

# Methodik und Ergebnis eines Wachstumsvergleichs an vier zwanzigjährigen Kiefernversuchsflächen

Von W. SCHMIDT, Bergedorf, und K. STERN, Schmalenbeck

(Eingegangen am 20. 11. 1954)

## 1. Fragestellung

Von allen Eigenschaften der Pflanzen unterliegt das Höhen- und Durchmesserwachstum wohl am ausgeprägtesten den Umwelteinflüssen. Das zeigt sich beim Anbau derselben Herkunft oder Sorte im verschiedenen Klima. Auf der alpinen Kiefernversuchsfläche Fischbachau (1300 m Seehöhe) erreichten die Tieflandsherkünfte im Alter von 8 Jahren nur ein Zehntel der Frischgewichte, die sie beim Anbau in der Ebene hatten (W. SCHMIDT 1943). Die Standortmodifikationen treten aber auch innerhalb derselben Fläche auf. Sie stören die Vergleichbarkeit der Versuchsnummern. Der Boden wechselt, oft schon auf kurze Entfernung. Besonders ist mit Bodenstreunungen zu rechnen, wenn 50 bis 100 Versuchsnummern auf so großen Parzellen verglichen werden, daß im späteren Alter noch eine ausreichende Stammzahl verbleibt (Dauerversuchsflächen). Ohne Wiederholungen der Parzellen ist eine statistische Sicherung der Sortenwerte undenkbar, und dadurch steigt der Umfang der Versuchsanlage und die Wahrscheinlichkeit von Bodenschwankungen. Viele Nachkommenschaftsprüfungen von Herkunft und Einzelstämmen sind erforderlich. Am Schluß dieser Arbeit soll auf die mögliche Lösung dieses Problems näher eingegangen werden. — Durch Umwelteinflüsse werden aber nicht nur die absoluten Wachstumswerte abgeändert, sondern auch die Tendenzen des Wachstumsablaufes. Um hiervon eine Vorstellung zu gewinnen, braucht man nur die Höhenentwicklung der Kiefer I., III. und V. Bonität nach einer Ertragstafel zu vergleichen (s. W. SCHMIDT 1924). Auf den Standorten verschiedener Bonität sind zweifellos sehr unterschiedliche Wachstumsbedingungen gegeben. Es ist zwar unmöglich, innerhalb des komplexen Begriffs „Bonität“ einzelne Standortsfaktoren irgendwie getrennt zu erfassen oder zu definieren, und es handelt sich ferner bei den Beständen, welche den Entwicklungsgängen einer Ertragstafel zu Grunde liegen, keineswegs um ein genotypisch einheitliches Material. Nur Durchschnitte liegen vor.<sup>1)</sup> Folgendes läßt sich trotzdem mit aller Deutlichkeit zeigen: Drückt man die jeweils erreichten Mittelhöhen in % der Höchstbeträge aus, denen die Kurven zustreben, so sind, wie Abb. 1 ausweist, 33%, 50% und 75% der Endhöhen in ungleichen Lebensaltern erreicht. Die Entwicklungsstufen von 33%, 50% und 75%, nennen wir sie die relativen Altersstufen, werden auf der III. und noch mehr auf der V. Bonität mit Verzögerung durchlaufen. In Abb. 1 sind diese Punkte durch gerade Linien verbunden, welche einen Eindruck von der Gesetzmäßigkeit dieser standortbedingten Verzögerung vermitteln. Der „Wachstumsrhythmus“ ist abhängig vom Milieu. Die Pflanzenuhr geht also im ungünstigen Milieu nach. Das hat zwei Konsequenzen für Prüfungen des Wachstumsrhythmus von Holzarten, Klimarassen oder Sorten: Man kann als repräsentative Probestämme nur herrschende Stämme verwenden (Oberhöhenstämme, Mittelstämme). Nur diese haben einen von Nachbarstämmen ungestörten Wachstumsablauf. Bei zu-

rückbleibenden und unterdrückten Stammklassen ist er beeinflusst.

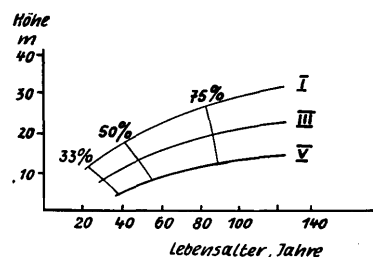


Abb. 1. Beeinflussung des Wachstums durch die Bodengüte. Die relativen Entwicklungsstufen 33%, 50% und 75% der Endhöhe sind durch Linien verbunden. Der Rhythmus ist bei der III. und V. Bonität gegenüber der I. verzögert (Kiefern-ertragstafel).

Die gleichen Versuchsnummern sollten möglichst auf parallelen Anbauflächen in verschiedenem Klima geprüft werden, um Einblick in etwaige Modifikationen des Wachstumsablaufs zu erhalten. Unser Material bot diese Möglichkeit.

Es besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Ermittlung des Wachstumsrhythmus und Momentaufnahmen absoluter Wachstumswerte in einem bestimmten Aufnahmejahr. Letzteres war die bisher fast ausschließlich angewandte Methode. Dabei blieb aber unbekannt, in welchem relativen Entwicklungszustand die Vergleichssorten sich befanden. Bei der einen konnte bereits die Kulmination des laufenden Zuwachses erreicht sein, bei der anderen nicht. Und war der Standort für die eine Sorte ungünstiger als für die andere, so konnte das Verhältnis der Entwicklungsstufen verschoben sein, ohne daß davon eine Vorstellung gewonnen werden konnte. Die Tendenz der weiteren Entwicklung vorauszusagen, war vollends unmöglich. Diese Erkenntnis wurde durch die Enttäuschungen vertieft, die man bei dem Versuch einer Voraussage erlebte. Das zeigte das Beispiel der Bankskiefer aufs deutlichste. Sie erwies sich als ein Jugendblender, der später versagte. Frühdiagnosen wurden daher sehr skeptisch beurteilt, ein Dilemma für die Nachkommenschaftsprüfungen der Züchtung. Wir setzen uns daher zum Ziel, den Wachstumsrhythmus zu untersuchen. Damit wurde ein dynamischer Begriff als Kriterium für Wachstumsvergleiche benutzt, anstelle des Begriffs Wuchsvermögen, der aus den augenblicklichen Wuchsleistungen im Jahr der Messung abgeleitet worden war.

Die S-förmige Wachstumskurve ist von mehreren Autoren mathematisch formuliert worden (E. A. MITSCHERLICH 1948, G. BACKMAN 1939). Das Denken in relativen Entwicklungsstufen (in % der Enderträge) erwies sich dabei als besonders geeignet für die Erfassung des physiologischen Rhythmus. Nur so wurden die Wachstumsabläufe aller Organismen vergleichbar und Gesetzmäßigkeiten des Wachstums erkennbar. Als Zeitmaß diente also die physiologische Entwicklungsstufe (organische Zeit nach BACKMAN), statt des kalendermäßigen Lebensalters. Dabei zeigte sich, daß die Jugendentwicklung gerafft ist. Die Halbzeit (= Zeit der Erreichung des halben Endwertes) liegt weit

<sup>1)</sup> G. MITSCHERLICH zeigte (1949, 1950) eindrucksvoll die enorme Breite des Streubandes um die Mittelwerte bei Kiefer, Fichte und Douglasie.

früher als die kalendermäßige Lebensmitte. Das bis dahin zurückgelegte Stück der Jugendentwicklung ist kennzeichnend für den gesamten Wachstumsablauf. Frühbeurteilungen rücken also in den Bereich der Möglichkeit.

Übrigens ist die von G. BACKMAN entwickelte Wachstumsfunktion, die wir benutzen, im Grunde eine „Probierfunktion“, d. h. sie wurde durch Anpassung der mathematischen Formulierung an die beobachtete Zuwachskurve gefunden. Es muß hervorgehoben werden, daß die in den Naturwissenschaften benutzten Funktionen samt und sonders Probierfunktionen sind. Der Versuch einer sozusagen biologischen Erklärung eines mit Mitteln der Mathematik zu beschreibenden Sachverhalts wird immer problematisch bleiben, solange uns der Einblick in die wirklichen Zusammenhänge verwehrt ist. Ein gutes Beispiel hierfür ist etwa die Art, in der vom Genetiker seine Spaltungszahlen geprüft werden: Er besitzt nicht etwa einen mathematischen Ansatz, in den er seine Beobachtungen direkt einbauen könnte und der universell verwendbar wäre, vielmehr kann er lediglich die Beobachtungen seines speziellen Falles auf ihre Übereinstimmung mit einer ihm möglicherweise gültig erscheinenden theoretischen Vorstellung prüfen. Seien wir uns darüber klar: Diese Verteilungsgesetze wurden zuerst gefunden, erst später brachte die Chromosomentheorie eine Erklärung für deren biologische Ursächlichkeit.

Wachstumsgesetzmäßigkeiten kann man nun in zweierlei Weise für die Auswertung beobachteter Kurvenstücke benutzen: Man ermittelt aus dem gemessenen Jugendabschnitt der Wachstumskurve den Endwert, dem die Kurven zustreben. Das kann rechnerisch oder graphisch geschehen. Es wird also ein Extrapolieren möglich, oder man vergleicht die gemessenen Jugendabschnitte zweier Sorten relativ. Diese „Quotientenmethode“ wurde von K. STERN (1954) entwickelt. Man mißt gewissermaßen die Wachstums- und Zuwachswerte der Sorte *a* prozentual an den Jahreswerten der Sorte *b*, und erhält so Quotientenkurven. Die in den Formeln eingesetzten Endwerte heben sich im Quotienten heraus. Ein solches Verfahren läßt sich auch ohne Formelansatz anwenden, wenn man die Jahreszuwächse der Sorten in % der Vergleichssorte ausdrückt und die Relationskurven zeichnet (W. SCHMIDT 1954). Für orientierende Untersuchungen erhält man dabei, wenn die Sortenunterschiede groß genug sind, auf rasche und einfache Weise Aufschluß.

Unsere Fragestellung lautete daher:

*Wie früh ist eine gesicherte Beurteilung von Holzarten- oder Sortenunterschieden möglich, wenn man den Wachstumsrhythmus des charakteristischen Jugendabschnitts mit geeigneter Methodik auswertet?*

*Welchen Aufschlußwert hat ein solches Verfahren, auch hinsichtlich der Erfassung von Sortenreaktionen auf das Milieu, im Vergleich mit Momentaufnahmen absoluter Wachstumswerte?*

Bisher war die Methodik des Vergleichs nach Wachstumsrhythmen nur theoretisch entwickelt und an geringem Material geprüft worden (K. STERN 1952/53). Wir untersuchten nunmehr ein größeres Material, um die Verfahren einer Bewährungsprobe zu unterziehen. Als Prüfstein der Methodik fielen dabei Ergebnisse an, die gleichzeitig als Kriterien für die Beurteilung von Herkunft und Einzelstammabsaaten ausgewertet werden konnten. Da unser 20jähriges Kiefernmaterial auch Einzelstammnachkommenschaften enthielt, konnte ein Beitrag zu einer Populationsanalyse erhofft werden, z. B. zu der Frage der Sel-

tenheit oder Häufigkeit individueller Abweicher vom Herkunftsrhythmus.

Als Untersuchungsmaterial dienten, außer einem Bankskiefernbestand mit angrenzendem gleichaltrigen Kiefernbestand vier 20jährige Kiefernversuchsflächen, ein Ausschnitt aus dem Flächennetz von 12 Großanbauversuchen, die von W. SCHMIDT 1935/36 in verschiedenen Klimagebieten angelegt wurden (s. Berichte 1943, 1954). Das gesamte ausgepflanzte Material umfaßte drei Millionen Pflanzen. Aus jedem Herkunftsgebiet wurde in Wiederholungspartellen eine Anzahl von Beständen und von einzelnen (frei abgeblühten) Mutterstämmen der Nachkommenschaftsprüfung unterzogen. Wir untersuchten 1954 je eine Fläche im Hochschwarzwald (900 m), in der Rhein-Main-Ebene, in der Lüneburger Heide und in Holstein. Dadurch schienen uns genügend ausgeprägte Milieuunterschiede vertreten zu sein.

Die Meßwerte der Lüneburger Fläche wurden durch die Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt ermittelt und uns durch Prof. SCHÖBER in liebenswürdiger Weise zur Verfügung gestellt. Die Forstverwaltungen Badens, Hessens und Schleswig-Holsteins, sowie die Bundesforschungsanstalt ermöglichten die Durchführung der Aufnahmen durch Bereitstellung von Geldmitteln.

## 2. Methodik

### 2.1. Begründung

Wenn man von der eingangs erwähnten Voraussetzung ausgeht, daß die Unterschiede im Wachstumsablauf zweier Sorten nur durch Gegenüberstellung der gesamten Entwicklung oder eines repräsentativen Ausschnittes dargestellt werden können, so gilt es zunächst zu untersuchen, ob diese Entwicklung irgendwelchen Gesetzmäßigkeiten folgt, mit anderen Worten: ob es möglich ist, eine Korrelation zwischen Wachstum und Zeit zu finden, welche durch eine mathematische Formulierung zu beschreiben ist (vgl. STERN 1954 a, b). Es ist dabei nicht notwendig, ja sogar von vornherein nicht zu erwarten, daß diese Formulierung bzw. der aus ihr abgeleitete Wachstumsgang in allen Punkten mit den Beobachtungen übereinstimmt, ebensowenig wird man erwarten dürfen, jemals einen Bestand zu finden, dessen Entwicklung mit einer unserer vielen Ertragstafeln übereinstimmt. Die Gründe dafür sind in verschiedenen Ursachen zu suchen. Einmal trifft die selbstverständliche Voraussetzung gleichbleibenden Milieus während der Gesamtentwicklung nie ganz zu, dann aber müssen auch zufällige Abweichungen vorhanden sein, die nicht zwanglos auf irgendeine Änderung eines Milieufaktors zurückzuführen sind und überall dort auftreten müssen, wo man mit Gegenständen der belebten, aber auch der toten Natur experimentiert. Unser Ziel muß es sein, die erstgenannten systematischen Abweichungen im Experiment weitgehend auszuschalten und, soweit es eben möglich ist, den verbleibenden Rest objektiv rechnerisch von den „zufälligen“ Abweichungen zu trennen. Für den verbleibenden, aus zufälligen und nicht erfaßbaren systematischen Abweichungen verbleibenden Rest gilt es einen zweckmäßigen Ausdruck zu finden, der als repräsentativ für den „Versuchsfehler“ angesehen werden kann. Mit anderen Worten: Wir sollen versuchen, unser zahlenmäßig feststehendes Versuchsergebnis so zu behandeln, wie es heute in den Naturwissenschaften für unerlässlich gehalten wird.

Wenn man in der forstlichen Ertragskunde anders vorgeht, deren Arbeitsmethoden ursprünglich aus den zur

Aufstellung von Ertragstafeln durchgeführten Untersuchungen erwachsen, und die heute die Vorstellungswelt der meisten Forstleute beherrschen, so hat dies seine besonderen Ursachen. Mag es der forstliche Praktiker hinnehmen können, daß keine der für seinen Gebrauch erarbeiteten Tafeln Angaben über die Fehler enthält, die man bei Anwendung der Tafel auf einen bestimmten Bestand wahrscheinlich begehen wird, bei wissenschaftlichen Untersuchungen ist es nicht angebracht, sich auf die Angabe der Mittelzahlen zu beschränken und auf jegliche Vorstellungen über die Wahrscheinlichkeiten zu verzichten, mit welchen erstere ausgestattet sind. Es wird sich zeigen, inwieweit die vorliegenden Versuche unseren Anforderungen auch in dieser Beziehung genügen.

U. U. kann der Zweck unserer Wachstumsfunktion als erfüllt angesehen werden, wenn man mit ihrer Hilfe bestimmte Modellvorstellungen erarbeiten kann, die eine klare Deutung der Versuchsergebnisse zulassen, auch wenn diese im Einzelfall einer exakten Verwendung der Funktion widerstehen.

Weiter ist es notwendig, einen Weiser für das Wachstum zu finden, d. h. eine Größe, die man als so eng korreliert mit dem Zuwachs an Holzmasse ansieht, daß man ihre Entwicklung als typisch auch für die des Massenwachstums ansehen kann. Selbstverständlich ist der letztere allein richtiger Maßstab, doch ist das Massenwachstum nur unter großen Schwierigkeiten festzustellen. Wir benutzen hier in der üblichen Weise das Höhenwachstum. Zwar kann infolgedessen über die Massenleistung je Flächeneinheit nichts direkt ausgesagt werden, doch wird man annehmen können, daß in der Regel diese mit dem Höhenwachstum korreliert ist. Allerdings kann es Fälle geben, in denen Herkünfte oder Sorten bei gleichem Höhenzuwachs unterschiedlichen Durchmesserzuwachs bzw. verschiedene Formquotienten haben. Für die rein theoretische Seite unserer Fragestellung wird jedoch kaum eine Unsicherheit bewirkt, wenn man das Höhenwachstum zum alleinigen Gegenstand der Untersuchungen macht, beschränkt wird hierdurch lediglich der Wert unserer Ergebnisse für Zwecke der forstlichen Praxis.

Man kann nun entweder die Wachstums- oder die Zuwachskurven zweier Wachstumsreihen vergleichen. Beide Kurven stehen in enger Beziehung zueinander: Die Formulierung der zum Beschreiben der Wachstumskurve zu verwendenden Funktion erhält man durch Integration der Zuwachsfunktion und umgekehrt die letztere als erste Ableitung der Wachstumsfunktion. Beide Möglichkeiten sind zu untersuchen. Da es von vornherein nur dann aussichtsreich erscheint, mit der Wachstums- bzw. Zuwachsfunktion selbst zu arbeiten, wenn die zu vergleichenden Serien hinreichend voneinander unterschieden sind, sollen zwei Ausdrücke abgeleitet werden, die ein zuverlässigeres Arbeiten ermöglichen.

## 22. Vergleich von Wachstumsreihen über die Quotienten des Wachstums

Als Ausdruck für den Wachstumsverlauf wählen wir die Wachstumsfunktion G. BACKMANS (1939):

$$y_i = c_0 \int_{-\infty}^{x_i} e^{-x_i^2} \cdot dx \quad (1)$$

Hierin bedeutet:

$$x_i = c_1 \log t_i + c_2 \quad (2)$$

$c_0, c_1, c_2$  sind Konstanten,  $y_i$  der Wachstumswert zur Zeit  $t_i$  (Zeit in Jahren, wenn es sich um forstliche Wachstums-

serien handelt),  $x_i$  ist die sogenannte „organische Zeit“ BACKMANS und kennzeichnend für den Wachstumsrhythmus der Serie, während  $c_0$  die Endgröße  $I$  charakterisiert, gemäß

$$c_0 = I / \sqrt{\pi} \quad (3)$$

Die Funktion ist dem Wahrscheinlichkeitsintegral sehr ähnlich und ein wesentlicher Unterschied zu diesem eigentlich nur durch

$$x = t_w / \sqrt{2} \quad (4)$$

gegeben, worin  $t_w$  den bekannten  $t$ -Wert der letzteren Funktion bezeichnet. Diese Beziehung ist zu beachten, wenn man Tabellen des Wahrscheinlichkeitsintegrals benutzen will. Bei Verwendung der Zeichenpapiere, die zur Erleichterung praktischer Arbeit mit dieser Funktion entworfen wurden (J. WECK 1950), spielt dies keine Rolle. Zu beachten ist lediglich die logarithmische Zeit.

Die praktische Anwendung von BACKMANS Funktion ist diskutiert bei K. STERN (1953), hier finden sich auch vereinfachende Verfahren zur näherungsweise Konstantenbestimmung. Die oft sehr weitgehenden biologischen Theorien, welche BACKMAN an seine Funktion anschließt oder mit ihrer Hilfe begründet, können hier außer Betracht bleiben.

