblühten Europäerlärchen-Nachkommenschaft steht ein natürlich entstandener luxurierender Bastard. Forstamt Rothenbuch, 6 Jahre alt und 400 cm hoch.

die gelenkte Kreuzung dieser Arten lieferte sehr leistungsfähige und vitale Nachkommen.

Seit 1950 befassen wir uns in unserem Institut sehr intensiv mit der Bastardierung verschiedener Tannenarten. An diesen Arbeiten ist Dr. G. Eisenhut beteiligt. Unsere einheimische Weißtanne, *Abies alba*, ist unter unseren Nadelbaumarten die wertvollste und wird — beim Anbau auf geeigneten Standorten — wegen ihrer hohen Massenleistung, ihrer Wurzelintensität und günstigen Humuszersetzung des Nadelabfalls waldbaulich besonders geschätzt. Sie ist aber auch unter allen Nadelbaumarten die labilste, gegen Winter- und Spätfrost, gegen Trockenheit empfindlich und vor allem seit Einbürgerung der Tannenlaus durch diesen

tierischen Schädling ernstlich bedroht. In den Randgebieten des Tannenverbreitungsgebietes, z. B. im Frankenwald führt die Häufung der Gefährdungen zum «Tannensterben».

Es liegt daher der Gedanke nahe, für den mitteleuropäischen Wald auf dem Wege der Kombinationszüchtung Tannenbastarde und -sorten zu erzeugen, die im gleichen oder höheren Maße die Vorzüge der Weißtanne



Abb. 13

25 Jahre alter, natürlich entstandener Bastard zwischen *Larix europaea* und *Larix gemlini*. Lärche im Grafrather Versuchsgelände, 19,6 m hoch, 42 cm Brusthöhendurchmesser, 1,1 fm Derbholzmasse.

besitzen, jedoch gegen Frost, Trockenheit und tierische Schädlinge widerstandsfähiger sind. Deshalb hat unser Institut seit 1950 in jedem Tannenblütenjahr gelenkte Kreuzungen zwischen verschiedenen Tannenarten ausgeführt.

Die Voraussetzungen für die Kombinationskreuzung in der Gattung *Abies* lagen bei uns besonders günstig, weil wir im Exotenversuchsgelände Grafrath dank der Aufbauarbeit der Professoren H. Mayr und L. Fabricius 17 verschiedene Tannenarten zur Verfügung haben, die meist in mannbaren Horsten und Kleinbeständen vorhanden sind. Diese Tannenarten stammen vorwiegend aus Europa, Nordamerika und Ostasien.

Ziel der Tannenkreuzungen ist die Herstellung von Bastardsorten, die alle guten Eigenschaften der einheimischen Tanne besitzen, vor allem

Schattenfestigkeit, Tiefwurzeligkeit, günstige Humuszersetzung, gleich gute Holzbeschaffenheit, die ferner nach Möglichkeit raschwüchsiger sind, größere Anpassungsfähigkeit an verschiedene Standortsbedingungen und hohe Widerstandskraft gegen Winter- und Spätfrost, gegen Trockenheit und tierische Schädlinge besitzen.

Die in den letzten 11 Jahren hergestellten gelenkten Kreuzungen zeigt Abb. 14. Einzelne Kombinationen wurden in mehreren Jahren wiederholt.

Tannenkreuzungen

| ♀ \ ♂        | A b i e s      |          |                |              |           |               |          |               |          |                     |
|--------------|----------------|----------|----------------|--------------|-----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------------|
|              | alba           | amabilis | concolor       | grandis      | homolepis | nordmann.     | numidica | procera       | sibirica | veitchii            |
| Abies alba   | 1958           |          | 1958           | 1958         |           | 1958          |          |               |          | 1958                |
| amabilis     |                |          |                |              |           |               |          |               |          |                     |
| concolor     | 1951<br>1958   | 1951     | 1951<br>1958   | 1951<br>1958 |           | 1950<br>51,58 |          | 1950<br>51,58 | 1951     | 1950<br>51,58       |
| grandis      | 1951           |          | 1951           | 1958         |           | 1951          |          |               |          | 1951<br>1958        |
| homolepis    | 1958           |          | 1950           | 1958         | 1958      |               |          |               |          |                     |
| nordmanniana | 1951,<br>55,58 |          | 1951,<br>58,60 | 1951<br>1958 |           | 1951<br>1958  |          |               |          | 1950, 51,<br>58, 60 |
| numidica     | 1955           |          |                |              |           |               | 1955     |               |          |                     |
| procera      |                |          |                |              |           |               |          | 1950          |          |                     |
| sibirica     |                |          |                |              |           |               |          |               |          |                     |
| veitchii     | 1950<br>51,55, |          | 1951           | 1951<br>1955 |           | 1951<br>1960  |          |               |          | 1950<br>51,56       |

Abb. 14

Schema der von 1950 bis 1960 in Grafrath durchgeführten gelenkten Kreuzungen in der Gattung *Abies*.

