

ren Bildungsabweichungen wurden Umwandlungen des Perianthrandes in fertiles Antherengewebe beobachtet. — Außerdem wurden Zwitterblüten bei je einem Exemplar der *P. alba* und *P. candicans* gefunden.

### Summary

Title of the paper: Observations on androgynous poplars. In an androgynous specimen of *Populus tremula* the number and position of androgynous flowers was established. Counts of the ovules in the androgynous flowers show that the number of ovules becomes smaller with the increase in the number of anthers. Amongst other aberrations of formation the metamorphose of the border of the perianth into fertile anther tissue was observed. —

Androgynous flowers were also found in one specimen in *P. alba* and another in *P. candicans*.

### Literatur

RUNQUIST, E. W.: Ett fall av androgyna hängen hos *Populus tremula* L. Bot. Notiser 1951, 188—191 (zit. nach SEITZ 1952). — SCHLENKER, G.: Beobachtungen über die Geschlechtsverhältnisse bei jungen Graupappeln und Aspen. Z. Forstgenetik 2, 102—104 (1953 a). — SCHLENKER, G.: Züchtungen und Untersuchungen in der Sektion Leuce der Gattung *Populus*. Allg. Forstzeitschrift 8, 229—231 (1953 b). — SEITZ, F. W.: Zwei neue Funde von Zwitterigkeit bei der Aspe. Z. Forstgenetik 1, 70—73 (1952). — SEITZ, F. W.: Ober anomale Zwitterblüten eines Klones der Gattung *Populus*, Sektion Leuce. Z. Forstgenetik 2, 77—90 (1953). — SEITZ, F. W.: Ober das Auftreten von Triploiden nach der Selbstung anomaler Zwitterblüten einer Graupappelform. Z. Forstgenetik 3, 1—6 (1954).

(Aus der Bundesforschungsanstalt f. Forst- u. Holzwirtschaft, Institut f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung, Schmalenbeck)

## Zur Entwicklung eines forstlichen Sortenversuchswesens

Von K. STERN

(Eingegangen am 21. 5. 1954)

Vor einiger Zeit konnte man in einer forstlichen Fachzeitschrift eine Auseinandersetzung über folgenden Gegenstand lesen (HENZE 1952, SCHWEHDTFEGGER 1953): Der Leiter einer Vogelwarte hatte Versuchsflächen in insektengeschädigte Eichenbestände gelegt, auf denen er durch Anbringen von Nistkästen und damit vermehrtem Vogelbestand die permanente Kalamität zum Stillstand bringen wollte. Nach etwa zwei Jahrzehnten ging diese tatsächlich zurück, und der Versuchsansteller zögerte nicht, dies auf die von ihm getroffenen Maßnahmen zurückzuführen. Ein anderer Forscher hatte ganz ähnliche Versuche unternommen und nach zwei Jahren absolut keinen Erfolg feststellen können. Er war deshalb der Meinung, daß die Schlußfolgerungen des ersten im besten Falle als wahrscheinlich, keinesfalls aber als *sicher* angesehen werden dürften, wie dieser es dargestellt hatte, zumal er auch Kontrollflächen vermißte, auf denen kein Vogelschutz betrieben wurde, und die so den ungestörten Verlauf der Kalamität bezeichnet hätten. Dagegen führte der erstere aus, es sei praktisch unmöglich, derartige Flächen zu finden.

Weil am Gegenstand dieser Auseinandersetzung die Besonderheiten des forstlichen Versuches besonders schön in Erscheinung treten, Besonderheiten und Schwierigkeiten, wie sie der Versuchsansteller in Landwirtschaft und Gärtnerei nicht kennt, soll an seinem Beispiel einiges Grundsätzliches gesagt werden, obwohl Versuche aus der Pflanzenpathologie nicht zum eigentlichen Thema dieser Arbeit gehören. Die Frage ist also, welcher der beiden Kontrahenten im Recht ist, wenn man die Maßstäbe der modernen Versuchstechnik anlegt.

Will man den Erfolg einer Maßnahme auf irgendeinem Gebiete der angewandten Biologie untersuchen, so muß man selbstverständlich die bekannten biologischen Bedingungen berücksichtigen, nach denen das Vorgehen im Einzelfall einzurichten sein wird. Nur wenn das in genügendem Maße geschieht, dürfen Ergebnisse erwartet werden, denen wissenschaftlicher und praktischer Wert zukommt. In der Regel werden aber die Kenntnisse von den komplizierten Zusammenhängen des Naturgeschehens so lücken-

haft sein und ein Einblick in die besonderen Verhältnisse des jeweiligen Versuches so schwer zu gewinnen, daß man sich auf die Entscheidung beschränken muß, ob zwei oder mehr der vorhandenen Versuche oder Versuchsglieder vergleichbar sind. Offenbar kann nämlich ein Urteil über den Wert einer getroffenen Maßnahme oder allgemein eines Versuchsgliedes stets nur relativ gefällt werden: Das Ergebnis zeigt einen Unterschied zu demjenigen, welches man erwarten müßte, wenn die betreffende Maßnahme unterblieben wäre. Im Sortenversuch würde das bedeuten: Die Sorte a zeigt einen geringeren oder größeren Ertrag als denjenigen, den man unter sonst gleichen Bedingungen von der Sorte b erwarten müßte. Diese Relativität beherrscht nicht nur Versuche an Gegenständen der lebenden Natur, auch solche Versuche, die der Klärung irgendwelcher Zusammenhänge der toten Welt dienen, kommen ohne feste Bezugsgröße nicht aus, nur sind diese eben viel leichter zu gewinnen. Gerade weil das Zusammenwirken der beteiligten Faktoren im einzelnen nicht zu übersehen ist, und darum gewissermaßen mit fließenden Bezugsgrößen gerechnet werden muß, wird diese Betrachtungsweise zur zwingenden Notwendigkeit. Das bedeutet aber, daß die Versuchsarbeit, beginnend mit der Planung, mit zunehmend komplizierten Verhältnissen immer intensiver werden muß, wenn die unbedingt zu fordernde Vergleichbarkeit gewährleistet sein soll. In keinem Falle ist es eine Entschuldigung für primitive Versuchstechnik, daß die zu prüfenden Verhältnisse sehr kompliziert seien. Eine andere Frage ist es natürlich, ob das Untersuchungsobjekt etwa den bei eingehender Untersuchung entstehenden Aufwand rechtfertigt.

Praktisch ergibt sich noch eine weitere Folgerung aus der Unmöglichkeit, die Verhältnisse nach Belieben zu analysieren und zu gestalten. Das Resultat eines einzigen Versuches wird nie zu reproduzieren sein, vielmehr muß erwartet werden, häufig sogar einander widersprechende Ergebnisse zu finden. Man kann daraus keinen Schluß auf die Unzulässigkeit kausal-analytischer Untersuchung des Naturgeschehens ziehen. Lediglich die Methoden sind nicht in der Lage, eine exakte Analyse des Einzelfalles zu

geben. So werden in unserem Beispiel der Schädling, das Milieu und die Feinde des Schädlings in einer Weise zusammenwirken, die eine Zergliederung der Einzelvorgänge, welche an der Gestaltung des Versuchsergebnisses beteiligt sind, nicht erlaubt. Hier nützt auch keine noch so genaue Kenntnis der Biologie des Schädlings und seiner Feinde. Als Grundlage der Versuchsplanung ist sie jedoch unbedingt notwendig.

