

Forstliche Pflanzenzüchtung als ein Mittel zur Steigerung des Waldertrages

Autor(en): **Fischer, Fritz**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **105 (1954)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-766652>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Huffel den «Lichten Hochwald» (futaie claire) seit 1905, Schaeffer den «Plenterwald» (futaie jardinée) seit 1913. Unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile beider Verfahren wurde schließlich der Weg zum «Femelschlag» (futaie par bouquets) eingeschlagen. Auch für die noch bestehenden Mittelwälder wurde eine verfeinerte, «Erneuerung» (rénovation) genannte, Behandlungsart eingeleitet. Sowohl die Gemeinden als auch die Privatwaldbesitzer sind heute mehr als je zuvor von der Notwendigkeit eines intensiveren Waldbaues überzeugt und der Laubwald Nordostfrankreichs nähert sich im Aufbau zusehends den schweizerischen Laubwäldern, wo der Mittelwald kaum mehr als eine Erinnerung bedeutet.

Th. Hunziker

Forstliche Pflanzenzüchtung als ein Mittel zur Steigerung des Waldertrages

Von Fritz Fischer

Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich

0x/
165.
232.3.

(2)

Einleitung

Ziel der Forstwirtschaft ist, mehr und besseres Holz zu erzeugen, ohne die Produktionskapazität (Nachhaltigkeit) zu mindern. Als Mittel, dieses Ziel zu erreichen, gelten nach den heutigen Auffassungen (vgl. zum Beispiel E t t e r [6]):

Die Baumartenwahl; die Baumarten und ihre Mischungen sollen den standörtlichen Gegebenheiten angepaßt sein.

Die Betriebsform; durch die Betriebsform wird die räumliche und zeitliche Folge der verschiedenen Baumalter und Baumgrößen so geregelt, daß auf gegebener Fläche eine optimale, dauernde Produktion möglich ist.

Bestandespflege und Bestandenserziehung.

Genügen die hier aufgezählten Mittel wirklich, das Wirtschaftsziel zu erreichen?

- a) Zweckmäßige Baumartenwahl und -mischung ist unbestritten eine entscheidende, aber auch selbstverständliche Voraussetzung, um einen *sicheren* Ertrag zu erreichen. Damit ist aber noch keine eigentliche Ertragssteigerung eingeleitet. Um die Produktionsfaktoren eines Standortes besser auszunützen, ist nicht die Wahl der Baumart, sondern die Wahl der am gegebenen Standort leistungsfähigsten Rasse innerhalb dieser Art notwendig.
- b) Die Betriebsform versucht, die zur Verfügung stehende Produktionsfläche auf günstigste Weise auszunützen. Wie K u r t h (12) vor kurzem eindrücklich darlegte, ist durch möglichst exaktes Abwägen von Holzvorratspflege gegenüber Verjüngung dafür zu sor-

gen, daß die Produktion ohne Stauungen oder Unterbrüche vor sich geht. Wo das Verhältnis von Vorrat zu Nachwuchs entscheidend gestört ist, wird der Ertrag auch unter sonst gleichen Produktionsbedingungen früher oder später sinken. Daraus geht hervor, daß mit der Betriebsform notwendig die Überprüfung des an sich unübersichtlichen Beziehungsgefüges, das der Wald darstellt, verbunden sein muß. Betriebsform und Überprüfungsverfahren erlauben, innerhalb der Grenzen, gesetzt durch die Standortseigenschaften und durch die Leistungsfähigkeit der vorkommenden Baumarten, das Produktionsmaximum zu erreichen. Echte Ertragssteigerung durch besonders gewählte Betriebsformen zu erreichen ist hingegen nicht möglich.

- c) Jungwuchspflege, Säuberung und Durchforstung stellen die wichtigsten Arbeitsverfahren der Bestandespflege und Erziehung dar. Durch zweckmäßige Gestaltung der Umwelt der Baumindividuen wird versucht, ihre Wuchsleistung und Formentwicklung günstig zu beeinflussen. Seit den Anfängen einer eigentlichen Forstwirtschaft hofften die Fachleute immer wieder, daß geeignete Durchforstungsverfahren ertragssteigernd wirken würden. Keine der bisher durchgeführten Untersuchungen vermochte indessen diesen Nachweis zu erbringen (vgl. Burger [4], De Philippis [17], Wiedemann [25]). Durch geschickte Durchforstungseingriffe ist die Baumform (Qualität) unzweifelhaft zu beeinflussen. Die dadurch zu erreichende Ertragssteigerung ist leider der objektiven, zahlenmäßigen Erfassung immer noch nur schwer zugänglich.

Es ist naheliegend, der Bestandespflege einen selektiv züchterischen Wert beizumessen; diese Frage wird in anderem Zusammenhange noch näher zu erörtern sein.

Die ursprüngliche, stets allgemein gültig bleibende Aufgabe der Bestandespflege besteht darin, den Bestandaufbau zu lenken und für die Erhaltung der Bestandeshygiene zu sorgen. In diesem Sinne ist auch sie ein Mittel, die Nachhaltigkeit des Ertrages zu sichern, nicht aber diesen wirklich zu steigern.

Aus dieser kurzen kritischen Sichtung der Mittel, deren sich die Forstwirtschaft zur Erreichung des Wirtschaftszieles bedient, geht hervor, daß die Aufgabe, die Produktionskapazität (Nachhaltigkeit) zu erhalten, weitaus im Vordergrund steht. Die Überbewertung dieser gegenüber der eigentlichen Aufgabe: besseres und mehr Holz zu erzeugen, kann nur aus den Folgen erklärt werden, welche die frühere teilweise Mißachtung des sog. Nachhaltigkeitsprinzips hatte.

Die Möglichkeiten, den Ertrag wirklich zu steigern, können nur darin bestehen

- ertragsfähigere Baumarten zu verwenden und, gegebenenfalls,
- den Standort, namentlich den Boden, aktiv zu beeinflussen.

Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen ist selbstverständlich nur dann gewährleistet, wenn alle übrigen waldbaulichen Voraussetzungen, wie zum Beispiel zweckmäßige Milieugestaltung, erfüllt sind.

1. Die Variabilität bei den Baumarten

Die Aussichten, ertragsfähigere Baumarten zu finden oder gar neu zu schaffen, sind davon abhängig, ob innerhalb der zu bearbeitenden Baumarten eine genetisch bedingte Variabilität überhaupt auftritt. Die Art und Weise, in welcher sich die den Erbanlagen entsprechenden, äußerlich wahrnehmbaren Eigenschaften manifestieren, ist von den Umwelteinflüssen abhängig. Verschiedenheiten der Umwelt *modifizieren* die Eigenschaften auch bei sonst gleicher Veranlagung. Die genetische Variabilität zu erkennen und in gewünschter Richtung zu lenken, ist Aufgabe des Züchters; je größer die anlagebedingten Verschiedenheiten innerhalb einer Art sind, um so aussichtsreicher ist seine Tätigkeit.