Wenn nicht alle möglichen 100 Kombinationen, sondern nur 35 zur Ausführung kamen, so liegt dies an zwei Umständen: Einmal waren die männlichen und weiblichen Blüten aller Arten nicht verfügbar, zum anderen ließ sich arbeitstechnisch jeweils nur ein gewisses Maß bewältigen.

Die zur Kreuzung bisher verwendeten 81 Individuen wurden dauerhaft bezeichnet. Kreuzungsergebnisse mit wertvollen Eigenschaften können daher jederzeit reproduziert werden.

Beobachtungen und Messungen über die Verteilung der männlichen und weiblichen Blüten im gesamten Kronenraum führten zu der aus der Praxis heraus bekannten Feststellung, die in Abb. 15 am Beispiel einer 60jährigen freistehenden *Abies nordmanniana* veranschaulicht wird, daß

sich die weiblichen Blüten ohne männliche fast ausschließlich in der Nähe des Gipfels in einer Zone von 2 m unter der Spitze befinden. Darunter schließt eine Zone von 1 m Länge mit weiblichen und männlichen Blüten an. Abwärts anschließend folgt eine Zone, die rund 50% der Kronenmantelfläche einnimmt und nur männliche Blüten beherbergt. Der Einfluß der Exposition ist deutlich erkennbar. Auf der Südseite reichen die Blüten weiter nach unten als auf der Nordseite.

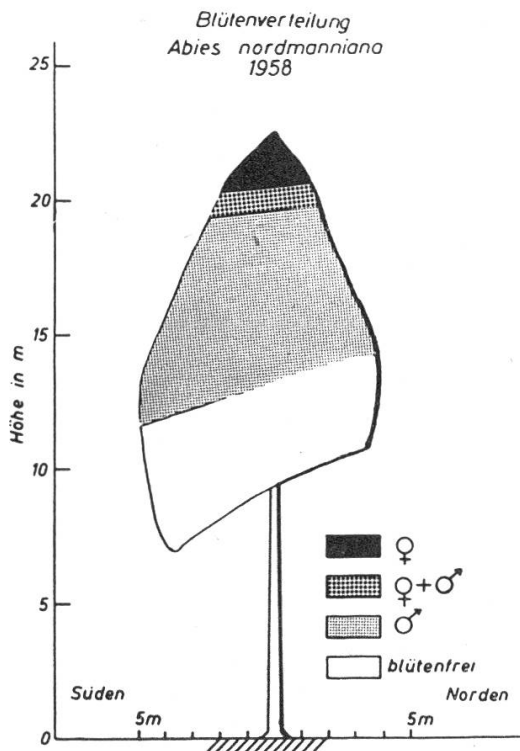


Abb. 15

Verteilung der männlichen und weiblichen Blüten im Kronenraum einer 60-jährigen freistehenden *Abies nordmanniana* in Grafrath.

Die Häufung der weiblichen Blüten in Gipfelnähe erleichtert die Verwendung von großen Stoffbeutelhüllen (Abb. 16). Mit solchen Beuteln lassen sich alle oder zum mindesten die meisten Blüten eines Baumes isolieren. Die Schutzhülle belastet nicht die Seitenzweige, sondern die meist kräftige Achse des Schaftes. Sie besitzt auf Grund unserer früheren Untersuchungen über das Mikroklima in Schutzbeuteln sehr günstige Temperatur- und Lichtverhältnisse und ermöglicht den Gasaustausch. Der Zeitaufwand für alle Kreuzungsarbeiten insgesamt (Einbeuteln, Bestäuben und Ausbeuteln) beträgt nur rund 20% der gleichen Arbeitsvorgänge bei Verwendung von kleineren Isoliertüten. Zudem sind solche Isolierbehälter mit kleinen Heizspiralen leicht heizbar; zur Zeit der Tannenblüte treten gelegentlich erhebliche Kälterückfälle auf, die den Erfolg vereiteln können. Bei dem großen Aufwand, den gelenkte Kreuzungen erfordern, spielen ein paar Rappen für die elektrische Heizung keine wesentliche Rolle.