Unter den Voraussetzungen, mit denen der Forstpflanzenzüchter mit der Funktion zu arbeiten hat, ist meist eine direkte Bestimmung der Konstanten kaum oder nur sehr unzuverlässig möglich, denn meist steht ihm nur ein kleiner Ausschnitt aus der Wachstumskurve zur Verfügung, und dieser weist obendrein erhebliche Unregelmäßigkeiten auf. Da es jedoch nicht seine Aufgabe ist, den theoretischen Ablauf des Wachstums zu errechnen, sondern lediglich zwei beobachtete Wachstumsreihen miteinander zu vergleichen, kann er von den Unterschieden dieser zu vergleichenden Serien ausgehen. So wäre es denkbar, daß man die Differenzen gleichaltriger Wachstumswerte zu Ausgangswerten der Rechnung wählt. Auch diese Differenzen müssen ja bestimmten Gesetzmäßigkeiten folgen, welche sich theoretisch aus der Wachstumsfunktion ableiten ließen. Leider ist aber die Entwicklung der Differenzenkurve so kompliziert, daß man besser die Quotienten gleichaltriger Wachstumswerte bildet und deren Entwicklung verfolgt. Man erhält theoretisch für den Vergleich zweier Serien  $a$  und  $b$  nach dieser Methode:

$$Q = \frac{y_{ia}}{y_{ib}} = \frac{c_{0a}}{c_{0b}} \cdot \frac{\int_{-\infty}^{x_{ia}} e^{-x_{ia}^2} \cdot dx}{\int_{-\infty}^{x_{ib}} e^{-x_{ib}^2} \cdot dx} \quad (5)$$

Daraus ersieht man sofort, daß das Verhältnis der Endgrößen  $c_{0a} / c_{0b}$  offenbar während der gesamten Versuchsdauer konstant bleiben muß, variabel ist lediglich der Quotient der Integrale. Beide Integrale besitzen für  $x = -\infty$  ( $t = 0$ ) den Wert 0 und erreichen bei  $x = +\infty$  die Größe  $\sqrt{\pi}$ . Die Kurve der Gleichung (5) läuft also in jedem Falle gegen den Wert  $Q = 1$  aus, wenn die Endgrößen beider Serien identisch sind, anderenfalls bestimmt das Verhältnis der Endgrößen eine Parallelverschiebung der sonst gleichgeformten Kurve. Sind die „organischen Zeiten“  $x$  beider Serien  $a$  und  $b$  identisch, so geht die Kurve der Gleichung (5) in eine Gerade parallel zur Abszisse über. Von letzterer abweichende Formen weisen also stets auf Unterschiede in der „organischen Zeit“ hin, im Wachstumsrhythmus also.

Tabelle 1. Kaltenbronn, Zuwachs (in cm) der Provenienzen

Herkunft	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	1939	1938	1937	n	Parz.
Eberswalde/Mark	43,1	37,2	43,1	46,7	40,8	39,9	44,8	39,9	42,8	35,6	38,0	32,3	25,9	26,4	31,9	25,2		27,2	48	4
Ostpreußen	42,8	38,8	42,3	47,4	40,3	38,9	43,3	38,3	40,2	33,0	30,9	35,5	27,7	28,9	30,3			44,3	84	7
Rhein-Main-Ebene	36,7	35,6	41,3	44,7	39,5	39,1	45,0	39,8	40,1	34,4	39,6	33,1	25,8	26,7	33,0			52,4	81	7
Schwarzwald	45,7	44,2	48,9	54,4	43,2	39,8	44,0	38,6	39,9	32,7	35,5	32,1	26,2	23,3	21,0			27,4	33	4
Lauterbach/Oberhessen	41,5	34,0	35,9	40,8	38,2	37,6	44,4	42,1	40,6	34,8	39,0	36,5	27,9	28,1	33,0	22,9		23,3	32	3
Kuhbrück/Breslau	41,8	39,5	41,9	47,4	40,3	38,6	45,4	39,2	40,3	35,1	41,4	40,4	32,1	30,0	31,0	20,2		23,2	28	2
Landstuhl/Pfalz*)	37,7	37,5	43,3	50,9	43,3	42,2	46,6	41,0	39,7	34,3	35,1	31,1	24,5	23,3	28,5			31,9	31	3
Göddenstedt/Hannover*)		42,5	46,0	55,7	48,6	44,5	48,0	39,5	40,6	30,4	34,7	33,0	27,8	24,1	24,4			29,7	25	2
Murrow/Ober-Schlesien*)	48,1	44,4	49,9	53,1	45,6	45,1	55,5	46,8	49,1	42,2	45,3	41,0	29,3	26,4	35,0	21,0		21,2	23	2
Langensteinbach/Baden	35,6	29,9	41,5	46,7	41,4	43,7	49,8	42,4	40,9	38,0	45,1	37,9	30,3	31,5	41,7	37,3		47,6	12	1
Wondreb/Bayer. Oberpfalz*)		45,2	46,5	50,9	42,9	40,6	52,9	45,9	49,9	38,8	40,2	36,9	30,3	23,7	29,1	20,6		20,7	11	1
Hermisdorf/Riesengebirge*)	44,4	42,9	48,1	49,9	41,8	41,8	47,7	44,0	46,8	39,8	42,3	32,2	26,4	24,6	35,2			36,7	9	1
Kennath/Fichtelgebirge	46,6	42,1	47,9	54,7	48,4	44,6	52,3	43,1	40,9	39,9	48,8	47,4	34,3	24,1	31,6			24,8	14	1
Nürnberg*)	40,1	36,2	44,3	45,4	41,8	37,2	45,6	37,1	42,0	37,1	39,1	39,7	30,8	26,8	31,6	23,2		25,4	16	1
Westpreußen/Schönthal	27,3	25,8	33,9	34,9	32,2	35,5	41,6	41,1	39,8	35,1	35,6	27,1	20,2	25,3	34,2	23,4		28,6	14	1

\*) 1 Jahr jünger

Tabelle 2. Neumünster, Zuwachs (in cm) der Provenienzen

Herkunft	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	1939	1938	1937	n	Parz.
Eberswalde/Mark	49,4	43,2	42,5	45,2	54,1	58,2	58,5	37,7	30,7	41,6	43,3	44,0	43,9	39,5	36,9	23,5			40	4
Murrow/Ober-Schlesien*)	54,4	44,4	45,0	44,5	59,2	62,9	57,2	33,5	33,8	43,6	40,8	38,4	28,0	23,4	19,6				20	2
Kuhbrück/Breslau	47,0	36,0	32,5	36,6	53,4	57,1	52,8	32,4	29,2	36,1	39,4	42,3	40,5	35,5	32,0	21,2			20	2
Rhein-Main-Ebene	52,9	43,5	46,1	45,0	54,1	58,0	57,4	37,6	28,7	40,9	43,0	41,8	35,6	34,1	31,6	20,6			60	6
Ostpreußen	50,5	39,1	36,7	39,8	49,1	54,5	53,9	31,0	25,0	34,1	38,0	39,2	40,0	35,8	30,0	20,4			50	5
Landstuhl/Pfalz*)	59,9	48,7	45,5	41,3	54,1	64,5	57,1	38,2	26,7	42,0	42,6	40,9	30,4	27,1	25,4				20	2
Lauterbach/Oberhessen	55,7	48,7	44,2	42,6	53,2	59,8	58,2	36,4	28,0	44,7	49,1	43,6	37,8	33,8	28,8	20,0			40	4
Kemnitzberg/Isergebirge	55,3	43,6	41,9	39,4	54,1	61,0	48,7	28,4	23,3	33,0	31,8	29,5	24,1	18,9	15,7	10,8			10	1
Wondreb/Bayer. Oberpfalz*)	53,4	43,3	43,2	41,5	49,6	53,3	45,3	28,3	25,7	34,7	39,3	36,5	31,6	27,9	21,8				10	1
Göddenstedt/Hannover*)	55,0	50,7	50,5	49,7	57,3	64,3	70,8	49,6	33,3	44,6	43,6	47,5	36,7	30,0	30,4				10	1
Langensteinbach/Baden	51,5	54,8	52,9	54,5	61,3	66,5	68,9	40,4	32,2	45,9	44,5	42,3	39,6	33,4	32,3	22,3			10	1
Westpreußen/Schönthal	52,9	42,6	42,6	41,6	52,9	51,8	47,4	24,1	27,4	39,0	47,2	47,7	40,2	35,2	31,4	20,1			10	1
Schwarzwald	41,4	35,0	29,8	35,4	52,4	53,6	39,2	24,4	20,2	26,6	21,8	29,6	28,8	29,8	27,8	19,8			10	1

\*) 1 Jahr jünger

Tabelle 3. Mörfelden, Zuwachs (in cm) der Provenienzen

Herkunft	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	1939	1938	1937	n	Parz.
Eberswalde/Mark	50,5	52,6	57,3	60,2	51,4	48,7	50,3	55,5	40,7	25,2	34,9	43,8	39,1	34,4	42,3	34,6		39,0	71	8
Rhein-Main-Ebene	50,5	49,6	54,8	61,0	51,2	51,3	49,3	53,5	38,7	22,1	30,9	40,2	35,1	32,1	38,5	34,6		41,4	93	10
Ostpreußen	53,5	50,8	55,3	59,5	50,6	50,4	46,8	52,6	39,0	23,0	36,3	45,1	40,6	33,5	38,5	35,2		40,5	88	10
Schwarzwald	59,4	55,4	60,3	67,6	57,8	56,9	53,9	56,2	42,1	26,5	33,6	43,1	35,7	31,9	32,8	20,6		21,5	18	5
Lauterbach/Oberhessen	56,2	51,7	56,6	60,8	54,3	50,6	50,0	56,2	39,9	23,3	35,5	42,2	40,0	34,9	37,4	34,1		35,2	72	9
Kuhbrück/Breslau	44,0	45,7	53,7	55,1	49,9	47,7	47,0	52,2	44,8	25,3	29,9	39,3	35,6	31,7	38,5	38,3		47,1	38	4
Westpreußen/Schönthal	52,6	49,3	56,7	57,1	54,9	50,7	53,8	55,5	40,9	21,7	34,6	44,7	44,9	36,8	37,5	33,0		37,6	21	2
Letzlingen	50,7	47,8	52,2	59,1	51,2	51,6	52,6	58,2	40,0	27,3	37,4	42,7	41,4	46,4	45,7	31,1	21,6	21,1	9	1
Landstuhl/Pfalz	58,9	56,7	58,3	65,7	54,8	52,9	51,0	53,6	37,8	21,4	36,4	44,4	41,0	33,4	36,2	34,9		25,7	26	3
Langensteinbach/Baden	59,7	55,8	65,8	70,0	56,5	65,5	54,9	56,8	38,5	16,5	23,5	32,8	30,1	24,2	34,4	34,4		47,7	11	1
Kemnitzberg/Isergebirge	46,8	53,4	59,2	54,5	49,4	50,6	51,6	52,0	29,7	18,5	31,4	35,8	41,6	41,2	33,8	28,8		34,8	10	1
Freierswald/Pommern	53,9	55,4	54,7	63,7	53,6	43,7	44,9	51,4	41,7	28,2	39,1	47,1	36,6	35,2	38,6	28,0		32,8	9	1
Wondreb/Bayer. Oberpfalz*)	54,7	51,7	59,4	68,9	55,0	53,6	53,4	60,2	39,4	24,4	39,2	46,3	41,2	38,8	35,6	27,4		23,8	30	3
Murrow/Ober-Schlesien*)	56,5	56,3	58,2	64,8	51,2	46,9	41,1	49,3	36,9	21,1	30,4	36,0	36,0	31,3	34,5	33,7		31,3	19	2
Göddenstedt/Hannover	54,8	53,1	56,6	67,2	50,4	46,9	47,5	59,7	46,3	26,8	38,9	48,6	40,5	35,9	38,0	27,1		23,4	21	2
Landstuhl/Steinwenden*)	56,0	53,6	60,0	65,6	51,9	52,7	53,4	64,3	52,1	28,0	40,0	42,7	39,0	33,3	37,4	33,5		33,1	17	2
Hermisdorf/Riesengebirge*)	62,6	54,6	62,1	63,0	59,5	57,1	48,6	49,0	30,1	20,2	26,3	31,6	26,1	26,7	30,9	25,9		20,6	10	1
Nürnberg*)	64,2	61,3	65,4	71,6	54,5	47,0	44,2	55,5	38,8	25,7	37,8	49,9	45,6	37,0	40,6	36,3		30,0	10	1

\*) 1 Jahr jünger

Tabelle 4. Sellhorn, Zuwachs (in cm) der Provenienzen

Herkunft	1954	1953	1952	1951	1950	1949	1948	1947	1946	1945	1944	1943	1942	1941	1940	1939	1938	1937	1936	n	Parz.
Eberswalde/Mark	28,5	32,5	34,4	36,5	38,5	41,0	35,8	28,4	30,6	22,9	17,1	13,5	22,3	27,3	31,1	28,6	29,8	15,0	8,4	80	8
Ostpreußen	28,8	32,2	35,0	35,0	37,1	41,0	37,9	31,3	31,1	25,2	18,6	14,8	24,1	31,0	33,9	30,2	28,9	14,8	7,2	90	9
Rhein-Main-Ebene	34,9	33,2	39,8	38,6	40,7	44,8	38,7	32,5	28,6	21,4	14,9	21,5	25,7	31,2	26,3	31,8	19,2	9,0	12	12	12
Schwarzwald	22,8	35,0	40,2	40,4	43,0	47,2	41,4	30,4	28,2	18,4	11,4	9,8	15,8	21,2	19,2	23,8	22,6	12,8	9,0	50	5
Lauterbach/Oberhessen	31,5	35,0	37,3	39,7	42,2	42,8	38,3	29,8	32,8	25,8	19,0	12,8	22,5	26,0	31,2	28,0	28,3	15,0	9,5	60	6
Breslau	27,0	32,4	34,0	38,2	38,2	39,4	32,8	29,0	27,8	23,6	16,0	15,8	25,8	30,0	31,8	30,8	25,4	14,6	7,4	50	5
Schönthal/Westpreußen	26,3	33,0	35,3	38,3	39,7	42,0	38,0	31,7	32,3	27,7	22,3	14,7	25,3	30,0	36,0	27,0	32,3	14,0	6,3	30	3
Letzlingen	30,0	31,0	35,0	36,0	36,0	39,0	31,0	28,0	31,0	29,0	26,0	23,0	28,0	20,0	40,0	29,0	29,0	17,0	10,0	10	1
Kemnitzberg/Isergebirge	28,0	33,0	34,0	36,0	39,0	45,0	45,0	36,0	40,0	27,0	19,0	13,0	33,0	36,0	39,0	30,0	27,0	14,0	8,0	10	1
Langensteinbach	32,5	38,0	42,5	43,0	42,5	48,5	43,0	35,5	28,0	26,0	19,0	11,0	21,5	25,0	28,5	26,0	15,5	11,0	20	2	2
Freierswald/Pommern	29,0	28,0	31,0	31,0	34,0	39,0	30,0	29,0	32,0	28,0	24,0	23,0	28,0	31,0	33,0	28,0	31,0	16,0	8,0	10	1
Berchtesgaden*)	24,0	32,0	36,0	29,0	35,0	38,0	30,0	24,0	21,0	13,0	8,0	9,0	12,0	11,0	16,0	10,0	11,0	10,0		10	1
Pfalz/Moor*)	32,0	36,5	38,0	42,0	41,5	43,5	44,5	34,0	35,5	25,5	21,0	15,0	22,5	23,0	25,0	18,5	19,0	14,5		20	2
Pfalz/Gebg.*)	48,5	38,5	42,5	42,0	42,5	45,5	42,5	32,5	34,0	28,0	22,5	15,0	27,0	29,5	32,5	25,5	16,5	7,5		20	2
Göddenstedt*)	31,3	34,0	38,3	37,0	37,3	37,3	33,3	29,3	32,3	29,0	20,3	15,3	26,3	26,3	23,3	21,3	18,7	10,7		30	3
Nürnberg*)	21,0	27,0	29,0	34,0	33,0	35,0	30,0	28,0	29,0	27,0	19,0	14,0	25,0	27,0	23,0	27,0	20,0	11,0		10	1
Murow/Ober-Schlesien*)	30,0	35,7	37,3	38,0	39,3	40,7	37,7	30,3	30,3	22,7	16,7	11,0	24,3	25,6	29,0	23,0	22,0	11,3		30	3
Görlitz*)	23,0	29,0	33,0	33,0	33,0	40,0	34,0	28,0	33,0	24,0	18,0	11,0	22,0	26,0	34,0	22,0	17,0	10,0		10	1
Wondreb*)	27,3	34,0	35,7	37,3	36,7	40,7	32,7	26,3	27,3	22,0	16,7	12,7	22,3	22,7	24,7	24,0	16,3	13,7		30	3
Hermesdorf/Riesengebirge*)	29,0	35,0	41,0	40,0	40,0	43,0	27,0	30,0	23,0	18,0	13,0	10,0	17,0	22,0	32,0	28,0	14,0	6,0		10	1
*) Herkunft ist 1 Jahr jünger																					

„Zeitaffinität“. Von „doppelter Affinität“ spricht er, wenn Endgrößen und  $c_2$  der Serien unterschieden sind. Dieser Fall ist typisch für die Verhältnisse der Bonitäten einer Ertragstafel.

c) Die Kurve besitzt einen ausgeprägten Extremwert im jüngeren und einen weniger ausgeprägten im älteren Abschnitt, wenn die Unterschiede auch  $c_1$  betreffen. Man kann die Konstanten der Gleichung (5) zwar auch berechnen, doch ist dies eine sehr komplizierte und zeitraubende Arbeit, infolgedessen wird man sich i. a. mit der zeichnerischen Darstellung begnügen, die unter Berücksichtigung des eben Gesagten schon sehr aufschlußreich sein kann.

Diese Kurven der Quotienten  $Q$  sind im Grunde nichts anderes, als eine Angabe der prozentualen Leistung der Sorte  $a$ , gemessen an derjenigen der Sorte  $b$ . Schon JOHNSON (1951) verwendet sie zur Kennzeichnung eines Versuchsergebnisses mit Birke, ohne jedoch die entstehenden Kurven im einzelnen zu erläutern. Der Wert eines so durchgeführten Wachstumsvergleiches liegt also darin, auf einfache Art die Relationen übersichtlich darstellen zu können. Man darf bei dieser beschränkten Fragestellung die Forderung nach Gültigkeit je einer besonderen Formulierung unserer Wachstumsfunktion für das Wachstum der beiden Sorten aufheben. Das zeigt auch die Abb. 2. Hier ist das Durchmesserwachstum in 1 m Höhe als Mittel von je fünf vorherrschenden Bäumen zweier benachbarter Bestände von *Pinus banksiana* und *Pinus silvestris* in der Hamburgischen Försterei Petluis angegeben. Die so erhaltenen Wachstumskurven können sicher nicht als „biologisch begründet“ angesehen werden, da sie einen willkürlich eingeführten Ursprung besitzen, der nicht mit dem wirklichen Wachstumsbeginn zusammenfällt. Trotzdem ergeben die Wachstumsquotienten einen eindeutigen Kurvenverlauf, wie Abb. 3 zeigt. Es wird auch als ein weiterer Vorteil des Arbeitens mit den Wachstumsquotienten erkennbar, daß systematische Abweichungen in der Regel alle an einem Versuch beteiligten Sorten in gleicher Weise betreffen werden, so etwa klimatisch extreme Jahre usw. Das zeigen die Tabellen 1 bis 4 in aller Deutlichkeit. Bei der Quotientenbildung müssen derartige Unregelmäßigkeiten im Wachstumsverlauf einen gewissen Ausgleich finden. — Zusammenfassend kann man also sagen, daß die zeichnerische Darstellung einfach und objektiv einen Wachstumsvergleich ermöglicht. Leider ist eine rechnerische Auswertung kompliziert und zeitraubend. Deshalb muß auf Fehlerangabe verzichtet werden. Für den rechnerischen Vergleich von Wachstumsreihen ist also ein anderes Verfahren zu suchen.

### 23. Vergleich von Wachstumsreihen über die Quotienten der laufend periodischen Zuwächse

Wir beginnen wieder mit der theoretischen Ableitung. Die Zuwachsfunktion BACKMANS in ihrer rechnerisch am einfachsten zu handhabenden Form lautet für zwei Sorten  $a$  und  $b$

$$\log h_{ia} = k_{0a} + k_{1a} \log t_i + k_{2a} \log^2 t_i \quad (6a)$$

$$-\log h_{ib} = k_{0b} + k_{1b} \log t_i + k_{2b} \log^2 t_i \quad (6b)$$

$$\log q_i = \log h_{ia} - \log h_{ib} = (k_{0a} - k_{0b}) + (k_{1a} - k_{1b}) \log t_i + (k_{2a} - k_{2b}) \log^2 t_i$$

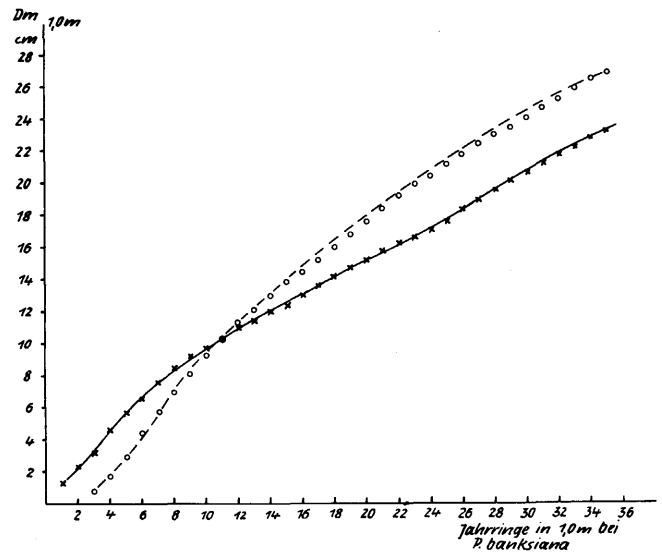


Abb. 2. Wachstum der Durchmesser 1 m über dem Abschnitt von *Pinus banksiana* und *Pinus silvestris* auf vergleichbaren Standorten in Schleswig-Holstein (Hamburgische Försterei Petluis).