Die erste dem forstlichen Pflanzenzüchter sich stellende Frage ist demnach, ob und in welchem Ausmaß derartige erbliche Verschiedenheiten bei Waldbäumen auftreten.

Dem Franzosen Louis de Vilmorin (23) kommt das Verdienst zu, die ersten mit Hilfe vergleichender Anbauversuche angestellten Untersuchungen über anlagebedingte Verschiedenheiten bei Baumarten durchgeführt zu haben. Er stellte sehr früh (1862 und 1878) fest, daß beträchtliche Unterschiede hinsichtlich Zuwachsvermögens, Periodizität und Formausgestaltung innerhalb ein und derselben Baumart — in diesem Falle Föhre — vorkommen und die nur erblich bedingt sein können. Aufbauend auf die Erkenntnisse Vilmorins wurden in vielen europäischen Ländern (vgl. K a l e l a [10]) in zunehmendem Maße sog. Provenienzversuche mit Baumarten eingeleitet. Um die Zeit des beginnenden 20. Jahrhunderts liefen die solchen Versuchen zugrunde gelegten Problemstellungen mehr und mehr darauf aus, morphologisch möglichst deutlich voneinander abtrennbare Rassen und damit Rassengebiete zu ergründen und Zusammenhänge zu suchen, zwischen dem Klima des Herkunftsortes und den morphologischen bzw. physiologischen Eigenheiten der Rassen. Gleichzeitig hoffte man, nachweisen zu können, daß die autochthone Rasse jeder fremden überlegen sei. In je engerem Gebiet die Auswahl der vermutlichen Standortsrassen aber stattfand, um so undeutlicher wurden solche Zusammenhänge und um so schwerer zu interpretieren wurden die Resultate.

Viele Ergebnisse widersprechen den Annahmen, welche den Versuchen ursprünglich zugrunde gelegt wurden; zum Beispiel

a) Herkünfte aus geographisch engem Raum und von ökologisch ähnlichen Gebieten stammend, können sich voneinander sehr stark unterscheiden. Die Herkunft Bonaduz unterscheidet sich von jener vom Rigi mehr, als sich diese zum Beispiel von der Herkunft Belgien oder Ostpreußen unterscheidet (vgl. Tabelle 1). In diesem allerdings extremen Fall ist die autochthone Föhrenrasse, ertragsmäßig betrachtet, die schlechteste.

Tabelle 1
Anbauort Bonaduz, Alter der Föhren: 45jährig

Herkunft	SH	Kreisfl.	Dm
a) Bonaduz	9,90	0,015064	13,8
b) Rheinau	16,18	0,030688	19,8
c) Rigi	16,91	0,021087	16,4
d) Belgien	15,47	0,024536	17,7
e) Ostpreußen (42jährig).	14,37	0,023659	17,4

b) Zwischen dem Klima des Herkunftsortes und dem Verhalten der Population am neuen Anbauort bestehen nur in extremen Fällen deutliche Beziehungen. So sind skandinavische Herkünfte in allen unseren Versuchen viel langsamer wachsend als solche, die vom westeuropäischen Kontinent stammen. Die Herkünfte vom westeuropäischen Festland lassen aber kaum eine Abhängigkeit ihres Verhaltens erkennen, die nur durch die standörtlichen Eigenschaften des jeweiligen Herkunftsortes bedingt wäre (vgl. Tabellen 2 und 3).

Alle diese Beispiele zeigen, daß die anlagebedingte Variabilität innerhalb einer Baumart sehr groß sein kann. Unter ökologisch extremen

Tabelle 2
Anbauort Eglisau, Alter der Föhren: 44jährig

Herkunft	SH	Kreisfl.	Dm
a) Norwegen	16,04	0,019026	15,6
b) Königsbrücke.....	20,90	0,038135	22,0
c) Eglisau, gut	20,41	0,032468	20,3
Eglisau, schlecht	19,24	0,034155	20,9
d) Ostpreußen.....	20,18	0,030127	19,6
e) Belgien	20,34	0,030338	21,5

Tabelle 3
Anbauort Magglingen, Alter der Föhren: 48jährig

Herkunft	SH	Kreisfl.	Dm
a) Schweden	11,41	0,021346	16,4
b) Königsbrücke.....	16,92	0,063733	28,5
c) Rheinau	16,81	0,051933	25,7
d) Ostpreußen.....	17,48	0,052402	25,8

Bedingungen bilden sich ausgesprochene Rassen, d. h. jedes Individuum einer Population unterscheidet sich stets in einem oder mehreren Merkmalen von den Individuen einer andern Population. Viele Versuchsergebnisse sind aber nicht ohne weiteres im Sinne der Bildung von Ökotypen zu verstehen; solche Beispiele sind hier besonders hervorgehoben, weil sie vermuten lassen, daß die Anlagen der zufällig für den Provenienzversuch benützten Erntebäume von größerem Einfluß waren, als die durchschnittliche Rassenveranlagung. Streng genommen darf in solchen Fällen nicht mehr von Rassen gesprochen werden.

Wie groß die Variabilität innerhalb bestimmter Herkünfte sein kann, zeigt sich am Beispiel der von Engler (23) eingeleiteten Fichtenversuche, deren Resultate insofern den Erwartungen ebenfalls nicht entsprachen, als unter gewissen Anbaubedingungen

- c) die Unterschiede zwischen den Herkünften in der Jugend zwar noch deutlich waren, mit zunehmendem Alter (Stammzahlabnahme, gleichbedeutend dem ersten Stadium eines Selektionsprozesses!) sich aber mehr und mehr verwischten (vgl. Tab. 4 und 5).

In diesem Falle überwog die individuelle Veranlagung der Erntebäume die Rasseneigentümlichkeiten fast völlig (Fischer [8]).

Tabelle 4
Anbauort Weiermatt, Solothurn (470 m ü. M.)

Herkunft	1909 (Alter 11 j.)		1947 (Alter 49 j.)	
	SH \bar{x} m	SH in % der größten	SH \bar{x} m	SH in % der größten
Fi 1 Winterthur (545 m ü. M.) ..	1,90	94,6	23,05	97,3
Fi 2 Adlisberg (700 m ü. M.) ..	2,05	100	23,65	100
Fi 3 Pilatus (1000 m ü. M.) ..	1,80	88,2	22,20	93,8
Fi 5 Engadin (1800 m ü. M.) ..	1,25	62,1	21,35	90,2

Tabelle 5
Anbauort Märitmatt, Gurnigel (1480 m ü. M.)