Alle bisher durchgeführten Kreuzungen waren trotz der unterschiedlichen Größenverhältnisse der Pollenkörner erfolgreich und lieferten keim-

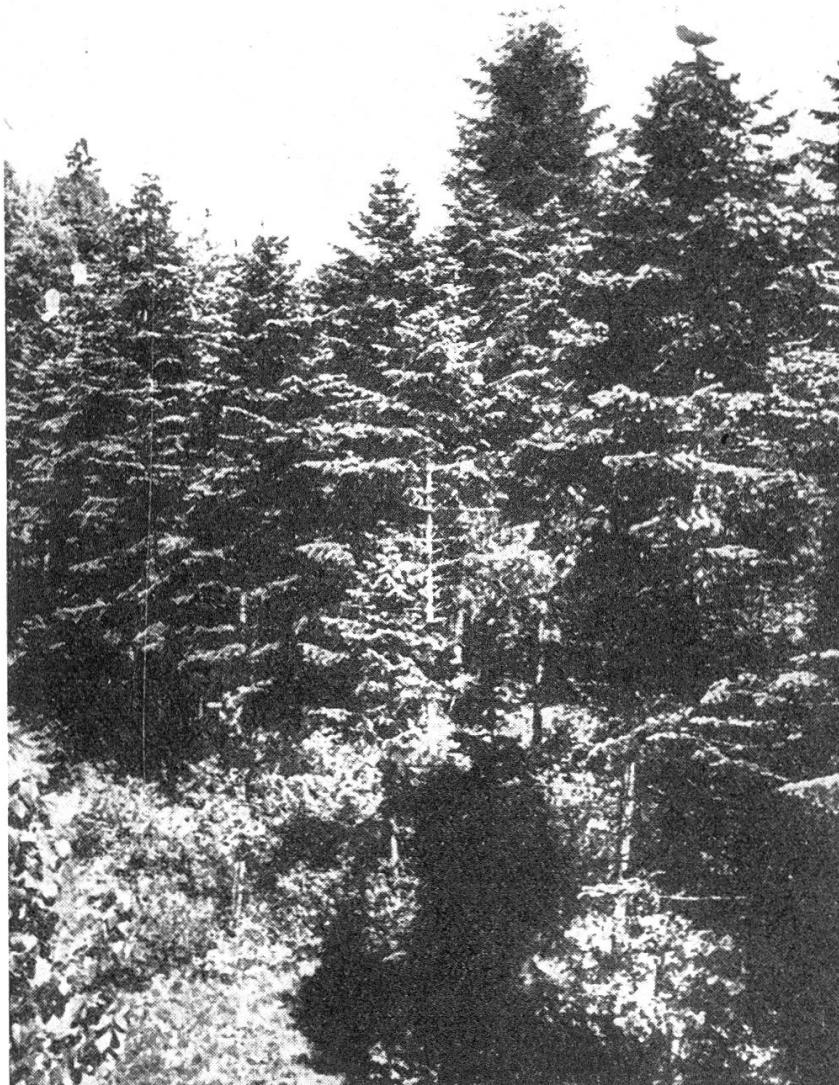


Abb. 16

Verwendung von großen Stoffbeutelhüllen zur Blütenisolierung bei gelenkten Tannenkreuzungen.

fähiges Saatgut. Es liegt also innerhalb der Gattung *Abies* eine weitgehende Kreuzbarkeit vor.

Bei unseren bisherigen Kreuzungen in verschiedenen Jahren konnte in vielen, aber nicht in allen Fällen die Erscheinung der *Heterosis* nachgewiesen werden. Die Bastarde übertreffen in der Wuchsleistung erheblich die artreinen Nachkommen. Abb. 17 zeigt Fälle aus den gelenkten Kreuzungen des Jahres 1950. Die Kreuzung *nordmanniana* x *veitchii* führte wenigstens bei den von uns benutzten Partnern zu keiner Wuchsüberlegenheit der