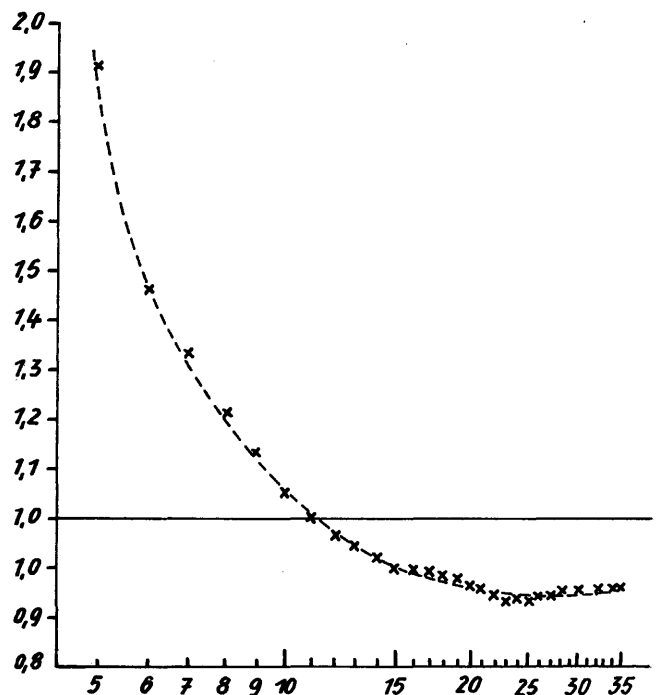


Abb. 3. Entwicklung der Quotienten  $Q$  für die Wachstumsreihen der Abb. 2 (Erklärung im Text).

In (6a) und (6b) bezeichnet  $h_i$  den Zuwachs der Periode  $t_i$ . Beide Größen treten mit ihren Logarithmen auf. Die  $k$  sind Konstante der Funktion. Nun bildet man auch diesmal wieder Quotienten der Beobachtungen. Diese Manipulation läuft infolge des logarithmischen Maßstabes auch für  $q$  auf eine Subtraktion der Gleichung (6b) von (6a) hinaus. Führt man nun noch für die Ausdrücke  $(k_{0a} - k_{0b})$  usf. die Bezeichnungen  $d_0, d_1, d_2$  ein, so vereinfacht sich die für  $\log q$  entstehende Gleichung zu  $\log q_i = d_0 + d_1 \log t_i + d_2 \log^2 t_i$  (7). Diese Gleichung ist der Zuwachsfunktion sehr ähnlich, kann aber doch ganz anders geformte Kur-

ven bezeichnen, als man es von letzterer gewohnt ist, denn die Zuwachsfunktion (6a, b) enthält als Voraussetzung  $k_2 < 0$ , und das kann man natürlich für (7) nicht als gegeben ansehen.

Untersucht man wieder die drei möglichen Fälle der Unterschiede von Wachstumsserien wie in Abschnitt 22, so muß man für „ordinatenaffine“ Serien wieder eine parallel zur Abszisse verlaufende Gerade annehmen. Bei Unterstellung des Falles b aus Abschnitt 22 ergibt sich eine Kurve, welche durch eine Exponentialfunktion zu beschreiben ist, denn Identität der  $c_1$  beider Serien hat Identität auch der  $k_2$  zur Folge, wie noch zu zeigen sein wird. Infolgedessen wird  $d_2 = 0$  und (7) vereinfacht sich zu

$$\log q_i = d_0 + d_1 \log t_i \quad (8)$$

Kurven, welche der Gleichung (8) folgen, müssen im doppelt logarithmischen Netz als Gerade erscheinen.

Sowohl (7) als auch (8) erlauben die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate. Damit ist auch eine Fehlerrechnung möglich. Nachstehend seien die *Rechenformeln* aufgeführt, die man zur *Konstantenberechnung* benötigt. Eine Ableitung dieser Formeln können wir uns sparen, da sie in jedem Lehrbuch der Ausgleichsrechnung und in vielen Lehrbüchern der mathematischen Statistik zu finden ist.

a. Rechenformeln für Gleichung (8):

$$\begin{aligned} \frac{S \log t \cdot (-\log q) - S \log t \cdot S (-\log q)}{S \log^2 t} &= d_1 \\ d_0 &= \frac{d_1 S \log t + S (-\log q)}{n} = \frac{d_1 S \log^2 t + S \log t \cdot (-\log q)}{S \log t} \\ p_{d_1} &= S \log^2 t - \frac{S \log t \cdot S \log t}{n} \quad p_{d_0} = n - \frac{S \log t \cdot S \log t}{S \log^2 t} \\ s^2 &= \frac{S v v}{n - 2} \\ S_{d_0}^2 &= \frac{s^2}{p_{d_0}} \quad S_{d_1}^2 = \frac{s^2}{p_{d_1}} \end{aligned}$$

b. Rechenformeln für die praktische Anwendung von (7)

Zwischenwerte:

$$\begin{aligned} [bb \ 1] &= S \log^2 t - \frac{S \log t \cdot S \log t}{n} \\ [bc \ 1] &= S \log^3 t - \frac{S \log \cdot S \log^2 t}{n} \\ [bl \ 1] &= S \log t (-\log q) - \frac{S \log t \cdot S (-\log q)}{n} \\ [cc \ 1] &= S \log^4 t - \frac{S \log^2 t \cdot S \log^2 t}{n} \\ [cl \ 1] &= S \log^2 t (-\log q) - \frac{S \log^2 t \cdot S (-\log q)}{n} \\ [cc \ 2] &= [cc \ 1] - \frac{[bc \ 1] [bc \ 1]}{[bb \ 1]} \\ [cl \ 2] &= [cl \ 1] - \frac{[bc \ 1] [bl \ 1]}{[bb \ 1]} \\ d_2 &= - \frac{[cl \ 2]}{[cc \ 2]} \\ d_1 &= - \frac{[bc \ 1] d_2 + [bl \ 1]}{[bb \ 1]} = - \frac{[cc \ 1] d_2 + [cl \ 1]}{[bc \ 1]} \\ d_0 &= - \frac{d_1 S \log t + d_2 S \log^2 t + S (-\log q)}{n} \\ d_0 &= - \frac{d_1 S \log^2 t + d_2 S \log^3 t + S \log t (-\log q)}{S \log t} \\ d_0 &= - \frac{d_1 S \log^3 t + d_2 S \log^4 t + S \log^2 t (-\log q)}{S \log^2 t} \end{aligned}$$

$$p_{d_2} = [cc \ 2]$$

$$p_{d_1} = \left( S \log^2 t - \frac{(S \log t)^2}{n} \right) - \frac{\left( S \log^3 t - \frac{S \log t \cdot S \log^2 t}{n} \right)^2}{\left( S \log^4 t - \frac{(S \log^2 t)^2}{n} \right)}$$

$$p_{d_0} = \left( n - \frac{(S \log^2 t)^2}{S \log^4 t} \right) - \frac{\left( S \log t - \frac{S \log^3 t \cdot S \log^2 t}{S \log^4 t} \right)^2}{S \log^2 t - \frac{S \log^3 t \cdot S \log^3 t}{S \log^4 t}}$$

$$s_2 = \frac{S v v}{n - 3}$$

$$S_{d_0}^2 = \frac{s^2}{p_{d_0}} \quad S_{d_1}^2 = \frac{s^2}{p_{d_1}} \quad S_{d_2}^2 = \frac{s^2}{p_{d_2}}$$

Bei Anwendung von (7) ergibt sich, wie man sieht, ein recht erheblicher Rechenaufwand, der jedoch durch ständige Wiederkehr einmalig zu bestimmender Größen vermindert wird. Sollen mit Hilfe dieser Beziehungen angestellte Rechnungen sinnvoll sein, so ist weitgehende Gültigkeit der Zuwachsfunktion zu fordern. Lediglich geringere systematische Abweichungen dürfen toleriert werden. Diese Forderung gilt nur für den tatsächlich beobachteten Kurvenabschnitt. Die praktische Auslegung der mit diesem Verfahren gewonnenen Resultate wird im nächsten Abschnitt behandelt.

## 24. Die Vorausberechnung des Wachstums

Das Problem einer frühzeitigen Beurteilung der Wachstumsleistung ist eines der wichtigsten, aber auch schwierigsten der Waldbaumzüchtung. Man hat die Bedenken gegen eine zu frühe Beurteilung häufig mit dem Hinweis auf Wuchstypen wie die Bankskiefer begründet, die nach vielversprechendem Jugendwachstum später versagte. Daher gingen wir von diesem Beispiel aus und zeigten in Abb. 2 und 3, daß gerade auch im Falle der Bankskiefer eine Frühfestung möglich ist, wenn man eine geeignete Methodik anwendet. Das Verfahren des Vergleichs von Wachstumstendenzen (*Quotientenkurve*) hat sich dabei als brauchbar erwiesen.

Ein ähnliches Nachlassen jugendwüchsiger Pappeln im späteren Alter analysierten O. SCHRÖCK und K. STERN (1952). Klone aus Kreuzungsnachkommenschaften des Typs Sektion *Tacamahaca*  $\times$  *Aigeiros* enttäuschten die anfänglichen Hoffnungen der Züchter. Auch bei der Kiefer (K. STERN 1953) konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß innerhalb der Müncheberger Population überlegener Jugendwuchs in der Regel mit einem Zurückbleiben im Alter korreliert ist.

Der Schlüssel für erfolgreiche Aufschlüsse aus dem Jugendwachstum lag darin, die Korrelation zwischen Jugend- und Alterswüchsigkeit zum Gegenstand der Untersuchung zu machen, d. h. die vorkommenden Typen von Wachstumsabläufen zu klären. Die bisherige Methodik der Momentaufnahmen erlaubte keinerlei Voraussagen. Das Schrifttum zeigt die bestehende Unsicherheit.

Die Probleme und Aussichten einer Größensortierung von Pflanz in der Baumschule erörtert E. STEFANSSON (1951). Er sieht sich zu vorsichtiger Formulierung gezwungen und stellt zunächst die Unmöglichkeit fest, zwischen umweltlich und erblich begünstigten Vorwüchsen zu unterscheiden. Auch W. LANGNERS (1939) Vorschlag, den auszusäenden Samen zunächst nach Korngröße zu sortieren, beseitigt nicht alle Umwelteinflüsse. Enttäuschungen müssen einkalkuliert werden, Teilausbeuten an überlegenen Genotypen seien aber in den meisten Fällen zu erwarten, wenn auch die Frage nicht mit Sicherheit beantwortet werden könne, in welchem Grad und unter welchen Umständen im Einzelfall auf einen wirklichen Ausleseeffekt zu rechnen sei.

Der Autor spricht von „guten Genotypen“. Nach unseren Untersuchungen wird man zu einer genaueren Definition kommen müssen. Wird man für bestimmte züchterische Zwecke jugendwüchsige Typen als Zielpflanzen ansehen können, auch wenn sie später nachlassen? Oder kann man auf Jugendwüchsigkeit verzichten, wenn anfangs langsamwüchsige Typen Vorteile in anderer Hinsicht aufweisen, z. B. Frosthärte, wie H. SCHÖNBACH (1953) an einem Fall der Auslese in einer Douglasien-Population nachweisen konnte. Mit langsamer Jugendwüchsigkeit kann ein späteres Nachholen korreliert sein, wie noch zu zeigen sein wird. Schließlich ist zu klären, ob Typen auftreten, die durchweg überlegene Zuwächse haben. Ohne diese Klärung fehlt für Sortierungsmaßnahmen an Jungpflanzen z. Z. die Beurteilungsgrundlage.

E. WIEDEMANN (1930) stellt eine teilweise Konstanz, aber auch Verschiebungen der Reihenfolge der Kiefernrasen gegenüber früheren Messungen, mit fortschreitendem Lebensalter, fest (ähnlich E. MÜNCH [1949] bei Fichteneinzelstammabsaaten). W. von WETTSTEIN (1938) schränkt die Beurteilung der von ihm gefundenen Höhenunterschiede 6jähriger Kiefernachkommenschaften mit dem Hinweis ein, daß die Jugendentwicklung unter Umständen auch für die späteren Jahrzehnte wichtig sei.

Daß die bisherige Unsicherheit von Voraussagen zu einem Dilemma für die Züchtungsarbeit führt, wurde allgemein erkannt. Das Abwarten jahrzehntelanger Beobachtungszeiten würde in der Tat die Beurteilung von Selektionsarbeiten und neu hergestellten Hybriden außerordentlich erschweren. Daß dies jedoch lediglich an der unzulänglichen Methodik lag, konnte damals noch nicht übersehen werden.

Eine ähnliche Unsicherheit, wie bei der Beurteilung der Jungpflanzensortierung in Baumschulen trat hinsichtlich des Protzenaushiebs in Kulturen auf. Beide Maßnahmen sind praktisch notwendig und werden ständig geübt. Die Pflanzensortierung versorgt die Kulturen mit kräftigem gut anwachsendem Material, der Protzenaushieb beugt Bestandeslücken vor. Die genetische Bedeutung dieser Maßnahmen blieb unklar. A. OLBERG (1939, 1951) versuchte auf folgendem Wege zu einer Vorstellung zu kommen. Er beobachtete, daß das Kronendach von Absaaten märkischer Kiefernbestände immer dann auffällig gleichmäßig war, wenn der Boden voll umgebrochen, also gleichmäßig bearbeitet war. Individuelle Abweicher schienen zu fehlen (oder doch sehr selten zu sein). Da aber Protzen in relativ großer Anzahl entstehen, so mußte ihre Entwicklung als größtenteils milieubedingt angesehen werden. L. FABRICIUS (1922) machte darauf aufmerksam, daß Vorwüchse, über die ganze Kultur verteilt, sofort sich herausheben, wenn Engschluß eintritt. Zu diesem Zeitpunkt sichere offenbar schon ein kleiner äußerer Vorteil unter den konkurrierenden Stammgruppen einen dauernden Vorsprung. Freihauen setze einen zurückbleibenden Stamm augenblicklich in die Lage, nachzuholen.

Über die nach diesen scharfsinnigen Beobachtungen zu erwartende Seltenheit von abweichenden Genotypen können nur Populationsanalysen Aufschluß geben. Beiträge hierzu enthält die vorliegende Untersuchung. Wir kommen darauf zurück. Wesentlich wird die Klärung der Frage sein, ob unter den genetisch bedingten Vorwüchsen solche mit Jugendwüchsigkeit und späterem Nachlassen auftreten oder auch Pflanzen mit durchgehend überlegenem Wachstum. Die Beurteilung des Ausleseeffekts würde danach verschieden ausfallen müssen.

Eine Diskussion der genetischen Ausgangslage wäre verfrüht, solange nicht Bastardanalysen eine begründete Vorstellung über die polygene oder oligogene Struktur der „Wachstumsrhythmen“ ergeben haben. Seltenheit des Auftretens könnte in beiden Fällen verstanden werden. Daß die Seltenheit oder Häufigkeit von Protzen bei den Klimarassen der Kiefer unterschiedlich ist, ging bisher schon aus den Untersuchungen von E. WIEDEMANN (1930), S. PETRINI (1943), W. SCHMIDT (1946) hervor.

Nachdem die Möglichkeit einer frühzeitigen Testung des Wachstumsrhythmus am Beispiel der Bankskiefer (s. oben) deutlich hervorgetreten war, handelte es sich für uns bei der Auswertung unseres 20jährigen Kiefernmaterials nicht mehr um die Frage, ob, sondern wann Rhythmus und Endgröße bestimmbar werden. Das ist für die zukünftige Planung von Nachkommenschaftsprüfungen im Freiland von entscheidender Bedeutung.

Gleichzeitig ist die Klärung der Korrelation zwischen Jugendwüchsigkeit und weiterem Wachstumsablauf aus-

schlaggebend für die Planung der Auswahl von Mutterstämmen. Bisher wurde die Auswahl der höchsten Altstämme als Zuchtstämme empfohlen. Das wäre bei Typen richtig, die durchgehend überlegene Wüchsigkeit beibehalten. H. JENSEN (1954), der in Schweden die ältesten, heute 13jährigen Aufklonungen durchführte, beschreibt den Klon der markanten „Furuberg-Fichte“ aus Hälsingland als besonders wüchsig. Andererseits könnten die 10jährigen Absaaten von 62 frei abgeblühten Fichten-Mutterstämmen im Material von C. L. KIELLANDER (1951) als Beispiel für das Vorkommen einer negativen Korrelation angesehen werden. Die Nachkommen des Mutterstammes Älvan Nr. 163 hatten eine außergewöhnliche Jugendwüchsigkeit. Der Mutterstamm selbst aber gehörte nicht zu den 882 vermessenen markantesten Stämmen des Altbestandes.

Eine sichere Frühtestung im Alter von 10 bis 30 Jahren im Freilandversuch ist gegenüber der bisherigen Unsicherheit ein unzweifelhafter Gewinn. Versetzen wir uns aber in die Lage des Kostenplaners von Großplantagen, so werden wir jeden Weg begrüßen, der eine Analysierung der Ausgangsstämme schon vor der Anlage der Freilandprüfungen ermöglicht. Die Keimlingstestung im Labor, über die an anderer Stelle berichtet wurde, kann bei weiterem Ausbau und zielbewußtem Einsatz unschätzbare Dienste leisten und ein wesentliches Glied der Züchtungsprogramme werden. Für den Vergleich mit Freilandtesten hoffen wir in dieser Untersuchung ein breites Unterlagematerial zur „Eichung“ der Laborteste beibringen zu können.

Halten wir also fest: *Die Frage nach dem Beibehalten von Jugendunterschieden im Wachstum konnte bisher keine befriedigende Beantwortung finden.* Nicht der Vergleich willkürlich herausgegriffener gleichaltriger Wachstumsgrößen, sondern erst der Vergleich von Wachstumsabläufen wird den Besonderheiten unseres Gegenstandes gerecht. Jede Frühbeurteilung des Wachstums muß von diesen Zusammenhängen ausgehen.

Uns erscheint es aus den gleichen Gründen, die bereits in Abschnitt 22 und 23 dargelegt wurden, aussichtsreich, eine Lösung auch dieser Frage über die Quotienten  $Q$  und  $q$  zu suchen. Gegenstand einer Frühbeurteilung des Wachstums kann es nicht sein, die zukünftigen Leistungen zweier Sorten in absoluten Zahlen anzugeben, vielmehr werden uns relative Vergleiche genügen müssen, die mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit für die zukünftige Entwicklung der Sorten Gültigkeit haben sollen.

Das am einfachsten durchzuführende Verfahren einer Frühbeurteilung des Wachstums ist die Aufzeichnung der Quotienten  $Q$ , deren Verlauf, im Anhalt an die uns bekannten möglichen Kurvenformen für die Entwicklung der  $Q$ , meist schon einen hinreichenden Aufschluß über die zu erwartende Weiterentwicklung geben wird. Weiter ist es recht einfach, den Vergleich zweier Wachstumsreihen im Wahrscheinlichkeitsnetz zeichnerisch durchzuführen (SCHRÖCK und STERN 1952). Man hat lediglich die einzelnen Beobachtungen in % einer theoretischen Endgröße umzurechnen und im Wahrscheinlichkeitsnetz über log. Abszisse aufzutragen. Zweckmäßig ist es, für beide Sorten die gleiche Endgröße zu wählen, denn gerade ihre Schätzung bedeutet die größte Fehlerquelle des Verfahrens. Wählt man aber die gleiche Endgröße, so wird man wenigstens die Tendenz erkennen können, die beide Serien einhalten. In Abb. 4 sind die Werte für die Herkunft Schwarzwald und Ostpreußen (im Schwarzwaldklima) in dieser Weise gezeichnet, und zwar für eine Endgröße von

30 und 25 m. Man sieht, daß eine Entscheidung über die „richtige“ Endgröße völlig ausgeschlossen wäre. Trotzdem ist es hier möglich, ein Urteil über die Tendenz des Wachstums beider Sorten zu bilden: Sie werden mit hoher Wahrscheinlichkeit im Alter von etwa 25 bis 30 Jahren „umsetzen“. Die Zahlen aus Tabelle 5, welche dieser Zeichnung zu Grunde liegen, verraten erhebliche Wachstumsunterschiede. Deshalb auch sind die Verhältnisse hier sehr klar. Sind die Unterschiede zwischen beiden zu vergleichenden Serien weniger ausgeprägt und die Serien gestört, so wird man ein weniger eindeutiges Bild erwarten dürfen. In diesem Falle wird die Entwicklung der Quotienten  $Q$  schon eher Auskunft geben. Man wird jedoch bestrebt sein müssen, gerade bei nur geringen Sortenunterschieden eine rechnerische Lösung herbeizuführen, um Auskunft über die Sicherheit der Wachstumsunterschiede zu erlangen. Aus diesem Grunde sollte man in allen Fällen, die einen wirklich exakten Vergleich auf Grund der Versuchsanlage zulassen, eine Rechnung anschließen. In unserem Material liegt eine größere Anzahl von Parzellenwiederholungen vor, und deshalb sind die Werte als ausreichend sicher anzusehen.