Trotz der Unmöglichkeit einer exakten Zergliederung in die Einzelzusammenhänge darf man aber in jedem Fall annehmen, daß bestimmte allgemeine Gesetzmäßigkeiten sich herausarbeiten lassen, deren zahlenmäßiges Resultat von Fall zu Fall zufälligen oder korrelativen Schwankungen unterliegt. Es hat sich gezeigt, daß auch bei derartig unübersichtlichen Zusammenhängen die Zufallsgesetze uneingeschränkte Gültigkeit haben, denn was wir unter Zufall verstehen, ist ja nichts anderes als der Ausdruck solch komplizierter und im Einzelfalle der Rechnung unzugänglicher Zusammenhänge. Hier liegt auch der Grund für die Unbrauchbarkeit von Ertragsprobeflächenanlagen nach dem Vorbild der Versuchsanstalten für unseren Zweck. Diese hatten und haben eine ganz andersgeartete Aufgabe: Sie sollen für die praktische Wirtschaft Anhaltswerte für deren Planung liefern; dies geschieht meist in Form von Ertragstabellen. Aber schon beim Vergleich der Ertragsdaten etwa der japanischen und europäischen Lärche wird man aus den Ertragsprobeflächen nicht allzu viel ersehen können, wenn man nicht eine sehr große Zahl von etwa gleichmäßig auf die einzelnen Standortstypen verteilten Flächen dieser Art anlegt. Auch das Anschließen einer Fehlerrechnung an derartige Versuchsreihen ist wenig sinnvoll, und ebenso vermag im Einzelfall weder die Bodenkunde noch die Pflanzensoziologie ein sicheres und hier notwendigerweise absolutes Urteil über die Ertragsfähigkeit zweier ähnlicher Standorte zu fällen.

Häufig wird die Wirkung eines einzigen Faktors Gegenstand der Untersuchung sein, wie im Beispiel des Vogelschutzversuches. Dann brauchen die anderen beteiligten Faktoren nicht unbedingt von der Änderung dieses einen mitbetroffen zu werden oder doch nicht in einer Richtung, wie der Versuchsansteller dies auf Grund rein dialektischer Überlegungen annimmt. Die Geschichte der Forstwissenschaften ist reich an derartigen Beispielen. Eine sinnvolle Versuchsanordnung und anschließende, dem Sonderfall des jeweiligen Versuches angepaßte Auswertung unter Verwendung der schon erwähnten Zufallsgesetze allein kann Aufschluß über Wert oder Unwert einer Maßnahme geben.

Sicherlich sind die Zusammenhänge im Grunde stets funktional, d. h. einer Änderung bestimmter Richtung und bestimmten Grades eines Faktors entspricht eine genau zu definierende Wirkung, *ceteris paribus*. Daß neuerdings in der Physik gewisse Reaktionen von vornherein zu statistischer Deutung zwingen, mag hier außer Betracht bleiben. Nun ist es aber weder im Labor noch im Freiland möglich, alle Faktoren bis auf eben den einen zu untersuchenden konstant zu halten, ja, diese Art der Versuchsanordnung könnte im biologischen Versuch geradezu falsche Vorstellungen erwecken, die von den in der Praxis zu erwartenden Resultaten in wesentlichen Punkten abweichen. Würde man etwa die Tatsache außer Betracht lassen, daß die vermehrte Anzahl von Vögeln in unserem Versuchsbeispiel u. U. auch einen vermehrten Konsum an parasitären Insekten haben kann, so beginge man einen entscheidenden Fehler im „Laborversuch“. Nur eine exakte Statistik möglichst praxisnaher Versuche ist also

in der Lage, ein einigermaßen klares Bild und eine Deutung des Versuchsergebnisses zu geben: Die Errechnung einer Wahrscheinlichkeit, mit der unter gegebenen oder doch wenigstens annähernd beschriebenen Bedingungen einem Ergebnis  $x$  ein solches  $y$  folgt oder einer graduellen Änderung von  $x$  in bestimmtem Bereich eine ebensolche des Faktors  $y$ . Das aber bedingt die Forderung nach einer genügenden Zahl von Wiederholungen, denn aus einem einzigen Versuch kann offenbar selbst bei Vorliegen einfachster Verhältnisse keine Wahrscheinlichkeit hergeleitet werden. Zu beachten ist, daß der Begriff Wahrscheinlichkeit fortan fest umrissene Bedeutung hat und an exakte Rechnung gebunden ist, mit dem Wahrscheinlichkeitsbegriff des allgemeinen Sprachgebrauches also nicht identisch ist.

Aus diesen Überlegungen geht wohl mit genügender Klarheit hervor, welche Forderungen an einen Versuch zu stellen sind, dessen Ergebnis man zwar keine allgemeine, aber doch eine mit gewissen Einschränkungen gegebene Gültigkeit zuerkennen will, und wir sind in der Lage, die zulässigen, objektiven Schlußfolgerungen, welche an den Vogelschutzversuch zu knüpfen sind, zu formulieren:

In mehreren insektenbefallenen Eichenbeständen, deren Vogelbestand durch Anbringen von Nistkästen vermehrt wurde, ging der Befall nach 20 Jahren zurück. Wie die Entwicklung normalerweise, d. h. ohne vermehrten Vogelbestand verlaufen wäre, weiß man nicht. Ein objektives Urteil über den Wert der getroffenen Maßnahmen läßt sich nicht bilden, auch Wahrscheinlichkeiten können nicht angegeben werden.

Als reine subjektive und zunächst nicht zu beweisende Meinung könnte der Versuchsansteller vielleicht hinzufügen: Nachdem die Kalamität auf den geschützten Flächen zurückging, *glaube* ich daran, daß dies auf den vermehrten Vogelbestand zurückzuführen ist. Diese Annahme wird durch Beobachtungen an nicht geschützten Flächen bestärkt, auf denen ähnliche Kalamitäten weit länger anhielten.

Und sein Kontrahent könnte aus seinen Versuchen ableiten, daß nach zwei Jahren mit Sicherheit noch kein Erfolg des Vogelschutzes festzustellen war, und er auch von der künftigen Entwicklung aus mancherlei Gründen kein positives Resultat erwarte. Wie er es übrigens auch getan hat. Zweifellos hat er die Berechtigung, den Versuchen des ersteren alle Beweiskraft abzusprechen. Eine dialektische Klärung derartiger Probleme ist nicht möglich, die Angelegenheit muß unentschieden bleiben. So oder ganz ähnlich müssen viele der im forstlichen Schrifttum angegebenen Versuchsergebnisse beurteilt werden.

Damit ist aber nicht gesagt, daß dem Vogelschutzversuch nun gar kein Wert zukäme. Man kann ihn als Tastversuch werten, der, mit einfachsten Mitteln angelegt, lediglich einen ganz allgemeinen Überblick darüber geben soll, ob nicht von vornherein alle Versuche, mit den Mitteln des Vogelschutzes der Kalamität zu steuern, zum Scheitern verurteilt sind. Die Zielsetzung ist also im Grunde eine negative. Solche aufklärenden Tastversuche werden i. a. auf dem Gebiete der Forstwissenschaften nicht angebracht sein, weil sie wegen der notwendig langen Beurteilungszeiträume meist nicht tragbar sind, denn, von ganz extremen Beispielen abgesehen, etwa der Prüfung unkrautvernichtender Mittel, kommt ihnen ja keinerlei Beweiskraft zu. Dann aber müssen sie in geeigneter Form wiederholt werden. Tastversuche haben also nur dort einen Sinn, wo die Unterschiede groß genug sind, um

ohne weiteres klare Ergebnisse erkennen zu lassen. Die moderne Forstwirtschaft dagegen wird es in der Regel mit diffizilen Unterschieden zu tun haben, darüber hinaus wird auch die Fragestellung auf graduelle Unterschiede und deren Gesetzmäßigkeiten auszudehnen sein, so daß ohne intensive Versuchsarbeit kaum jemals befriedigende Resultate erzielt werden können.

Als wesentlichste Folgerung kann aus den bisherigen Überlegungen abgeleitet werden, daß der Versuchsplanung eine hervorragende Stellung einzuräumen ist. Von ihr hängt die Sicherheit der Ergebnisse in hohem Maße ab (FISHER 1936, LEIN 1951). Demgegenüber tritt die Rechnung selbst fast ganz in den Hintergrund, sie liefert lediglich einen Rahmen, innerhalb dessen die Versuchsplanung sich zu bewegen hat, und der mit einigen wenigen mathematischen Formulierungen abzustecken ist.

