

1. ABHANDLUNGEN

Die Bestimmung des Ertragsniveaus bei der Buche

Von R. KENNEL¹

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Mit dem Problem der Vorausschätzung des Ertrages von Waldbeständen beschäftigen sich die Forstleute seit dem Beginn einer geregelten Forstwirtschaft. Die Autoren der ersten Ertragstafeln (z. B. PAULSEN 1778, HARTIG 1795 oder COTTA 1821) verwendeten Standorts- und Bodenmerkmale als Hinweis für die Einordnung eines Bestandes in die entsprechende *Standortsgüteklasse*. Später wurde als Bonitätsweiser vor allem die Bestandesmasse selbst herangezogen. Diese ist jedoch zu sehr von der Durchforstungsstärke abhängig, um als Maßstab für die Leistungsfähigkeit eines Standorts gelten zu können. BAUR nahm schließlich 1876 zur Aufstellung seiner Fichtenertragstafeln zum ersten Mal die Mittelhöhe als Bonitätsweiser, ebenso 1881 für die Buche. Er ging von der Vorstellung aus, daß das Höhenwachstum der Bäume im Gegensatz zur Durchmesserentwicklung vor allem von der Standortskraft abhängt, jedoch weitgehend von der Durchforstungsstärke und damit vom Dichtschluß unabhängig sei. EICHHORN (1904, S. 48) fand 1902 darüber hinaus für Tannenbestände, daß „einer bestimmten mittleren Bestandeshöhe durch alle Standortsklassen die gleiche Bestandesmasse entspricht“. 1904 bestätigte er diese von ihm selbst als *Gesetz* bezeichnete Erfahrung auch für die Buche. Das sog. „EICHHORNSCHE Gesetz“ wurde später von GEHRHARDT (1909) für die Fichte und Kiefer noch dahingehend erweitert, daß auch die Gesamterträge unabhängig von der Standortsklasse eine Funktion der Mittelhöhe seien.

Abweichend von diesem sog. „erweiterten EICHHORNSCHEN Gesetz“ zeigen die Buchenertragstafeln von GEHRHARDT (1923) und auch von WIEDEMANN (1931) mit abnehmender Höhenbonität eine Zunahme der Gesamtwuchsleistung bei gegebener Mittelhöhe. Bei einer Mittelhöhe von 20 m steigt zum Beispiel die Gesamtwuchsleistung bei GEHRHARDT von 345 Vfm Derbholz bei der ersten Bonität auf 380 Vfm bei der vierten Bonität an, bei WIEDEMANN (mäßige Durchforstung) von 320 auf 415 Vfm. Die genannten Autoren wandten also für ihre Buchentafeln keine einheitliche Grundbeziehung für den Zusammenhang zwischen Gesamtwuchsleistung und Mittelhöhe an (*Grundbeziehung II* nach der Definition von ASSMANN, 1949). Zur Ermittlung der Gesamtwuchsleistung aus diesen Ertragstafeln genügt daher die Mittelhöhe allein nicht, es muß auch das Alter und damit die Höhenbonität bekannt sein.

Daß auch bei gleicher Höhenbonität noch bedeutende Unterschiede in der Gesamtwuchsleistung bis zu 30 % auftreten können, hat ASSMANN erstmals für die Fichte nachgewiesen (ASSMANN 1959). Ihm verdanken wir auch die Prägung und die Definition des Begriffs *Ertragsniveau*. Danach wird das *allgemeine Ertragsniveau* eines Standortes gekennzeichnet durch die Gesamtwuchsleistung, die bei einer bestimmten

¹ Nach einem Vortrag, gehalten bei der Tagung 1972 der Sektion Ertragskunde im deutschen Verband forstlicher Forschungsanstalten in Neustadt a. d. W.

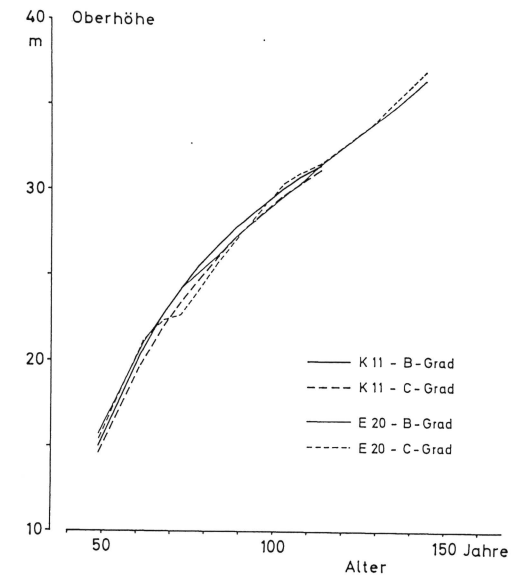
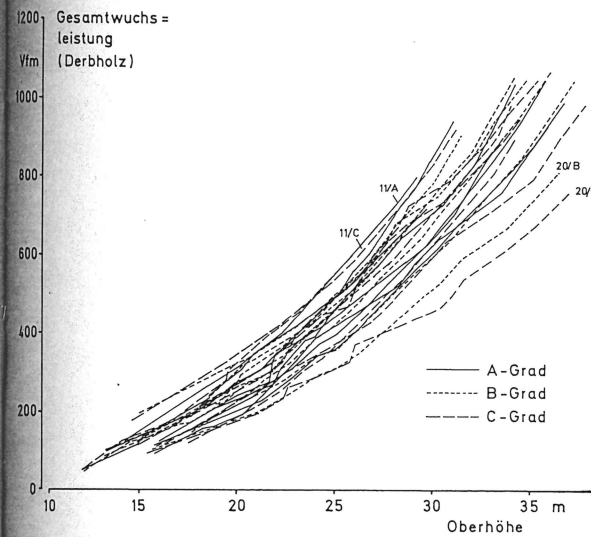