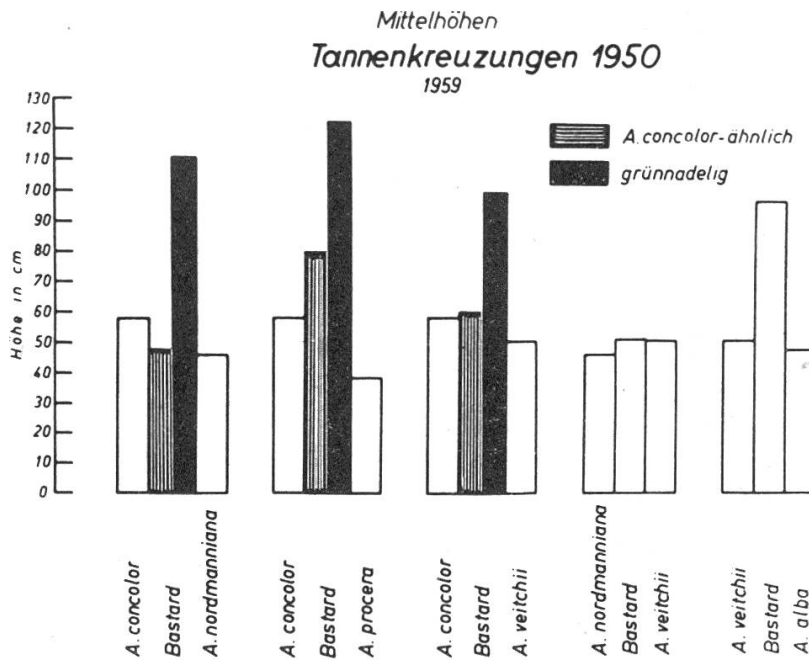


Abb. 17

Durchschnittliche Höhen 9jähriger Tannenkreuzungs-Nachkommenschaften; die grünnadeligen Bastardformen unter Beteiligung von *Abies concolor* überragen die gleichaltrigen Nachkommen der reinen Arten besonders stark; aber auch die Kreuzung *A. veitchii* x *A. alba* lieferte sehr wüchsige Bestände.

Bastarde. Im Durchschnitt war die Leistung der Bastarde im 9jährigen Alter gleich der der *Veitchii*-Nachkommenschaft. Dagegen waren die Bastarde der Kreuzung *Abies veitchii* x *Abies alba* erheblich den Nachkommen der reinen Arten im Höhenwuchs überlegen, den *Veitchii*-Nachkommen um 62%, den *Alba*-Nachkommen um 78%.

Starke *Heterosiseffekte* konnten in jedem Fall ermittelt werden, in dem *Abies concolor* als Kreuzungspartner beteiligt war. Doch trat die Wuchsüberlegenheit nicht bei allen Bastarden im gleichen Ausmaß in Erscheinung. Wegen der heterozygoten Veranlagung sind die Bastarde in ihren Merkmalen keineswegs uniform, sondern sehr variabel. Bei allen Kreuzungen mit *Abies concolor* erhielten wir daher blaubereifte, blaugraue, grüngraue Typen, die zusammengefaßt alle *concolor*-ähnliche Nadelfarben und -formen aufweisen. Diesen gegenüber treten jedoch stets mehr oder minder zahlreich rein grünnadelige und besonders langnadelige Typen auf. Das Aussehen dieser Nadeln ähnelt etwas dem der *Abies grandis*-Nadeln. Diese reingrün-langnadeligen Typen zeigen den größten *Heterosiseffekt*. So sind die grünnadeligen Typen bei der Kreuzung *concolor* x *nordmanniana* den artreinen Nachkommen der Mutter um 70%, denen des Vaters um 121% im Höhenwuchs überlegen.



Bei der Kreuzung *concolor* x *nordmanniana* erhielten wir 1950 nur 7% grünnadelige Typen, bei der Kreuzung *concolor* x *procera* nur 5%; dagegen lieferte die Kreuzung *concolor* x *veitchii* 80% und die Kreuzung *concolor* x *grandis* 100% grünnadelige Bastarde. Es liegt die Folgerung nahe, künftig solche Kombinationen bevorzugt auszuführen, die besonders viele leistungsfähige reingrünnadelige Typen ergeben.

Da die Nadelfarbe schon an den Sämlingen im ersten Jahr oder zum mindesten innerhalb der ersten vier Lebensjahre erkennbar ist, liegt hier der in der Forstpflanzenzüchtung seltene Fall einer Frühdiagnose auf Wüchsigkeit vor. Man kann mit größter Wahrscheinlichkeit aus der Farbe der Bastardsämlinge auf die spätere Wuchsleistung sichere Schlüsse ziehen.

Der Anbau der zahlreichen *Abies*arten im Exotenversuchsgelände Graf-rath bringt es mit sich, daß manche Rand- oder Einzelbäume mehr oder minder häufig von fremden Arten befruchtet werden und natürliche Bastarde entstehen.

Abb. 18

Durchschnittliche Höhen 9jähriger natürlich entstandener Tannenbastarde aus der Kreuzung *Abies concolor* x *Abies nordmanniana* im Vergleich zu den Nachkommen der reinen Arten, die ein Jahr älter sind, aber auf etwas ungünstigerem Boden stocken.