Herkunft	1909 (Alter 11 j.)		1947 (Alter 49 j.)	
	SH \bar{x} m	SH in % der größten	SH \bar{x} m	SH in % der größten
Fi 1 Winterthur (545 m ü. M.) . .	1,15	100	14,35	100
Fi 2 Adlisberg (700 m ü. M.) . .	1,00	87,2	14,35	100
Fi 3 Pilatus (1000 m ü. M.) . .	0,90	76,8	12,81	89,4
Fi 5 Engadin (1800 m ü. M.) . .	0,75	66,7	13,60	94,8

Diese züchterisch wichtige Erscheinung wird deutlich, wenn die Nachkommenschaften nach Bäumen getrennt gehalten werden (Tabellen 6, 7 und 8). Es zeigt sich sofort, daß der Charakter einer Herkunft, zum Beispiel Birke von Murten, völlig abhängig von den relativen Anteilen der Sämlinge des Baumes 2 (langsamer wachsend) bzw. des Baumes 5 (rasch wachsend) wäre. Das gleiche läßt sich bei den hier angeführten Beispielen für Lärche (Fischer [7]) und Föhre (Wett-

Tabelle 6
Birken Großmatt, Alter: 5 Jahre (gesammelt Juli 1948)

Herkunft	Anzahl Pflanzen	Heute vorh. Pfl. in % der urspr.	Scheitelhöhe SH \bar{x} cm
Murten, Birke 1	13	65	396,15
Murten, Birke 2	15	75	371,33
Murten, Birke 3	7	35	387,14
Murten, Birke 4	19	95	405,79
Murten, Birke 5	20	100	486,00
Schleinikon, Birke 2 ..	19	95	436,32
Schleinikon, Birke 3 ..	10	50	353,00
Schleinikon, Birke 4 ..	10	50	292,00

Tabelle 7
Entwicklung der Scheitelhöhen (in Metern) von zwei nach Erntebäumen getrennt gehaltenen Nachkommenschaften

Herkunft	11 j.	16 j.	22 j.	38 j.
Lä Bonaduz B 12 .	1,862	3,57	5,29	11,90
Lä Bonaduz B 13 .	1,835	3,06	4,22	10,60

Tabelle 8
Föhre (nach Wettstein), Alter: 6jährig

Herkunftsort	Stamm-Nr.	SH \bar{x} cm
Kummersdorf .	16	118,9
	14	80,3
	15	66,3
Marienwalde...	2	93,6
	6	66,6
	1	62,6
Peetzig	7	87,1
	11	69,1
	8	66,6

stein [24]) sagen; sie zeigen aber vor allem, daß sowohl innerhalb der Baumarten als Ganzes als auch innerhalb ihrer Herkünfte beträchtliche vererbliche Verschiedenheiten auftreten können.

2. Schwierigkeiten der forstlichen Pflanzenzüchtung

Der praktischen Verwirklichung der forstlichen Pflanzenzüchtung stellen sich verschiedene Hindernisse entgegen; sie beruhen auf Ursachen, die alle auf die Eigenart der Waldwirtschaft und ihrer Produktionsmethoden zurückzuführen sind. Es lohnt sich, diese Eigenarten ausführlich zu erörtern, da sie bestimmend auf die Wahl der Zuchtverfahren wirken.

a) Durch die langfristige Produktionsdauer und durch die besonderen Entwicklungsvorgänge des Waldes, nicht zuletzt durch die Dimensionen der Bäume selbst, wird die *Übersichtlichkeit* sehr erschwert. Es ist verständlich, daß inmitten eines hundertjährigen oder noch älteren Bestandes von Starkholz, von dem nur wenige Meter des untern Stammabschnittes zu überblicken sind, die Frage der Veranlagung dieser Stämme nebensächlich erscheinen kann.

b) Aus den gleichen Gründen erscheint auch die Festlegung der *Zuchtziele* — eine unerläßliche Voraussetzung für die züchterische Bearbeitung des Materials — so schwierig. Im Gegensatz zur Landwirtschaft, die verhältnismäßig kurzfristig auf Grund klar erkannter Bedürfnisse erzeugt, sind die Bedürfnisse in der Forstwirtschaft scheinbar nicht oder nur sehr schwer abzuschätzen. Die Waldwirtschaft erntet heute Holz, dessen Erzeugung unter zum Teil ganz anderen Wirtschaftsvoraussetzungen eingeleitet wurde. Ebenso wird die Erzeugung gefördert, ohne die zukünftigen Anforderungen im einzelnen zu kennen.

Diese Gesichtspunkte, die vor allem bei der Entscheidung der *Baumartenwahl* zu berücksichtigen sind, hat *Leibundgut* (14, 15) deutlich herausgearbeitet. So richtig es indessen ist, die *Baumartenwahl* möglichst unabhängig von kurzfristig wirtschaftlichen Erwägungen zu treffen, so falsch wäre die Annahme, daß auch die Zuchtziele *innerhalb* der Baumarten nicht erkennbar seien. Mit absoluter Sicherheit darf man zum Beispiel annehmen, daß

— *erhöhter Holzmassenzuwachs immer eine wünschenswerte Eigenschaft sein wird.*

Eine gewisse Unsicherheit in der Fassung des Zuchtzieles hinsichtlich der Steigerung des Holzmassenzuwachses kann entstehen, indem sich die Frage stellt, ob das Zuwachsvermögen an Holztrockengewicht oder an Raummassenzuwachs wichtiger sei. *Burger* (2, 3) macht auf diesen Unterschied nachdrücklich aufmerksam, namentlich im Hinblick auf ertragskundliche Untersuchungen. Substanzmäßig ist beispielsweise ein Raumzuwachs von 10 m³ Buchenholz auf gegebenem Standort gleichzusetzen einem Raumzuwachs von 18 m³ Strobenholz. Mit Rücksicht auf eine zukünftige rein chemische Verwendung des Holzes wäre es möglich, daß der Substanzzuwachs wichtiger würde als das Volumen.

Die langjährige Entwicklung des Holzmarktes spricht allerdings nicht für eine Vermehrung der Ansprüche in Richtung höherer spezifischer Holzgewichte. Jedenfalls erzeugen wir in der Schweiz nicht genug *leichte* Hölzer. Neben der steigenden Verwendung von Verleimwerkstücken aller Art nimmt die Verwendung von Faserplatten stark zu. Auch hier werden eher leichte Hölzer verlangt. Man darf deshalb annehmen, daß die Bedeutung der reinen Volumenproduktion gegenüber der reinen Substanzproduktion weiterhin steigt und jedenfalls noch lange nicht den unserer Volkswirtschaft genügenden Umfang erreicht hat.

Wie die Frage des Holzmassenzuwachses, so läßt sich auch die Frage nach den anzustrebenden äußeren Stammqualitäten einwandfrei entscheiden, indem sicher ist, daß heute und in Zukunft

— *ein runder, vollholziger und gerader Baumschaft Qualitätseigenschaften aufweist, die von unvergänglich gleichbleibender und wesentlicher Bedeutung sind.* Stämme, deren äußere Form der idealen Zylinderform nahekommt, werden immer leichter zu fällen, zu transportieren und zu verarbeiten sein als unregelmäßig geformte.