Am Beispiel der Schwarzwälder und ostpreußischen Kiefer in Kaltenbronn soll der Gang der Rechnung gezeigt werden. Die Rechenformeln sind bereits in Abschnitt 23 angegeben. Als erstes berechnet man die Werte  $q$  und

Tabelle 5. Kaltenbronn, Wachstum der Ostpreußen- und Schwarzwaldkiefern

Alter t	Ostpreußen			Schwarzwald		
	Wachst. in cm	Wachst. in % von 30 m	Wachst. in % von 25 m	Wachst. in cm	Wachst. in % von 30 m	Wachst. in % von 25 m
5	44,3	1,48	1,77	27,4	0,91	1,10
6	74,6	2,49	2,98	48,4	1,61	1,94
7	103,5	3,45	4,14	71,7	2,39	2,87
8	131,2	4,37	5,25	97,9	3,26	3,92
9	166,7	5,56	6,67	130,0	4,33	5,20
10	206,6	6,89	8,26	165,5	5,52	6,62
11	239,6	7,99	9,58	198,2	6,61	7,93
12	279,8	9,33	11,19	238,1	7,94	9,52
13	318,1	10,60	12,72	276,7	9,22	11,07
14	361,4	12,05	14,46	320,7	10,69	12,83
15	400,3	13,34	16,01	360,5	12,02	14,42
16	440,6	14,69	17,62	403,7	13,46	16,15
17	488,0	16,27	19,52	458,1	15,27	18,32
18	530,3	17,68	21,21	507,0	16,90	20,28
19	569,1	18,97	22,76	551,2	18,37	22,05
20	611,9	20,40	24,48	596,9	19,90	23,88

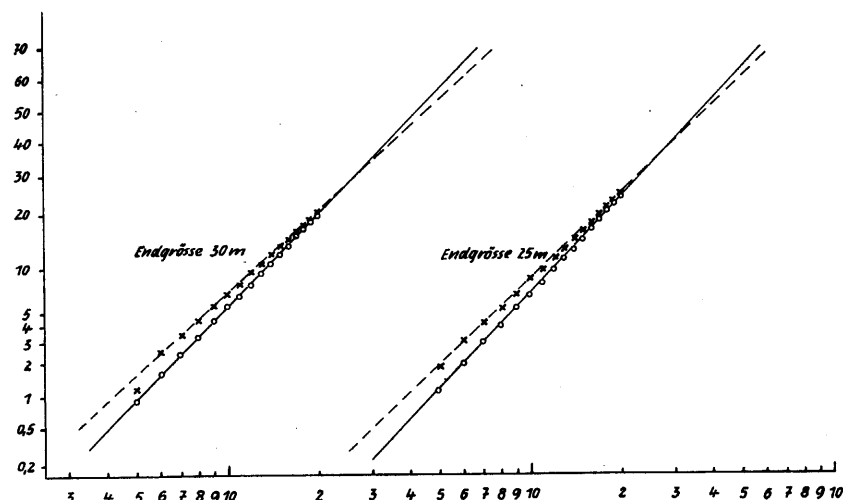


Abb. 4. Höhenwachstum der Provenienzen Ostpreußen und Schwarzwald in Kaltenbronn im Wahrscheinlichkeitsnetz über log. Abszisse für die gemeinsamen Endhöhen 30 und 25 m.

überzeugt sich durch Zeichnung im doppelt log. Netz von der Möglichkeit, Gleichung (8) anwenden zu können. (Diese Zeichnung ist gleichzeitig eine einfache Möglichkeit graphischer Prüfung der Sortenrelationen.) Offenbar ist dies in unserem Falle zulässig, weil in Abb. 5 die Beobachtungen gut durch eine Gerade auszugleichen sind. Zur besseren Übersicht ist vor Zeichnung ein Ausgleich der  $q$  nach GEBELEINS Methode der gleitenden Durchschnitte zu empfehlen (GEBELEIN und HEITE 1951). Noch besser ist natürlich eine rechnerische Prüfung, zu der mehrere Möglichkeiten zur Verfügung stehen. Dann folgt die Herleitung der Differenzen  $d$  und ihrer Sicherheit, wie in Tabelle 6 gezeigt. Der Übersicht halber wurde hier die gesamte Rechnung wiedergegeben, in der praktischen Arbeit mit der Funktion und bei Verwendung einer modernen Rechenmaschine vereinfacht sich diese erheblich.

An die Berechnung dieser Ausgangswerte nun schließt sich die Wachstumsvorausberechnung an. Hierzu benötigen wir die Wachstumsformulierung für eine der beiden zu vergleichenden Serien. Denn vorerst steht uns noch keine Bezugsgröße für die Differenzen  $d$  zur Verfügung. Man entnimmt zu diesem Zwecke der Zeichnung im Wahrscheinlichkeitsnetz folgende Punkte, bei uns für die Schwarzwaldkiefer aus der Geraden für die Endgröße 30 m:

$t_m$  (für  $x_m = +1$ ) bei 92,1% = 157,0 Jahre

$t_n$  (für  $x_n = -1$ ) bei 7,9% = 11,8 Jahre

Jetzt kann  $c_1$  der Wachstumsfunktion bestimmt werden:

$$c_1 = \frac{x_m - x_n}{\log(1 + \frac{t_m - t_n}{t_n})} \quad (9)$$

$$c_1 = \frac{+1 - (-1)}{\log(1 + (157 - 11,8) : 11,8)} = 2 : 1,12418 = 1,77907$$

Weiter ist der Log. der Zeit, zu welcher die halbe Endgröße erreicht ist, bestimmt durch:

$$\log t_{0,5} = -c_2 : c_1 \quad (10)$$

In unserem Falle ist  $t_{0,5} = 43$  Jahre, dann ist

$$c_2 = -1,77907 \cdot 1,63347 = -2,90606$$

$c_0$  berechnet man gemäß (3) zu

$$c_0 = 30 : 1,77245 = 16,92572$$

Danach ist das Wachstum der Schwarzwaldkiefer auf der Fläche Kaltenbronn zu beschreiben durch

$$c_0 = 16,92572$$

$$c_1 = 1,77907$$

$$c_2 = -2,90606$$

Unsere Differenzen  $d_1$  und  $d_2$  beziehen sich indessen auf die Zuwachsfunktion, deren Konstanten mit denen der Wachstumsfunktion in folgender Beziehung stehen:

$$\begin{aligned} k_0 &= \log(c_0 c_1 \log e) - c_2^2 \log e \\ k_1 &= -2 c_1 c_2 \log e - 1 \\ k_2 &= -c_1^2 \log e \end{aligned} \quad (11)$$

Kaltenbronn

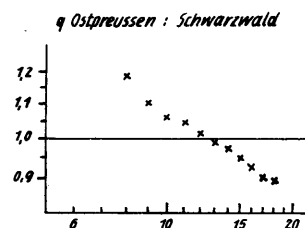


Abb. 5. Quotienten  $q$  der Herkunft Ostpreußen : Schwarzwald in Kaltenbronn.

Tabelle 6. Berechnung der Differenzen  $d$  für die Herkünfte Ostpreußen : Schwarzwald in Kattenbronn und Fehlerrechnung

Alter $t$	$q$	$\log t$	$\log^2 t$	$-\log q$	$\log t \times (-\log q)$	$d_1 \log t$	$\log q$ (theor.) ( $d_o + d_1 \log t$ )	$v$ (Differenzen)	$vv$
6	1,443	0,77815	0,60552	-0,15927	-0,12394	-0,26680	+0,11396	0,04531	0,00205
7	1,240	0,84510	0,71419	-0,09342	-0,07895	-0,28976	+0,09100	0,00242	0,00001
8	1,057	0,90309	0,81557	-0,02407	-0,02174	-0,30964	+0,07112	0,04705	0,00221
9	1,106	0,95424	0,91057	-0,04376	-0,04176	-0,32718	+0,05358	0,00982	0,00010
10	1,124	1,00000	1,00000	-0,05077	-0,05077	-0,34287	+0,03789	0,01288	0,00017
11	1,009	1,04139	1,08449	-0,00389	-0,00405	-0,35706	+0,02376	0,01981	0,00039
12	1,008	1,07918	1,16463	-0,00346	-0,00373	-0,37002	+0,01074	0,00728	0,00005
13	0,992	1,11394	1,24086	+0,00349	+0,00389	-0,38194	-0,00118	0,00231	0,00001
14	0,984	1,14613	1,31361	+0,00700	+0,00802	-0,39297	-0,01221	0,00521	0,00003
15	0,977	1,17609	1,38319	+0,01011	+0,01189	-0,40325	-0,02249	0,01238	0,00015
16	0,933	1,20412	1,44990	+0,03012	+0,03627	-0,41286	-0,03210	0,00198	0,00000
17	0,871	1,23045	1,51401	+0,05998	+0,07380	-0,42188	-0,04112	0,01886	0,00036
18	0,865	1,25527	1,57570	+0,06298	+0,07906	-0,43039	-0,04963	0,01335	0,00018
19	0,878	1,27875	1,63520	+0,05651	+0,07226	-0,43845	-0,05769	0,00118	0,00000
20	0,937	1,30103	1,69268	+0,02826	+0,03677	-0,44608	-0,06532	0,03706	0,00137
		16,30693 = $S \log t$	18,10012 = $S \log^2 t$	-0,12019 = $S(-\log q)$	-0,00298 = $S \log t(-\log q)$				0,00708 = $S v v$

$$S \log t \times S(-\log q) = -1,95993$$

$$S \log t \times S \log t = 265,91597$$

$$n = 15$$

$$d_1 = -\frac{-0,00298 + \frac{1,95993}{15}}{\frac{18,10012}{15} - \frac{265,91597}{15}}$$

$$= -\frac{0,12768}{0,37239} = -0,34287$$

$$d_o = -\frac{-5,59116 - 0,12019}{15} \quad d_o = -\frac{6,20599 - 0,00298}{16,30693}$$

$$= +0,38076 \quad = +0,38076$$

$$p_{d_1} = 0,37239$$

$$p_{d_o} = 0,30861$$

$$s^2 = \frac{0,00708}{15 - 3} = 0,00059$$

$$S_{d_1} = \sqrt{\frac{0,00059}{0,37239}} = \sqrt{0,00158}$$

$$= \pm 0,0126$$

$$S_{d_o} = \sqrt{\frac{0,00059}{0,30861}} = \sqrt{0,00191}$$

$$= \pm 0,0138$$

Die Sicherheit der Konstantenunterschiede zwischen beiden Serien beträgt demnach für  $d_1 t = 27,21^{***}$   
 $d_o t = 27,59^{***}$

Unter Verwendung der oben ermittelten Konstanten  $c$  erhält man dann für die Schwarzwaldkiefer:

$$k_0 = -2,55123$$

$$k_1 = +3,49074$$

$$k_2 = -1,37460$$

Aus diesen Größen lassen sich nun zusammen mit den vorher berechneten Differenzen  $d$  auch die Konstanten der Ostpreußenherkunft herleiten. Man hat zu berücksichtigen, daß die Quotienten  $q$  aus Ostpreußen : Schwarzwald gebildet wurden. Die Ostpreußen nehmen also den Platz der Sorte  $a$  im Gleichungssystem (6 a, b) ein, und es bedeutet demnach

$$d_1 = k_1 (\text{Ostpreußen}) - k_1 (\text{Schwarzwald})$$

so wird:

$$k_1 (\text{Ostpr.}) = +3,49074 + (-0,34287) = +3,14787$$

und entsprechend

$$k_o (\text{Ostpr.}) = -2,55123 + (+0,38076) = -2,17047$$

$k_2$  bleibt unverändert, und so lauten die Konstanten  $k$  der Ostpreußen:

$$k_0 = -2,17047$$

$$k_1 = +3,14787$$

$$k_2 = -1,37460$$

Aus (11) lassen sich jetzt auch die Konstanten  $c$  der Ostpreußen herleiten. Um diese Rechnung zu erleichtern, sei vorher noch die Umkehrung des Gleichungssystems (11) hier aufgeführt:

$$\log c_o = \frac{4k_o k_2 - (1 + k_1)^2}{4k_2} - \log \sqrt{-k_2 \log e}$$

$$c_1 = \sqrt{-k_2 : \log e}$$

$$c_2 = -(1 + k_1) : 2 \sqrt{-k_2 \log e}$$

Daraus ergeben sich nun die Konstanten  $c$  der Herkunft Ostpreußen zu:

$$c_0 = 11,766$$

$$c_1 = 1,77907$$

$$c_2 = -2,68418$$

Es ist darauf hinzuweisen, daß diese Konstanten relativ zur Schwarzwaldherkunft gelten und auch nur unter diesem Gesichtspunkt aufzufassen sind. Sie erlauben es, das Wachstum beider Provenienzen miteinander zu vergleichen. Wenn dieser Vergleich über die für beide Herkünfte absolut errechneten Wachstumswerte geführt wird, so sollte man doch ihren relativen Charakter nicht vergessen. Tatsächlich beruht ja die ganze Rechnung auf einer Schätzung der Endgröße für die Schwarzwaldkiefer, und objektiv wurden nur die Differenzen  $d$  berechnet. Alle weiteren Rechnungen enthalten aber die unsichere Schätzung der Endgröße. Man kann indessen zeigen, daß eine Abweichung des Schätzwertes vom wahren Wert innerhalb erheblicher Grenzen noch keinen entstellenden Einfluß auf die Relationen der Wachstumsreihen zueinander hat, wie wir sie allein festlegen wollen. Und das ist der große Vorteil dieser Rechnung: Die Unsicherheit, mit der jede Anwendung der Wachstumsfunktion verbunden ist infolge ungenauer Feststellung der Endgröße, wird hier praktisch eliminiert.

Indessen nehmen wir den verbleibenden Rest an Unsicherheit zum Anlaß, die Fehlerrechnung nicht weiter fortzuführen, und sie auf die Differenzen  $d$  zu beschränken, weil die überhaupt recht schwierige Fortführung dieser Rechnung doch fragliche Resultate liefern könnte. Wenn nur die Wechselwirkungen zwischen Sorte und

Tabelle 7  
Wachstumsvorausberechnung für ostpreussische und Schwarzwald-  
Kiefer in Kaltenbronn

t	log t	$x = C_1 \cdot \log t + C_2$		Wachstum			
				in %		in m	
		Schw.	Ostpr.	Schw.	Ostpr.	Schw.	Ostpr.
10	1,00000	- 1,13	- 0,91	5,5	9,9	1,65	2,08
20	1,30103	- 0,59	- 0,37	20,2	30,0	6,06	6,30
30	1,47712	- 0,28	- 0,06	34,6	46,6	10,38	9,79
40	1,60206	- 0,06	+ 0,17	46,6	59,5	13,98	12,50
50	1,69897	+ 0,12	+ 0,34	56,7	68,5	17,01	14,39
60	1,77815	+ 0,26	+ 0,48	64,3	75,1	19,29	15,77
70	1,84510	+ 0,38	+ 0,60	70,4	80,2	21,12	16,84
80	1,90309	+ 0,48	+ 0,70	75,1	83,9	22,53	17,62
90	1,95424	+ 0,57	+ 0,79	79,0	86,8	23,70	18,23
100	2,00000	+ 0,65	+ 0,87	82,1	89,1	24,63	18,71
110	2,04139	+ 0,73	+ 0,95	84,9	91,0	25,47	19,11
120	2,07918	+ 0,79	+ 1,01	86,8	92,3	26,04	19,38

Standort interessieren, genügt eine Angabe der Sicherheiten für die jeweils berechneten  $d$  vollauf. Hier kann man sich auf Angabe der Differenzen allein beschränken, die zwar recht abstrakte und unanschauliche Größen darstellen, aber doch ein gutes Bild über das Vorhandensein von Wechselwirkungen geben könnten. Und diese Frage war der ursprüngliche Anlaß zur Entwicklung der Gleichungen (6) (STERN 1954). Unter Beachtung dieser Voraussetzungen also will der nachfolgende Wachstumsvergleich verstanden werden. Man kann ihn entweder zeichnerisch mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsnetzes führen oder aber rechnerisch, wie es hier gezeigt werden soll. Man geht dabei aus von Gleichung (2) und berechnet die organischen Zeiten  $x$  etwa für 10jährige Altersstufen. In Tab. 7 ist dies durchgeführt. Wir berechnen zuerst die  $x$  für beide Sorten unter Verwendung der vorher bestimmten Konstanten  $c_1$  und  $c_2$ . Bei Berücksichtigung von (4) kann man jetzt aus jeder Tabelle des Wahrscheinlichkeitsintegrals die zugehörigen Prozentwerte des Wachstums entnehmen. Die Endgrößen sind bekannt: Bei der Schwarzwaldherkunft betrug sie 30 m, diejenige der Ostpreußen wird aus ihrem  $c_0$  nach (3) zu etwa 21 m bestimmt. Auf diese Endgröße beziehen sich also die Prozentangaben der Tabelle.

Für die beiden Werte im Alter 10 und 20 liegen Beobachtungen vor. Ihre Übereinstimmung mit den berechneten Werten kontrolliert noch einmal die Rechnung. Es ist mit den folgenden Zahlen eine ausreichende Übereinstimmung gefunden:

Alter	Schwarzwald		Ostpreußen	
	beobachtet	berechnet	beobachtet	berechnet
10	165,5 cm	165,0 cm	206,6 cm	208,0 cm
20	596,9 cm	606,6 cm	611,9 cm	630,0 cm

Nun ist noch eines zu beachten: Die Voraussetzung der Identität beider  $c_1$  trifft wohl nur ganz selten exakt zu. Es läßt sich aber zeigen, daß selbst, wenn dies nicht der Fall ist, unsere vereinfachte Rechnungsweise noch brauchbare Ergebnisse liefert, kommt es uns doch nur auf die Relationen und nicht auf die absoluten Wachstumsgrößen an. Möglicherweise ist deshalb unsere Prognose für die Herkunft Ostpreußen in Kaltenbronn etwas zu pessimistisch. Trotzdem ist der Zeitpunkt des „Umsetzens“ davon nicht berührt, und im Prinzip wird man ihn kaum anzweifeln können. Auch unserer Rechnung folgend muß das Umsetzen noch vor dem 30. Lebensjahr eintreten, wie dies schon im Wahrscheinlichkeitsnetz festgestellt wurde. — Rechnet man mit (7), so wird der Rechenaufwand erheblich größer. Man sollte, wenn annähernde Übereinstimmung der  $c_1$  vorliegt (zahlenmäßig könnte man noch Differenzen in der 2. Dezimalen durchaus zulassen, doch kann man dies ja

erst aus der Rechnung selbst ersehen), stets mit (8) operieren. Auf eine Ausdehnung des rechnerischen Wachstumsvergleiches auch auf die anderen Herkünfte wird im folgenden verzichtet, weil das Versuchsmaterial diesen Aufwand nicht rechtfertigt, wie im nächsten Abschnitt zu zeigen sein wird.

### 3. Material

Im Jahre 1936 wurde von SCHMIDT eine Reihe von Kiefernprovenienzversuchen angelegt (vgl. SCHMIDT 1954). Diese Versuche wurden auf die verschiedenen deutschen Wuchsgebiete verteilt. Das in bestimmten Beständen und von ausgewählten Einzelstämmen gewonnene Saatgut kam 1935 zur Aussaat und wurde einjährig verpflanzt. Einige Provenienzen sind um ein Jahr jünger. — Mehrere dieser Flächen gingen durch Kriegseinwirkung verloren bzw. liegen ostwärts der Oder-Neiße. Andere liegen in Brandenburg und waren infolgedessen von uns nicht auszuwerten. Die drei bayerischen Flächen gingen inzwischen in die Bearbeitung der Bayerischen Forstl. Versuchsanstalt über, so daß zur Auswertung lediglich 4 Flächen zur Verfügung standen. Diese liegen jedoch an standörtlich extrem unterschiedenen Orten, so daß man annehmen konnte, sie würden wenigstens grundsätzliche Ergebnisse über Art und Möglichkeiten etwaiger Wechselwirkungen von Standort und Herkunft liefern.

Die standörtlichen Bedingungen für die vier Flächen sind leider in kein System zu bringen, da stets eine größere Zahl entscheidender Standortsfaktoren gleichzeitig und extrem von Fläche zu Fläche verändert ist, auch reichen für derartige Untersuchungen weder die Zahl der Flächen noch die Art ihrer Anlage aus. Man müßte in jedem Klimagebiet verschiedenste Flächen auf genauer definierten Einzelstandorten zur Verfügung haben, was den Umfang riesig gesteigert haben würde. Es muß deshalb von vornherein darauf verzichtet werden, die Besonderheiten der Reaktion gewisser Provenienzen zu bestimmten Standortsfaktoren in Beziehung zu setzen. Aus dem gleichen Grunde kann auch auf eine eingehende Standortbeschreibung hier verzichtet werden. Es genügen die folgenden Angaben:

**Fläche Kaltenbronn.** Im Nordschwarzwald gelegen, ca. 900 m. ü. NN. Sie dürfte einer mittleren bis geringen Kiefernbonität dieses Gebietes entsprechen. Die Fläche liegt auf der Höhe des Roßkopfes und ist nach Süd bzw. Südost geneigt. Der hier natürliche Bestandestyp dürfte ein Mischbestand aus Fichte, Tanne und Kiefer mit noch einzelnen Buchen sein.