Gerade Vertreter der Forstwissenschaft sind häufig der Ansicht, der Forstwissenschaftler müsse Biologe und kein Mathematiker sein. Dieser Standpunkt ist natürlich richtig, solange er nicht zum Extrem führt. Zwar geht die Entwicklung der modernen Biologie über die Physiologie mehr und mehr zur angewandten Chemie und Physik, welche letztere man mit Fug und Recht als angewandte Mathematik bezeichnen könnte, doch genügen auch bei „biologischen“ Versuchen der Forstwissenschaft die alten Methoden keineswegs zur Herleitung schwer zu fassender Gesetzmäßigkeiten, mit denen wir es vorwiegend zu tun haben werden, und die auch den althergebrachten Fragestellungen forstlicher Versuche zugrunde liegen. Gerade die Schwierigkeiten des forstlichen Versuches machen durchdachte und detaillierte Anordnungen zur Notwendigkeit. Deshalb erscheint es angebracht, die Versuchsmethoden der Schwesterwissenschaften auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen. Keineswegs wird damit, leider, der nach ihren Prinzipien angelegte Versuch zu einem rein mathematischen Exempel. Wäre das möglich, so dürften weit klarere Ergebnisse erwartet werden. Es handelt sich vielmehr darum, die in jedem Falle nötige rechnerische Bearbeitung so zu gestalten, daß ein Höchstmaß an biologischen und wirtschaftlich bedeutungsvollen Informationen aus den notwendig begrenzten Versuchen erzielt wird. Man könnte den Gegnern einer exakten Prüfung der Versuchsergebnisse entgegenhalten, daß zwar die Forstwissenschaft keine angewandte Mathematik sein kann, noch weniger aber angewandte Philosophie oder Dialektik. Dafür ist der Gegenstand, mit welchem sie sich auseinanderzusetzen hat, praktisch zu bedeutungsvoll. Haben doch die harten Tatsachen allzu oft die schönsten und bestdurchdachten Theorien zunichte gemacht.

Auch unsere modernen Verfahren können also nicht sämtliche beteiligten Faktoren eines Versuches berücksichtigen. Darüber muß man sich stets klar sein. Aus dieser Tatsache heraus aber die Möglichkeit exakter Faktorenprüfung unter den komplizierten Bedingungen des Feldversuches überhaupt abzulehnen, hieße nicht nur die bisherigen eindrucksvollen Forschungsergebnisse negieren, sondern auch den möglichen Fortschritt unserer Wissenschaft zu leugnen. Die Anerkennung vielfach auch an forstlichen Objekten bewährter Rechenweisen, wie der Fehlerrechnung, bedeutet noch nicht die Anerkennung der Mathematik als allein mögliche Grundlage biologischer Fragestellung. Im Gegenteil soll diese ein Hilfsmittel bei der Klärung anders nicht zu entscheidender Probleme sein. Der Ursprung der Fehlerrechnung liegt in empirisch gefundenen Gesetzmäßigkeiten, deren Ursache eben jene komplizierten, nicht ins Einzelne zu zergliedernden Vor-

gänge sind, mit denen der Versuchsansteller zu kämpfen hat. Sie ist durchaus universalistischer Herkunft, das mögen alle diejenigen bedenken, die jede statistische Beweisführung gerade aus universalistischen Erwägungen heraus ablehnen. Sie übersehen dabei, daß auf forstlichem Gebiet auch Anhänger der Dauerwaldidee, der wohl extremst universalistischen Richtung unseres Fachgebietes, zur Weiterentwicklung der statistischen Methoden entscheidende Beiträge geleistet haben (KRUTZSCH, LOETSCH 1938 u. a.). Gleich hier sei vermerkt, daß Ähnliches auch für die von uns verwendete Wachstumsfunktion gilt, die von WECK (1950) in die Forstwissenschaften eingeführt wurde, und deren universalistischen Charakter, wenn man es so ausdrücken darf, dieser folgerichtig herzuleiten bemüht ist (WECK 1953). So führen also kausalanalytische und universalistische Forschungsweise trotz aller scheinbaren Gegensätze zur gleichen Untersuchungsmethode. Man darf diesen Methoden für die Weiterentwicklung der Forstwissenschaft hohe Bedeutung zumessen, denn allgemein hängt das Erkenntnisvermögen einer Wissenschaft von der Vollkommenheit ihrer Verfahren ab. Darum ist ihre eingehende Untersuchung gerechtfertigt und, um Mißverständnisse auszuschalten, auch der vorstehende mehr theoretische Exkurs, der allerdings unnötig wäre, wenn die Vertreter der Forstwissenschaft sich allgemein zur rein experimentellen Beweisführung entschließen würden, wie es in der landwirtschaftlichen Schwesterdisziplin schon seit Jahrzehnten gehandhabt wird.

Es ist nun ganz unmöglich, auf dem begrenzten Raum dieses Aufsatzes eine einigermaßen erschöpfende Darstellung alles dessen zu geben, was bei Anlage einer Sortenprüfung zu beachten ist, welches Verfahren zu wählen ist, um den Besonderheiten des Einzelfalles Rechnung zu tragen, wie sich mit der Fragestellung auch die Versuchspläne ändern müssen und schließlich die theoretischen Grundlagen sowohl der allgemeinen Prinzipien der Fehlerrechnung als auch der neu einzuführenden Rechenverfahren zu entwerfen. Aus diesem Grunde beschränken wir uns zunächst auf allgemeine Erörterungen und wollen später die wichtigsten Fragen gesondert behandeln.

Als erstes sollen aus Zweckmäßigkeitsgründen einige Unterscheidungen eingeführt werden, die im Grunde ganz willkürlich gewählt sind, und zwischen deren scheinbarer Gegensätzlichkeit viele Zwischenstufen vorhanden sind: Der einfache Sortenversuch soll unterschieden werden vom Versuch mit komplexer Fragestellung und der Versuchsserie, der kurzfristige vom langfristigen und schließlich der geschlossen anzulegende vom Streuversuch. Eine scharfe Gliederung der Versuchsarbeit ist durch diese Unterscheidungen nicht gegeben, da, wie bereits bemerkt, die Begriffe nicht so scharf zu trennen sind, wie es zunächst den Anschein haben mag.

In der einfachen Sortenprüfung wird nur der Ertrag zweier oder mehrerer Sorten auf einem einzigen Standort verglichen, die Ertragsdifferenz festgestellt und deren statistische Sicherheit in der üblichen Weise berechnet. Der komplexe Versuch dagegen schließt auch noch andere Fragestellungen ein, wie etwa unterschiedliche Sortenreaktion auf verschiedene Durchforstungen u. ä., und die Versuchsserie schließlich soll Auskunft über alle praktisch interessierenden Fragen der waldbaulichen und wirtschaftlichen Eignung unserer Prüfsorten geben. Indessen ist eine wirklich begründete Abgrenzung der drei Versuchskategorien gar nicht möglich: Schon der einfache Sortenversuch enthält in der forstlichen Versuchspraxis mehrere Faktoren; wir unterscheiden diese in Haupt- und Neben-

wirkungen. Die Ertragsdifferenz zweier Sorten ist ebenso zeitabhängig wie der Sortenertrag selbst, d. h. sie ändert ihre absolute Größe und in manchen Fällen auch ihr Vorzeichen während der Laufzeit des Versuches. Neben den Faktor *Sorten* tritt also gleichberechtigt der Faktor *Zeit* als selbständige Hauptwirkung und die unterschiedliche Sortenreaktion auf diesen Faktor als Nebenwirkung. Weiter muß angenommen werden, daß in vielen Fällen eine unterschiedliche Einwirkung der Sorten auf den *Standort* (Boden und Mikroklima) ihrer Versuchspartellen möglich ist. Aus dem Zusammenspiel dieser Wirkungen entsteht also ein kompliziertes Neben-, Mit- und Gegeneinander, von dem man zunächst glauben mag, es sei praktisch unmöglich zu analysieren. Das ist jedoch nicht der Fall: Entschließt man sich, zur Kennzeichnung des Wachstumsganges eine mathematische Formulierung, eine Wachstumsfunktion also, einzuführen, so ist der Hauptteil dieser Schwierigkeiten beseitigt. Jetzt beurteilt man nicht einen willkürlich gewählten Querschnitt zu irgendeinem Zeitpunkt oder eine willkürlich ausgewählte Anzahl derartiger Querschnitte, sondern die *Dynamik* des Wachstumsvorganges, seine Zeitabhängigkeit also (STERN 1953). Die Wachstumsfunktion spielt hierbei die Rolle einer Regressionsgleichung, mehr bedeutet sie nicht. Sie wird in den meisten Fällen nicht direkt für jede Sorte zu berechnen sein, man wird den Sortenvergleich vielmehr besser auf die Ertragsdifferenzen zu den verschiedenen Aufnahmeterminen stützen, die sich als Differenz zweier Formulierungen der Funktion ergeben. Auf diese Art gleicht man die Schwankungen um die Funktion weitgehend aus. Eine einzelstammweise Auswertung derartiger Versuche ist selbstverständlich.