Abb. 1 (links). Die Gesamtwuchsleistung von 24 bayerischen Buchendurchforstungsversuchsflächen, aufgetragen über der Oberhöhe. — Abb. 2 (rechts). Die Oberhöhenentwicklung von zwei Versuchsflächen in der Rheinpfalz. Trotz gleicher Oberhöhe betragen die Unterschiede in der Gesamtwuchsleistung im Alter von 114 Jahren bis zu 350 Vfm (K 11 = Kirchheimbolanden, E 20 = Elmstein)

Mittelhöhe erreicht wird, unter *speziellem Ertragsniveau* versteht ASSMANN die Gesamtwuchsleistung für eine bestimmte Höhenbonität (ASSMANN 1966, S. 357).

Über Ertragsniveauunterschiede bei der Rotbuche ist bisher aus der Literatur wenig bekannt. WIEDEMANN weist zwar in anderem Zusammenhang bereits 1931 darauf hin, „daß vielfach Bestände von gleichem Alter, gleicher Behandlung und gleicher Bonität Zuwachsunterschiede von 50 und mehr Prozent haben“, sieht den Grund dafür jedoch mehr in „allerlei Zufälligkeiten“, in Witterungsschwankungen und örtlichen Besonderheiten. Wie schon erwähnt, zeigen sowohl die Buchenertragstafeln von SCHWAPPACH/WIEDEMANN (1911/1931) als auch die von GEHRHARDT (1923) mit abnehmender Höhenbonität eine Zunahme der Gesamtwuchsleistung bei gleicher Mittelhöhe, unterstellen also bei geringeren Bonitäten ein höheres allgemeines Ertragsniveau.

Daß auch bei der Buche bei gleicher Oberhöhenbonität ganz beträchtliche Unterschiede in der Gesamtwuchsleistung vorkommen, zeigen einige langfristig beobachtete Buchendurchforstungsversuche. In Abb. 1 ist die Gesamtwuchsleistung von 24 Buchenversuchsflächen über der Oberhöhe aufgetragen. Es handelt sich um acht Niederdurchforstungsversuche mit jeweils drei Flächen, die schwach, mäßig und stark durchforstet wurden. Die Versuche liegen in Bayern und in der Rheinpfalz, sie bestehen zum Teil schon seit 1870, also seit über 100 Jahren (s. a. R. KENNEL 1972). Die Gesamtwuchsleistungen der 24 Versuchsflächen bilden, über der Oberhöhe aufgetragen, ein breites Band. Die Standardabweichung innerhalb 3 m breiter Höhenstufen liegt zwischen ± 12 und ± 30 %, für Oberhöhen über 20 m im Mittel etwa bei ± 15 bis ± 16 %. Die Extreme werden durch Flächen der Durchforstungsversuche Nr. 11 und Nr. 20 repräsentiert. Diese Versuche liegen in der Pfalz, bei Kirchheimbolanden am Donnersberg und bei Elmstein, kaum 30 km voneinander entfernt. Interessant ist, daß

beide Bestände fast die gleiche Oberhöhenbonität besitzen. Abb. 2 zeigt die Entwicklung der Oberhöhe der B- und C-Gradflächen über dem Alter, die Unterschiede sind nur sehr gering. Trotzdem liegt die Gesamtwuchsleistung im Mittel der B- und C-Flächen (mäßige und starke Durchforstung) bei Nr. 20 im Alter von 114 Jahren bei nur 61 % der vergleichbaren Flächen des Versuches Nr. 11. Es handelt sich damit um ein eklatantes Beispiel unterschiedlichen Ertragsniveaus auf räumlich sehr eng begrenztem Gebiet. Die Versuche unterscheiden sich deutlich im Standort, Nr. 11 am Donnersberg liegt auf nährstoffreicher Porphyrvwitterung mit sehr guter Wasserversorgung durch Hangwasserzug, Nr. 20 auf mittlerem Buntsandstein. Trotzdem dürfte es sehr schwer sein, allein aus Standortmerkmalen das Ertragsniveau quantitativ abzuleiten. Dagegen liegt die Frage nahe, ob es nicht Bestandsmerkmale gibt, die einen Hinweis auf so deutliche Ertragsniveauunterschiede geben können. FRANZ hat 1967 für die Fichte einen Weg gezeigt, wie aus einmalig erhobenen Bestandesgrößen das Ertragsniveau abgeschätzt werden kann. Ein ähnlicher Weg müßte auch für die Buche zu finden sein.

Als Datenmaterial für entsprechende Untersuchungen standen mir 312 zeitlich getrennte Aufnahmen der oben erwähnten 24 bayerischen und pfälzischen Buchendurchforstungsversuchsflächen zur Verfügung, daneben 13 schweizerische Buchenflächen, die im ganzen 119mal aufgenommen worden waren².