**Fläche Mörfelden.** In der Nähe Darmstadts in der Rhein-Main-Ebene gelegen. Direkt benachbarte Kiefernaltbestände zeigen eine ausgezeichnete Kiefernbonität an. Natürlich dürfte die Kiefer hier höchstens als Mischholzart vorkommen, während Buche und Eiche den Hauptanteil an der natürlichen Bestockung besitzen.

**Fläche Neumünster.** Sie ist nur noch teilweise auswertbar, denn etwa die Hälfte der Parzellen liegt auf ärmstem Dünsand und ist entsprechend lückig und geringwüchsig. Der für die Auswertung verbliebene Teil entspricht einer geringen Kiefernbonität.

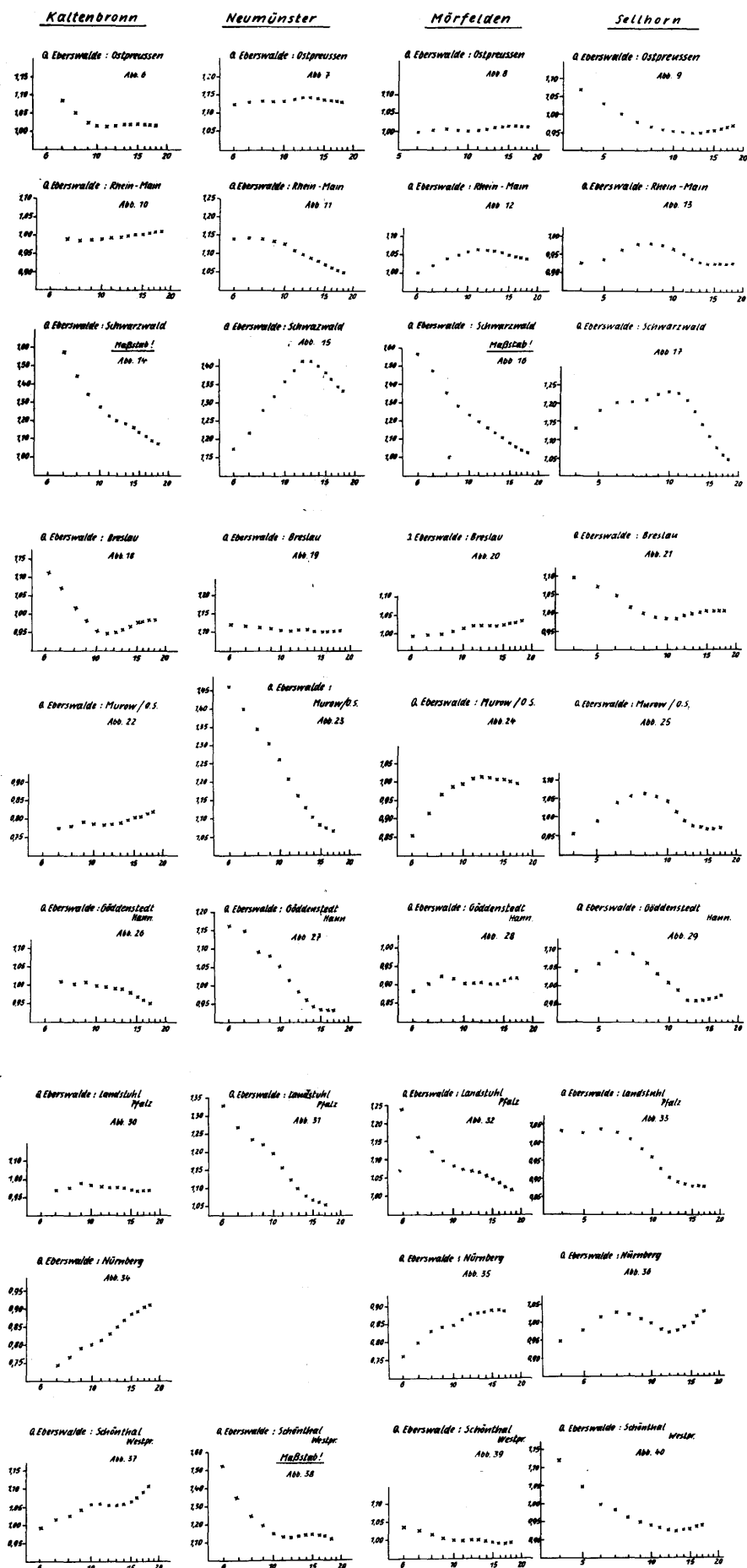
**Fläche Sellhorn.** In der Lüneburger Heide zwischen Soltau und Buchholz gelegen, bietet diese Fläche das typische Bild eines geringen Kiefernstandortes in Westdeutschland. Neben der Fläche Kaltenbronn weist Sellhorn die größten Bodenunterschiede zwischen den ausgewerteten Parzellen auf.

Alle Flächen sind in „Blöcke“ aufgeteilt, die jedoch nicht mit den „Blocks“ der heute üblichen Versuchsanlagen übereinstimmen, da ihnen hierzu wesentliche Merkmale fehlen. Indessen erleichtert diese Blockaufteilung sowohl Auswertung als auch Orientierung auf der Fläche. Die Herkünfte sind zufallsmäßig auf die Blocks und innerhalb der Blocks verteilt. Sie sind in ungleichen Parzellenzahlen und Parzellengrößen vertreten. Zum großen Teil handelt es sich um Einzelstammabsaaten, manchmal wurden meh-

rerere Einzelstammabsaaten einer Herkunft zu einer Parzelle vereinigt, wenn die Pflanzenzahlen nicht ausreichen. Die durchschnittliche Teilstückgröße dürfte etwa  $20 \times 40$  m betragen. Wollte man die Auswertung auch auf die Einzelstammnackkommensschaften ausdehnen, so hätte man mit recht großen Sortenzahlen zu rechnen, so in Kaltenbrunn mit etwa 35, in Mörfelden mit 60, in Neumünster mit 30. Hierzu bietet die Anlage jedoch nicht die notwendigen Voraussetzungen.

Zu bemerken ist weiter, daß auf den Flächen die Einzelstammabsaaten stets andere sind. All dies führt zur Notwendigkeit, die Teilstücke herkunftsweise zusammenzufassen. Den Herkunftsmitteln kommt hierbei unterschiedliche Sicherheit zu, weil sie aus verschiedenen Teilstückzahlen abgeleitet wurden. Auf einen, wenn auch nur anhaltweisen Ausgleich der Bodenunterschiede wurde bewußt verzichtet, weil dies bei der Art der Anlage problematisch erscheint. Die Bodenunterschiede sind indessen z. T. erheblich. Lediglich solche Teilstücke, die offensichtlich aus dem Rahmen herausfielen, wurden aus der Rechnung herausgelassen. Die Teilstückzahl für jede Provenienz auf allen drei Flächen geht aus den Tabellen hervor.

Gegenstand der Untersuchungen sollte der Gang des Höhenwachstums sein. Es war ausgeschlossen, die Messungen auf alle Stämme auszudehnen, und man mußte sich für eine Stichprobenahme entscheiden. Auf jeder Parzelle wurden 5 bis 15 Stämme gefällt und vom Wipfel her die Jahrtrieblängen gemessen, soweit diese äußerlich noch erkennbar waren. Stämme mit offensichtlichen Unsicherheiten wurden herausgelassen. Zum am unteren Stammteile verbliebenen, nicht mehr in Jahreszuwächse aufzuteilenden Rest, wurden 7 cm Stockhöhe addiert. Die zur Untersuchung ausgewählten Stämme mußten mindestens die Höhe des herrschenden Bestandes besitzen. Die Zahlen der Fläche Sellhorn wurden von Herrn Prof. SCHÖBER von der Niedersächsischen Forstl. Versuchsanstalt freundlicherweise zur Verfügung gestellt. Sie beziehen sich nicht auf den herrschenden Bestand, sondern wurden an je 10 Stämmen der Dimensionen des Kreisflächenmittlammes gewonnen. Sie sind deshalb nicht ohne weiteres vergleichbar, dürften aber doch einen grundsätz-



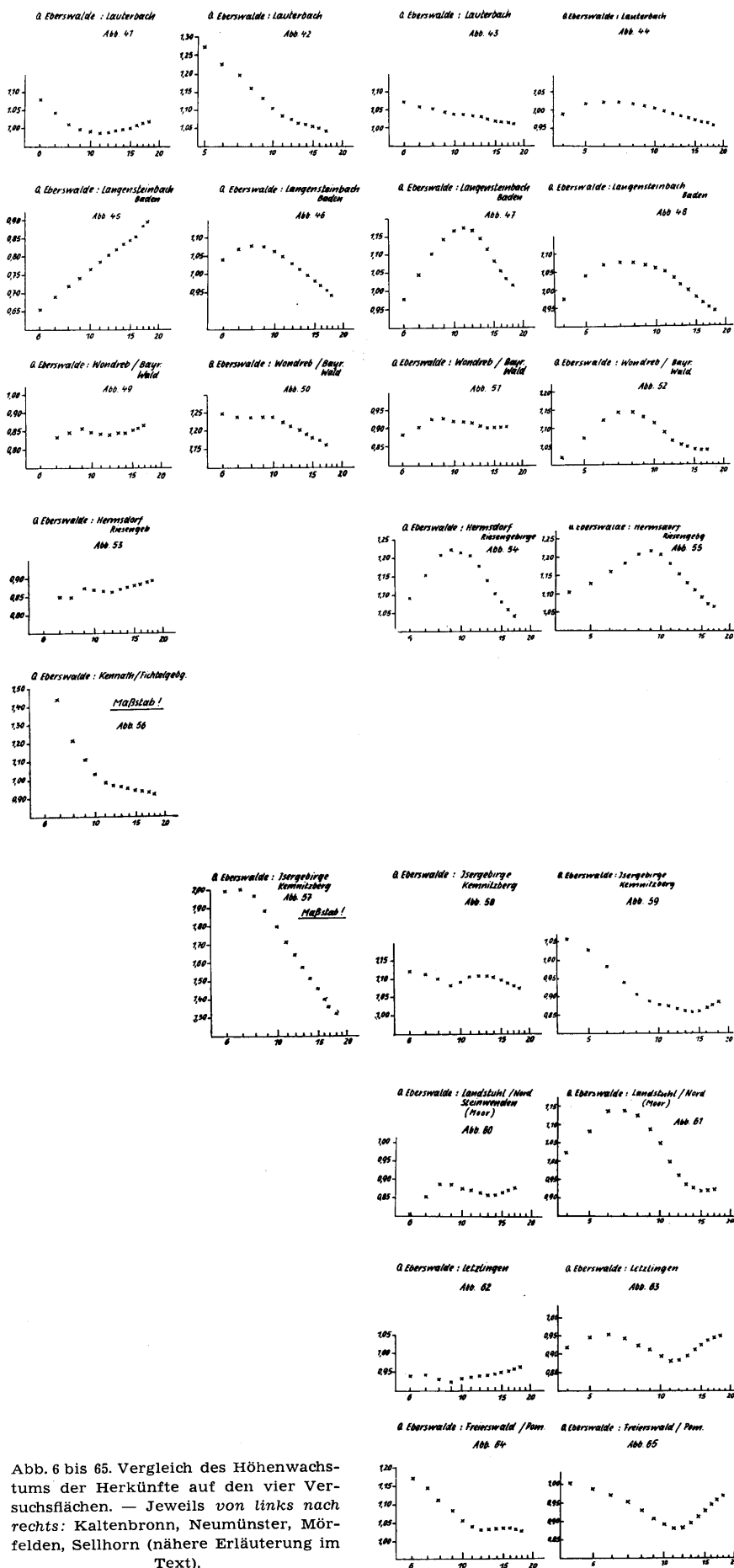


Abb. 6 bis 65. Vergleich des Höhenwachstums der Herkünfte auf den vier Versuchsflächen. — Jeweils von links nach rechts: Kaltenbronn, Neumünster, Mörfelden, Sellhorn (nähere Erläuterung im Text).

lich ähnlichen Wachstumsverlauf bezeichnen, wie die an Stämmen im Herrschenden gemessenen Werte. Alle gemessenen Stammzahlen je Provenienz und Fläche sind aus den Tabellen 1 bis 4 ersichtlich.

#### 4. Vergleich des Wachstums der Provenienzen über die Quotienten $Q$

##### 4.1. Allgemeines

Will man die Sorten eines Versuches über die Quotienten  $q$  vergleichen, so muß man eine geeignete Vergleichssorte wählen. Am besten, weil am sichersten, ist hierzu zweifellos der Versuchsdurchschnitt geeignet. Manchmal wird es jedoch angezeigt sein, eine extrem von den anderen Sorten unterschiedene Versuchssorte zu wählen, weil, gemessen an dieser, die Unterschiede im Wachstum der Sorten besonders schön herausgearbeitet werden können. Auch bei theoretischen Fragestellungen kann es wünschenswert sein, eine bestimmte Vergleichssorte zu wählen. In unserem Versuch, der als Versuchsserie zu behandeln ist, erweist sich die Anlage der Einzelversuche als Hindernis für die Verwendung des Versuchsdurchschnittes als ideale Vergleichssorte, denn offenbar ist der Versuchsdurchschnitt nicht für alle drei Versuche als gleichwertig aufzufassen. Das wäre er nur dann, wenn die Herkünfte der vier Teilversuche nicht nur stets die gleichen wären, sondern auch stets den gleichen Anteil am Zustandekommen des Versuchsdurchschnittes besäßen. Leider ist das bei uns nicht der Fall. Wir wählen deshalb die Herkunft Eberswalde als Vergleichssorte. Sie ist in allen vier Versuchen in mehreren Teilstücken enthalten und hat auf keinem der Versuchsorte entscheidend versagt, wie etwa die Schwarzwaldkiefer in Neumünster. Weiter wollen wir die Voraussetzung treffen, daß der Durchschnitt der Teilstücke dieser Herkunft stets etwa gleichwertig ist. Dies ist deshalb notwendig, weil in die vier Teilversuche Nachkommen unterschiedlicher Einzelschiffe eingegangen sind. Je größer die Zahl der Teilstücke ist, desto eher wird diese Voraussetzung zutreffen. Auch dieser Gesichtspunkt führte zur Wahl der Eberswalder Herkunft zur Vergleichssorte.

Mit der Wahl einer Vergleichssorte hat man keineswegs sich für einen einheitlichen „Standard“ entschieden,

wie man es früher mancherorts in der landwirtschaftlichen Versuchstechnik tat. Das wäre selbstverständlich biologisch völlig unbegründet und abzulehnen, und wir werden auch sehen, daß die Sortenreaktionen auf die extrem unterschiedenen Standortverhältnisse unserer Versuchsflächen so unterschiedlich sein können, daß ein derartiges Vorgehen sinnlos erschiene. Die Vergleichssorte liefert für uns also lediglich eine Bezugsgröße für den Sortenvergleich tatsächlich im Versuch vorhandener Sorten, und man kann zusätzlich ablesen, ob das Verhältnis der Sorte *a* zur Vergleichssorte ein anderes war, als das einer Sorte *b* oder *c*. Mehr bedeutet die Vergleichssorte nicht. Sollte man darüber hinaus etwa schließen, daß z. B. die Herkunft Nürnberg in Neumünster ein bestimmtes Verhalten zeigen müßte, weil sie in Kaltenbronn und Mörfelden so reagiert hat, wie es die Abb. 34 und 35 zeigen, so beginge man möglicherweise einen groben Fehler, wie es etwa die Abb. 30 bis 33 des Verhältnisses der Herkunft Eberswalde zur Pfälzer Kiefer nachweisen.

Interessiert aus irgend einem Grunde das Verhältnis zweier bestimmter Provenienzen zueinander in besonderem Maße, so muß man gegebenenfalls diese beiden gesondert vergleichen. Im allgemeinen wird jedoch der Vergleich über die einheitliche Vergleichssorte ausreichen.

Die nachfolgend diskutierten Kurven sind, soweit nicht besonders vermerkt, unter Verwendung eines stets gleichen Maßstabes gezeichnet worden. Die Abszisse ist logarithmisch geteilt. Alle Kurven sind nach GEBELEINS (1951) „Methode der gleitenden Durchschnitte“ über Fünf-Jahresperioden ausgeglichen. Dies wäre an sich nur in wenigen Fällen erforderlich gewesen, wurde indessen doch allgemein durchgeführt, weil bei Anwendung des GEBELEINSchen Verfahrens eine mehr oder weniger ausgeprägte Verzerrung (Nivellierung) der Kurven eintritt, je nachdem, ob sie mehr oder weniger von der Geraden abweichen. Bei den um ein Jahr jüngeren Herkünften wurden die Wachstumswerte in gleicher Weise ausgeglichen und zu den ebenfalls ausgeglichenen gleichaltrigen der Vergleichsherkunft in Beziehung gesetzt. Dies war insbesondere für Neumünster, Mörfelden und Sellhorn erforderlich, weil hier unangenehme Störungen des Wachstumsverlaufes vorliegen. Die *Q* dieser jüngeren Herkünfte wurden dann selbstverständlich nicht mehr ausgeglichen.

#### 42. Das Wachstum der Provenienzen im Verhältnis zur Eberswalder Herkunft

##### a) Eberswalde: Ostpreußen (Abb. 6 bis 9)

Es fällt auf, daß die Kurven der *Q* für alle Versuchsorte stets etwa parallel zur Abszisse verlaufen, wenn man von den ersten Wachstumsjahren in Kaltenbronn und Sellhorn absieht. Demzufolge würden die beiden Herkünfte keine wesentlichen Unterschiede im Wachstumsrhythmus aufweisen. Es ist aber zu beachten, daß die Wachstumsleistung trotzdem unterschiedlich sein kann und es im Falle Neumünster auch offensichtlich ist. Bei Erklärung aus unserer Wachstumsfunktion ist dieser Unterschied auf Differenzen der Endgrößen beider Herkünfte zurückzuführen. Die Kurve für Neumünster bedeutet dann also eine größere und bleibende Unterlegenheit des Höhenwachstums der Ostpreußen. Diese Unterlegenheit muß mit jedem Jahre ausgeprägter werden, weil die *Q* als prozentuale Leistungsangaben zu werten sind. Dagegen sind für Mörfelden und Kaltenbronn keine eindeutigen Unterschiede nachweisbar. Beide Herkünfte sind in jedem Versuch mehrfach vertreten, deshalb kann in diesem Falle

das Ergebnis als ziemlich sicher auch bezüglich der absoluten Größe der Differenz angenommen werden.

##### b) Eberswalde: Rhein-Main-Ebene (Abb. 10 bis 13)

Für die drei Standorte der Ebene ergibt sich ein recht klares Bild: Nach zunächst wachsender Überlegenheit der Eberswalder Provenienz beginnt die Rhein-Main-Kiefer aufzuholen. Der Zeitpunkt, zu dem die Quotientenkurve einen schwachen Extremwert zeigt, liegt in Mörfelden bei 12 bis 13 Jahren, während er für Neumünster schon im Alter von etwa 7 Jahren festzustellen ist. Auch hier kann man die Werte als einigermaßen verlässlich ansehen.

##### c) Eberswalde: Landstuhl/Pfalz (Abb. 30 bis 33)

Die Pfälzer Kiefer ist der Rhein-Main-Kiefer in ihrer Klimareaktion wahrscheinlich sehr ähnlich. Das zeigt auch ihr Verhalten auf unseren Versuchsflächen. Ähnlichkeit mit der Eberswalder in Kaltenbronn, einheitliches, dem Grade nach jedoch unterschiedliches Verhalten auf den Standorten von Neumünster, Mörfelden und Sellhorn. Die Kurve für *Q* sieht indessen eindeutig anders aus als diejenige der Rhein-Main-Kiefer. Im gezeigten Bereich fällt sie rapide und stetig, was auf laufende Abnahme der relativen Leistungsdifferenz zurückzuführen ist. Man darf annehmen, daß die Pfälzer Kiefer die Eberswalder Herkunft in absehbarer Zeit überholen wird, wie es sich, wenn auch nicht so ausgeprägt, auch bei der Rhein-Main-Kiefer abzuzeichnen scheint.

##### d) Eberswalde: Langensteinbach/Baden (Abb. 45 bis 48)

Auf den Flächen Neumünster, Mörfelden und Sellhorn reagiert die vom Fuße des Schwarzwaldes stammende Herkunft Langensteinbach grundsätzlich ähnlich wie die beiden Herkünfte Rhein-Main und Pfalz. Daß sie aber physiologisch doch etwas ganz anderes darstellt, zeigt ihr Verhalten auf der Fläche im Hochschwarzwald: Hier ist sie der Eberswalder Provenienz zunächst überlegen, erstere holt dann aber rasch und stetig auf.