Es ist nicht unbedingt notwendig, daß beobachtete Werte und theoretisch zu erwartende absolut übereinstimmen, bei der letztgenannten Rechnungsweise genügt eine grobe Annäherung, und es dürften selbst systematische Abweichungen in gewissem Rahmen die Brauchbarkeit des Ergebnisses nicht beeinträchtigen. So ist also der einfache Sortenversuch der Forstpflanzenzüchtung bereits eine faktorielle Anlage und vom Komplexversuch nur durch die Zahl der beteiligten Faktoren unterschieden. Das Ergebnis eines einfachen Versuches oder auch eines einzelnen Versuches mit komplexer Fragestellung sagt indessen noch nicht viel über den praktischen Wert der Prüfsorten aus. Sein Ergebnis ist nur gültig für den jeweiligen Versuchsstandort, und in manchen Fällen muß diese Gültigkeit noch weiter eingeschränkt werden auf die besonderen klimatischen Bedingungen des Versuchszeitraumes, wenn diesen auch nicht die überragende Bedeutung zukommt, wie in Versuchen der Landwirtschaft, weil bei den langjährig beobachteten Versuchen der Forstpflanzenzüchtung immerhin ein gewisser Querschnitt durch das Klima des Anbauortes erfaßt wird. Man denke aber nur daran, welch hohen Einfluß etwa das Eintreffen oder Ausbleiben von Spätfrösten für die Jugendentwicklung in Douglasienversuchen haben kann, und man wird geneigt sein, auch hier gewisse Einschränkungen bezüglich der allgemeinen Gültigkeit einzelner Versuchsergebnisse zu machen. Der einzelne Versuch hat also lediglich aufklärende Funktion. Er wird, wenn er nicht Glied einer Versuchsserie ist, in erster Linie der Ausscheidung ungeeigneter Sorten dienen und darüber entscheiden, welche Sorten eine eingehende Prüfung rechtfertigen. Damit erfüllt er eine wesentliche Aufgabe der Forstpflanzenzüchtung, man sollte sich jedoch stets über den begrenzten Wert derartiger Versuche klar sein. Über den praktischen,

d. h. wirtschaftlichen und waldbaulichen Wert einer Sorte entscheidet erst die großangelegte Versuchsserie, denn ein Urteil über deren Eignung für bestimmte Standorte, Bestandestypen usw. kann aus dem Resultat eines einzigen Versuches nicht abgeleitet werden. Bei Anlage und Bearbeitung von Versuchsserien aber entstehen dem Versuchsansteller beträchtliche Aufwendungen an Arbeit und Kosten. Deshalb ist es unbedingt erforderlich, die Einzelversuche so anzulegen, daß man die weiter zu prüfenden Sorten mit großer Sicherheit auswählen kann.

Die Notwendigkeit einer intensiven und ins Einzelne gehenden Sortenprüfung vor allgemeiner Verwendung einer Sorte in der Praxis betont neuerdings SIEBENBAUM (1954) in einer kritischen Stellungnahme zu einer Veröffentlichung BOISELLES (1953/54) über die weitere Entwicklung der von MÜNCH angelegten Vergleichsfläche zu SCHWAPPACHS Choriner Dougl.-Provenienzversuch bei Kaiserslautern. Und als Beweis für die Richtigkeit einer derartig vorsichtigen Beurteilung mag aus der großen Zahl vorhandener Beispiele auch auf forstlichem Gebiet die Arbeit von ROHMEDEY und MEYER (1952) über das Ergebnis einer Versuchsserie mit *P. murrayana*-Herkünften in Bayern dienen, welche eindeutig die Abhängigkeit der Brauchbarkeit von Herkünften dieser Holzart vom Standort belegt.

Es fragt sich nun, ob die Anlage eines einfachen Sortenversuches als langfristiger Versuch überhaupt gerechtfertigt ist, wenn er doch nur Resultate von so begrenztem Wert liefert. Im Idealfalle der einfachen Sortenprüfung, da umfangreiche Sortenzahlen zu prüfen sind, und über die Sorteneigenschaften noch so gut wie nichts bekannt ist, sollte man tatsächlich nur kurzfristig zu beobachtende Versuche anlegen. Das setzt allerdings voraus, daß man in der Lage ist, die hauptsächlichsten Merkmale schon frühzeitig zu vergleichen. Für gewisse qualitative Merkmale ist diese Möglichkeit sicher gegeben, und nach Ansicht des Verfassers bietet die Anwendung der Wachstumsfunktion in geeigneter Form und bei geeigneter Versuchsanlage auch die Möglichkeit zur Frühbeurteilung des Wachstums. Allerdings wissen wir noch wenig über die zum Erreichen einer bestimmten Versuchssicherheit benötigten Beobachtungszeiträume (bei der Birke ist dieser nach bisherigen Erfahrungen mit 15 Jahren anzunehmen, bei der Fichte dürften 25 Jahre notwendig sein, während die Kiefer zwischen diesen beiden Holzarten stehen dürfte, für die Pappel werden voraussichtlich 8 Jahre ausreichen). Zahlenangaben dieser Art bedeuten natürlich nicht, daß später keine Leistungsumschichtungen mehr zu erwarten wären. Sie geben lediglich an, daß innerhalb dieses Zeitraumes die Konstanten der Wachstumsformulierung zweier Sorten mit bestimmter Sicherheit festzustellen sind, wenn die Differenzen der Konstanten eine gewisse Größe nicht unterschreiten (denn hier wie überall wird ein mehr oder weniger exaktes Vorgehen in hohem Maße auch von der Größe der Sortenunterschiede mit bestimmt). So errechnete Konstantenunterschiede ergeben die Wahrscheinlichkeit künftiger Umschichtungen von selbst. Es ist also unsinnig zu sagen: „Bei der Kiefer schließe ich den Versuch zum halben Umtrieb ab, später treten keine Umschichtungen mehr ein.“ Eine derartige Unterstellung entbehrt jeder Grundlage und ist unzulässig, wie überhaupt ein Wachstums-, in unserem Falle auch Ertragsvergleich nur *dynamisch* zu führen ist. Man darf keineswegs unbewiesene Voraussetzungen zur Grundlage seiner Versuchstätigkeit erheben, es sei denn, man wolle diese einer genauen Prüfung unterziehen. Als Beispiel für die Richtigkeit dieser Auffassung und gleichzeitig die Notwendigkeit von Versuchsserien seien der Wachstumsvergleich ETTERS (1949) für Buche und Esche auf verschiedenen Standorten sowie

die Ertragsangaben BAUERS (1953) für die Roteiche im Vergleich zu denen der beiden einheimischen Eichenarten genannt.

ERTER fand bei seinen Untersuchungen über die Standortabhängigkeit des Holzertrages, daß die Mittelhöhen von Buche und Esche auf bestimmten Standorten der Schweiz typische Differenzen zeigten, die sowohl durch die Holzart als auch durch den Standort bedingt waren. In allen Fällen war die Esche zunächst der Buche überlegen, der Zeitpunkt des Umsetzens jedoch war durchaus standortstypisch und fiel auf besseren Bonitäten ins höhere Bestandesalter. Ebenso zeigt BAUER für die Roteiche, daß sie erst in höherem Alter gegenüber den einheimischen Eichenarten zurückbleibt.

Natürlich gibt es Fälle, in denen die Jugendunterschiede des Wachstums wenigstens dem Vorzeichen nach erhalten bleiben, man muß jedoch stets annehmen, daß innerhalb des Versuchsmaterials viele Möglichkeiten künftiger Entwicklung gegeben sind und darf nicht versuchen, die Resultate auf Grund vorgefaßter Meinungen zu behandeln.