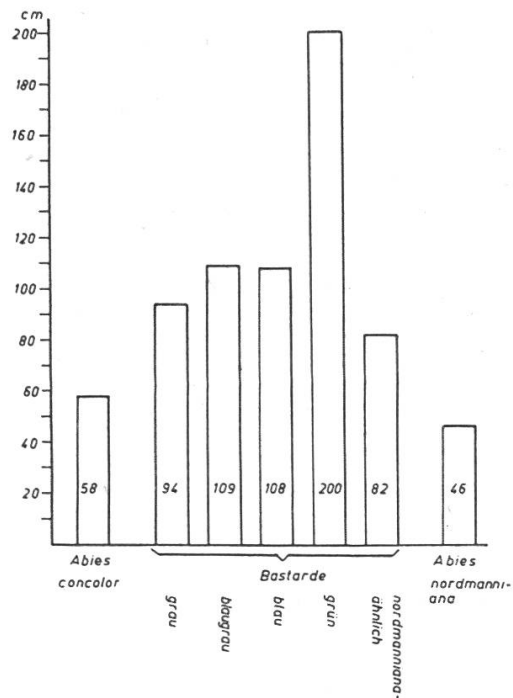


Abb. 18 zeigt die Wuchsleistung dieser natürlich entstandenen Bastarde im Alter 8. Man sieht den erheblichen Vorsprung der rein grünnadelig-langnadeligen Bastarde. Zum Vergleich sind die Leistungen der artreinen Nachkommenschaften *concolor* und *nordmanniana* links und rechts außen beigefügt. Diese artreinen Nachkommen sind 1 Jahr älter, stocken jedoch auf etwas ungünstigerem Standort.



Abb. 19

Zwei 8 Jahre alte, natürlich entstandene Bastarde zwischen *Abies concolor* und *Abies nordmanniana* in einer *Abies concolor*-Kultur; im Vordergrund zwei gleichaltrige *Abies concolor*-Pflanzen.

Abb. 19 zeigt zwei wüchsige, grünnadelige *Concolor-nordmanniana*-Bastarde, 8jährig, im Vergleich zu *Nordmanniana*-Typen.

An den Bastarden wurde ferner die Vererbung morphologischer, anatomischer und physiologischer Merkmale, in denen sich die zur Kreuzung verwendeten Arten unterscheiden, untersucht. Wenn diese Untersuchungen für die Praxis auch nicht unmittelbar von Interesse sind, so sollen doch einige Beispiele für die Vererbung morphologischer Merkmale vorgeführt werden, gewissermaßen als Einblick in die Werkstatt des Wissenschafters, der vielfach auch Grundlagenforschung betreiben muß, die früher oder später wieder der praktischen Anwendung nutzbar gemacht werden kann. Zur Klärung der Vererbung morphologischer Merkmale wurden bisher mehr als 15 000 Merkmalsansprachen ausgeführt.

Bei der Kreuzung *Abies veitchii*, die beharzte Knospen besitzt, mit *Abies alba* mit harzfreien Knospen (Übersicht 1) wurde die Beharzung von der Mutter dominant vererbt. Bei einer anderen Kombination, nämlich *A. nordmanniana* x *A. veitchii* (Übersicht 2), tritt jedoch die Beharzung der

Übersicht 1

Vererbung des Merkmals Beharzung der Knospen bei der Kreuzung  
*Abies veitchii* x *Abies alba*

|   | beharzt | schwach<br>beharzt | harzfrei |
|---|---------|--------------------|----------|
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i> | 100,0   |                    |          |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. alba</i>     | 100,0   |                    |          |
| <i>A. alba</i> x <i>A. alba</i>         |         | 1,8                | 98,2     |

Übersicht 2

Vererbung des Merkmals Beharzung der Knospen bei der Kreuzung  
*Abies nordmanniana* x *Abies veitchii*

|   | harzfrei | schwach<br>beharzt | stark<br>beharzt |
|---|----------|--------------------|------------------|
| <i>A. nordmanniana</i> x <i>A. nordmanniana</i> | 100,0    |                    |                  |
| <i>A. nordmanniana</i> x <i>A. veitchii</i>     | 85,2     | 14,8               |                  |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i>         |          |                    | 100,0            |

Winterknospen an den Bastarden kaum hervor; hier vererbte sich also die Eigenschaft harzfrei der *nordmanniana* nahezu dominant. In einer dritten Kombination, bei der Kreuzung *A. concolor* x *A. nordmanniana* (Übersicht 3) wurde die Beharzung der Knospen annähernd intermediär vererbt.

Übersicht 3

Vererbung des Merkmals Beharzung der Knospen bei der Kreuzung  
*Abies concolor* x *Abies nordmanniana*

|   | stark<br>beharzt | schwach<br>beharzt | harzfrei |
|---|------------------|--------------------|----------|
| <i>A. concolor</i> x <i>A. concolor</i>         | 81,3             | 18,7               |          |
| <i>A. concolor</i> x <i>A. nordmanniana</i>     | 1,8              | 73,3               | 24,9     |
| <i>A. nordmanniana</i> x <i>A. nordmanniana</i> |                  |                    | 100,0    |

Man sieht aus diesen drei Fällen, daß man bei den Vererbungsversuchen solcher morphologischer Eigenschaften nicht verallgemeinern und auf Grund einer ausgeführten Kreuzung z. B. behaupten darf, die Eigenschaft der harzigen Knospen würde dominant vererbt.