##### e) Eberswalde: Lauterbach/Oberhessen (Abb. 41 bis 44)

Die Herkunft Lauterbach ist nicht autochthon und möglicherweise auch nicht einheitlich. Im großen Durchschnitt aller beteiligten Herkünfte und Einzelstammabsaaten aus diesem Gebiet zeigt sich einheitliches Verhalten auf den Flächen Neumünster und Mörfelden und ist dort den westlichen Herkünften aus Ebene und Bergland (Rhein-Main, Pfalz, Baden) sehr ähnlich. Ihre Reaktion auf die Standortbedingungen im Hochschwarzwald ist jedoch gänzlich anders. Möglicherweise kann man dies auf uneinheitliches Verhalten der diese „Herkunft“ bildenden „Sorten“ zurückführen. In der Tat verhalten sich ihre einzelnen Teilstücke in Kaltenbronn sehr unterschiedlich.

##### f) Eberswalde: Nürnberg (Abb. 34 bis 36)

Die Herkunft aus dem Nürnberger Reichswald nimmt eine besondere Stellung ein. Sie behält ihren relativen (relativ zur Eberswalder Provenienz) Wachstumsrhythmus sowohl im Hochschwarzwald als auch in Mörfelden und Sellhorn bei. Damit ist sie im Wachstumsgang von der Vergleichsprovenienz deutlich unterschieden. In Neumünster ist sie leider nicht vertreten.

##### g) Eberswalde: Westpreußen (Abb. 37 bis 40)

##### (Eberswalde: Freierswald/Pommern, Abb. 64 und 65)

Die Herkunft Westpreußen ist auf den Flächen nur mit je einem Teilstück bzw. zwei Teilstücken in Mörfelden vertreten. Überdies repräsentiert jedes Teilstück die Nachkommenschaft eines anderen Einzelstammes. Ein einheitliches Bild kann deshalb nicht erwartet werden. Mit einiger Sicherheit kann man nur aussagen, daß ihr Verhalten in Mörfelden der Eberswalder Herkunft sehr ähnlich ist.

Gleiches gilt für die Herkunft aus Pommern, deren Kurve in Mörfelden in gleiches Niveau ausläuft.

*h) Eberswalde: Kuhbrück/Breslau (Abb. 18 bis 21)*

Die niederschlesische Provenienz zeigt im Schwarzwald und in Sellhorn ein von der Eberswalder deutlich unterschiedenes Verhalten. Weniger ausgeprägt, aber doch noch gut erkennbar sind die Unterschiede in Mörfelden und Neumünster. Die Tendenzen der beiden letztgenannten Entwicklungen sind jedoch entgegengesetzt.

*i) Eberswalde: Murow/Oberschlesien (Abb. 22 bis 25)*

Bezeichnenderweise zeigt auch die ober-schlesische Herkunft eine stets andere Reaktion als die Eberswalder. Am besten ausgeprägt ist der Unterschied auf der Fläche Neumünster, wo sie der Pfälzer Kiefer ähnelt. Störend für den Vergleich ist allerdings, und das gilt auch für die Herkünfte Wondreb, Göddenstedt, Landstuhl/Steinwenden, Hermsdorf und Nürnberg, daß sie ein Jahr jünger ist, als die Vergleichssorte.

*k) Eberswalde: Göddenstedt/Hann. (Abb. 26 bis 29)*

Die Herkunft Göddenstedt (autochthon am Nordwestrande des natürlichen Vorkommens der Kiefer in Deutschland) ist auf allen Flächen der Eberswalder überlegen und wird dies wohl auch bleiben, wenn man die Kurven gem. der einleitenden theoretischen Erörterungen extrapoliert. Sie zeigt eine stets von der Eberswalder Herkunft unterschiedene Reaktion auf den Versuchsstandort.

*l) Eberswalde: Schwarzwald (Abb. 14 bis 17)*

Wie zu erwarten, zeigt diese von allen beteiligten Herkünften aus höchster Lage stammende Provenienz die deutlichsten Unterschiede zu der Vergleichsherkunft. Ganz allgemein kann man sie zu den Herkünften mit langsamer Jugendentwicklung rechnen. Überraschend ist, daß sie relativ zur Eberswalder sowohl in ihrem natürlichen Vorkommen als auch in Mörfelden gleich reagieren soll. Das Verhalten in Neumünster und Sellhorn kann man darauf zurückführen, daß sie vielleicht zu hohe Bodenansprüche stellt. So sind bei dieser Herkunft als einziger die auf Dünen-sand gelegenen Versuchspartellen in Neumünster völlig ausgegangen. Trotz ihrer aus unserer Darstellung wahrscheinlichen Überlegenheit in Mörfelden kann man sie doch unter dortigen Verhältnissen nicht zum Anbau empfehlen, da nur ganz wenige Individuen den Jugendgefahren zu entwachsen vermochten, wie alle Teilstücke der Schwarzwaldkiefer in Mörfelden zeigen. Im Schwarzwald selbst ist ihre Überlegenheit evident, trotz anfänglich langsamer Entwicklung.

*m) Eberswalde: Kennath/Fichtelgebirge (Abb. 56)*

Diese Herkunft ist nur in Kaltenbronn vertreten. Dort läßt sie, ebenfalls eine Gebirgsherkunft, nach der Schwarzwaldkiefer die besten Leistungen erwarten und zeigt eine ähnliche Entwicklung wie diese.

*n) Eberswalde: Wondreb/Bayer. Oberpfalz (Abb. 49 bis 52)*

Im Schwarzwald ist ihre Überlegenheit gegenüber der Eberswalder Kiefer nicht unerwartet. Sie zeigt ein ähnliches Verhalten jedoch auch in Mörfelden und scheint sich auch in Neumünster und Sellhorn nach anfänglicher Unterlegenheit der Eberswalder Herkunft zu nähern. Störend für den Vergleich ist der Altersunterschied beider Herkünfte.

*o) Eberswalde: Kemnitzberg/Isergebirge (Abb. 57 bis 59)*

In Neumünster im Alter von sieben Jahren nur halb so hoch wie die Eberswalder Herkunft, holt sie bis zum

20. Lebensjahr erheblich auf und scheint diese Tendenz auch weiterhin beibehalten zu wollen. In Mörfelden ist der Kurvenverlauf zwar ähnlich, aber bei weitem weniger ausgeprägt als in Neumünster und Sellhorn.

*p) Eberswalde: Hermsdorf/Riesengebirge (Abb. 53 bis 55)*

Einer wahrscheinlich bleibenden oder doch nur langsam abklingenden Überlegenheit im Hochschwarzwald steht eine gänzlich andere Reaktion in Mörfelden und Sellhorn gegenüber. Nach anfänglich sich verstärkender Unterlegenheit holt sie rapide auf.

*q) Eberswalde: Landstuhl/Moor (Abb. 60 und 61)*

Die Reaktion dieser Herkunft in Mörfelden ist von derjenigen unserer anderen Provenienz aus Landstuhl so unterschieden, daß man annehmen muß, sie sei physiologisch von dieser zu trennen. Der Mutterbestand stockt auf einer Moorfläche und ist dort wahrscheinlich autochthon. Dagegen zeigt die in Sellhorn vertretene Herkunft eines Pfälzer Moores keine Unterschiede zur Reaktion der normalen Pfälzer Provenienz. Die beiden Herkünfte Pfalz/Moor in Sellhorn und Mörfelden sind nicht identisch, so daß dieses Verhalten erklärlich ist.

*r) Eberswalde: Letzlingen (Abb. 62 und 63)*

Die Letzlinger Herkunft ist nur in Mörfelden und Sellhorn und auch dort nur mit einer Parzelle vertreten, so daß ein Vergleich nur begrenzten Wert hat. Sie zeigt in Mörfelden nur geringe Unterschiede zur Eberswalder Herkunft.

#### *43. Über die Wahrscheinlichkeit der Ergebnisse des Herkunftsvergleiches*

Es ist unmöglich, für die Wahrscheinlichkeiten, welche man den im vorigen Abschnitt dargestellten Versuchsergebnissen beizumessen hat, einen zahlenmäßigen Ausdruck zu finden. Wir müssen uns also darauf beschränken, einige Stichproben zu machen und zu prüfen, welche Formen die Kurven für Q annehmen, wenn man zwei Teilstücke gleicher Sorte miteinander vergleicht. Die Abb. 66 bis 68 zeigen für drei unserer Flächen einen solchen, willkürlich herausgegriffenen Vergleich. Man sieht, daß die Kurven sich erheblich von denen unterscheiden, die beim Vergleich der Provenienzen auftreten. Einmal weisen sie Formen auf, die von den theoretisch erwarteten abweichen, also nicht auf erbliche Unterschiede des Wachstums zurückzuführen sein dürften, dann aber zeigen sie auch keine einheitliche und stetige Tendenz. Sie sind der Ausdruck von zufälligen und bodenbedingten Unterschieden im Wachstumsverlauf. Indessen zeigt sich doch, daß man die aus nur einem oder zwei Teilstücken abgeleiteten Kurven im Provenienzvergleich vorsichtig zu behandeln hat.

Liegen also zwischen Teilflächen gleicher „Sorte“ kaum Unterschiede vor, so zeigt doch der Vergleich von Einzelstamm- und Bestandesabsaaten gleicher Herkunft oft erhebliche Unterschiede, so die Nachkommenschaften des in Abb. 69 mit einer Bestandesabsaat verglichenen Mutterstammes, beides Herkunft Eberswalde in Kaltenbronn. Es ist dies das typische Bild eines anfänglich langsamen, dann aber nachholenden Wachstums, wie man es in Versuchen mit Einzelstammnachkommenschaften der Kiefer häufig findet. Auch die Frage nach unterschiedlicher Reaktion von Einzelstammnachkommenschaften gleicher Herkunft auf verschiedene Klimatypen oder Böden verspricht interessante Resultate, die gleichzeitig unsere populationsgenetischen Vorstellungen stützen könnten.

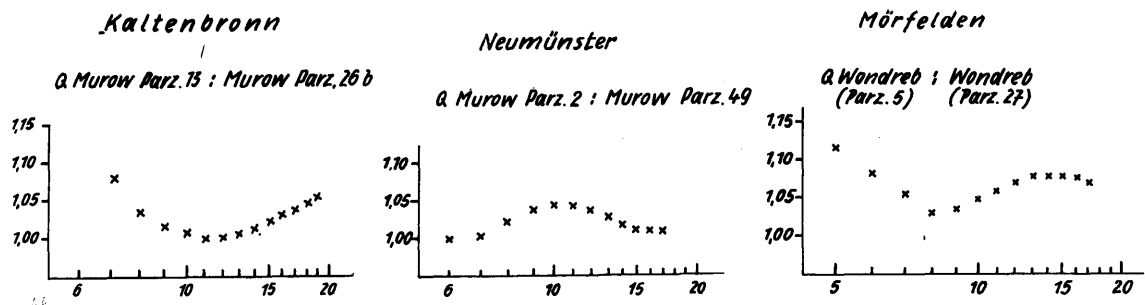


Abb. 66 bis 68. Vergleich des Wachstums von Parzellen gleicher „Sorte“ (Erklärung im Text).

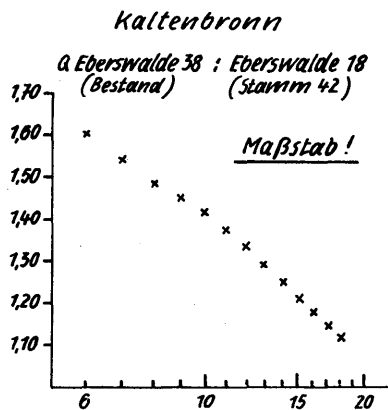


Abb. 69. Entwicklung der Höhe einer Einzelstammnachkommen-schaft im Vergleich zum Herkunftsdurchschnitt (Erklärung im Text).

#### 44. Über die Reaktion der Herkünfte auf Witterungsschwankungen am gleichen Anbauort

Gleich hier soll noch die Frage nach der Reaktion unserer Herkünfte auf Klimaschwankungen mitbehandelt werden. Es handelt sich hier darum, ob Klimaschwankungen unter sonst gleichen Voraussetzungen die Herkünfte nach Richtung und Grad in gleicher Weise treffen, oder ob deren Reaktion unterschiedlich ist. So gibt WIEDEMANN (1950) an, daß er prozentual gleich großen Zuwachsrückgang in extremen Jahren für alle Herkünfte eines Provenienzversuches mit Kiefer konstatieren konnte. Auch in unseren Versuchen sind derartige und wahrscheinlich ebenfalls auf Klimaschwankungen zurückzuführende Zuwachsstörungen aufgetreten, wie die Tabellen 1 bis 4 nachweisen. Wir wollen deshalb an einem Beispiel dieser Frage nachgehen und wählen hierzu die Herkunft Eberswalde und Rhein-Main-Ebene in Neumünster. SCHMIDT (1954) zählt die Rhein-Main-Kiefer zu den „umweltlabilen“ und die Eberswalder zu den „umweltstabilen“ Herkünften in bezug auf die Schneebruchfestigkeit.

Das klimatisch ungünstige Jahr ist für Neumünster 1946. Ehe wir an die Rechnung gehen, ist eine Konvention darüber zu treffen, was man als unterschiedliche Klimareaktion auffassen will. WIEDEMANN benutzt als Vergleichsgröße den Zuwachs der fraglichen Periode prozentual festgelegt zum Zuwachs der vorhergehenden. Damit wählt er einen Vergleichsmaßstab, der von dem in der landwirtschaftlichen Versuchstechnik gebräuchlichen abweicht: Dort pflegt man die „Wechselwirkungen“ auf die absolute Maßzahl zurückzuführen. Man kann geteilter Meinung darüber sein, welchen von beiden Maßstäben man als „biologisch richtig“ ansehen will, oder man kann auch beiden ihre biologische Berechtigung absprechen. Im Endeffekt ist hier offenbar, wie so oft in den Naturwissenschaften, keine

Entscheidung einwandfrei als „richtig“ zu begründen. Man ist gezwungen, durch Einführung einer Konvention wenigstens die Vergleichbarkeit der Resultate zu wahren. In unserem Falle kommt noch eines hinzu: Die theoretisch vergleichbare Größe ist tatsächlich nicht gegeben. Wenn der Zuwachs sich von Periode zu Periode gesetzmäßig ändert, so kann nur diese Gesetzmäßigkeit allein den begründeten Maßstab liefern. (WECK [1953] spricht hier treffend von „Soll- und Ist“-Werten.) Auch dieser Gesichtspunkt soll Berücksichtigung finden.

Dementsprechend ist also diese zunächst so einfach aussehende Fragestellung von mehreren Seiten her anzugehen, und eine wirkliche Lösung kann sie nur „definitionsgemäß“ finden, wie es auch beim Vergleich der Wachstumsabläufe der Fall war, für den wir als erstes eine Definition des Begriffs „Wachstumsrhythmus“ finden mußten.

#### a) Zuwachsvvergleich unter Zuhilfenahme von (6a, b)

Man findet aus der Gleichung (7)  $d_1 = -0,18472$   
 $d_0 = +0,21607$

Der Fehler eines jeden  $\log q$  beträgt  $s = 0,01089$ .

Nun sollen alle Abweichungen vom theoretischen Wert als überzufällig angesehen werden, die mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit zu erwarten sind, als 5, 1 und 0,1%. Im einzelnen betragen die Abweichungen:

1940 0,00489	1945 0,01638	1950 0,00636
1941 0,00375	1946 0,01266	1951 0,01295
1942 0,04171 <sup>xxx</sup>	1947 0,00900	1952 0,01947
1943 0,01737	1948 0,00381	1953 0,01709
1944 0,02832 <sup>*</sup>	1949 0,00248	1954 0,00539

Nur die Werte für 1942 und 1944 überschreiten die von uns gezogenen Grenzen. Bezeichnend ist, daß diese beiden überzufälligen Abweichungen am Anfang der Entwicklung stehen. In den fraglichen Jahren um 1946 jedoch ist eine völlig normale Abweichung gegeben. Die beobachteten und theoretischen Werte für 1946 und 1947 waren:

	theoretisch	beobachtet
1946	+ 0,01672	+ 0,02938
1947	+ 0,01030	+ 0,00130

Wir müssen an dieser Stelle noch etwas über den theoretischen Hintergrund der gezeigten Rechnung aussagen: Zwar geht die Methode der kleinsten Quadrate, deren wir uns hier bedienen, von der Voraussetzung normaler Verteilung der Beobachtungen um ihren Mittelwert aus, der in unserem Falle durch die Regressionsgleichung für einen jeden Abszissenabstand gegeben ist, doch ist diese normale Verteilung nur in seltenen Fällen gegeben. In unserem Beispiel kommt aus biologischen und mathematischen Gründen den einzelnen  $q$  unterschiedliches Gewicht zu. Aus biologischen Gründen deshalb, weil die Jugendwerte am wenigsten Anspruch auf Sicherheit erheben können,

und die mathematischen Gründe enthalten u. a. die Tatsache, daß mit Größerwerden der absoluten Zuwachswerte die  $q$  selbstverständlich sicherer sein müssen und umgekehrt. Das theoretische „Streuband“ um die Regressionskurve ist also recht kompliziert zu berechnen, und man sollte darauf verzichten, einzelne Punkte zu prüfen. Auch aus einem anderen Grund erscheint dies bedenklich: Erfahrungsgemäß besteht die Wirkung trockener oder sonstwie klimatisch extremer Jahre nicht allein in einer Zuwachsbeeinflussung des laufenden Jahres, in der Folgezeit treten darüber hinaus Nachwirkungen auf, die es zu beachten gilt. Trotzdem darf man annehmen, daß nach einigen Jahren das „Gleichgewicht“ zwischen Standort und Zuwachs wieder hergestellt ist, und die Zuwachsrelationen wieder „normal“ werden. So ist es z. B. in Neumünster für die Herkünfte Eberswalde und Rhein-Main zu beobachten, wie die Abb. 70 zeigt. Die Wiederherstellung des herkunftseigenen Wachstumsrhythmus zeigen sogar die ganz extrem unterschiedenen Kiefernherkünfte der alten Choriner Versuchsfläche, wenn die Messungen E. WIEDEMANN'S (1930) nach unserer Methode ausgewertet werden, und ebenso die Herkünfte auf der Sellhorner Versuchsfläche, bei denen nachhaltige Schäden mit unterschiedlicher Herkunftsreaktion vorliegen. Das den Verhältnissen am ehesten entsprechende Verfahren zur Prüfung der Wechselwirkungen in diesem Falle ist u. E. ein zeichnerischer Vergleich der  $q$ . Daß man die daraus zu ziehenden Schlüsse vorsichtig zu bewerten hat, bedarf wohl keiner Erläuterung. Diese Rechnung schließt gleichzeitig den Vergleich nach Art WIEDEMANN'S ein, da sie von den Verhältnissen der Zuwächse ausgeht. Es bliebe noch zu prüfen, welches Ergebnis man erhalten würde, wenn man die absoluten Zahlen vergleicht.

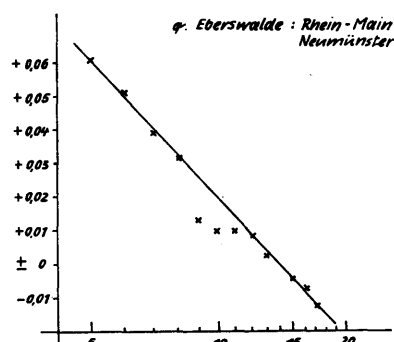


Abb. 70. Vergleich der Zuwächse der Provenienzen Eberswalde und Rhein-Main zwecks Ermittlung der Reaktion auf das klimatisch-extreme Jahr 1946 in Neumünster.

#### b) Zuwachsvergleich mit Hilfe der absoluten Zuwachswerte

Zu diesem Zwecke verrechnen wir die Einzelbeobachtungen der Jahre 1944 bis 1947 varianzanalytisch. Um nicht von vornherein falsche Voraussetzungen in die Rechnung zu bringen und um diese nicht unnötig zu komplizieren, wählen wir die Messungen an zwei benachbarten Teilstücken der beiden gleichen Herkünfte wie im vorigen Abschnitt. Man erhält die folgende Varianztabelle:

Streuungsursache	SQ	FG	s <sup>2</sup>
Gesamt	9296	79	
Herkünfte	199	1	199,0
Einzelstämme	3907	19	205,6
Jahre	2145	3	715,0
Herkunft $\times$ Jahre	34	3	11,3
Rest	3011	53	568,1

Diese Zahlen genügen vollauf, um einen Überblick zu geben. Weitaus größte Streuungsursache sind die Klimaunterschiede von Jahr zu Jahr (die gesetzmäßige Änderung der Zuwächse tritt demgegenüber völlig in den Hintergrund), hier unter Einschluß des extremen Jahres 1946, dann folgen die Einzelstämme als Streuungsursache, dichtauf jedoch die Provenienzunterschiede (die gemessenen Stämme entstammen durchweg dem Herrschenden). Die Größenordnung der Wechselwirkung *Jahre  $\times$  Herkunft* von  $s^2 = 11,3$ , welche die etwaig unterschiedliche Herkunftsreaktion beinhalten muß, läßt mit aller Deutlichkeit erkennen, daß hier systematische Ursachen völlig in den Hintergrund treten. Der „Rest“ ist bei unserer Versuchsanordnung nicht weiter aufzugliedern. Er enthält neben der Fehlerstreuung die Wechselwirkungen *Einzelstämme  $\times$  Jahre*, *Einzelstämme  $\times$  Herkunft* und die Wechselwirkung 2. Ordnung. Man geht wohl nicht fehl, wenn man der *WW Einzelstämme  $\times$  Herkunft*, praktisch die Streuung gleichnumerierter Einzelstämme im Rechenschema innerhalb der Herkünfte, den größten Anteil am Rest zuerkennt. Ihre Ableitung wäre ohne logischen Hintergrund.