Auch hinsichtlich der Holzqualität darf man neben dem, was über das Raumgewicht bereits gesagt wurde, ruhig voraussagen, daß

— *gleichmäßiger Jahrringbau und geringe Anzahl Äste pro Längeneinheit des Stammes, jene Eigenschaften also, welche die Homogenität der Holzmasse am meisten beeinflussen, unveränderliche Werteigenschaften darstellen.*

Alle diese Anforderungen werden für die allgemeine Zielsetzung der Zuchtaufgaben immer ihre volle Gültigkeit behalten. Je nach Baumart und Standort ergeben sich eine Reihe besonderer Zuchtziele, die hier nur angedeutet sind, zum Beispiel:

- Die Papierindustrie ist daran interessiert, Hölzer mit möglichst langen Zellfasern zu verwenden. Wettstein (24) konnte zeigen, daß bei Pappel eine Selektion in dieser Hinsicht durchaus möglich ist.
- Wichtige Zuchtaufgaben stellen sich im Zusammenhang mit den Wiederaufforstungen im Gebirge, namentlich bei der Wiederherstellung der oberen Waldgrenze. Baumrassen mit kurzem und besonders günstig gelagertem Vegetationsrhythmus können wesentlich dazu beitragen, den Aufforstungserfolg zu beschleunigen und wirtschaftlicher zu gestalten.
- Besondere, scharf umgrenzte Zuchtziele ergeben sich schließlich auch aus den Erfordernissen des Forstschutzes (Resistenzzüchtung).

c) Ein weiterer wesentlicher Einwand gegen die Erfolgsaussichten einer systematischen forstlichen Pflanzenzüchtung geht ebenfalls auf die zeitliche Zerdehnung der forstlichen Produktionsvorgänge — gemessen am menschlichen Lebensrhythmus — zurück.

Wird ein Zuchterfolg überhaupt je greifbar sein, und wie haben die Zuchtmethoden beschaffen zu sein, wenn die Generationenfolge derart langsam ist? Mit Hilfe verschiedener gärtnerisch-technischer Maßnahmen kann es zwar gelingen, die Generationenfolge etwas zu beschleunigen. Mehr als drei bis vier Baumgenerationen wird aber kein forstlicher Pflanzenzüchter verfolgen können, und auch diese nur innerhalb ihrer eigentlichen Jugendperiode. Diese überaus große Behinderung legt besondere Zuchtverfahren nahe, von denen hier die wichtigsten kurz kritisch gesichtet sind:

Am einfachsten wäre es, ähnlich wie beispielsweise im Obstbau oder Weinbau, *Klonenzüchtungsmethoden* anzuwenden. Individuen, welche die dem Züchter erwünschten Eigenschaften in sich vereinigen, werden vegetativ, durch Stecklinge, Ausläufer, Wurzelbrut oder durch Pfropfung vermehrt. Jedes derart gewonnene Exemplar muß wieder die genau gleiche Veranlagung wie die ursprüngliche Pflanze aufweisen. Mit Hilfe von synthetischen Wuchsreizstoffen gelang bei den meisten Baumarten die vegetative Vermehrung. Keine Methode eignete sich bisher aber zur Massenproduktion, und mit keiner Methode gelingt die *sichere* Vermehrung jedes *gewünschten* Individuums; die Bereitschaft zur vegetativen Vermehrung innerhalb der Baumarten ist von Baum zu Baum sehr verschieden.

Die Klonung, als ein Mittel, Baumtypen erwünschter Eigenschaften ohne weitere züchterische Maßnahmen beizubehalten, hat ihre Anzie-

Wuchskraft auf die Forstpflanzenzüchter nicht verfehlt. Eine kaum übersehbare Fülle von Untersuchungen beschäftigt sich mit der Erprobung neuer Wuchsstoffe und der Entwicklung verbesserter Anwendungsmethoden (Avery und Johnson [1]). Ob sich der Aufwand für solche Untersuchungen lohnt, hängt von der Beantwortung der Frage ab, ob eine allgemeine Anwendung von Klonensorten sich überhaupt rechtfertigen läßt.

Während gegen eine beschränkte Verwendung solchen Materials nichts einzuwenden ist, sind gegen einen breiten Gebrauch etwelche Bedenken vorzubringen. Die große Schwäche der Klonensorte liegt in ihrer restlosen genetischen Nivellierung (Darlington [5]). Während bei den meist windbestäubenden Waldbäumen innerhalb einer echten, aus einem generativen Vorgang entstandenen Population, alle Individuen voneinander mehr oder weniger erblich verschiedene Veranlagungen aufweisen, dementsprechend jedes Individuum in etwas anderer Weise auf die Umwelteinflüsse antwortet, ist bei der Klonenpflanze dieses Reaktionsvermögen sehr stark vereinheitlicht. Bei ein- oder zweijährigen Kulturpflanzen hat eine derartige Ausnivellierung der Veranlagung eine ganz andere Bedeutung als bei *Baumarten*. Die ausdauernde Art muß fähig sein, ändernden Umweltbedingungen — und diese werden im Verlaufe des Bestandeslebens ändern — verschiedene Veranlagungen entgegenzustellen; diese Forderung vermag nur eine echte Population zu erfüllen.

Einen gewissen Ersatz dafür vermag das Klonengemisch zu bieten; für Baumarten, deren vegetative Vermehrung schon heute leicht fällt und die ein besonders geringes hiebsreifes Alter aufweisen (z. B. Pappel), ist die Verwendung von Klonengemischen immer zu empfehlen.

Im weiteren ist darauf hinzuweisen, daß die waldbauliche Technik durch ausgeglichene Wachstumsleistungen, wie sie Klonensorten praktisch bieten, nicht etwa *erleichtert* wird. Die genetisch bedingte Variabilität ist im Gegenteil eine Voraussetzung, die in manchen Fällen erfolgreiche waldbauliche Arbeit erst ermöglicht. Die Holzernte ist gleichzeitig Mittel zur Gestaltung der Umwelt des übrigen Bestandes. Die Schaffung eines differenzierten Bestandesaufbaues ist wesentlich erleichtert, wenn genetisch verschiedenes Material (z. B. hinsichtlich Wuchskraft oder Lichtbedürfnis) vorliegt. Eine weitere Überlegung ist noch zu berücksichtigen: Zu den ökologischen Eigentümlichkeiten vieler wichtiger Baumarten gehört, daß ein relativ gedrängtes Milieu zur vollen Entfaltung ihrer Wuchskraft nötig ist. Über den Einfluß der Bestandesdichte auf die Wuchskraft liegen zwar noch wenig Untersuchungen vor, und es ist ziemlich sicher, daß die Verschwendung, welche sich die Natur in dieser Beziehung erlaubt, häufig gegenteilige Wirkung (Wuchshemmungen) hat. K u r t h (11) und F i s c h e r (9) haben gezeigt, daß

in natürlichen Verjüngungen Pflanzenzahlen auftreten, die sich in der frühesten Lebensperiode auf mehrere Millionen Stück pro Hektare belaufen können. Die Stammzahl eines älteren, bereits Wertholz darstellenden Bestandes beträgt häufig nur noch Bruchteile von Promillen der Ausgangszahlen. Diese Verhältnisse weisen darauf hin, daß es unzweckmäßig wäre, hochwertig veranlagtes Pflanzenmaterial in jedem einzelnen Individuum züchterisch realisieren zu wollen; sie stellen auch eine Erleichterung für die Durchführung der Züchtung dar.