Als erstes unterzog ich die für eine Erklärung der Ertragsniveauunterschiede in Frage kommenden Bestandsmerkmale einer Faktorenanalyse. Dabei ergab sich das in Tab. 1 wiedergegebene Bild. Es zeichnen sich zwei wirksame Faktoren mit Eigen-

Tabelle 1
Faktorenanalyse

Variable	Faktorenloadungen			Kumulative nalität
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	
Grundfläche, g	0,14	0,91	0,00	0,85
Mitteldurchmesser, d_g	0,99	-0,02	-0,07	0,99
Oberdurchmesser, d_o	0,97	0,19	0,02	0,99
Oberhöhe, h_o	0,94	0,20	0,10	0,94
Gesamtwuchsleistung, GWL	0,94	0,31	-0,03	0,98
Eigenwerte	3,93	0,80	0,02	—
Kumulativer Anteil an der Gesamtvarianz ...	0,79	0,95	0,95	—

werten von 3,9 bzw. 0,8 ab. Der erste Faktor zeigt hohe Faktorloadungen beim Mitteldurchmesser, beim Oberdurchmesser, bei der Oberhöhe und bei der Gesamtwuchsleistung. Er bestimmt offensichtlich die mittleren Baumdimensionen eines Bestandes und den damit verbundenen Zuwachs, kann also als Bonitätsfaktor angesehen werden. Der zweite Faktor dagegen wirkt vor allem über die Bestandesgrundfläche und damit über die Bestandesdichte, unabhängig von den Einzelbaumdimensionen. Damit steht er in engem Zusammenhang mit dem Ertragsniveau selbst, das ja sehr stark von der örtlich möglichen maximalen Grundflächenhaltung abhängt. Der zweite Faktor ist allerdings in der Gesamtwuchsleistung bei einer Faktorladung von 0,31 weniger

² Für die Bereitstellung dieses wertvollen Untersuchungsmaterials möchte ich auch hier noch einmal der Eidgenössischen Anstalt für das Forstl. Versuchswesen, besonders aber Herrn Dr. E. BADOUX, bestens danken.

wirksam als Faktor 1. Auffallend hoch ist der Anteil der erklärten Variabilität an der Gesamtvariabilität von 0,95.

Der nächste Schritt besteht nun darin, die vermuteten und in der Faktorenanalyse bestätigten Zusammenhänge zwischen Gesamtwuchsleistung und Bestandesmerkmalen in einer Mehrfachregressionsrechnung zu erfassen. Die aus dem vorliegenden Datenmaterial nach der Methode der kleinsten Quadrate errechneten Regressionsparameter erlauben dann eine Schätzung der Gesamtwuchsleistung aus Bestandesmerkmalen beliebiger Bestände.

Für die Regressionsrechnung wurden folgende Bestandeskennzahlen als unabhängige Variable ausgewählt:

Der Mitteldurchmesser d_g , der Oberdurchmesser d_o der 100 stärksten Bäume pro Hektar, die Grundfläche g und die Oberhöhe h_o .

Alle Größen wurden logarithmisch transformiert, außerdem wurden neben den linearen Werten versuchsweise auch die Quadrate in die Regressionsrechnung einbezogen. Nach einer stufenweise fortschreitenden Regressionsrechnung blieben schließlich die in Tab. 2 aufgeführten unabhängigen Variablen x_1 bis x_6 als statistisch gesichert übrig. Die zugehörigen Regressionskoeffizienten $a, b \dots g$ können ebenfalls aus Tab. 2 entnommen werden. Auffallend hoch ist auch hier das Bestimmtheitsmaß mit einem Wert von 0,99.

Tabelle 2
Mehrfachregression

$y = a + bx_1 + cx_2 + dx_3 + ex_4 + fx_5 + gx_6$		
		F-Wert
$y = \ln \text{ GWL}$	$a = -8,66234$	—
$x_1 = \ln d_o$	$b = 3,84120$	54
$x_2 = \ln h_o$	$c = 3,09116$	22
$x_3 = \ln^2 g$	$d = 0,09325$	754
$x_4 = \ln^2 d_g$	$e = 0,16835$	489
$x_5 = \ln^2 d_o$	$f = -0,61149$	60
$x_6 = \ln^2 h_o$	$g = -0,36891$	12
Bestimmtheitsmaß	$B = 0,99$	$N = 312$

Die Funktion (s. Tab. 2) ermöglicht die Berechnung der Gesamtwuchsleistung (Vorratsfestmeter Derbholz mit Rinde) aus vier Bestimmungsgrößen, nämlich dem Oberdurchmesser, der Oberhöhe, dem Mitteldurchmesser und der Grundfläche des verbleibenden Bestandes, wobei der Oberdurchmesser der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume pro Hektar ist, die Oberhöhe der aus der Höhenkurve abgelesene oder berechnete Höhenwert für den Oberdurchmesser und der Mitteldurchmesser der Durchmesser des Grundflächenmittelstammes.

Berechnet man nun für alle 312 Aufnahmen mit Hilfe dieser Regression die entsprechende bis zum Aufnahmezeitpunkt erreichte Gesamtwuchsleistung, so läßt sich diese der tatsächlich beobachteten Gesamtwuchsleistung gegenüberstellen. Die Abweichungen der beobachteten von den berechneten Gesamtwuchsleistungswerten zeigt Abb. 3. Sie sind über der jeweiligen Gesamtwuchsleistung aufgetragen. Im Mittel aller 312 Berechnungen weichen die beobachteten nur um + 0,1 % von den berechneten Gesamtwuchsleistungswerten ab, auch die Standardabweichung ist mit $\pm 7,6$ % verhältnismäßig gering. Der Polygonzug verbindet die mittleren Abweichungen für Stu-