Auch hier bestätigt sich also unser unter Anwendung von (6a, b) erhaltenes Resultat. Somit wäre WIEDEMANN'S Schlußfolgerung auch für unser Beispiel als richtig erwiesen, wenn man als Maßstab der „Richtigkeit“ die statistische Sicherung verwenden will, die aber offenbar hier auf besondere Verhältnisse Rücksicht nehmen muß, wie oben gezeigt.

#### 5. Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Zunächst sei erinnert an die Erörterung der Genauigkeit des vorliegenden Herkunftsvergleiches. Danach dürfen wir unsere Erwartungen nicht allzu weit spannen. Immerhin zeichnen sich doch einige bemerkenswerte Resultate ab, denen eine hohe Wahrscheinlichkeit zuzumessen ist, für die wir freilich aus mehreren Gründen keine Zahlenwerte anzugeben in der Lage sind. Bei künftigen Versuchen wird man es anders einrichten können.

##### 5.1. Schlußfolgerungen für die forstliche Praxis und Züchtung

Der Versuch Kaltenbronn zeigt mit aller Deutlichkeit, daß man der heimischen Provenienz in diesem Anbaugbiet (oder doch zumindest unter den Verhältnissen des Versuchsstandortes) vor allen anderen im Versuch enthaltenen Herkünften den Vorzug geben sollte. Das anfängliche Zurückbleiben der Schwarzwaldkiefer auch in ihrer Heimat ist kein Anhalt für die zu erwartende Leistung. Zwar ist sie recht grobästig (SCHMIDT 1954), doch bedeutet dies keine genetische Wertminderung, wie alte Bestände zeigen. Eine weitere Verbesserung des Pflanzenmaterials scheint man hier am ehesten durch Auslesezüchtung zu erreichen. Will man weitere Herkunftsversuche mit praktischer Fragestellung anlegen, so sollte man sich auf den Vergleich von Hochlagenherkünften beschränken, denn offenbar versagen alle im Versuch enthaltenen Herkünfte aus der Ebene und dem Bergland.

In Mörfelden dagegen scheint eine ganze Anzahl von Herkünften recht brauchbar zu sein: Rhein-Main-Ebene, Pfalz, Nürnberg, Baden, Wondreb/Oberpfalz, Göddenstedt, Lauterbach. Die Möglichkeiten sind also hier bei weitem größer, als unter den extremen Standortsbedingungen des Hochschwarzwaldes. Die ostpreußische Herkunft verhält sich hier etwa ebenso, wie die Eberswalder Vergleichsherkunft. Die praktischen Möglichkeiten der Herkunftsver-

suche sind für dieses Gebiet keineswegs ausgeschöpft; man könnte daran denken, systematisch auf verschiedene Standorte dieses Gebietes zu verteilende Versuche neu zu begründen. Unser Material zeigt eindrucksvoll, daß beide oft diskutierten Wege gangbar sind: der Anbau einer höhenwachstumsmäßig gleichwertigen, aber qualitativ besseren Herkunft und die Auslesezüchtung aus der Population der Rhein-Main-Kiefer oder der Pfalz heraus, zumal gerade hier die Formenmannigfaltigkeit außerordentlich groß ist. Das befriedigende Ergebnis so vieler Herkunftsfamilien gerade in Mörfelden scheint darauf hinzudeuten, daß der Selektionsdruck hier um sehr vieles geringer ist, als auf den beiden anderen Versuchsstandorten. So würde man auch die natürliche Formenmannigfaltigkeit der Kiefer dieses Gebietes zwanglos erklären können.

Von besonderer Bedeutung aber muß das Ergebnis eines jeden Kiefernprovenienzversuches in Schleswig-Holstein sein, denn hier ist die Kiefer nicht autochthon, als Holzart dem Forstmann jedoch für viele Zwecke und Standorte durchaus erwünscht. Man darf annehmen, daß in Schleswig-Holstein die Erzeugung von Bauholzqualitäten in der Kiefernwirtschaft an erster Stelle steht (v. SCHRÖTTER 1954). Deshalb kommt der Wachstumsleistung entscheidende Bedeutung zu. Nach unserem Vergleich kämen folgende Provenienzen in Frage: Göddenstedt b. Uelzen (weitaus an erster Stelle), Rhein-Main-Ebene und Pfalz. Auch die Eberswalder Vergleichsherkunft zeigt hier noch gute Leistungen, wird indessen von den erstgenannten übertroffen. Hier wie in Kaltenbrunn zeigt sich die Überlegenheit derjenigen Herkunft, deren natürliches Vorkommen klimatisch dem Versuchsort am nächsten kommt. Damit soll freilich keine allgemeine Gesetzmäßigkeit behauptet werden, sondern nur die Bedeutung der Klimaanpassung gerade bei extremen Standortbedingungen des Versuchsortes betont werden. Überraschend ist hier die gute Leistung der Rhein-Main- und Pfälzer Kiefer. Dabei ist zu beachten, daß die Stammformen dieser Herkunftsfamilien in der Regel zwar nicht gut sind, dies aber durchaus nicht im gleichen Maße auf alle Parzellen zutrifft (z. T. Einzelstammabsaaten), zumindest aber sind sie nicht so schlecht, wie man es der Rhein-Main- und Pfälzer Kiefer i. a. nachzusagen pflegt. Eine Prüfung von Auslesematerial aus dem niedersächsischen Raum und der Pfalz könnte gute Resultate erbringen, besonders auch deshalb, weil man die Geradschaftigkeit schon im Sämlingsstadium zu testen vermag, wie neuerdings KARSCHON (1952) bestätigte und wie es SCHRÖCK (nach mdl. Mitteilung) auch für Einzelstammnackkommensschaften gleicher Provenienz fand. Außerdem müßte natürlich eine Auslese auf Schütterresistenz und Feinästigkeit nebenhergehen. Bedauerlich ist das völlige Versagen der Ostpreußen in Neumünster. Möglicherweise würde man jedoch auf besseren Standorten dieses Gebietes ein anderes Resultat erwarten dürfen. Hier wie überall drängt die Entwicklung zu wirklich systematisch angelegten und voll auswertbaren Versuchsserien, die nicht nur Provenienzprüfung in verschiedenem Klima, sondern außerdem auf den verschiedenen Bodentypen eines jeden Klimagebietes einschließen. An unserem Material kann nicht entschieden werden, ob das Versagen der Ostpreußen in Neumünster boden- oder sortenbedingt ist. E. WIEDEMANN (1930) hat die Erfahrungen, die international beim Anbau der ostpreußischen Kiefer gemacht wurden, in verdienstvoller Weise zusammengestellt. Er bemerkt, daß sie auf fast allen Flächen zu den Besten gehörte, aber auf zwei von drei holländischen Flächen versagte, während sie in Belgien unter ähnlichen Klimabedingungen gut ab-

schnitt. Den Grund hierfür sieht er zusammen mit HESSELIFF (1922) darin, daß der Samen der holländischen Flächen zwar aus demselben ostpreußischen Revier Rudzanny, aber aus einem anderen Kalenderjahr und wahrscheinlich auch aus einem anderen Bestande mit anderen Erbeigenschaften stammt.

Unsere Ostpreußenherkünfte stammen aus Masuren, aber von sehr verschiedenen Beständen und Einzelstämmen, die teilweise auch aus Samen- bzw. Zapfeneinfuhr vom benachbarten Polen abstammen können. Gerade auf unserer Fläche Neumünster handelt es sich um Einzelstammabsaaten. WIEDEMANN erwähnt ferner die in Neumünster 1911 angelegte Ostpreußenfläche, deren Saatgut aus Trapönen (Memelgebiet) stammt, und die dort ausgezeichnetes leistet.

Bei Betrachtung der Ergebnisse von Sellhorn ist zu beachten, daß der Kreisflächenmittelstamm im Alter von 20 Jahren nur wenig Aussicht hat, sich an der späteren Bestandesbildung zu beteiligen. Weiterhin ist er bei der recht unterschiedlichen Bestandesstruktur auf den Herkunftspartellen sicher kein objektiver Maßstab für die Sortenleistungen. Erfreulich ist hier in Sellhorn, auch im Hinblick auf weitere Versuche im klimatisch ähnlichen Schleswig-Holstein, daß die Herkunft Ostpreußen gut abschneidet. Im übrigen entsprechen die Resultate von Sellhorn etwa denen von Neumünster.

## 52. Theoretische Schlußfolgerungen

Die gewonnenen Aufschlüsse hatten zur Voraussetzung

- a) die Entwicklung einer neuen Methodik, welche den Wachstumsrhythmus, anstelle absoluter Wachstumswerte, erfassen ließ;
- b) das Vorhandensein experimentell durchgeführter Rassen- und Sortenprüfungen, deren Art und Umfang die Grenzen der Auswertung bestimmten.

Es darf festgehalten werden, daß Methodik und Material teilweise ganz unerwartete und eindrucksvolle Aufschlüsse und Beweisführungen ermöglicht haben. Mit „Gedankenexperimenten“ allein hätte man keinen der erhaltenen Einblicke gewonnen.

### Grenzen der Methodik

Wir haben nur Höhenwachstumsgänge untersucht. Die Höhe ist zwar ein wichtiger Maßstab für die Beurteilung der Leistung, aber nicht der einzige. Bei gleichem Ablauf des Höchstwachstums kann der Entwicklungsgang der Durchmesser und Formzahlen verschieden sein. Hierauf lassen sich Hinweise aus den Provenienzuntersuchungen von v. E. WIEDEMANN 1930, S. PETRINI 1942 und W. SCHMIDT 1946 entnehmen. Auf diese Fragen, z. B. auf die Staffelung der Durchmesser, sind wir hier nicht eingegangenen. Es bleibt das späteren Untersuchungen vorbehalten.

### Grenzen des Materials

Unser Material reicht aus, um Höhenwachstumsgänge einer größeren Anzahl von Provenienzen und Einzelstammabsaaten auf vier klimatisch verschiedenen Standorten, vom Hochschwarzwald bis zum Küstengebiet, zu erfassen. Leider konnten nicht alle zwölf Parallelfelder der Gesamtanlage von 1935/36 ausgewertet werden, sondern nur dieser kleine Ausschnitt. Das war durch Erscheinungen der Nachkriegszeit bedingt. So konnten nur Schlußfolgerungen der Reaktion von Rassen und Individualnackkommensschaften auf diese vier Standorte gezogen werden. Der Herkunftsdurchschnitt wurde aus allen vertretenen Bestandes- und Einzelstammabsaaten und den Wiederholungspartellen gebildet. Die Einzelstammabsaaten konnten

nicht wiederholt werden, da die Samenmengen nicht dazu ausreichen. Populationsdurchschnitte waren auf verschiedenen Flächen teilweise aus verschiedenen Individualnackkommenschaften zu bilden. Ferner blieb der mögliche Einfluß der Bodenart sowie der Hanglage und Exposition im Gebirge unbekannt. Man hätte den Versuch innerhalb jedes Klimagebietes auf verschiedenen Böden durchführen müssen. Ohne solche Aufgliederung konnte nicht entschieden werden, ob z. B. eine Herkunft im Küstenklima Schleswig-Holsteins mehr auf den Komplex der klimatischen Faktoren oder auf den Komplex der Bodenfaktoren (Dünensand) reagiert hat. Um diese Einflüsse trennen zu können, müssen zukünftige Prüfungen „mehrdimensional“ angelegt werden. Das erhöht den Umfang der Parzellennummern erheblich. Es bleibt aber kein anderer Weg, wenn experimentell vorgegangen werden soll, und nur experimentell fundierte Aufschlüsse haben Wert. Soll z. B. die Wachstumsreaktion auf die Tageslänge mit erfaßt werden, so sind folgende komplizierte Zusammenhänge aufzuklären:

- a) Die Versuche sind an Orten verschiedener Tageslänge durchzuführen.
- b) Da Tageslänge und Wärmeclimate in enger Wechselwirkung stehen, so müssen an jedem Ort (Breitengrad) verschiedene Klimata berücksichtigt werden.
- c) Da z. B. Kalkgehalt des Bodens bei der Buche klimatische Faktoren zu ersetzen vermögen, so müssen unterschiedliche Böden im Versuch vertreten sein.
- d) Schließlich muß berücksichtigt werden, daß nicht nur eine Wachstumsreaktion auf die Tageslänge zu erwarten ist, sondern auch Maritimität und Kontinentalität und viele weitere Milieufaktoren, je nach den Ansprüchen des Pflanzenmaterials und deren optimaler Erfüllung oder Nichterfüllung auf dem Standort.

#### Versuchsziel

Gleichgültig, welcher Strauß von Eigenschaften und Reaktionen, also was später geprüft werden soll, zunächst ist mit Vorrang die Frage nach dem Wie zukünftiger Anlagen wichtig. Sie muß bereits bei der Anlageplanung entschieden werden. Denn davon hängt es ab, ob überhaupt eine vollständige und statistisch gesicherte Auswertung möglich wird. Wir sprachen von „mehrdimensionalen“ Versuchsanlagen. Sie dürfen andererseits nicht überdimensional werden. *Es lassen sich nicht in derselben Versuchsanlage vereinigen*

#### a) Dauerbeobachtungsreihen und Frühtestversuche

Die forstlichen Versuchsanstalten sehen für Dauerversuche eine Größe der Einzelparzellen von  $\frac{1}{4}$  ha vor. In den vorliegenden Anbauversuchen von 1935/36 hatten die Einzelparzellen im allgemeinen eine Größe von  $\frac{1}{12}$  ha. Der Versuch läßt sich also nicht nur für Frühteste, sondern auch für längere Beobachtungen auswerten. Man kann z. B. durch Aufklonungen der Bestandsglieder zu Populationsanalysen kommen, die Aufschluß darüber geben, welche Erbgutträger in verschiedenem Klima sich in der natürlichen Ausscheidung durchsetzen, und welche bei der Durchforstung entnommen werden (LANGNER 1953, 1955). Aber für Frühtestversuche sind kleinere Parzellen weitaus günstiger, da bei den Großparzellen die Bodenstreuung nicht mehr sicher genug ausgeschaltet werden kann. Man wird daher in Zukunft zweckmäßig die Rassen- und Sortenprüfungen als Frühtestversuche mit oft wiederholten kleinen Parzellen bei Wahl eines geeigneten Versuchs-

planes anlegen. Mit den bewährten Sorten können dann Dauerversuche eingeleitet werden.

b) *In Verbindung mit Provenienzversuchen gleichzeitig die ganze Variationsbreite einer Gebiets- oder Lokalrasse erfassen zu wollen*, muß als überspitzte Fragestellung angesehen werden. Es ist bei Beginn der Versuche ja völlig unbekannt, welche Individuen extrem abweichende Genotypen sind. Man muß daher zweckmäßig einen Populationsdurchschnitt aus einer begrenzten Anzahl von vielleicht 20 zufallsmäßig ausgewählten Einzelstämmen bilden und deren Saatgut mischen. Diese Stichprobe muß an allen Versuchsorten wiederkehren. Man kann auch Teilparzellen aus dem ungemischten Samen der 20 Stämme anlegen, und sie, falls die Samenmenge ausreicht, zunächst getrennt auswerten, später aber zusammenfassen. Will man viele Individuen prüfen, so wird dieses Versuchsziel besser nicht mit dem der Provenienzversuche gekoppelt. Man prüft vielmehr eine größere Anzahl von Einzelstammabsaaten oder Klonen an nur einem Orte und prüft dann die wirklich interessanten Genotypen in einem größeren Versuch. — So ist es möglich, den Versuchsumfang auf ein vernünftiges Maß zu reduzieren.

B. VEEN (1954) setzt sich mit den Fragen der zweckmäßigen Anlage von Provenienzversuchen auseinander. Man darf ihm völlig zustimmen, wenn er das Versuchsziel als maßgebend für die Planung ansieht, müßte aber noch hinzufügen, daß bei der praktischen Durchführung unbedingt die oben geschilderten Zusammenhänge einzukalkulieren sind und neben dem rein theoretisch abzuleitenden Versuchsziel auch praktische Fragen der Versuchstechnik zu berücksichtigen sind. Andernfalls ist damit zu rechnen, daß die Anlage im Endeffekt weniger Informationen liefert, als die Kleinflächenversuche mit begrenzter Beobachtungsdauer und begrenzter Fragestellung.

#### Organisatorischer Rahmen

Es geht aus unserem Material eindrucksvoll hervor, daß es völlig abwegig wäre, eine Rasse oder Sorte etwa nur nach dem Verhalten an einem Anbauort beurteilen zu wollen oder gar zu verwerfen. Sie kann am anderen Anbauort zu den besten gehören. Man ist z. B. in der Weizenzüchtung wohl allgemein zu der Ansicht gekommen, daß von örtlichen Züchtern und Instituten seit Jahrzehnten wertvolles Zuchtmaterial wegen „Nichteignung“ verworfen worden ist (Holland, Frankreich, Italien, Jugoslawien und Deutschland) und bedauert, daß bisher nicht durch Vergleichsanbauten im überregionalen Rahmen diese Gefahr gebannt werden konnte (FREEKE 1954). In gleicher Richtung sind wohl auch die, allerdings rein theoretisch begründeten Ausführungen von SCHLENKER und MARQUARDT (1954) zu verstehen, die ebenfalls eine Arbeit auf umfassend naturwissenschaftlicher Grundlage fordern, also auch unter Einbeziehung vor allem der Standortskunde. In einer persönlichen Mitteilung äußerte Herr Oberlandforstmeister WEISSGERBER zu dem gleichen Thema: „Es ist zu hoffen, daß baldigst auf Bundesebene und mit Bundesmitteln eine zentrale Versuchsanstalt ins Leben gerufen wird, die in großem räumlichen Rahmen alle Aufgaben von überlokaler Bedeutung, so auch die Provenienzversuche, bearbeitet.“

Die forstliche Provenienz- und Sortenprüfung muß die Erfahrungen der landwirtschaftlichen Züchtung und die aus unserem Versuchsmaterial gewonnenen Einsichten nutzen, welches trotz seiner Begrenzung auf nur 4 Teilflächen mit aller Deutlichkeit zeigt: *Nicht örtliche Anlage*

von Einzelversuchen, sondern allein eine umfassende überregionale Planung, Anlage, Durchführung und Auswertung kann in Frage kommen. Nur so ist eine ergiebige, die Kosten rechtfertigende Ausbeute sicherzustellen. In der deutschen Bundesrepublik bietet sich die einfache und allein mögliche Lösung von selbst an, Bundeseinrichtungen in den Dienst dieser vordringlichen Aufgaben zu stellen und sie dafür durch Außenstellen wirklich arbeitsfähig zu machen. Ein nachträgliches Zusammenfügen von örtlichen Teilprogrammen, deren Mosaiksteine nicht für ein Gesamtbild hergerichtet wurden, wäre kaum durchführbar und würde die Arbeit unnötig komplizieren und verteuern. Es würde Materialverluste bringen und nicht die Informationen liefern, auf die es ankommt. Auch in der Kunst stammen bekanntlich Mosaiksteine aus einer Hand. Die Zusammenarbeit insbesondere mit Standortskennern jedes regionalen Einzelgebietes ergibt sich als Selbstverständlichkeit.

### Zusammenfassung

#### 1. Methode:

Aus absoluten Wachstumswerten in der Jugend ist eine Voraussage des weiteren Ablaufs der Entwicklung nicht möglich. Das Jugendwachstum kann beibehalten werden, aber das Alterswachstum kann auch davon abweichen. Man konnte z. B. bei der Bankskiefer das spätere Versagen nach anfänglicher Jugendwüchsigkeit erst nach mehreren Jahrzehnten erkennen. Eine solche Verzögerung der Beurteilung von Zuchtsorten würde für den Züchter zu einem Dilemma führen.