Neben der *Klonung* wird seit vielen Jahren die *Heterosiszüchtung* von den forstlichen Pflanzenzüchtern propagiert und zum Teil in umfangreichem Rahmen auch angewendet. Dieses Züchtungsverfahren nützt die Erscheinung aus, daß Kreuzungen zwischen Gliedern verschiedener Rassen derselben Art oder Kreuzungen zwischen verwandten Arten, Nachkommen ergeben, die bezüglich Wuchskraft beide Eltern übertreffen. Die bekanntesten forstlichen Ergebnisse dieses Zuchtverfahrens stellen die Schwarz- und Balsampappel-Hybriden dar. Hier wird die Heterosiszüchtung mit der Klonenzüchtung kombiniert. Weiter Gebrauch dieses Verfahrens macht die Lärchenzüchtung. Kreuzungen zwischen europäischen und japanischen Lärchen führen meist zu einem mehr oder weniger starken Heterosiseffekt (Syrach-Larsen [21], Wright [26]). So aussichtsreich das Verfahren ist, kann es doch nicht kurzerhand zum allgemeinen Zuchtverfahren erhoben werden. Die Heterosiszüchtung erzeugt gewissermaßen eine völlig neue, wenn auch nicht erbkonstante Pflanze. Ob sich dieses Produkt auf den in Frage kommenden Anbauorten wirklich eignet, vor allem auch, ob es sich bis zum hiebsreifen Alter zu bewähren vermag, muß in jedem einzelnen Falle vorerst wieder geprüft werden. Zum allgemeinen Prinzip läßt sich die Heterosiszüchtung ohnehin nicht erheben, weil sie einen weitgehenden Verzicht auf die Naturverjüngung zur Folge haben müßte. *Für Spezialaufgaben der forstlichen Pflanzenzüchtung ist das Verfahren hingegen in manchen Fällen geeignet.*

Die sicherste und am allgemeinsten verwendbare Züchtungsmethode, die auch in der landwirtschaftlichen Pflanzenzüchtung zum entscheidenden Fortschritt führte, besteht in der Einzelauslese und Prüfung der Nachkommenschaften getrennt nach Auslesebäumen. Der diesem Verfahren zugrunde liegende Gedanke besteht darin, den Erbwert der ausgelesenen Mutterpflanze an ihren Nachkommen zu erkennen. Dieses vor allem in Deutschland noch vor dem Zweiten Weltkrieg in recht großem Umfange begonnene Verfahren hat für den besonderen Fall der forstlichen Pflanzenzüchtung den Nachteil, in zweierlei Hinsicht unvollständig zu sein:

- Die Auslese bleibt einmalig. In den der ersten Auslese folgenden Generationen sollte die Auslese wiederholt werden. Aus Zeitgründen ist das nicht möglich.

— Der väterliche Anteil ist bei den meisten windbestäubenden Waldbaumarten unbekannt. In den Waldbeständen ist aber eine gelenkte Bestäubung nicht oder nur unter außerordentlichem Kostenaufwand möglich.

Diesen Nachteilen steht der Vorteil gegenüber, daß ein Baum während Jahrzehnten immer wieder beerntet werden kann. Wenn es also gelänge, durch Nachkommenschaftsprüfung auf breiter Auslesegrundlage eine genügend große Zahl konstant gut vererbender Erntebäume zu finden, Bäume mit Dominanz der mütterlichen Anlagen, so wäre dadurch ein entscheidender Fortschritt erreicht.

Die Schwierigkeit liegt, wie leicht zu sehen ist, weniger in der Auslese an sich, als in der Prüfung so vieler Nachkommenschaften. Nach den grundlegenden Versuchen von M ü n c h (16), W e t t s t e i n (24) und andern, können unter zehn Nachkommenschaften ausgewählter Erntebäume nur ein bis zwei gefunden werden, deren Anlagen (also auch während verschiedener Samenjahre) stetig dominieren.

Wie noch zu zeigen sein wird, bietet die Methode der Einzelauslese dennoch die besten Aussichten für eine erfolgreiche Pflanzenzüchtung; sie muß aber, um genügend speditiv zu arbeiten, mit anderen Verfahren verbunden sein.

Zu der langen Liste der Schwierigkeiten der forstlichen Pflanzenzüchtung, die hier nur aufgezählt sind, um die Beschaffenheit eines wirklich anwendbaren Verfahrens zu klären, gesellen sich noch weitere:

d) Immer bleibt die Kernfrage bestehen, in welchem standörtlichen Rahmen eine genetisch verbesserte Nachkommenschaft überhaupt verwendet werden darf. Stellt die autochthone Standortsrasse wirklich diese einmalige und unwiederbringliche, geeignetste Population dar?

Vorsicht und völliger Verzicht auf jegliche Spekulation sind in dieser Hinsicht notwendig; die Verwendung ungeeigneter Rassen stellt eine Fehlinvestition dar, die sich leicht über ein Jahrhundert oder selbst länger auswirken kann. Andererseits trifft dasselbe zu, wenn eine ertragsmäßig unbefriedigende autochthone Standortsrasse weiter verwendet würde, wenn bekannt ist, daß anderes Material Besseres leistet. Ein vermehrtes *bewußtes* Experimentieren durch die Praxis selbst wäre in dieser Hinsicht dringend erwünscht. Die Auffassung, mit jeder kleinen Änderung der Standortsverhältnisse ändere sich auch die Zusammensetzung der Baumarten-Biotypen im Sinne erblich konstanter, echter Rassen (Ökotypen) ist ziemlich sicher zu eng. Sie steht im Widerspruch zu

1. der Tatsache, daß die meisten Baumarten Windbestäuber sind; Windbestäubung muß immer einer engen Spezialisierung entgegenwirken, da sie die Möglichkeit einer starken Gemischterbigkeit offen hält. Sie steht

2. auch im Widerspruch zu der Tatsache, daß die meisten Baumarten, am ehesten noch mit Ausnahme der Familie der Fagaceae, über gute Wandermöglichkeiten durch die morphologische Ausbildung ihrer Samen verfügen.