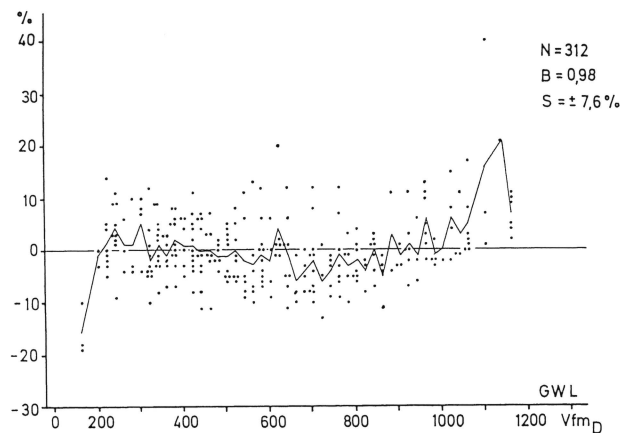


Abb. 3. Die Abweichungen der beobachteten Gesamtwuchsleistungswerte von den berechneten Werten für die 24 bayerischen Versuchsflächen, aufgetragen über der Gesamtwuchsleistung

fen von 20 Vfm Breite, jeder Punkt entspricht einer Flächenaufnahme. Getrennte Berechnungen der Abweichungen für schwache, mäßige und starke Durchforstung zeigten nur geringe systematische Unterschiede. Die mittleren Abweichungen erreichten für die A-Gradflächen + 0,5 %, für die B-Flächen - 0,6 % und für die C-Flächen + 0,3 %. Die Standardabweichung war bei den mäßig durchforsteten B-Gradflächen geringer ($\pm 4,4$ %), bei den stark durchforsteten C-Flächen höher ($\pm 9,9$ %). Für einen weiteren unabhängigen Test wurden die 13 schweizerischen Buchenflächen mit insgesamt 119 Aufnahmen herangezogen. Unter diesen 13 Versuchen sind auch 2 Hochdurchforstungsversuche. Abb. 4 zeigt das Ergebnis, wieder aufgetragen über der

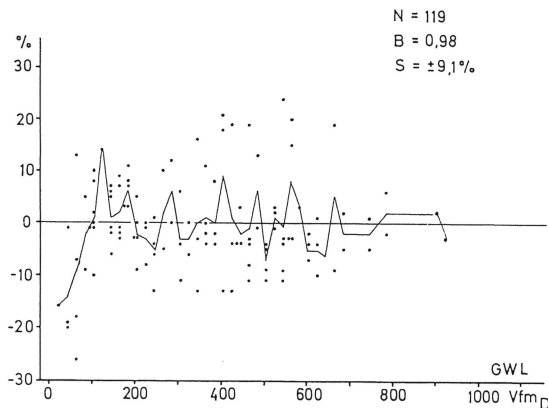


Abb. 4. Die Abweichungen der auf 13 schweizerischen Versuchsflächen gemessenen Gesamtwuchsleistungen von den berechneten Werten. Die Abweichungen sind vollkommen zufällig um die Nulllinie verteilt

Gesamtwuchsleistung. Die mittlere Abweichung liegt bei - 0,8 %, die Abweichungen sind sehr gleichmäßig um die Nulllinie verteilt. Die Standardabweichung beträgt $\pm 9,1$ %.

Mit Hilfe der gefundenen Regressionsbeziehung ist es also möglich, die aktuelle Leistung von Buchenbeständen aus einmalig erhobenen Bestandesdaten mit großer Zuverlässigkeit zu schätzen. Für die Beurteilung des Ertragsniveaus ist noch ein Bezugssystem erforderlich, das einen Vergleich der Gesamtwuchsleistung von Beständen mit verschiedener Oberhöhe ermöglicht und das als Maßstab für die Einordnung eines

Bestandes in verschiedene Ertragsniveaustufen dienen kann. Dieses System muß also die Beziehung zwischen Gesamtwuchsleistung und Oberhöhe zum Ausdruck bringen. Im Anhalt an das Vorgehen von FRANZ (1967) habe ich für diese Beziehung als geeignete Funktion die doppelt-logarithmische Parabel gewählt, deren Parameter mit Hilfe eines Dreipunktverfahrens⁹ ermittelt wurden. In Abb. 5 ist der Kurvenfächer dargestellt. Mit seiner Hilfe kann jeder Gesamtwuchsleistungswert auf eine Bezugsoberhöhe extrapoliert und so mit anderen Gesamtwuchsleistungswerten vergleichbar gemacht werden. Als Bezugsoberhöhe wurde eine Höhe von 40 m gewählt:

$$\ln y = a + b \cdot \ln x + c \cdot \ln^2 x$$

wobei $y = \text{Gesamtwuchsleistung}/100$ (Vfm Derbholz)

$$x = \text{Oberhöhe} \cdot 2,5 \text{ (m)}$$

$$b = a_1 + b_1 \cdot \ln \text{GWL}_{40} + c_1 \cdot \ln^2 \text{GWL}_{40}$$

$$c = a_2 + b_2 \cdot \ln \text{GWL}_{40} + c_2 \cdot \ln^2 \text{GWL}_{40}$$

$$a = \ln \text{GWL}_{40} - b \cdot \ln 100 - c \cdot \ln^2 100$$

$$\text{GWL}_{40} = (\text{Gesamtwuchsleistung bei einer Oberhöhe von 40 m})/100$$

$$a_1 = 0,30841 \cdot 10^1 \quad a_2 = -0,73831 \cdot 10^{-1}$$

$$b_1 = 0,47113 \cdot 10^{-4} \quad b_2 = -0,29446 \cdot 10^{-5}$$

$$c_1 = -0,86812 \cdot 10^{-5} \quad c_2 = 0,54258 \cdot 10^{-6}$$

Soll das Ertragsniveau eines Bestandes bestimmt werden, wird die derzeitige Gesamtwuchsleistung berechnet und von der momentanen Oberhöhe mit Hilfe des GWL-Fächers auf die Oberhöhe 40 m extrapoliert. Die so gefundene Gesamtwuchsleistung für die Oberhöhe 40 m (GWL_{40}) ist ein unmittelbarer Ausdruck für das Ertragsniveau:

$$\ln (\text{GWL}_{40}) = \frac{\sqrt{b^2 - 4ac} - b}{2a}$$

wobei $a = c_1 (\ln x - \ln 100) + c_2 (\ln^2 x - \ln^2 100)$

$$b = b_1 (\ln x - \ln 100) + b_2 (\ln^2 x - \ln^2 100) + 1,0$$

$$c = a_1 (\ln x - \ln 100) + a_2 (\ln^2 x - \ln^2 100) - \ln (\text{GWL}/100)$$

$$x = \text{Oberhöhe} \cdot 2,5 \text{ (m)}$$

Teilt man das Streuband der Gesamtwuchsleistungswerte (s. Abb. 1) in drei gleich breite Streifen, so können bei einer Oberhöhe von 40 m etwa folgende Grenzen für die entsprechenden Ertragsniveau-Stufen angenommen werden:

Ertragsniveaustufe 1: unteres Ertragsniveau 900—1200 Vfm

Ertragsniveaustufe 2: mittleres Ertragsniveau 1200—1500 Vfm

Ertragsniveaustufe 3: oberes Ertragsniveau 1500—1800 Vfm

Das Ertragsniveau läßt sich dann nach folgendem Ansatz berechnen:

$$\text{EN} = \frac{\text{GWL}_{40} - 750 \text{ Vfm}}{300 \text{ Vfm}}$$

Um zu prüfen, wie weit die Berechnung und die Extrapolation der Gesamtwuchsleistung nach dem in Abb. 5 dargestellten Kurvensystem der Wirklichkeit entspricht, habe ich für jeden Aufnahmezeitpunkt die Gesamtwuchsleistung aus den Bestandesdaten errechnet, anschließend auf das Endalter der Versuchsfläche, also auf die jeweils letzte Aufnahme, extrapoliert und dort mit der tatsächlich beobachteten Gesamtwuchsleistung verglichen. Für die Extrapolation muß auch die Oberhöhe für den Endzeitpunkt bekannt sein. Sie wurde aus der Oberhöhe am Anfang in Abhängigkeit

⁹ Das Programm stellte mir Herr Dr. A. SCHMIDT zur Verfügung, wofür ich auch hier noch einmal herzlich danken möchte. Das Verfahren ist näher beschrieben bei A. SCHMIDT (1971, S. 62) und bei R. KENNEL (1972, S. 89).

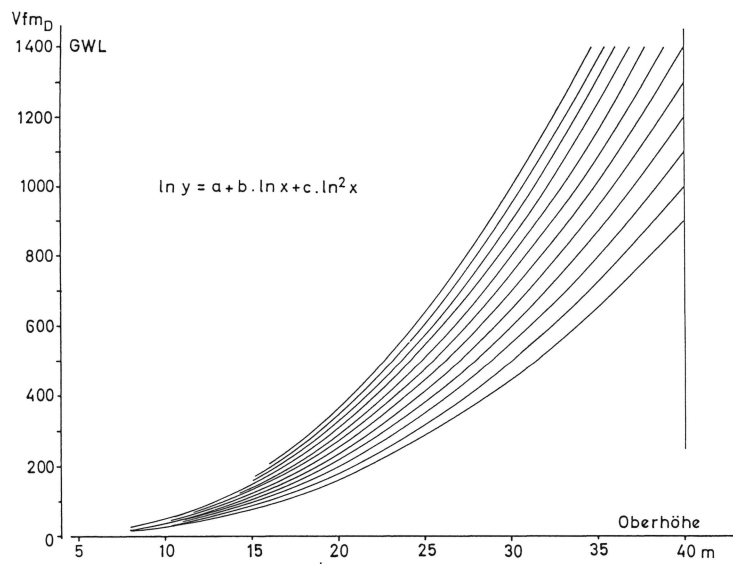


Abb. 5. Maßstabskurvensystem zur Extrapolation der Gesamtwuchsleistungswerte auf einen gemeinsamen Höhenbezugswert (hier die Oberhöhe von 40 m)

vom Alter berechnet. Es wurden also nicht die tatsächlich gemessenen Oberhöhen des Endzeitpunktes verwendet, sondern extrapolierte Oberhöhen. Der entsprechende Oberhöhenfächer ist beschrieben bei R. KENNEL (1972) auf Seite 89 ff.

Die Abweichungen der so berechneten und extrapolierten Gesamtwuchsleistungen von den zum Endzeitpunkt auf den Versuchsflächen beobachteten sind für die bayrischen Versuche in Abb. 6 graphisch dargestellt. Als Abszisse dient das jeweilige Anfangsalter, von dem aus die Extrapolation vorgenommen wurde. Es ergeben sich

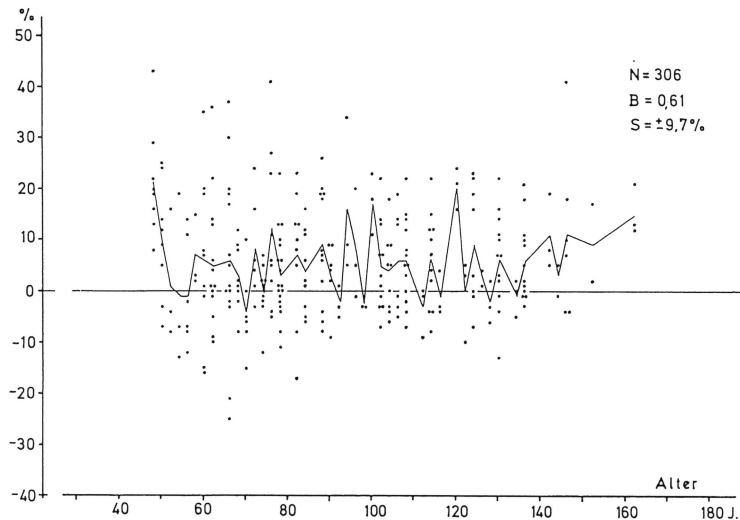


Abb. 6. Die berechnete und auf das Endalter der Versuche extrapolierte Gesamtwuchsleistung im Vergleich zur beobachteten (24 bayerische Versuchsflächen, nur Aufnahmen mit Alterswerten von mindestens 45 Jahren). Erläuterungen siehe im Text