Der einfache Versuch wird demnach in der Regel als kurzfristiger Versuch angelegt werden. Auf diese Art gewinnt man auch die Möglichkeit gleichzeitigen und exakten Vergleiches vieler Sorten: eine Grundvoraussetzung für den Züchtungserfolg auf vielen Gebieten der praktischen Züchtung (SCHRÖCK 1951). Für den langfristigen Versuch der Forstpflanzenzüchtung werden Versuchsareale benötigt, wie sie in diesem Ausmaße in Landwirtschaft und Gärtnerei nicht bekannt sind. Während des langen Beobachtungszeitraumes entstehen Kosten und Arbeit in einem Umfange, der scharfe Konzentration und Beschränkung zur unbedingten Notwendigkeit macht. Untersuchen wir zunächst die Bedingungen für einen einzelnen langfristigen Versuch: Schon bei recht geringen Sortenzahlen wird es kaum möglich sein, ihn geschlossen anzulegen. Setzen wir vier Wiederholungen voraus, so wird für jede Sorte bei einer Teilstückgröße von etwa 0,25 ha (einschließlich Sicherheitsstreifen zur Vermeidung oder doch Herabsetzung der Nachbarschaftskorrelationen) je 1 ha Versuchsfläche benötigt. Zwar hat der Forstpflanzenzüchter die Möglichkeit auf dem Wege über die Streuung der Einzelstämme auch die Bodenunterschiede innerhalb der Blocks zu analysieren und zu einem gewissen Grade auch zu korrigieren, eine Korrektur scheint aber erst dann gerechtfertigt, wenn drei, besser vier Wiederholungen vorhanden sind, zumal die großen Teilstücke auf unseren heterogenen Waldböden große Bodenunterschiede erfassen müssen.

Zur Erläuterung der mathematischen Zusammenhänge, welche dieser Analyse und Korrektur der Bodenunterschiede innerhalb der Blocks zugrunde liegen, mag die folgende kurze Ableitung genügen: Die Streuung der Einzelstammhöhen (oder Durchmesser oder Stammvolumina) um ihr gemeinsames Mittel auf jeder Parzelle wird durch folgenden Ausdruck gegeben:

$$s^2_{x_i} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$\bar{x}$  bezeichnet hierin den Mittelwert aller Messungen  $x_i$  und  $n$  die Zahl der Messungen, die Stammzahl des betreffenden Teilstückes also.

Aus Streuung und Beobachtungszahl folgt der mittlere Fehler des Parzellenmittels gemäß

$$s^2_{\bar{x}} = \frac{s^2_{x_i}}{n}$$

Ist nun die Streuung  $s_{x_i}$  auf allen Teilstücken oder doch zumindest für alle Blocks und Sorten gleich groß, so liegt die mögliche zufällige Abweichung der Parzellenmittel von den Blockmitteln (unter Berücksichtigung der Sortendifferenzen) fest. Ein Vergleich von Einzelstammstreuung und Streuung der Parzellenmittel (nach Eliminierung der Sortenunterschiede) um ihr Blockmittel zeigt dann, ob die Abweichungen der Parzellenmittel noch als zufällig angesehen werden können oder nicht. Im letzteren Falle bleibt bei geschlossen angelegten Versuchen

und auch in sinnvoll angelegten Streuversuchen nur die Erklärung aus Bodenunterschieden, welche innerhalb der Blocks wirksam sein müssen, und zwar zwischen den einzelnen Sortenparzellen der Blocks. In der Regel werden es bei gut geplanten Versuchen immer nur einzelne Teilstücke sein, die als fehlerhaft in diesem Sinne korrigiert werden müssen. Im landwirtschaftlichen Versuch besteht die Möglichkeit zu einer solchen Rechnung nicht, weil die Streuung der Teilstückerträge Ausgangsgröße der Rechnung ist.

In ganz ähnlicher Weise werden in Versuchsserien oder Komplexversuchen die Wechselwirkungen, d. h. unterschiedlichen Versuchsgliedreaktionen, hergeleitet.

Wir sehen, daß Voraussetzung der eben gezeigten Rechnung eine einheitliche Streuung aller Versuchsglieder ist. Nur dann ist die Streuungszерlegung, denn um nichts anderes handelt es sich hier, gerechtfertigt. In vielen Fällen wird diese Voraussetzung zutreffen, dagegen wird in Versuchen, welche verschiedene Holzarten als Versuchsglieder enthalten, meist eine unterschiedliche Streuung zu berechnen sein. Die Auswertung derartiger Versuche sieht dann etwas anders aus.

Trotz dieser Möglichkeit zur Korrektur auch von Bodenunterschieden innerhalb der Blocks ist es notwendig, die Versuchsflächen möglichst einheitlich oder doch für jeden Block möglichst einheitlich zu wählen. Nehmen wir nur sieben Prüfsorten an, so würde man unter den genannten Bedingungen eine zusammenhängende Fläche von 7 ha benötigen. Das ist kaum jemals zu realisieren, und man ist gezwungen, den Versuch auf mehrere Orte zu verteilen. Auch dann ist noch die Verwendung eines exakten Planes möglich, selbst dann, wenn an jedem Orte nicht genügend Raum für eine vollständige Wiederholung aller sieben Sorten vorhanden ist (man wählt in diesem Falle zweckmäßig die Methode der „unvollständigen balancierten Blocks“ nach COCHRAN und COX 1950). Selbstverständlich sind die Blocks des so aufgebauten Streuversuches auf gleichartige Standorte zu verlegen, um einerseits etwaige Wechselwirkungen zwischen Standort und Sorten zu vermeiden und andererseits in Versuchsserien nicht die Möglichkeit zu deren Fixierung zu verlieren, denn auch sie stellen einen der wichtigen zu untersuchenden Faktoren dar.

Über das Zustandekommen des Bodenausgleiches in den neueren Versuchsanlagen herrschen vielfach noch unklare Vorstellungen, deshalb soll an dieser Stelle zum besseren Verständnis des eben gesagten eine kurze Erklärung eingeschaltet werden. Zwar wäre diese durch eine einfache mathematische Ableitung leicht und klar zu geben, doch setzt deren Verständnis ein gewisses Maß an Vorkenntnissen voraus und vor allem an Abstraktionsvermögen, so daß im Anschluß an MUDRA (1949) und RUNDFELDT (1953) eine mehr anschauliche Beweisführung gewählt wird. Auf diese Art wird auch der Anschein vermieden, es sei die Streuungszерlegung einzig mögliches Auswertungsverfahren. Das ist um so wichtiger, als nach vorliegenden Erfahrungen in manchen Fällen die Anwendung dieser Rechenmethode an der unterschiedlichen Streuung der Sorten scheitert.

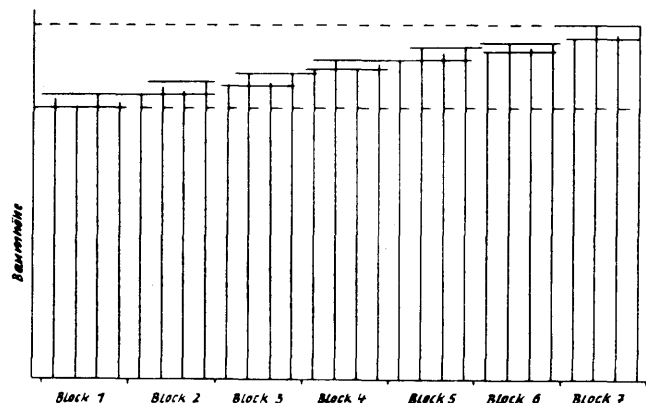


Abb. 1. Schematische Darstellung der Baumhöhen einer Pappelallee. Die Pappeln gehören dem gleichen Klon an. (Modell für den Ausgleich der Bodenunterschiede in Blockanlagen.)

