

stenzpflöpfunglunge sogar widerstandsfähiger als die meisten zum Vergleich benutzten Baumarten, z. B. Weiß- und Schwarzerle, Bergahorn, Buche, Strobe. Die Eigenschaft „erhöhter Abgasresistenz“ ist daher im Erbanlagenspektrum verankert.

Literatur

1. GARBER, K., 1960 u. 1962: Neuere Literatur über Rauch-, Staub- und Abgasschäden, Angewandte Botanik **34**, 65-103, und **36**, 127-184. — 2. HUBER, B., 1956: Winterfrost 1956 und Rauchschäden, Allg. Forstzeitschrift **11**, 609-610. — 3. MATERNA, J., 1960: Forstliche Maßnahmen zur Erfassung und Verhütung von Waldrauchschäden im tschechischen Teil des Erzgebirges, Forst- und Holzwirt **15**, 262-264. — 4. MATERNA, J., 1961: Auswertung von Düngungsversuchen in rauchgeschädigten Fichtenbeständen, wiss. Zeitschrift der technischen Hochschule Dresden. — 5. PAVLIK, A., 1964: Beiträge zur Resistenzzüchtung der Fichte und Kiefer gegenüber verunreinigter Luft, Diss., München. — 6. PELZ, E., 1961: Untersuchungen über die individuelle Rauchhärte von Fichten, wiss. Zeitschrift der technischen Hochschule Dresden. — 7. PELZ, E., u. MATERNA, J., 1964: Beiträge zum Problem der individuellen Rauchhärte von Fichten, Archiv für Forstwesen **13**, 177-210. — 8. ROHMEDEK, E., MERZ, W., u. SCHÖNBORN, A., 1962: Züchtung von gegen Industrieabgase relativ resistenten Fichten- und Kiefernarten, Forstw. Centralblatt **81**, 321-332. — 9. WENTZEL, K. F., 1963: Waldbauliche Maßnahmen gegen Immissionen, Allgem. Forstzeitschrift **18**, 101-106.

Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern

Autoren-Referat

Von E. ASSMANN und F. FRANZ

1. Einleitung

1.1 Ertragstafeln sind für die Forstwirtschaft ebenso unentbehrlich wie etwa die Lebens- und Sterbens-Wahrscheinlichkeitstafeln für die Lebensversicherungsgesellschaften (ASSMANN, 1949). Sie müssen allerdings in ihrem Aufbau und in ihren Leistungswerten dem statistischen Durchschnitt des Anwendungsbereiches entsprechen. Bestehen hier *systematische* Abweichungen, so können bedenkliche Fehlschätzungen die Folge sein. Dies gilt vor allem für lang- und mittelfristige Zuwachsschätzungen, zumal für den dGZ bei der Forsteinrichtung sowie für das Zugrundelegen der Tafelwerte beim Berechnen von Bestockungsgraden und Normalvorräten.

Nach einer Kritik heute gebräuchlicher Fichten-Ertragstafeln wurde von ASSMANN (1962) unlängst eine *neue Fichtenertragstafel für Bayern mit dreifacher Stufung des Ertragsniveaus* angekündigt. Diese konnte inzwischen im Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt, München, aufgestellt werden. Wegen der hohen Druckkosten kann sie vorerst nur auf photomechanischem Wege in einer beschränkten Auflage vervielfältigt werden. Die Tafel für mittleres Ertragsniveau, einschließlich der zugehörigen Zuwachsreduktionstafel, erscheint demnächst in der neuen Auflage der bekannten Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, herausgegeben von der Bayer. Ministerialforstabteilung.

1.2 Die Grund- und Leitbeziehungen für die Ertragstafelkonstruktion wurden an Hand der Daten von

479 Aufnahmen auf 52 langfristigen Fichten-Versuchsflächen des Münchener Ertragskunde-Instituts,

91 Probeflächenaufnahmen auf südbayerischen Standorten (VANSELOW, 1951),

23 Probeflächenaufnahmen aus standortkundlich-ertragskundlichen Einzeluntersuchungen in Mittel- und Südbayern (ASSMANN, 1958, 1959),

99 Aufnahmen standorttypischer Probeflächen aus fünf schwäbischen und oberbayerischen Wuchsreihen (FRANZ, 1962),

784 Aufnahmen auf 90 langfristigen Fichten-Versuchsflächen (Ertragsprobeflächen) der Abt. Ertragskunde, Außenstelle Hechingen, der Bad.-Württ. FVA¹ untersucht.

1.3 Die Ertragstafel baut in erster Linie auf den langfristigen bayerischen und einem Teil der württembergischen Versuchsflächenaufnahmen auf. Die übrigen Erhebungen, besonders die Probeflächendaten, wurden zur Absicherung des Versuchsflächenmaterials und zur Klärung von Teilbeziehungen in den Voruntersuchungen verwendet.

1.4 Das Gesamtprogramm der Tafelherleitung wurde in drei Programmabschnitten ausgeführt:

1.41 Programmabschnitt 1

- a. Bestimmung der partiellen Beziehungen zwischen den zur Kennzeichnung eines ertragskundlichen Befundes wesentlichen Meßwerten durch Mehrfachanalysen der Versuchsflächenendaten.
- b. Fehlerschätzung jeweils bezüglich eines Ertrags-elementes bei verschiedenen Kombinationen koordinierbarer Bestimmungsgrößen mit bekanntem partiellem Bestimmungsgewicht und bei unterschiedlicher Breite des x-Variablen-Feldes.
- c. Feststellung der optimalen Grundbeziehungen zwischen den ertragskundlichen Bestimmungsgrößen, die in die Tafel einbezogen werden.