verschieden lange Extrapolationszeiträume, die zwischen 0 und 97 Jahren liegen. Die berechnete Gesamtwuchsleistung wurde gleich Null gesetzt, die Punkte entsprechen den beobachteten Werten in Prozent der berechneten. Anfangsalter unter 45 Jahren wurden nicht einbezogen. Es ist eine gleichmäßige systematische Abweichung von der Nulllinie zu erkennen, die tatsächlichen Werte der GWL liegen im Mittel um 5,5 % über den berechneten. Diese Erscheinung läßt sich aus der Tatsache erklären, daß sowohl die Volumenzuwächse als auch der Höhenzuwachs der meisten Versuchsflächen in den letzten Aufnahmeperioden einen, wahrscheinlich witterungsbedingten, überdurchschnittlichen Anstieg erkennen lassen. Dieser steilere Anstieg am Ende der gesamten Beobachtungszeit konnte beim Ausgleich der Gesamtwuchsleistung und der Oberhöhe nicht berücksichtigt werden. Das hat zur Folge, daß die Extrapolation zu etwas geringeren Höhen und Gesamtwuchsleistungen führt, als es der Wirklichkeit entspricht. Die Standardabweichung ist mit $\pm 9,7\%$ trotzdem nicht sehr groß.

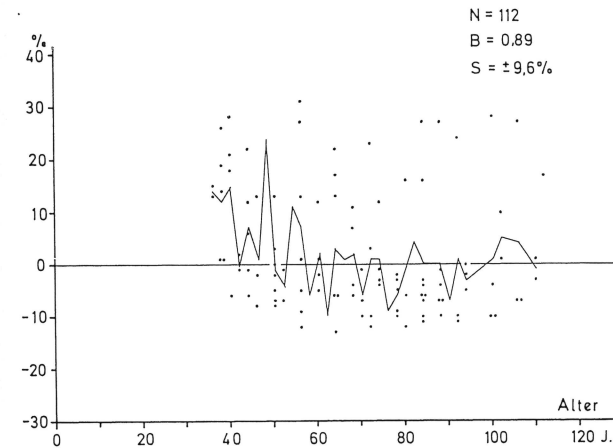


Abb. 7. Die extrapolierte Gesamtwuchsleistung für 13 schweizerische Versuche im Vergleich zu den gemessenen Werten (ab einem Anfangsalter von 36 Jahren). Erläuterung siehe im Text

Bei den schweizerischen Versuchen ist dieser Anstieg nicht vorhanden, da diese Versuche zu ganz unterschiedlichen Zeitpunkten zwischen 1917 und 1961 abgeschlossen wurden. Dementsprechend lassen auch die Abweichungen der beobachteten von den berechneten Gesamtwuchsleistungswerten zumindest im Altersbereich ab 50 Jahren keinen systematischen Trend erkennen. Im Mittel weichen sie nur um $+ 0,6\%$ von den berechneten ab (Abb. 7).

Zusammenfassung

Langfristig beobachtete Versuchsflächen zeigen, daß es auch bei der Buche bei gleicher Oberhöhe Unterschiede in der Gesamtwuchsleistung und damit im Ertragsniveau gibt, die so groß sind, daß sie nicht vernachlässigt werden können. Mit Hilfe einer aus diesen Versuchen abgeleiteten Regressionsbeziehung kann die Gesamtwuchsleistung aus einmalig erhobenen Bestandesdaten mit großer Zuverlässigkeit geschätzt werden. Darüber hinaus ist es möglich, durch die Einordnung der Gesamtwuchsleistung mit der zugehörigen Oberhöhe in ein entsprechendes Maßstabsystem, das Ertragsniveau in Abhängigkeit von der Oberhöhe unmittelbar zu bestimmen.

Summary

This paper deals with a growth analysis of 24 permanent sample plots in beech stands in Bavaria and 13 in Switzerland. The objective of the study was an evaluation of those factors which influence the General Yield Level. A factor analysis indicated the importance of two factors. Factor 1 indicates high factor loadings for mean diameter, top diameter, top height and total volume production. These components together express tree dimensions as well as increment and can be interpreted as a site quality factor. Factor 2 shows a high loading for basal area, whereas total production is less important. Factor 1 explains 79 %, factors 1 and 2 together 95 % of the total variability. Based upon the results of the factor analysis, multiple regression equations were fitted in which the log-transformed mean and top diameter and top height as well as several quadratic terms were retained as significant explanatory variables. Based upon the relevant regression equations, the author describes how to estimate the actual Yield Level of a particular stand.