Wir gehen aus von Abb. 1. Sie stellt schematisch die Wipfelreihe einer Pappelallee dar; diese soll mit einklonigem Material begründet worden sein. Man sieht, daß die Bodengüte von links nach rechts zunimmt. Es sei nun aus irgendeinem Grunde notwendig, die Streuung der Stammhöhen festzustellen. Würde man alle Stämme zu einem gemeinsamen Mittelwert vereinen und um diesen die Streuung berechnen, so würde die gesamte Bodenvariation (zwischen den gestrichelten Linien der Abb. 1) korrelativ die Streuung erhöhen, die an sich lediglich die zufallsmäßig bedingte Variation bezeichnen soll. Das bedeutet, eine auf Grund der so hergeleiteten Streuung durchgeführte Fehlerberechnung ergäbe einen zu hohen, also falschen Fehler. Wir bilden deshalb Blocks zu je vier Stämmen und berechnen daraus die Streuungen um die Blockmittel. Der so erhaltene Wert ist nicht nur niedriger, sondern auch richtiger (in Abb. 1 wird die auf diese Art erfaßte Variation durch die gestrichelten Linien angegeben). Natürlich beinhaltet auch diese Streuung noch einen gewissen Anteil an Boden- oder, allgemeiner gesagt, systematischer Variation, aber dieser ist doch nicht mehr so erheblich.

Nehmen wir nun an, man wolle einen Versuchsanbau mit vier Pappelklonen und je sieben Pflanzen bezüglich deren Eignung für den Anbau außerhalb des Waldes auf gerade dem in Abb. 1 gezeigten Ausschnitt der Allee durchführen. Würde man, von links beginnend, die sieben Pflanzen zuerst des Klones 1, dann des Klones 2 usw. anbauen, so wären die Klone unterschiedlichen Bodenverhältnissen ausgesetzt, das Versuchsergebnis würde ein unrichtiges Bild über deren tatsächliche Leistungsrelationen geben. Man könnte weiter die 28 Pflanzen in zufallsmäßiger Verteilung auf der gesamten Länge anbauen und später die Klonmittel vergleichen. Auf diese Art kommt man dem richtigen Ergebnis schon näher, wir müssen jedoch einschränkend feststellen: nur in bezug auf die Mittelwerte der Klone. Denn die Streuungen innerhalb der sieben Pflanzen je Klon erfassen noch die gesamte Bodenvariation der Abb. 1, und die Berechnung des Versuchsfehlers wird notwendig falsch, wie wir gesehen haben. Es gilt also, sowohl die Mittel, als auch die Streuungen richtig zu ermitteln, d. h. von Boden- und anderen Korrelationen zu befreien. Und allein zu diesem Zweck wird die Blockbildung durchgeführt. Innerhalb eines jeden Blocks sind alle vier Klone vertreten, sie sind aus gewissen Gründen jedesmal innerhalb der Blocks zufallsmäßig zu verteilen. Jetzt erst ist es möglich, in jedem Block die Klone ohne gleichzeitig wirkende Bodenunterschiede zu vergleichen.

Der auf diese Art berechnete Versuchsfehler ist eine um sehr vieles sichere Schätzung des wahren Fehlers, als man sie bei summarischer Rechnung finden könnte. Aus der Abb. 1 geht auch hervor, daß die Versuchsergebnisse i. a. um so sicherer werden, je geringer der Blockumfang wird. Und hier liegt der Hauptgrund, der zur Konstruktion der neueren Versuchspläne mit unvollständigen Blocks führte: Bei Anwendung dieser Pläne ist es nicht mehr nötig, alle am Versuch beteiligten Sorten in jedem Block vollständig zu wiederholen, und die Blocks können kleiner gehalten werden. Es ist also nicht richtig, wenn man in der Aufnahme vieler Sorten nur eine rechnerische Manipulation sieht, die lediglich der Gewinnung vieler Freiheitsgrade zur Fehlerbestimmung dient, vielmehr ist es auf diese Art erst möglich geworden, viele Versuchsglieder auf einmal zu prüfen, ohne die Zahl der Wiederholungen ungebührlich steigern zu müssen. Man sollte auch nicht mehr versuchen, mit Hilfe von bodenkundlichen oder pflanzensoziologischen Analysen die Vergleichbarkeit der Sortenparzellen herzustellen oder zu beweisen. Das gelingt nie, und nur in extremen Fällen wird man Unterschiede auf einer Versuchsfläche überhaupt nachweisen können, ohne jedoch daraus die richtigen theoretischen Ertragsdaten herleiten zu können. Der einzige Nachweis, den man auf diese Art führen kann, ist der, daß die Sortenparzellen nicht vergleichbar sind.

Eine Einschränkung müssen wir bezüglich der Ergebnisse in Blockanlagen noch machen: Sie können die Boden-

unterschiede zwischen den Blocks nur dann vollständig eliminieren, wenn Sorten- und Bodeneffekte *additiv* miteinander verknüpft sind, d. h. also, wenn einer bestimmten Änderung der Bodengüte eine für alle Sorten gleiche Änderung der Ertragsleistung folgt. Das wird bei geschlossenen und sinnvoll angelegten Streuversuchen fast stets der Fall sein. Es ist aber unzulässig, die einzelnen Blocks des Versuches auf unterschiedliche Standorte zu legen, „um das gesamte Standortsspektrum eines Wuchsgebietes zu erfassen“. Denn auf diese Art gehen die unterschiedlichen Sortenreaktionen mit in den Versuchsfehler ein, was ein unklares Gesamtbild zur Folge hat, und man verliert überdies die praktisch und theoretisch äußerst wertvollen Informationen über unterschiedliche Sortenreaktionen.

Für die Landwirtschaft und andere Forschungsgebiete wurde weiter eine Reihe von Verfahren entwickelt, die einen doppelten Bodenausgleich gegenüber dem einfachen der Blockanlage zulassen. Es sind dies das lateinische Quadrat und seine Abkömmlinge. Aus gewissen, hier nicht näher zu erläuternden Gründen ist man zur Annahme gezwungen, daß diese Verfahren für die Zwecke der Forstpflanzenzüchtung nicht nur keinen Fortschritt bringen, sondern in manchen Fällen zu falschen Versuchsergebnissen führen müssen.

Die Versuchsserie soll also die Eignung der Sorten für unterschiedliche Standortverhältnisse prüfen. Sie ist deshalb in Verbindung mit dem Standortskundler anzulegen. Dabei wird es nicht möglich sein, alle in Frage kommenden Standorte zu prüfen, indessen kann man wohl bei genauer Kenntnis der standörtlichen Zusammenhänge eines Wuchsgebietes gewisse Standortstypen interpolieren, wenn man eine klare Gesetzmäßigkeit findet. Denn es hat sich doch gezeigt, daß innerhalb eines Wuchsgebietes Standortbonität und Sortenertragsdifferenz in der Regel korreliert sind. Das gilt sowohl für die Landwirtschaft (MEYER 1951) als auch für forstliche Objekte (BUNDY 1951, ETTER 1949).

Die Wechselwirkung zwischen Sorten und Standort in Versuchsserien wird bei Auswertung eines Querschnittes, d. h. einer einzigen Aufnahme zu bestimmtem Alter von der Wechselwirkung zwischen Sorten und Zeit nicht zu trennen sein. Klare Aufschlüsse über die Wechselwirkungen kann man nur bei Verwendung einer Wachstumsfunktion zur Versuchsauswertung erwarten. Die Auswertung einer Versuchsserie in dieser Art würde dann etwa aussehen wie unser konstruiertes Beispiel der Abb. 2 bis 5.

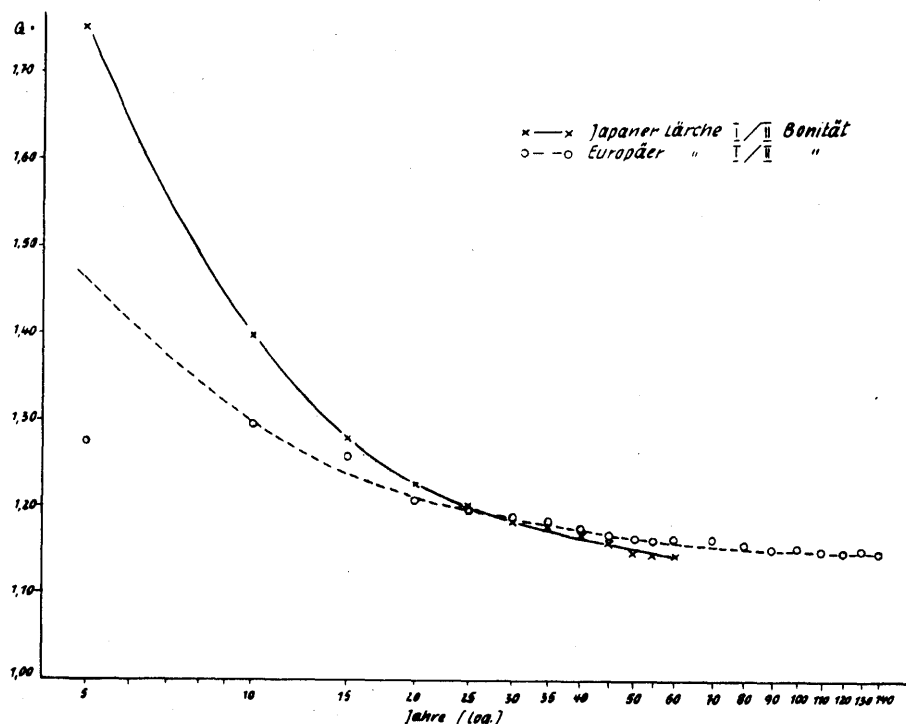


Abb. 2. Quotienten der Mittelhöhen I. und II. Bonität für europäische und japanische Lärche.