Ein ähnliches Beispiel kann an dem Vererbungsmodus der Behaarung der Jungtriebe gezeigt werden. Bei der Kreuzung *A. nordmanniana* x *A. veitchii* (Übersicht 4) vererbte sich die Eigenschaft Behaarung intermediär. In einem anderen Fall, nämlich bei der Kreuzung *A. concolor* x *A. veitchii* (Übersicht 5) wurde die Eigenschaft der kahlen Triebe von der

Übersicht 4

Vererbung des Merkmals Behaarung der Jungtriebe bei der Kreuzung  
*Abies nordmanniana* x *Abies veitchii*

|   | nicht behaart | schwach behaart | stark behaart |
|---|---------------|-----------------|---------------|
| <i>A. nordmanniana</i> x <i>A. nordmanniana</i> | 96,8          | 3,2             |               |
| <i>A. nordmanniana</i> x <i>A. veitchii</i>     |               | 100,0           |               |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i>         |               | 12,8            | 87,2          |

Übersicht 5

Vererbung des Merkmals Behaarung der Jungtriebe bei der Kreuzung  
*A. concolor* x *Abies veitchii*

|   | kahl  | schwach behaart | stark behaart |
|---|-------|-----------------|---------------|
| <i>A. concolor</i> x <i>A. concolor</i> | 100,0 |                 |               |
| <i>A. concolor</i> x <i>A. veitchii</i> | 97,2  | 2,8             |               |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i> |       | 12,8            | 87,2          |

Mutter dominant vererbt, während die Eigenschaft «stark behaart», die man beim Vater feststellen kann, rezessiv blieb.

Der Wachsreichtum der Nadelunterseite, der zu deutlichen Farbunterschieden zwischen den einzelnen Arten beiträgt, wurde sowohl bei der Kreuzung *A. veitchii* x *A. alba* (Übersicht 6) als auch bei der Kreuzung *A. concolor* x *A. veitchii* (Übersicht 7) annähernd intermediär vererbt.

Das gleiche gilt für die Nadelform bei der Kombination *A. concolor* x *A. nordmanniana*. Während die Nadeln der *A. concolor* überwiegend säbelförmig gekrümmt, die der *A. nordmanniana* dagegen gerade sind, treten bei den Bastarden in überwiegender Zahl schwach gebogene Nadeln auf.

Übersicht 6

Vererbung des Merkmals Wachsreichtum der Nadelunterseite bei der Kreuzung  
*Abies veitchii* x *Abies alba*

|   | kreideweiß | grünweiß | hellgrün |
|---|------------|----------|----------|
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i> | 100,0      |          |          |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. alba</i>     | 7,7        | 69,2     | 23,1     |
| <i>A. alba</i> x <i>A. alba</i>         |            | 14,0     | 86,0     |

Übersicht 7

Vererbung des Merkmals Wachsreichtum der Nadelunterseite bei der Kreuzung  
*Abies concolor* x *Abies veitchii*

|   | grau  | grünweiß | kreideweiß |
|---|-------|----------|------------|
| <i>A. concolor</i> x <i>A. concolor</i> | 100,0 |          |            |
| <i>A. concolor</i> x <i>A. veitchii</i> | 15,2  | 71,0     | 13,8       |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i> |       |          | 100,0      |

Übersicht 8

Vererbung des Merkmals Nadelform bei der Kreuzung  
*Abies concolor* x *Abies nordmanniana*

|   | säbelförmig | schwach gebogen | gerade oder gebuckelt |
|---|-------------|-----------------|-----------------------|
| <i>A. concolor</i> x <i>A. concolor</i>         | 77,1        | 16,1            | 6,8                   |
| <i>A. concolor</i> x <i>A. nordmanniana</i>     | 14,5        | 69,4            | 16,1                  |
| <i>A. nordmanniana</i> x <i>A. nordmanniana</i> |             |                 | 100,0                 |

Als letztes Beispiel wird die Vererbung der Steifheit bzw. Weichheit der Nadeln vorgeführt. *A. veitchii* hat sehr weiche Nadeln, *A. alba* dagegen steife, harte. Hier wird die Weichheit der Nadeln mütterlicherseits dominant auf die Nachkommen vererbt (Übersicht 9).