Der starke natürliche Selektionsprozeß kann

3. die Ausbildung von Standortsrassen vortäuschen. Aus ein und derselben Population, die uns zunächst als echte Rasse erscheinen mag, können verschiedene Standorte recht Verschiedenes auslesen; im allgemeinen ist die Individuenzahl zu Beginn des Bestandeslebens groß genug, um eine solche Selektion zu erlauben. Die Restpopulation, die eine Standortrasse vortäuschen kann, braucht deshalb aber nicht weniger gemischterbig zu sein.

e) Schließlich ist noch ein letzter Einwand gegen eine systematische Forstpflanzenzüchtung zu klären: Genügt nicht allein schon die durch die Umwelt eingeleitete und durch den Wirtschaftler ergänzte Auslese als gewissermaßen selbsttätig wirkender Züchtungsvorgang?

Es scheint naheliegend, daß der natürliche Ausleseprozeß in irgendeinem Waldbestand immer in Richtung der Bevorzugung der wüchsigsten Individuen hinstrebt. Diese Annahme stimmt in ihrem vollen Umfange aber kaum. Entscheidend kann für das Fortkommen die relative Wuchskraft in einer kurzen Lebensperiode, vielleicht sogar innerhalb einer einzigen Vegetationsperiode, sein. Wird aus zufälligen Ursachen heraus ein Individuum vorübergehend begünstigt, ohne daß es anlagemäßig wuchskräftiger zu sein brauchte, so kann ein kleiner einmal erlangter Vorsprung genügen, dauernden Vorteil zu erlangen (M ü n c h [16]). Ferner ist zu beachten, daß die Periodizität des Wachstums nicht nur im jährlichen, sondern auch im mehrjährigen Rhythmus individuell verschieden sein kann.

Gegen die Naturauslese auf reine Wüchsigkeit spricht auch die Erkenntnis, daß im Kampf ums Dasein die Wurzelkonkurrenz eine wichtige Rolle spielt (M ü n c h [16]). Die natürliche und die durch den Wirtschaftler vorgenommene Auslese braucht nicht zur Auswahl der wüchsigsten, sondern einfach der relativ schädlichsten zu führen. Die Naturauslese wird also nur bedingt gleichzeitig den Wünschen des Waldbauers entsprechend erfolgen; voraussichtlich um so weniger, je dichter die Naturverjüngung ist.

In dieser Hinsicht kann auch die Durchforstung nicht in gewünschtem Maße auslesend eingreifen. Die Möglichkeiten der Durchforstung sind in verschiedener Hinsicht beschränkt, worauf übrigens S c h ä d e l i n (19) selbst hinwies. Es ist leicht verständlich, daß aus einer Verjüngung mit bestimmtem genetischem Populationscharakter nichts anderes — besseres — ausgelesen werden kann, als eben vorhanden ist.

Aus diesen Überlegungen heraus betont Leibundgut (14), die Hauptaufgabe der Durchforstung liege in der Schaffung geeigneter Umweltbedingungen; mit deren Hilfe soll die Modifikabilität (Abänderungsfähigkeit) der Eigenschaften beeinflusst und in gewünschter Richtung gelenkt werden.

3. Die Grundlage der forstlichen Pflanzenzüchtung

Mit dieser waldbaulichen Absicht wird gleichzeitig eine der wesentlichsten Grundlagen der forstlichen Pflanzenzüchtung berührt: die Erforschung der Modifikabilität der wichtigsten Eigenschaften. Aus allen den eben angeführten Schwierigkeiten, die es in der forstlichen Pflanzenzüchtung zu überwinden gilt, folgt, daß ein Erfolg dann am raschesten zu erreichen ist, wenn es gelingt:

- die tatsächliche Veranlagung, den Erbwert der ausgelesenen Phänotypen (Erntebäume) rasch zu erfassen;
- die Anbaumöglichkeiten besser veranlagter Populationen auf den für die Art in Frage kommenden Standorten rasch abzuklären und schließlich
- den *Selektionswert* der in Frage kommenden Eigenschaften zu erkennen.

Eigenschaften, die in besonders hohem Maße modifizierbar sind, haben geringen Selektionswert. Je geringer die Modifikabilität einer Eigenschaft ist, um so bessere Möglichkeiten bieten sich der erfolgreichen Selektion. Das mathematisch-statistische Maß für die Modifikabilität ist der Variationskoeffizient; er sollte, wie man aus langer züchterischer Praxis der Landwirtschaft weiß (Roemer und Rudolf [18]), weniger als 20 % betragen.

Da innerhalb einer aus Samen gewonnenen Nachkommenschaft infolge der bei Windbestäubern gewöhnlich beträchtlichen Gemischterbigkeit starke, genetisch bedingte Variabilität vorliegt, läßt sich die reine Modifikabilität nicht ohne weiteres erfassen; dies ist einwandfrei nur möglich, wenn mit erbgleichem Material gearbeitet wird.

In dieser Hinsicht bekommt nun die Klonenzüchtung, als *Hilfsmethode*, eine ganz andere, grundsätzliche Bedeutung. Wenn es uns gelänge, einen *beliebig* ausgelesenen Erntebaum vegetativ zu vermehren, so müßte anhand solcher Abkömmlinge leicht zu entscheiden sein, wieviel der Erscheinungsform durch äußere Einflüsse und wieviel veranlagungsgemäß bedingt ist.

Mit genügend umfangreichen Klonenreihen könnte ferner die genaue Kopie des Erntebaumes auf verschiedenen Standorten geprüft werden. Solche Prüfungen vermöchten mit geringen Individuenzahlen, also mit geringerem Aufwand an Arbeitsmitteln, exaktere Auskunft über

die Verwendbarkeit der Nachkommen auf andern als dem ursprünglichen Standort zu geben. Es ist ohne weiteres verständlich, daß eine bessere Kenntnis der Modifikabilität — sie fehlt uns heute noch weitgehend — eine der wichtigsten Grundlagen auch für die erfolgreiche Gestaltung der Bestandserziehung darstellt.

Diese Überlegungen haben uns dazu geführt, die Erforschung der Modifikabilität, als eigentliche Grundlage der Pflanzenzüchtung, zu unserem wichtigsten Arbeitsgebiet zu machen. Die Voraussetzungen dazu, die sichere vegetative Vermehrung beliebiger Individuen, gelingt uns allerdings nur auf schwerfälligen und zeitraubenden Umwegen. Die gewählte Methode stellt grundsätzlich nichts Neues dar; sie besteht in der Kombination folgender bereits bekannter Arbeitsvorgänge:

- Pfropfen des gewünschten Auslesebaumes;
- vegetative Vermehrung mit Hilfe des Absenkverfahrens (dabei bleiben die zu bewurzelnden Schosse vorerst mit der ursprünglichen Wurzel verbunden);
- Sicherung des Bewurzelungserfolges durch Anwendung von synthetischen Wuchsstoffen.