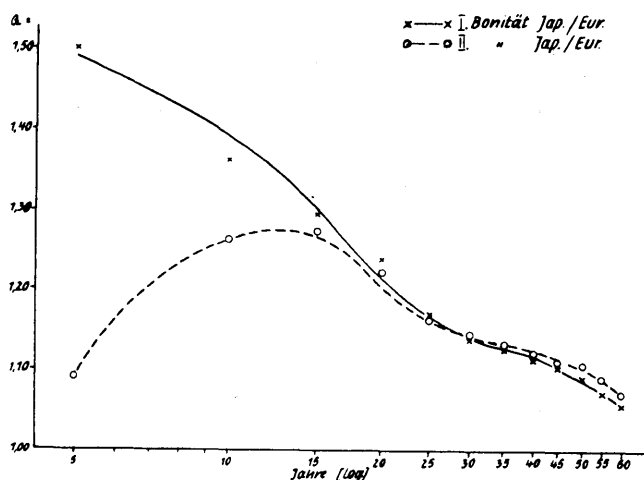


Abb. 3. Quotienten der Mittelhöhen I. Bonität Jap./Europ. sowie II. Bonität Jap./Europ.

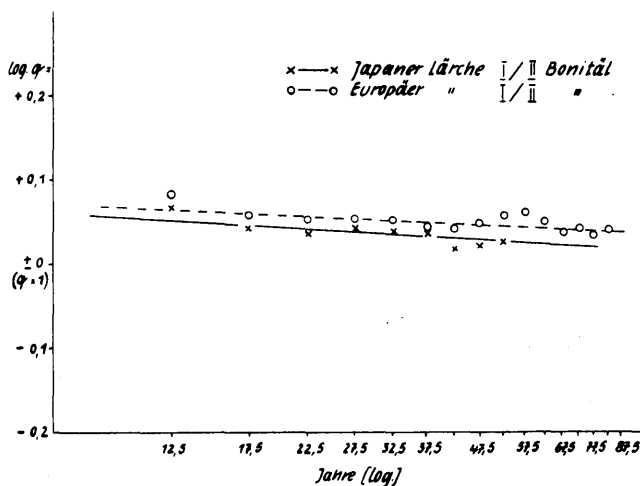


Abb. 4. Quotienten der laufenden Zuwachse (5jähr.) I. und II. Bonität für japanische und europäische Lärche (ausgeglichen über 15-Jahresperioden).

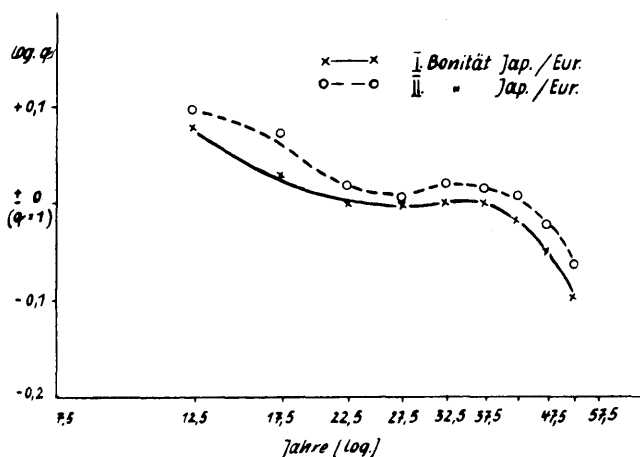


Abb. 5. Quotienten der laufenden Zuwachse I. Bonität Jap./Europ. und II. Bonität Jap./Europ.

Diese Abb. wurden aus den Ertragstafelangaben SCHOBERS (1949 und 1953) für japanische und europäische Lärche gewonnen. Für jede der beiden Holzarten wird die Entwicklung der Mittl. Höhe als Grundlage und Weiser für die Ertragsleistung angesehen. Unterstellt man, daß jede der beiden Holzarten und Bonitäten das Ergebnis eines Teilversuches einer Versuchsserie auf zwei Standorten mit den beiden genannten Holzarten repräsentiert,

so ergibt ein Vergleich der Wachstumsquotienten die Verhältnisse der Abb. 2 und 3. Aus Gründen der mathematischen Behandlung des Problems wählt man statt der Differenzen gleichalter Wachstumswerte der Sorten besser deren Quotienten. Wären die Sorten lediglich in der Höhe des laufenden Zuwachses unterschieden, nicht aber im Wachstumsrhythmus, so müßte die Kurve der Quotienten in eine Gerade parallel zur Abszisse übergehen, wie man sich leicht klarmacht. Das ist jedoch sehr selten der Fall und nur dann, wenn bestimmte genetische und standörtliche Voraussetzungen erfüllt sind. Unseren Abbildungen können wir entnehmen, daß die japanische Lärche auf geringeren Standort mit erheblich stärkerer Verzögerung des Wachstumsrhythmus reagiert, als die europäische, denn die entsprechende Kurve für die Quotienten beider Bonitäten ist für die letztere deutlich flacher. Weiter zeigt Abb. 3, daß die Überlegenheit der Japaner auf der II. Bonität prozentual größer ist. Diese Überlegenheit ist hier bis zum Alter 60 nachzuweisen. (Die Abb. sollen lediglich eine Modellvorstellung vermitteln, und es soll keinesfalls behauptet werden, daß die hier gezeigten, allein auf die Tafelangaben SCHOBERS zurückgehenden Relationen tatsächliche und biologische Begründung hätten. Die Erläuterung der Methodik und ihrer Notwendigkeit ist alleiniger Zweck dieser Zeilen.)

Einen weiteren Aufschluß liefern die Abb. 4 und 5, die auf den Quotienten der laufenden Zuwachse basieren. Diese Quotienten sind hier nach GEBELEINS (1951) Methode der gleitenden Durchschnitte fortschreitend über 15 Jahresperioden geglättet, ein Verfahren, welches es gestattet, einfach und objektiv einen ersten Überblick zu gewinnen. Aus diesen Kurven läßt sich relativ leicht auch eine rechnerische Lösung finden, die schließlich Grundlage der Fehlerrechnung sein kann (STERN 1954).

Besonders deutlich wird die Notwendigkeit einer derartigen dynamischen Beurteilung, wenn man die Kurven der Wachstumsquotienten anhaltswise extrapoliert und feststellt, daß diese demnächst kleiner als 1 werden, und somit die europäische Lärche überlegene Sorte werden dürfte (vgl. hierzu SCHOBERS 1953). Der entsprechende Quotient der laufenden Zuwachse ist bereits vom Alter 45 an  $< 1$  (beachte die log. Ordinate der Abb. 4 und 5).