Die 1950 erzeugten Bastarde mußten in Grafrath auf einem Moränen-schotterboden mit nur geringer Lehmverwitterungsschicht angebaut wer-

Übersicht 9

Vererbung des Merkmals Steifheit der Nadeln bei der Kreuzung  
*Abies veitchii* x *Abies alba*

|   | sehr weich | weich | hart |
|---|------------|-------|------|
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. veitchii</i> | 100,0      |       |      |
| <i>A. veitchii</i> x <i>A. alba</i>     | 92,3       | 7,7   |      |
| <i>A. alba</i> x <i>A. alba</i>         |            | 5,3   | 94,7 |

den. Dieser Boden wäre für die einheimische Tanne zum mindesten im Reinbestand kein idealer Standort. Alle Bastarde fühlen sich jedoch sehr wohl und hatten nur ganz unbedeutende Ausfälle. Das zeigt, daß die Bastarde wohl durchweg eine größere Anpassungsfähigkeit an Standortunterschiede haben, also ein von uns gestelltes Zuchtziel erfüllen.

Untersuchungen auf Frostresistenz zeigten, daß die einheimische Tanne frostempfindlicher ist als verschiedene fremdländische reine Arten; deshalb entstanden auch bei den Kreuzungen, z. B. bei *Abies alba* x *Abies veitchii*, Hybriden, die neben ihrer auffallenden *Heterosis* auch eine größere Spätfrosthärtigkeit als die artreinen Nachkommen von *Abies alba* aufwiesen.

\*

Wie bereits in der Einleitung ausgeführt wurde, konnten nur einige Beispiele für Anwendungsmöglichkeiten genetischer Erkenntnisse in der Praxis geschildert werden. Nicht erwähnt wurde die heute bereits allgemein eingebürgerte Verwendung luxurierender Schwarzpappelbastarde an Stelle der einheimischen Wildpappel. Ebenso konnte ich nicht eingehen auf Plusbaumauslese und Anlage von Samenplantagen, obwohl damit die Praxis bereits vielfach beschäftigt ist.

Wenn diese Darlegungen davon ausgingen, auf welche Weise die forstliche Praxis durch genetische wissenschaftliche Erkenntnisse befruchtet werden kann, so soll zum Schluß auch dankbar der umgekehrte Tatbestand hervorgehoben werden: Die Wissenschaft erhält auch viele Anregungen und manche Förderung durch die Praxis. Der praktische Forstbetrieb bringt immer wieder neue Problemstellungen an uns heran. So habe ich auf Reisen in der Schweiz nicht nur von den Wissenschaftlern der Eidgenössischen Technischen Hochschule und der Forstlichen Versuchsanstalt Birmensdorf viele Anregungen erhalten, sondern auch von manchem Praktiker und Revierverwalter. Darum war es mir eine besondere Freude und Ehre, der Einladung von Herrn Professor Dr. Leibundgut Folge zu leisten und vor Ihnen, meine Herren, von meinen Forschungsarbeiten berichten zu dürfen.



## Résumé

### Applications pratiques de résultats de recherches en génétique forestière

A l'aide des résultats provenant d'essais en plein air de l'institut munichoïse d'étude des semences forestières et d'élevage des plantes, l'auteur expose brièvement des notions relevant de cinq domaines partiels de la génétique forestière et de l'élevage des plantes forestières. Ces connaissances sont capables de contribuer à l'amélioration de la foresterie.

1. Le problème des races de station ne joue pas seulement un rôle chez les pins, les mélèzes et les aulnes noirs, chez lesquels les erreurs dans le choix des semences ont des effets très désagréables, mais il a aussi une grande importance chez les épicéas et tout particulièrement chez les essences étrangères (par exemple chez le Douglas). A l'aide d'un essai sur la provenance des épicéas, l'auteur démontre que des races étrangères, de régions à conditions climatiques pas trop différentes, peuvent parfois manifester une production plus élevée que les races écologiques indigènes. Même à l'intérieur d'une région à climat uniforme, on constate d'importantes différences de capacité de croissance d'un peuplement à un autre (différences dues à la composition des gènes), différences qui méritent d'être utilisées par la pratique.

2. A l'aide de contrôles de descendance qui durèrent 25 ans et qui furent exécutés pour des épicéas, des pins et des chênes rouvres, il est possible de prouver qu'un *choix sommaire* des arbres les plus grands et les plus volumineux, par exemple en ne récoltant des graines que sur les arbres dominants, ne provoque pas une augmentation de la production de bois dans la génération suivante. En taxant individuellement la descendance de chaque arbre, il est cependant possible de constater une telle augmentation.

3. En choisissant dans les pépinières les plantes les plus grandes et les plus luxuriantes et en les cultivant séparément, il est possible d'obtenir une faible augmentation de la production; cette faible augmentation n'a cependant que peu d'importance.