Literatur

ASSMANN, E., 1949: Zur Ertragstafelfrage. Forstw. Cbl. **68**, 414-430. — Ders., 1959: Höhenbonität und wirkliche Ertragsleistung. Forstw. Cbl. **78**, 1-20. — Ders., 1966: Die Schätzung jetziger und künftiger Ertragsleistungen. Forstw. Cbl. **85**, 355-371. — BAUR, F., 1876: Die Fichte in bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin. — Ders., 1881: Die Rotbuche in bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin. — COTTA, H., 1821: Hülftafeln für Forstwirthe und Forsttaxatoren. Dresden. — EICHHORN, F., 1904: Beziehungen zwischen Bestandeshöhe und Bestandesmasse. Allg. Forst- u. Jagdztg. **80**, 45-49. — FRANZ, F., 1967: Ertragsniveau-Schätzverfahren für die Fichte an Hand einmalig erhobener Bestandesgrößen. Forstw. Cbl. **86**, 98-125. — GEHRHARDT, E., 1909: Über Bestandes-Wachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. Allg. Forst- u. Jagdztg. **85**, 117-128. — Ders., 1923: Ertragstafeln für Eiche, Buche, Tanne, Fichte und Kiefer. Berlin. — HARTIG, G. L., 1795: Anweisung zur Taxation der Forste. Gießen. — KENNEL, R., 1972: Die Buchendurchforstungsversuche in Bayern von 1870 bis 1970. Forschungsberichte der Forstl. Forsch.anstalt München, H. 7. — PAULSEN, J. CHR., 1778: Kurze Anleitung zum Forstwesen (hrsg. von FÜHRER, Detmold 1795, 152 S.), zitiert nach FIRAT, F.: Vergleichende Untersuchungen über Wachstum und Ertrag der Rotbuche in Sachsen. Diss. 1937, Techn. Hochschule Dresden. — SCHMIDT, A., 1971: Wachstum und Ertrag der Kiefer auf wirtschaftlich wichtigen Standorteinheiten der Oberpfalz. Forschungsberichte der Forstl. Forsch.anstalt München, H. 1. — SCHWAPPACH, A., 1911: Die Rotbuche. Neudamm. — WIEDEMANN, E., 1931: Die Rotbuche 1931. Hannover.

Anschrift des Verfassers: Dr. R. KENNEL, Institut für Forstliche Ertragskunde, 8000 München 40, Amalienstraße 52

Beitrag zur Frage der Entwicklung von Esche, Ahorn und anderen Bunthölzern in einem Buchengrundbestand

Von H. FREIST

Während seiner nahezu zwei Jahrzehnte dauernden Tätigkeit als Revierverwalter des Südhazforstamtes Wieda hat Prof. Dr. E. ASSMANN sich besonders intensiv und erfolgreich der Bestandespflege gewidmet. Um diese schlichte Feststellung gebührend zu würdigen, muß man sich vergegenwärtigen, wie schwierig es in der Zeit der zentralen Befehlswirtschaft vor dem Kriege und in den Wirren der Kriegs- und Nachkriegsjahre war, einen hohen Anteil der auferlegten und zwingend zu erfüllenden Gesamtnutzung aus Pflegehieben in jungen Beständen zu erbringen. — Unter anderem legte Prof. ASSMANN im Forstort Knicking, in dem besonders pflegewürdige, regelmäßig geläuterte und durchforstete wüchsige junge Buchenbestände mit wechselnder Beimischung von Esche, Bergahorn, Spitzahorn, Bergrüster und Hainbuche stockten, im Herbst 1953 eine langfristige ertragskundliche Versuchsreihe mit 4 Vergleichsflächen an. Es handelt sich um einen optimalen Laubholzstandort, einen lehen bis mäßig steilen Osthang 360 m über NN. Der Jahresniederschlag beträgt 1100 mm, davon in der Vegetationszeit 350 mm, die Mitteltemperatur der Vegetationszeit (Mai bis August) 13,9°. Der Boden stammt aus Diabasverwitterung und ist ein grusiger, hangfrischer, mitteltiefgründiger Lehm (Bodentyp: unentwickelte mesotrophe Braunerde). Der Humus weist einen günstigen Mullzustand auf. Die vier Flächen der Versuchsreihe lassen sich durch folgende Angaben kurz charakterisieren:

Tabelle 1

Nr. der Fläche	Behandlung	Alter am 1. 10. 1972	Bonität nach WIEDEMANN mäß. Df.	Maximale Grundfläche am 1. 10. 1972	Mittlere Grundflächenhaltung 1953—1972	Natürlicher Bestockungsgrad nach ASSMANN 1953—1972
1	starke Hochdurchforstung	88 Jahre	I,1	—	28,4 qm	0,68
2	undurchforstete Vergleichsfläche	88 Jahre	I,7	41,6 qm	—	1,00
3	Mischbestand mit hohem Anteil an Bunthölzern	88 Jahre	I,2	—	29,3 qm	0,70
4	mäßige Hochdurchforstung	92 Jahre	I,1	—	30,8 qm	0,74

1953 wurden nach stammweiser Numerierung und Messung für jeden Baum die soziale Stellung, die Schaft- und die Kronengüte in einer dreistelligen Ziffer angesprochen und festgehalten. Die üblichen ertragskundlichen Aufnahmen erfolgten 1958, 1959, 1965 und zuletzt durch den Verfasser 1972/73.

Der eigentliche Versuchszweck ist, die Volum- und Wertleistung der Buche bei unterschiedlicher Behandlung zu ermitteln, und zwar in Beständen, die von früher Jugend an eine fachgerechte Jungwuchspflege und Läuterung erfahren haben. Daneben

FORST- WISSENSCHAFTLICHES CENTRALBLATT

ZUGLEICH ZEITSCHRIFT FÜR DIE VERÖFFENTLICHUNGEN
DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT MÜNCHEN

Unter Mitwirkung von

*E. Assmann, München / F. Backmuud, München / A. Baumgartner, München
P. Burschel, München / F. Franz, München / R. Geiger, München
J. N. Köstler, München / W. Kroth, München / W. Laatsch, München
H. Löffler, München / K. Mantel, Freiburg / R. Plochmann, München
K.-E. Rehfuess, München / A. von Schönborn, München / P. Schütt,
München / H. Schulz, München / W. Schwenke, München / J. Speer,
München / W. Wittich, Göttingen*

herausgegeben von

H. von Pechmann

92. JAHRGANG

Mit 138 Abbildungen



1973

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
LANDWIRTSCHAFT · VETERINÄRMEDIZIN · GARTENBAU · FORSTWESEN · JAGD UND FISCHEREI

HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Inhaltsverzeichnis für den 92. Jahrgang

FRANZ, F.: Prof. ERNST ASSMANN zum 70. Geburtstag	217
I. ABHANDLUNGEN	
AUFSESS, H. v.: Einige Pilzschäden an alten Eichen	153
CIRIACY, M.; SCHWAIER, R.: Vergleichende Atmungs- und Gärungsmessungen an mehreren Stämmen von <i>Fomes annosus</i> und <i>Armillaria mellea</i> bei Inkubation in verschiedenen Kohlenstoffquellen	89
DELORME, A.: Über die Bildung von Jahrringbreitenmittelkurven als Grundlage für dendrochronologische Datierungen	335
ELSNER, F.: Frühe Lärchen-Anbauten in Franken	328
FREIST, H.: Beitrag zur Frage der Entwicklung von Esche, Ahorn und anderen Bunthölzern in einem Buchengrundbestand	235
GROTTENTHALER, W.; LAATSCH, W.: Untersuchungen über den Hangabtrag im Lainbachtal bei Benediktbeuern	1
HOLLSTEIN, E.: Eine mittelalterliche Rotbuchenchronologie aus dem Gerechtigkeitsbrunnen auf dem Frankfurter Römer	47
KARL, J.: Zum Aufsatz „Typen der Massenverlagerung in den Alpen und ihre Klassifikation“ von W. LAATSCH und W. GROTTENTHALER	201
KELLER, TH.: Über den Einfluß von Industrieklärschlamm auf die Nettoassimilation junger Forstpflanzen	105
KENNEL, R.: Die Bestimmung des Ertragsniveaus bei der Buche	226
KROTH, W.: Entscheidungsgrundlagen bei Walderschließungsinvestitionen	132
LAAR, A. v.: Konkurrenzdruck und Zuwachs von <i>Pinus radiata</i>	261
LAATSCH, W.; GROTTENTHALER, W.: Stellungnahme zur Kritik von J. KARL über den Aufsatz „Typen der Massenverlagerung in den Alpen und ihre Klassifikation“	203
LÜPKE, B. v.: Wasserhaushalt junger Fichten nach dem Verpflanzen	311
MANTEL, W.: Die bayerische Forsteinrichtungsanweisung vom Jahre 1812	207
MOULALIS, D.: Untersuchungen über das Austreibeverhalten der Baumart Fichte (<i>Picea abies</i> [L.] Karst.) in Bayern und die Züchtung auf Spätfrost-Resistenz	24
O'LEARY, J. E.: Ein Vergleich einiger forstlicher Praktiken in den Alpen und in West Oregon (übers. und überarb. von R. LAMMEL)	183
PECHMANN, H. v.; AUFSESS, H. v.; REHFUESS, K. E.: Ursachen und Ausmaß von Stammfäulen in Fichtenbeständen auf verschiedenen Standorten	68
SCHMIDT, A.: Ertragsniveau und Standort, dargestellt am Beispiel der Kiefer	268
SCHÜTT, P.: Ein Hinweis für Zusammenhänge zwischen Cotyledonenzahl und Wuchsleistung bei Nadelholz-Sämlingen	19

STAMENKOVIĆ, V.; MISČEVIĆ, V.: Entwicklung und Zuwachs einiger Nadelbaumkulturen in Mittel- und Ost-Serbien	275
ŠTEFANČIK, L.: Waldbauliche Analyse einer freien Hochdurchforstung in ungepflegten Buchenstangenhölzern	242
STERBA, H.: Interpretation von Faktorenstrukturen mit Hilfe gezielter Experimente	120
STÖHR v. HOLLEBEN, G.: Erste Ergebnisse der Untersuchungen mit URUS-Mobileilkran im Schwachholz	297
VYAS, L. N.; RANAWAT, M. P. S.; GARG, R. K.: Studies on the production relations of deciduous forests of semi-arid zone of Rajasthan (India). Plant biomass and net production of <i>Adina cordifolia</i> Hook. f.	343
ZECH, W.; ČEPEL, N.: <i>Acacia cyanophylla</i> als Hilfspflanze für Kiefernauaufforstungen im mediterranen Küstengebiet Anatoliens	111
ZÖHRER, F.: Zur Theorie der Winkelzählprobe für die Forstinventur	53
ZÖHRER, F.: Methodische Details und Effektivität der Winkelzählprobe für die Forstinventur	169
ZÖHRER, F.: Aussagefähigkeit und Grenzen biometrischer Modelle bei der forstlichen Ertragsprognose	250

II. MITTEILUNGEN

Prof. Dr. Dr. h. c. HUBERT HUGO 80 Jahre	101
5. KWF-Tagung 1973	101
39. Deutsche Pflanzenschutztagung	101
Internationales IUFRO-Symposium „Fernerkundung“	151
Forstdirektor FRIEDRICH MEISS 90 Jahre alt	291
Prof. Dr. A. BAUMGARTNER, Inhaber des neuen Lehrstuhls für Bioklimatologie	291
Prof. Dr. P. SEIBERT, Leiter der Abteilung Vegetationskunde	291
Nachricht über Prof. SCHULZ	350

III. BUCHBESPRECHUNGEN

Seiten	51—52, 102, 152, 213—216, 291—296, 350—352
------------------	--

This journal is covered by Biosciences Information Service of Biological Abstracts and by Chemical Abstracts (selectively)