Und nun noch etwas Grundsätzliches: Sind die Sortenunterschiede groß, so kann man natürlich mit größeren Methoden arbeiten. Die neueren Versuchspläne wurden nur aus der Notwendigkeit heraus entwickelt, auch kleinere Unterschiede noch herausarbeiten und analysieren zu müssen. Es scheint jedoch eine zweifelhafte Versuchgrundlage zu sein, von vornherein große Sortenunterschiede zu unterstellen. Die Entwicklung des landwirtschaftlichen Sortenversuchswesens zeigt mit aller Deutlichkeit, daß eine eingehende und zentrale Planung notwendig ist; selbst dann, wenn man annimmt, daß die Züchtungsarbeit an unseren einheimischen Holzarten schnell zu größeren Erfolgen führen wird, weil wir mit Wildpopulationen arbeiten, sind wir noch nicht des exakten Nachweises des Züchtungserfolgs enthoben. Nach Ansicht des Verfassers kann man jedoch die Wildpopulation der einjährigen Kulturpflanzen nicht mit einer normalen Population etwa von Kiefer und Fichte (hervorgegangen aus anerkanntem Saatgut des betreffenden Wuchsgebietes) vergleichen, weil im letzteren Falle zumindest die Wuchseigenschaften sowohl Gegenstand der natürlichen Selektion als auch Zuchtziel sind. Das Gleiche wird man für die Zuchtziele der landwirtschaftlichen Züchtung kaum annehmen dürfen. Man denke nur an den Zuckergehalt der Rübe oder den Korntrag unter Berücksichtigung der Korngröße bei den Getreidearten. Man darf es als wahrscheinlich ansehen, daß unter diesen Voraussetzungen etwa eine Züchtung auf hohes Samengewicht bei der Kiefer eher zum Erfolg führen würde, als die Züchtung auf erhöhte Wüchsigkeit. Überdies ist es gefährlich, mit einer vorgefaßten Meinung an die Dinge heranzugehen, man hat sie vielmehr als völlig unbekannt zu behandeln, wenn man am Anfang steht, und die Forstpflanzenzüchtung steht immer noch am Anfang.



Man kann vorläufig noch nichts darüber aussagen, ob die Selektion sog. Plusbäume nach diesem oder jenem System und ihre Verwendung zur Anlage von Saatgutplantagen schon die Zusammensetzung einer aus deren Nachkommenschaften hervorgehenden Population in der gewünschten Richtung entscheidend zu ändern vermag, d. h. einen *praktisch* bedeutenden Erfolg bringen wird. Auch hier, in der Populationsanalyse, ist für die Versuchsarbeit der Forstpflanzenzüchtung noch Neuland zu bearbeiten. Wenn es allein durch Selektion möglich sein sollte, eine Zuwachssteigerung zum Umtriebsalter von 5% zu erzielen, so ist dies schon ein beachtlicher Erfolg für den Züchter (vgl. hierzu PETTERSON 1943), diesen Erfolg aber im Feldversuch nachzuweisen eine große Schwierigkeit.

Man könnte demgegenüber die Meinung vertreten, daß wegen der relativ geringen Aussichten der Selektionszüchtung bevorzugt ausländische Holzarten zu prüfen seien, oder die Selektionszüchtung ganz einzustellen sei. Dagegen ist einzuwenden, daß unser oben entworfenes Schema der forstlichen Versuchsserie für den Beweis der Anbauwürdigkeit in großem Stil für diese Holzarten natürlich nicht ausreicht, weil für sie im voraus nie abzusehen ist, welche Krankheiten oder Klimaschäden in extremen Jahren auftreten werden. Wir sind hier in einer grundsätzlich anderen Lage, als der Züchter einjähriger Pflanzen, der es schon als großen Erfolg buchen kann, wenn seine Sorten über mehrere Jahrzehnte größeren Ertrag liefern. Der Forstmann erzielt in dieser Zeit vielfach nicht einmal den Kulturaufwand.

Ähnliches mag vorläufig auch für die Nachkommenschaften aus Artkreuzungen gelten und in gewissem Maße auch für die Kreuzungen entfernter Provenienzen einheimischer Holzarten. Ein einziges Jahr mit extremer Witterung kann auch hier das Bild von deren Anbauwürdigkeit völlig verändern, wie das in großem Umfang mit den Vorstellungen von der Frostresistenz unserer Winterweizensorten im vergangenen Winter geschehen ist.

### Zusammenfassung

1. Die Notwendigkeit eingehender Versuchsplanung wird nachgewiesen.
2. Begriff und Ziele des einfachen Sortenversuches, komplexer Versuche, Versuchsserien, kurz- und langfristiger Versuche sowie die Möglichkeit zur Anlage von Streuversuchen wird erläutert.
3. Es wird gezeigt, daß viele Fragen des forstlichen Sortenversuches nur durch *dynamische* Beurteilung, d. h. Vergleich des gesamten Wachstumsverlaufes der Sorten, gelöst werden können.

### Summary

Title of the paper: *On the development of variety tests in forestry.*

1. The necessity for detailed experiments designs is demonstrated.
2. The conception and aims of simple progeny tests, of factorial experiments, short and long term experiments, series of experiments as well as the possibility of replicating experiments in space and time („Streuversuche“) are explained.
3. It is shown that many problems of the variety tests in forestry will only be answered by a *dynamic* judgement i. e. by a continuous comparison of the whole process of growth.

### Literatur

- BAUER, F.: Die Roteiche. Sauerländer's Verlag, Frankfurt (1953). — BOISELLE, R.: Die Snoqualmiedouglasie, die Douglasie der Zukunft. Allg. Forst- u. Jagdzeitg. 125, 61—69 (1953/54). — BUNDY, O.: Sörmländsk Barrblandskog. Svensk Skogsv. fören. Tidskr. 49, H. 1 (1951). — COCHRAN, W. G., and COX, G. M.: Experimental designs. Wiley and Sons, New York (1950). — ETTER, H.: Über die Ertragsfähigkeit verschiedener Standortstypen. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchswesen 26, 91—152 (1949). — FISHER, R. A.: The designs of experiment. Oliver and Boyd, Edinburgh and London (1949). — GEBELEIN, H., und HEITE, H. J.: Statistische Urteilsbildung. Springer, Berlin (1951). — HENZE: Das Ende der Eichenwicklersorgen. Allg. Forstzeitschr. 7, 531—533 (1952). — KRUTZSCH, H., und LOETSCH, F.: Holzvorratsinventar und Leistungsprüfung. Neumann, Neudamm (1938). — LEIN, A.: Bemerkungen zu neueren Arbeiten zu Fragen des Feldversuches. Z. Pflanzenzüchtg. 30, 89—111 (1951). — MEYER, K.: Zur Frage der Leistung und des Ausbaus unseres Sortenversuchswesens. Z. Acker- und Pflanzenbau 92 (1950). — MUDRA, A.: Anleitungen zur Durchführung und Auswertung von Feldversuchen nach neueren Methoden. Hirzel, Leipzig (1949). — PETTERSON, H.: Pflanzenzüchtung und Forstwirtschaft. Forstarchiv (1943). — ROHMEDE, E., und MEYER, H.: 23jährige Anbauversuche mit *Pinus contorta* DOUGLAS (*P. murrayana* BALFOUR) verschiedener Herkunft. Forstwiss. Cbl. 71, 257—272 (1952). — RUNDFELDT, H.: Die Prüfung der wichtigsten Verfahren im Feldversuch an Hand von Modellen. Z. Pflanzenzüchtg. 32, 301—354 (1953). — SCHÖBER, R.: Die Lärche. Schaper, Hannover (1949). — SCHÖBER, R.: Die japanische Lärche. Sauerländer's Verlag, Frankfurt (1953). — SCHRÖCK, O.: Beiträge zur Methodik in der Forstpflanzenzüchtung. Züchter 21, 368—370 (1951). — SCHWERTFEGGER, F.: Nachgewiesenermaßen Ende der Eichenwicklersorgen durch Vogelschutz? Allg. Forstzeitschr. 8, 81—83 (1953). — SIEBENBAUM: Darf die Snoqualmiedouglasie schon als die Douglasie der Zukunft bezeichnet werden? Allg. Forstzeitschr. 9, 190—191 (1954). — STERN, K.: Methodik der vergleichenden Beurteilung von nach der Langparzellenmethode angelegten Kieferneinzeltammabsaaten. Züchter 23, 1—16 (1953). — STERN, K.: Ein Modell für die Wechselwirkungen des Wachstums. Züchter (im Druck). — WECK, J.: Über die Brauchbarkeit von Wachstumsgesetzen als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde. Forstwiss. Cbl. 69, 584—605 (1950). — WECK, J.: Anwendung von Wuchsgesetzen als Methode forstlicher Zuwachsforschung. Allg. Forstzeitschr. 8, 39—43 (1953).