4. Dans les régions où les gels tardifs sont fréquents et forts, il est recommandé d'utiliser des plantes à bourgeonnement tardif, par exemple des épicéas bourgeonnant très tard. Par une double sélection de masse en fonction du bourgeonnement tardif, aussi bien dans les vieux arbres semenciers que dans leurs descendance, il est possible de produire avec des moyens relativement simples une sorte d'épicéa bourgeonnant tardivement.

5. Le croisement dirigé d'individus déterminés de différentes essences forestières produit parfois des métis particulièrement vigoureux et productifs, dont la production de bois et la vitalité dépassent largement celles des espèces pures. A côté des luxuriants hybrides de mélèzes connus depuis longtemps, il est possible de créer des métis entre différentes espèces de sapins qui sont capables d'augmenter d'une façon remarquable la production de bois.

*Trad. Farron*

### Literaturverzeichnis

- Cieslar A.*: Die Zuchtwahl in der Forstwirtschaft, Zentralblatt für das gesamte Forstwesen 16, S. 448—453, 1890
- Dimpflmeier R.*: Die Bastardierung in der Gattung *Larix*, Forstwissenschaftliche Forschungen, Beiheft Nr. 12 zum Forstwissenschaftlichen Centralblatt, 1959
- Engler A.*: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse, 1. und 2. Mitteilung, Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen 8, S. 81—236, 1905, 10, S. 189—386, 1913
- Engler A.*: Tatsachen, Hypothesen und Irrtümer auf dem Gebiete der Samenprovenienz-Frage, Forstwissenschaftliches Centralblatt 30, S. 295—314, 1908
- Leibundgut H.* und *Soykan B.*: Erfahrungen mit verschiedenen Föhren- und Lärchenherkünften im Lehrwald Albisriederberg, Schweiz. Zeitschrift für das Forstwesen 110, S. 435—436, 1959
- Rohmeder E.*: Die Vererbung der Austreibzeit bei Fichteneinzelstämmen, Forstwissenschaftliches Centralblatt 67, S. 32—38, 1948
- Rohmeder E.*: Prof. Mü n c h s Anbauversuche mit Douglasien verschiedener Herkunft und anderen Nadelbaumarten im Forstamt Kaiserslautern-Ost 1912—1954, Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 5, S. 142—156, 1956
- Rohmeder E.*: Nachkommenschaftsprüfung ausgesuchter Einzelbäume als Hilfsmittel der Forstpflanzenzüchtung, Teil I: Ergebnisse eines 21jährigen Fichten-Züchtungs- und Vererbungsversuches Eichstätt-Leutkirch 1935—1956; Teil II: Ergebnisse des 20jährigen Fichten-Züchtungs- und Vererbungsversuches Tharandter Wald — Sauerlach 1937 — 1956; Teil III: Ergebnisse eines 9jährigen Kiefern-Züchtungs- und Vererbungsversuches 1949—1957 (unveröffentlicht)
- Rohmeder E.* und *Eisenhut G.*: Untersuchungen über das Mikroklima in Bestäubungsschutzbeuteln, *Silvae Genetica* 8, S. 1—13, 1959
- Rohmeder E.* und *Schönbach H.*: Genetik und Züchtung der Waldbäume, Hamburg und Berlin 1959
- Rohmeder M.* und *Dimpflmeier R.*: *Larix decidua* Mill.  $\times$  *Larix gmelini* Pilg., ein in Grafrath mehrfach natürlich entstandener luxurierender Bastard, Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 2, S. 16—19, 1952
- Rubner K.*: Ergebnisse eines heute 20jährigen Fichtenherkunftsversuches, 1. Teil: Die Flächen in Bayern, *Silvae Genetica* 6, S. 65—73, 1957
- Schönbach H.*: Ergebnisse eines heute 20jährigen Fichtenprovenienzversuches, 2. Teil: Die Flächen in Thüringen und Sachsen, *Silvae Genetica* 6, S. 74—89, 1957
- Stern K.*: Rassenbildung und Bestandesanerkennung, Zeitschrift für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 5, S. 5—13, 1956
- Strehlke B.*: Die Ernte von Douglasiensamen in den USA und Kanada, Folgerungen für die deutsche Forstwirtschaft, Forst- und Holzwirt 14, S. 295—308, 1959
- Strehlke E. G.*: Auf die Herkunft kommt es an! Zum Anbau der Douglasie in Deutschland, Forst- und Holzwirt 14, S. 289—295, 1959
- Surber E.*: Über Technik und Organisation der Waldpflanzennachzucht, Mitteilungen der Schweiz. Anstalt für das forstliche Versuchswesen 33, S. 97—123, 1957