4. Skizzierung eines allgemeinen Züchtungsverfahrens bei Waldbäumen

Im eigentlichen Züchtungsverfahren, wie wir es an unserer Versuchsanstalt pflanzen und für ausgewählte Objekte jetzt durchführen, ist die Erforschung der Modifikabilität im Ablauf der verschiedenen Arbeitsgänge mit eingeschlossen. Das Verfahren läßt sich kurz wie folgt zusammenfassen:

- a) Die erste Auslese versucht, mit strengsten Maßstäben messend, nur besonders hochwertige Phänotypen ausfindig zu machen. Die Wahrscheinlichkeit, Bäume mit höherem Erbwert bezüglich der gewünschten Eigenschaften zu finden, wird durch rigorose Auslese erhöht.
- b) Mit der Samenernte werden immer auch Pfropfreiser gesammelt und von jedem zur Prüfung herangezogenen Baum gleichzeitig eine genügend große Anzahl (30 bis 50) Pfropfungen (vgl. z. B. *Stefansson* [22]) angefertigt. Diese dienen einerseits zur Einleitung der vegetativen Vermehrung, andererseits zur Anlage künstlicher Erntebestände. Die von *Syrach-Larsen* (20) in Dänemark entwickelte Idee der künstlichen Erntebestände, auch Samenplantagen genannt, setzt voraus, daß die ursprüngliche Veranlagung des Auslesebaumes in den somatischen Zellen des Pfropfreises unverändert erhalten bleibt. Mit Hilfe gärtnerischer Mittel wird also eine genetisch genaue Kopie der Ausleseebäume, und schließlich der Auslesebestände, an gewünschter vorbestimmbarer Stelle angelegt. Der dadurch zu erreichende Vorteil liegt

darin, daß vom Zeitpunkt an, da die Samennachkommenschaften und die Klonennachkommenschaften des Auslesebaumes ein Urteil über seine genetische Veranlagung erlauben, geeignete Vererber beliebig kombinierbar werden.

- c) Die Prüfung der Samennachkommenschaften kann aus technischen Gründen, wie bereits erwähnt, nur in beschränktem Umfange durchgeführt werden. Sie bezweckt die möglichst genaue Erfassung der durchschnittlichen Veranlagung; ihre Ergebnisse versprechen, durch die gleichzeitige Überprüfung der Modifikabilität der Eigenschaften an klonisiertem Material, bedeutend stichhaltiger zu werden. Gleichzeitig ist auch die praktisch-waldbauliche Eignung zu prüfen. Zu diesem Zwecke wäre es erwünscht, Anbauversuche auf viel breiterer Basis durchzuführen. Ohne aktive Mitarbeit der Praxis ist dies aber nicht möglich. Aus den Resultaten von ein oder zwei exakt verfolgten Nachkommenschaftsprüfungen läßt sich zwar einiges über die praktische Eignung einer neuen Selektion aussagen. Eine breitere Informationsbasis würde die Beurteilung sicherer gestalten.

Zur Erfassung des Standortsspektrums, innerhalb dessen ein Anbau in Frage kommen könnte, wird geklontes Material verwendet, und wir sind bemüht, die Prüfung der physiologisch-ökologischen Eigenschaften (z. B. Ansprüche an Bodeneigenschaften) nach Möglichkeit auch unter experimentellen Bedingungen durchzuführen.

Primär ist die Wahl des Zuchtverfahrens abhängig vom Zuchtziel und von den zytologischen, physiologischen und blüh- bzw. befruchtungsbiologischen Eigenschaften der zu bearbeitenden Organismen. Dies gilt natürlich immer auch für die züchterische Bearbeitung der Waldbäume. Mehr aber als in anderen Zweigen der Urproduktion sind bei der forstlichen Pflanzenzüchtung die gesamten gegenseitigen Beziehungen der Bäume, die eben den Wald ausmachen, zu berücksichtigen. Der Waldbaum darf nie völlig aus diesem Milieu losgelöst betrachtet und züchterisch bearbeitet werden. Die Forstpflanzenzüchtung kann unbestreitbar wesentlich beitragen, Fortschritte im Sinne des Wirtschaftszieles zu erreichen. Dafür sind Methoden notwendig, die den gesamten Faktorenkomplex der forstlichen Produktionsmethoden weitgehend berücksichtigen und die *allgemein anwendbar* sind. Dies darzulegen ist der Zweck dieser Ausführungen.

Zusammenfassung

1. Die Mittel, deren sich unsere Forstwirtschaft zur Hauptsache bedient, um das Wirtschaftsziel zu erreichen, betonen die Erhaltung der Produktionskapazität zu einseitig.

2. Die Provenienzforschung hat bewiesen, daß den bisher untersuchten Baumarten eine beträchtliche genetische Variabilität bezüglich verschiedener Merkmale innewohnt; die Voraussetzungen für eine erfolgreiche züchterische Bearbeitung und damit für eine echte Ertragssteigerung sind also vorhanden.
3. Die Zuchtziele, nach denen sich die forstliche Pflanzenzüchtung zu richten hat, sind trotz der langen Produktionszeiträume ebenso eindeutig festlegbar, wie in irgendeinem anderen Zweige der Pflanzenzüchtung.
4. Als einfachstes Züchtungsverfahren steht die *Klonung* im Vordergrund, da durch die vegetative Vermehrung jede erwünschte Variante sofort und unter Umgehung generativer Verfahren fixiert werden kann. Das Verfahren fällt für spezielle Züchtungsaufgaben und besondere Baumarten, nicht aber als allgemein anwendbares Prinzip in Betracht. Genetische Variabilität ist eine wichtige Voraussetzung für den Wirtschaftserfolg sowohl aus phytosanitären als auch aus waldbaulichen Gründen.
5. Als weiteres, rasche Erfolge versprechendes Züchtungsverfahren wird die Heterosiszüchtung erwähnt. Es stellt ein Mittel zur Ertragssteigerung dar, das der Wirkung der einfachen Auslese in manchen Fällen überlegen ist. Die Möglichkeit einer allgemeinen Anwendung des Verfahrens wird aber davon abhängen, ob sich solche Zuchtprodukte während einer ganzen Baumlebensperiode bewähren und ob ihre ökologische Spannweite genügend weit ist.
6. Als allgemein anwendbares Züchtungsverfahren fällt die Einzelauslese mit getrennter Nachkommenschaftsprüfung in Betracht. Da die Auslese meistens nur einmal stattfinden kann und eine gelenkte Bestäubung innerhalb von Waldbeständen schwierig durchführbar ist, bleibt das Verfahren unvollständig.
7. Die Bedeutung der ersten Auslese, die möglichst sorgfältig durchzuführen ist, wird hervorgehoben.
8. Die Wirksamkeit der einmaligen Auslese kann mittelbar sehr wesentlich erhöht werden mit Hilfe der Anlage künstlicher Erntebestände, auch Pfropfplantagen genannt. Das Verfahren erlaubt, günstige Elternkombinationen durchzuführen und ergänzt demnach die einfache Auslese mit einer gelenkten Bestäubung.
9. Zur Beschleunigung des Prüfverfahrens wird die Klonung vorgeschlagen. Sie erlaubt das Maß der Modifikabilität besser zu erfassen, damit den Selektionswert der Merkmale genauer zu bestimmen und gleichzeitig wichtige Grundlagen für die waldbauliche Behandlung zu geben.