Frühteste sind aber möglich, wenn man die Korrelation zwischen Jugend- und Alterswüchsigkeit, d. h. den Wachstumsrhythmus erfaßt. Der Typus der Bankskiefer konnte auf diese Weise, wie in dieser Arbeit gezeigt wurde, bereits sehr früh erkannt werden. Zur Ermittlung des Wachstumsrhythmus ist ein Vergleich absoluter Wachstumswerte in einem bestimmten Lebensalter nicht geeignet. Solche Momentaufnahmen vermitteln nur ein Bild des „Wuchsvermögens“ zum Zeitpunkt der Messung. Unserem Gegenstande angemessen ist vielmehr die Feststellung des sorteneigenen Ablaufs der Entwicklung. Hierzu bot die mathematische Formulierung des gesetzmäßigen Verlaufs der S-förmigen Wachstumskurven nach G. BACKMAN eine wertvolle Hilfe. Der Wachstumsrhythmus ergibt sich bereits aus dem charakteristischen Jugendstück der Kurven. Ein Extrapolieren ist möglich. Als einfach durchzuführendes Verfahren einer Frühbeurteilung des Wachstumsablaufs diente die Aufzeichnung der Quotienten aus den Werten zweier Sorten über eine Reihe von Jahren (K. STERN 1954). Die Wachstums- bzw. Zuwachswerte der Sorte *a* werden prozentual auf die Vergleichssorte *b* bezogen. Die so entstehenden Quotientenkurven ergeben z. T. eindrucksvolle und unerwartete Einblicke. Wir beschränkten uns in dieser Arbeit auf Höhenwachstumsvergleiche. Der Entwicklungsablauf der Durchmesser und Formzahlen wurde nicht untersucht. Schlüsse auf den Massenwachstumsgang sind daher nur insoweit möglich, als die Höhe ein Weiser für die Masse ist. Da bei gleicher Höhenentwicklung von Provenienzen und Sorten Unterschiede der Durchmesser- und Formzahlentwicklung vorkommen können, so muß eine spätere Untersuchung diese Zusammenhänge klären. Voraussetzung für einen Höhenwachstumsvergleich ist eine sorgfältige Auswahl der Probestämme. Nur herrschende, ungestört gewachsene Stämme jeder Sorte lassen sich vergleichen.

#### 2. Material:

Die Prüfung der geschilderten Methodik an 20jährigem Kiefernmaterial ergab:

a) Der Kurvenverlauf bis zu diesem Alter läßt den Höhenwachstumsrhythmus bei der Holzart Kiefer unter den Wuchsbedingungen Mitteleuropas anhaltsweise erkennen.

b) Die sorteneigenen Rhythmen können durch Reaktionen auf die Umwelt beeinflußt werden. Aufschlüsse sind daher nicht generell, sondern nur im Rahmen der gegebenen Versuchsanlage zu erwarten.

Uns standen infolge der Nachkriegserscheinungen nur 4 von 12 Kiefernanbauflächen W. SCHMIDTS aus den Jahren 1935/36 zur Verfügung, und zwar im Klima des Hochschwarzwalds (900 m. ü. M.), in der Rhein-Main-Ebene, in der Lüneburger Heide und in Schleswig-Holstein.

#### 3. Planung zukünftiger Provenienz- und Sortenprüfungen:

Um außer den Reaktionen auf das Klima auch das Verhalten auf verschiedenen Bodenarten zu klären, müssen zukünftige Versuche mehrdimensional, d. h. auf mehreren typischen Böden jedes Klimagebiets angelegt werden. Der dadurch bedingte Versuchsumfang läßt sich praktisch leichter erreichen, wenn nach dem Versuchsziel (B. VEEN 1954) Frühtestversuche von Dauerversuchen getrennt angelegt werden. Für die ersteren sind Kleinparzellen ausreichend und zugleich Voraussetzung für eine zuverlässige Ausschaltung von Bodenunterschieden. Dauerversuche mit größeren Parzellen können anschließend mit denjenigen Provenienzen und Sorten angelegt werden, deren besondere Bedeutung für ein Gebiet bereits nachgewiesen werden konnte. Unser Material entstammt einem Mehrzweckversuch, der sowohl Frühteste als auch populationsgenetische Untersuchungen gestattet (infolge seiner Parzellengrößen). Man kann z. B. die einzelnen Bestandeglieder einer Versuchsnummer aufklonen und ermitteln, welche Genotypen im verschiedenen Klima herrschend oder unterdrückt und welche bei den Durchforstungen entnommen werden (LANGNER 1953).

Bei der Anlage künftiger Versuche werden zweckmäßig Provenienz- von Einzelstammabsaaten (besser Kreuzungsnachkommenschaften) getrennt zu prüfen sein, um die Fragestellung nicht zu überspitzen. Erst wenn bestimmte individuelle Genotypen sich als interessant erwiesen haben, wird man ihr Saatgut nach Aufklonung vermehren und damit eine Sortenprüfung auf verschiedenen Standorten einleiten.

4. Unser Material ergab Aufschlüsse über folgende Verschiedenheiten von Herkunftsrhythmen: *Die Kiefern aus den Gebirgen, besonders deutlich die Herkünfte aus dem Hochschwarzwald, sind gegenüber den Tieflandprovenienzen in der Jugend langsamwüchsig, überholen aber deren Wachstumskurven im zweiten oder dritten Jahrzehnt.* Dasselbe Verhalten zeigen auch Kaltklimaherkünfte allgemein, wie aus dem von E. WIEDEMANN (1930) vermessenen internationalen Kiefernversuch von 1908 hervorgeht (Fläche Chorin). Wir rechneten die von ihm mitgeteilten jährlichen Höhentrieblängen nach der Quotientenmethode um. Man kann daher auf eine allgemeine Gesetzmäßigkeit schließen und eine langsame Jugendwüchsigkeit mit späterem Aufholen als Wachstumsrhythmus von Kaltklimaherkünften ansehen.

5. Individuelle Abweicher vom Herkunftsrhythmus konnten erfaßt werden, da in unserem Material auch Einzelstammabsaaten vertreten waren. Solche Abweicher treten relativ selten auf. Bei einem Einzelstamm märkischer Her-

kunft ergab sich z. B. ein ähnlicher Typus wie bei Gebirgskiefern, in Bestätigung der Untersuchungen von O. SCHRÖCK und K. STERN 1952/53 (wahrscheinlich negative Korrelation zwischen Jugend- und Alterswüchsigkeit). Ob man mehr Wert auf die Alterswüchsigkeit legen und die damit verbundene geringe Jugendwüchsigkeit in Kauf nehmen soll, ob der entgegengesetzte Typus, oder ob endlich nur Stämme mit durchgehend beibehaltener Wüchsigkeit als Zuchtstämme in Frage kommen, muß vom Selektionszüchter je nach dem Wirtschaftsziel erwogen werden. Wir beschränken uns hier auf den Nachweis des Vorhandenseins solcher Typen.

6. Der Herkunfts- und sorteneigene Rhythmus kann auf klimatisch verschiedenen Standorten beibehalten werden, aber auch unterschiedlich ausfallen. Die Reaktionen auf den Anbauort ergaben zum Teil eindrucksvolle und unerwartete Aufschlüsse, die durch bloße Gedankenexperimente nicht hätten erzielt werden können. Diese können niemals Ersatz für experimentelle Beweisführungen sein.

7. Ungünstige Reaktionen auf einen Standort, der von den Standortsansprüchen einer Provenienz extrem abweicht, sind durch die von uns angewandte Methodik erfaßbar (z. B. Schwarzwaldkiefer im Küstengebiet auf Dünen sand). Ein solches Versagen auf einem Standort berechtigt nicht, Sorten generell zu verwerfen. Dieselbe Sorte kann auf anderen Standorten zu den besten gehören. Als Fazit aus den landwirtschaftlichen Sortenprüfungen muß heute der Schluß gezogen werden, daß tatsächlich von örtlichen Züchtern und Instituten seit Jahrzehnten viel wertvolles Material verworfen und damit verlorengegangen ist (FREEKE 1954). Schon unser kleines Material zeigt, daß in der forstlichen Provenienz- und Sortenprüfung dieselbe ernste Gefahr vorliegt. Sie kann nur durch einheitliche überregionale Planung, Durchführung und Auswertung gebannt werden.

8. Witterungsschwankungen einzelner Jahre ändern den Ablauf der Entwicklungskurven nur vorübergehend, auch wenn die Sortenreaktion graduell verschieden ist. Selbst bei mehrjähriger Nachwirkung der Störung folgen die Kurven, nach Abklingen der Reaktion und Erholung, ihrer ursprünglichen sorteneigenen Tendenz, so daß die Relation zwischen den Sorten erhalten bleibt.

### Summary

Title of the paper: *Methods and results of a comparison of growth in four 20-year old experimental plots of Pinus.*

1. The method of growth comparisons of K. STERN (1954) were tested in 20 year old Pinus material. The growth quotient curve gives a measure of the relative stages of development of the variety "a", as a percentage of that of variety "b". The rhythm of growth is already shown by the course of the curve in the first 20 years. So early test methods are possible. But it is not possible to forecast the correlation between growth in youth and old age from a momentary assessment of the absolute growth rates.

2. Our material showed a distinct difference in rhythm between provenances from cold climates and from warm climates. Individual variants differing from the rhythm of the provenance were detected. So a contribution has been made to population analyses.

3. The rhythm of the varieties may maintained on different sites, but it is also possible that it changes on different sites. In some cases the reactions to the site produced impressive and unexpected information.

4. Unfavourable reactions to a site, which differed considerably from the site requirements of a provenance are clearly detected with the method used here (viz. Pinus from the „Schwarzwald“ on littoral sand-dunes). Such failure on only one site does not justify the rejection of the variety. Therefore on principle variety tests must be made on several sites varying in climate and soil. In future, provenance and single-tree-progeny tests must strictly be separated according to the requirements of statistical evaluations. Furthermore tests for early growth and for permanent series of observations must be separated, depending on the aim of the experiments.

5. The course of the curve of development is changed only temporarily by variants in weather from year to year even if the intensity of the reactions of the single varieties differ from each other. Even after several years of disturbances the curves followed the primary tendency of the variety after the reaction has faded away.

### Résumé

Titre de l'article: *Méthode et résultat des études sur la comparaison de la croissance des pins dans 4 places d'expériences.*

1. La méthode de comparaison de la croissance de K. STERN (1954) fut appliquée à des peuplements de pin âgés de vingt ans. La "courbe des quotients" donne la mesure du développement relatif du type (a) en pourcentage du type (b). On peut déduire, sans erreur d'interprétation, le rythme de la croissance de l'allure de la courbe pendant les 20 premières années. On peut donc réaliser de tests précoces, alors que si l'on part de la valeur absolue de la croissance, on ne peut faire aucune déduction sur la corrélation entre la croissance des individus jeunes et ceux d'un âge avancé.

2. L'allure de la courbe de croissance, pour le matériel étudié, montre une différence très nette entre les provenances des climats froids et celles des climats chauds. D'après la courbe de croissance d'une origine, on peut déceler des exceptions individuelles, ce qui peut constituer une méthode d'analyse des populations.

3. La courbe caractéristique d'une origine peut, soit rester constante, soit varier suivant la station où sont plantés les arbres de cette origine. Ces variations donnent des indications intéressantes et souvent inattendues.

4. Les variations défavorables, dans une station qui diffère beaucoup de l'optimum exigé par une provenance, sont facilement mises en évidence par la pratique (par exemple le pin de Schwarzwald sur les sables des dunes côtières). Mais un échec dans une seule station ne peut suffire pour éliminer une provenance. Les différentes origines doivent être étudiées dans des stations variées en ce qui concerne le climat et le sol. Dans les plans de recherches sur les races et les provenances il faudrait séparer les semis des provenances de ceux des individus pour satisfaire aux exigences du calcul statistique. De plus, il faut établir séparément des recherches portant sur des tests précoces et celles portant sur des observations de longue durée.

5. Les variations des conditions météorologiques des diverses années modifient les courbes de développement seulement d'une façon passagère. Même après une suite de plusieurs années anormales, les courbes reprennent rapidement l'allure caractéristique de la provenance.

## Literatur

BACKMAN, G.: Die theoretische Wiedergabe beobachteter Wachstumsserien. AB Gleerupska, Lund 1939. — FABRICIUS, L.: Holzartenzüchtung. Forstw. Centralbl. 44, 86—163 (1922). — FREEKES: Stand und Probleme der europäischen Getreidezüchtung. Vortrag zum Eutiner Züchtertreffen 1954. — GEBELEIN, H., und HEITE, H. J.: Statistische Urteilsbildung. Springer, Berlin 1951. — HESSELINK: Die Bedeutung der Samenprobleme für unsere Kiefernwälder. Mitt. holl. forstl. Versanst. (1922) (zit. nach WIEDEMANN 1930). — JENSEN, H.: The establishment of forest tree seed orchards at Ramlösa. 1941—1954. Acta Horti Gotoburgensis 14, 157—192 (1954). — JOHNSON, H.: Avkommeprövning av björk — preliminära resultat från unga försöksplanter. Svensk Papperstidning (1951). — KIELLANDER, C. L.: Sortskillnader i 10-åriga fältförsök med svensk och mellaneuropeisk gran. Svensk Skogsv. för. Tidskrift 3 (1951). — LANGNER, W.: Züchtung auf Wüchsigkeit. Forstw. Centralbl. 61, 313—318 (1939). — LANGNER, W.: Diskussionsbeitrag zur Tagung der IUFRO, Sektion 23, in Rom 1953. — LANGNER, W.: Versuchsplan zur genetischen Überprüfung von Durchforstungsmaßnahmen. Schweiz. Z. Forstwesen 106, Nr. 4 (1955). — MITSCHERLICH, E. A.: Die Ertragsgesetze. Akademienverlag, Berlin 1948. — MITSCHERLICH, E.: Über den Einfluß der Wuchsgebiete auf das Wachstum von Kiefernbeständen. Forstw. Centralbl. 68, 193—216 (1949). — MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Bayr. Landwirtschaftsverlag, München 1949. — OLBERG, A.: Die Bedeutung des Kieferntriebwicklers für die Erziehung von Kiefernwertholz. Forstarchiv 15, 29—38 (1939). — OLBERG, A.: Die Durchforstung der Kiefer. Schaper, Hannover 1950. — PETRINI, S.: Die internationalen Kiefernprovenienzversuche vom Jahre 1907 (1908). Die schwedische Versuchsreihe im Staatspark von Hälsleby. Medd. Sts. Skogsf. Anst. 17, 247—266 (1943). — SCHLENER, G., und MARQUARDT, H.: Aufgewärmtes Artgesetz oder neue forstliche Saatgutgesetzgebung? Allg. Forstzeitschrift 9, 437—439 (1954). — SCHMIDT, W.: Die Zeit als forstlicher Ertragsfaktor. Diss. Königsberg, phil. nat. Fakultät

1924. — SCHMIDT, W.: Das Ost-Westgefälle der Kiefernrasen. Intersylva 1943, 473—494. — SCHMIDT, W.: Ästigkeit von Kiefernherkünften. Forst und Holz 1, 115—118 (1946). — SCHMIDT, W.: Kiefernherkünfte und Einzelstammabsaaten auf der Versuchsfläche Kaltenbrunn/Schwarzwald. Der Züchter 24, 167—174 (1954). — SCHÖNBACH, H.: Beobachtungen an Einzelstammnachkommenschaften „einheimischer“ Douglasienbestände. Archiv für Forstwesen 2, 502—531 (1953). — SCHRÖCK, O., und STERN, K.: Untersuchungen zur Frühbeurteilung des Wachstums unserer Waldbäume, zugleich ein Beitrag zur Pappelzüchtung. Der Züchter 22, 134—143 (1952). — STEFANSSON, E.: Svensk Växtförädling II, Skogsväxterna. Natur och Kultur, Stockholm 1951. — STERN, K.: Methodik der vergleichenden Beurteilung von nach der Langparzellenmethode angelegten Kiefernabsaaten. Der Züchter 23, 1—19 (1953). — STERN, K.: Zur Entwicklung eines forstlichen Sortenversuchswesens. Z. Forstgenetik 3, 91—98 (1954 a). — STERN, K.: Ein Modell für die Wechselwirkungen des Wachstums. Der Züchter 24, 216—220 (1954 b). — VEEN, B.: General remarks on provenance research in forestry. Euphytica 3, 89—96 (1954). — DE VILMORIN, A. L.: Les trois types du pin sylvestre. Révue des eaux et des forêts. Paris 1866. — WECK, J.: Über die Brauchbarkeit von Wuchsgesetzen als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde. Forstw. Centralbl. 69, 584—605 (1950). — WECK, J.: Anwendung von Wuchsgesetzen als Methode forstl. Zuwachsforschung. Allg. Forstztschr. 8, 39—43 (1953). — WETTSTEIN, W.: Handbuch der Pflanzenzüchtung, Abschnitt Forstpflanzen. Berlin 1938. — WIEDEMANN, E.: Die Versuche über den Einfluß des Kiefernensamens. Ztschr. f. Forst- und Jagdwesen 62, 498—522 (1930). — WIEDEMANN, E.: Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M. 1950. — Anmerkung bei der Korrektur: Nach Druck der Arbeit erschien ein Aufsatz von H. JOHNSON: Utvecklingen i 15-åriga försöksodlingar av tall i relation till proveniens och odlingsort (Entwicklung 15jähriger Versuche mit Kiefer, Verhältnis von Provenienz und Anbauort), der nicht mehr berücksichtigt werden konnte.

(Aus dem Lehrforstamt Bramwald, Hemeln/Hann. Münden)

## Erfahrungen bei Eichen- und Buchenpfropfungen<sup>1)</sup>

VON J. KRAHL-URBAN und H. POTT

(Eingegangen am 15. 11. 1954)

An zahlreichen Stellen des In- und Auslandes werden seit Jahren Pfropfungen mit Holzpflanzen ausgeführt. Meist sind es wissenschaftliche Institute, die sich mit solchen Arbeiten beschäftigen. Da in zunehmendem Maße aber auch die forstliche Praxis und die gewerblichen Forstbauschulen Interesse daran zeigen, soll über die fünfjährigen Erfahrungen berichtet werden, die bei Eichen- und Buchen-Pfropfungen im Lehrforstamt Bramwald gesammelt werden konnten, zumal sich mit diesen Holzarten nur wenige Stellen beschäftigen und mit ihnen wohl die geringsten Erfahrungen vorliegen<sup>2)</sup>.

### Vorbericht

Mit Pfropfungen von Eichen und Buchen wurde im Frühjahr 1950 begonnen. Es handelte sich zunächst um Vorver-

suche, die mit beliebigen Reisern an Ästen und Zweigen 15- bis 25jähriger buschiger Eichen und Buchen einer lückigen Naturverjüngung vorgenommen wurden. Als Unterlage dienten ferner 5- bis 10jährige Eichen- und Buchenwildlingspflanzen, die in Holzkübel gesetzt und im Kalthaus einer benachbarten Gärtnerei aufgestellt waren. Auch die Pfropfungen des Frühjahrs 1951, die in einer 5jährigen Eichenpflanzkultur, in einer 6jährigen Buchenaturverjüngung und an 3- und 4jährigen verschulten Eichen und Buchen in einem Pflanzgarten vorgenommen wurden, sind nur als Vorversuche zu betrachten. Sie dienten dazu, Erfahrungen auf den verschiedensten Gebieten der Eichen- und Buchenpfropfungen zu sammeln: Beschaffenheit der Unterlagen und der Reiser, Verfahren, Zeitpunkt, Geräte, Hilfsmittel usw. Sie wurden ferner dazu benutzt, einige Hilfskräfte zu schulen.

Im Laufe des Sommers 1951 wurde ein kleines heizbares Gewächshaus und ein bescheidenes Kalthaus errichtet. Ferner wurde ein sog. Pfropfgarten angelegt. — Seit dem Frühjahr 1952 sind, von zwei Ausnahmen abgesehen, Pfropfungen nur noch im Gewächshaus, im Kalthaus und im Pfropfgarten ausgeführt worden. Diese Ausnahmen betreffen Pfropfungen in einer 10jährigen Buchennaturverjüngung, die der Produktion von Sekundärreisern dienen sollen, und Pfropfungen mit Reisern von verschiedenen Plusbäumen in den Ästen einer etwa 30jährigen, buschigen Buche, die das Ziel haben, eine „Einbaum-Samenplantage“ zu schaffen.

<sup>1)</sup> Die Versuche wurden ermöglicht durch Forschungsmittel, die vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (E.R.P.-Mittel) sowie von den Landesforstverwaltungen in Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zur Verfügung gestellt wurden. Dafür darf an dieser Stelle gedankt werden.

<sup>2)</sup> Daß indessen das Pfropfen von Eichen und Buchen auch in Deutschland schon lange bekannt ist, beweist eine Anfrage, die der bekannte Reichsfreiherr vom Stein am 21. März 1824 an seinen Gärtner richtete: „... Hoffentlich hat Zielfelder (der Gärtner) brav fremde Eichen, Ahorn, Eschen, Buchen, Ulmen, Acazien gepfropft, damit wir immer was zum Verkauf haben, auch Stecklinge von Platanen gemacht.“ Aus: JOSEF LAPPE „Freiherr vom Stein als Gutsherr auf Kappenberg“. Münster 1920.