Literaturverzeichnis

1. Avery, George S., and Johnson, E. B.: Hormones and Horticulture. McGraw-Hill Book Comp. Inc. New York and London 1947.
2. Burger, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs, III. Mitt.: Nadelmenge und Zuwachs bei Föhren und Fichten verschiedener Herkunft. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XX. Bd., Zürich 1937.
3. — Holz, Blattmenge und Zuwachs, V. Mitt.: Fichte und Föhre verschiedener Herkunft auf verschiedenen Kulturorten. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XXII. Bd., Zürich 1941.
4. — Ertragskundliche Grundlagen zur Frage der Massen- und der Qualitäts-erzeugung. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen, 4, 1951.
5. Darlington, C. D.: Heredity versus Disease, in: Genes, Plants and People. George Allen & Unwin Ltd., London 1949.
6. Etter, H.: Beitrag zur Leistungsanalyse der Wälder (Antrittsvorlesung vom 10. November 1951 an der ETH in Zürich). Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen, 1/2, 1952.
7. Fischer, F.: Die Jugendentwicklung von Lärchen verschiedener Herkunft auf verschiedenen Standorten. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XXVI. Bd., Zürich 1950.
8. — Ergebnisse von Anbauversuchen mit verschiedenen Fichtenherkünften. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XXVI. Bd., Zürich 1949.
9. — Nachzucht und Erziehung der Eiche im bernischen Bucheggberg. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XXIII. Bd., Zürich 1945.
10. Kalela, Aarno: Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Comm. J. Forestalis Fennicae, Helsinki 1937.
11. Kurth, A.: Untersuchungen über Aufbau und Qualität von Buchendickungen. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., XXIV. Bd., Zürich 1946.
12. — Forschungs- und Lehrziele auf dem Gebiete der Forsteinrichtung. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen, 1, 1954.
13. Krüßmann, G.: Die Baumschule. Paul Parey, Berlin und Hamburg 1949.
14. Leibundgut, H.: Über Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. Beiheft zu den Ztschr. d. Schweiz. Forstvereins, Bern 1943.
15. — Die schweizerische Waldwirtschaft. Herausgegeben von der Schweiz. Bankgesellschaft, Zürich 1944.
16. Münch, E., Huber, B., und Rohmeder, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Bayrischer Landwirtschaftsverlag GmbH, München 1949.
17. Philippis, Alessandro de: I diradamenti boschivi nella scienza, nella sperimentazione, nell'arte culturale. Universitaria Editrice, Firenze 1949.
18. Roemer, Th., und Rudolf, W.: Handbuch der Pflanzenzüchtung (5 Bände). Verlag von Paul Parey, Berlin 1941.
19. Schädelin, W.: Die Auslesedurchforstung als Erziehungsbetrieb höchster Wertleistung. Haupt, Bern und Leipzig 1942.
20. Syrach-Larsen, C.: Estimation of the Genotype in forest trees. Den Kgl. Veterinaer- og Landbohøjskole Aarsskrift, 1947.
21. — The employment of species, types and individuals in forestry. Royal Veterenary and Agricultural College Yearbook. Reitzel, Kopenhagen 1937.
22. Stefansson, E.: Ympning av barrträd på friland. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift, 2, 194, Norrtälje 1952 (daselbst weitere Literatur).
23. Vilmorin, Louis de: Zitiert nach Engler, A.: Einfluß der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse, 1. Mitt. Mitt. d. Eidg. Anst. f. d. forstl. Versuchsw., VIII. Bd., Zürich 1905.
24. Wettstein, W. v.: Vgl. Roemer, Th., und Rudolf, W.: Bd. 5, S. 208.

25. W i e d e m a n n, E.: Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Sauerländer, Frankfurt am Main 1950/51.
26. W r i g h t, J. W.: Summary of tree-breeding experiments. Station Paper Nr. 56, Northeastern For. Exp. St., U. S. Dep. of Agr. Upper Darby Pa., 1953.

Résumé

1. Les moyens dont fait usage l'économie forestière pour atteindre l'objectif économique mettent trop uniformément l'accent sur le maintien de la capacité de production.
2. L'étude des provenances a prouvé que les essences analysées avaient une grande variabilité génétique en ce qui concerne certains caractères; les conditions préliminaires pour la réussite d'un élevage existent ainsi, d'où une augmentation réelle de la production.
3. Les buts de l'élevage sélectif, dont doit s'inspirer l'élevage forestier, sont, en dépit du grand laps de temps exigé par la production, nettement déterminables, aussi bien que dans n'importe quelle autre branche de l'élevage végétal.
4. Le plus simple procédé d'élevage est l'emploi de clones, la multiplication végétative permettant le maintien de chaque variété sans recourir à des méthodes génératives. Le procédé n'est applicable qu'à des tâches spéciales d'élevage, à certaines essences et n'est donc pas une méthode commune. La variabilité génétique est une condition importante pour le succès de la gestion, aussi bien pour raison d'ordre phytosanitaire que sylviculturale.
5. Un autre procédé rapide d'élevage est l'élevage par hétérose. C'est un moyen d'augmenter la production, qui, dans bien des cas, est supérieur à la simple sélection. La possibilité d'utiliser de manière générale ce procédé dépendra du fait que ces produits d'élevage feront oui ou non leurs preuves durant toute une vie d'arbre et de l'amplitude écologique qu'ils présenteront.
6. Le procédé d'élevage généralement applicable est la sélection individuelle avec contrôle séparé de la descendance. Le procédé reste incomplet, car la sélection ne peut avoir lieu le plus souvent qu'une fois et une pollinisation dirigée étant difficile à exécuter dans les peuplements forestiers.
7. L'importance de la première sélection, à entreprendre très soigneusement, est soulignée.
8. L'efficacité de la sélection unique peut être très sensiblement renforcée à l'aide de peuplements artificiels de semenciers, appelés également cultures de plants greffés. Le procédé permet d'effectuer des combinaisons favorables de parents et complète ainsi la sélection simple avec pollinisation dirigée.
9. L'emploi de clones est proposé pour accélérer le procédé de contrôle. Il permet de mieux juger du degré des modifications, de déterminer de façon plus précise la valeur de sélection des caractères et de fournir en même temps d'importantes bases pour le traitement cultural. (Trad. O. Lenz)