1.42 Programmabschnitt 2

Aufbau eines Ertragstafel-Gesamt-Modells.

1.43 Programmabschnitt 3

Entwicklung eines Ertragstafel-Konstruktionsprogrammes für das Ertragstafel-Modell 1.42 mit den Programmschritten:

- a. Herleitung der Koeffizientengleichungen zur Fixierung der Höhenbonität (Bonitätsgleichungen) und des Ertragsniveaus (Ertragsniveau – Einsprung – Gleichungen).
- b. Ertragstafel-Konstruktion für eine auf optimale Bestandesdichte (vgl. Bestand) abgestimmte Datenkombination, nach Ertragsniveaustufen gegliedert.
- c. Anschluß von Zuwachs-Reduktionstafeln an die Ertragstafeln. Die Reduktionstafeln geben die Veränderung des laufenden Zuwachses unter dem Einfluß einer gegenüber den Optimalwerten der Ertragstafel veränderten Grundflächenhaltung an.

¹ Die Verfasser schulden dem Leiter der Außenstelle Hechingen der Bad.-Württ. FVA, Herrn Lfm. HAUSSER, für die Überlassung zahlreicher wertvoller Versuchsflächenaufnahmen der ehemaligen württembergischen Forstlichen Versuchsanstalt und für seine vielseitige Unterstützung beim Aufbereiten des Datenmaterials ganz besonderen Dank.

d. Konstruktion von DGZ-Bonitierungstafeln für optimale Bestockungsdichte, nach Ertragsniveaustufen gegliedert.

1.5 Wegen des außerordentlichen Rechenaufwandes für die Bestimmung der zahlreichen partiellen Beziehungen zwischen den ertragskundlichen Einflußgrößen, ferner das Abschätzen der bei den verschiedenen Datenkombinationen zu erwartenden Fehlergrößen und schließlich das Durchprüfen des Ertragstafelmodells wie auch das Herleiten der Koeffizientengleichungen für die Ertragstafelkonstruktion, schied die üblichen manuellen Rechenverfahren mit Hilfe von Tischrechenmaschinen von vornherein aus. Das gesamte Arbeitsprogramm wurde darum auf elektronische Kompilation abgestellt. Die Rechenarbeiten wurden an dem elektronischen Großrechner IBM 7090 im Institut für Plasmaphysik in Garching bei München ausgeführt².

Bei der Vorbereitung des Datenmaterials für die elektronische Auswertung wurden die Verfasser von FASS, R. REHLE, Ass. d. Fd. H. SCHINDELMANN, Ing. K. BALLING und cand. forest E. KENNEL wirksam unterstützt. Die Zeichnungen fertigte Frau E. HODUREK.

1.6 Ein großer Teil der Rechengänge, besonders die Hypothesen-Prüfung zum Programmabschnitt 1, das Beurteilen des partiellen Einflußgewichtes der eingegebenen ertragskundlichen Bestimmungsgrößen und das Herleiten der Koeffizientengleichungen konnte mit Hilfe bewährter Standardprogramme aus der US-Share-Bibliothek für den Elektronenrechner IBM 7090 ausgeführt werden. Verwendet wurden in erster Linie die Standard-Programme MPR 3, SNAP II und WRAP für multiple Regressionsanalyse. Für die übrigen Rechengänge, wie die Entwicklung des Ertragstafel-Modells und die Konstruktion des Tafelwerkes, wurden eigene Programme ausgearbeitet.

Bei der teilweise schwierigen Einsteuerung der Standardprogramme und beim Aufstellen und Austesten der eigenen Programme leisteten die Herren Fm. Dr. KENNEL und Fm. SCHMIDT wertvolle Hilfe, wofür ihnen auch an dieser Stelle vielmals gedankt sei. Dem Operatorstab des IBM 7090-Rechenzentrums in Garching danken wir sehr für seine technische Unterstützung bei den Rechenarbeiten.

2. Voruntersuchungen

Das in Abschnitt 1 beschriebene Arbeitsprogramm wurde mit einer größeren Anzahl multipler Korrelations- und Regressionsrechnungen eingeleitet, in denen praktisch sämtliche Teilbeziehungen zwischen den Ertragstafelgrößen untersucht und der Ausgabewert der einzelnen Beziehungen fehlertheoretisch beurteilt wurde. Über das Ergebnis dieser Untersuchungen, die den weitaus größten Teil der Gesamt-Rechenzeit in Anspruch nahmen, soll an anderer Stelle berichtet werden.

3. Formulierung der Grundbeziehungen

Um darüber hinaus einen Überblick über die Grundbeziehungen zu erhalten, die nach den bisherigen Erfahrungen für eine Ertragstafelaufstellung geeignet scheinen, wurde eine umfangreiche biometrische und ertragskundlich-holzmeßkundliche Literatur ausgewertet (s. Literaturverzeichnis). Aus der hierbei erhaltenen Aufstellung der Grund-

² Dem Vorstand des Institutes für theoretische Physik der Universität München, Herrn Prof. Dr. BOPP, möchten wir für sein verständnisvolles Entgegenkommen bei der Zuteilung von Rechenzeit aufrichtig danken.

Tabelle 1
Funktions- und Koeffizientenschema für die Ertragstafelherleitung

ET-Position	Kurvenbeziehung	Grundbeziehung	Leitbeziehung	Koeff.	Ertragsniveau			
					EN-Stufe 1=U. EN	EN-Stufe 2=M. EN	EN-Stufe 3=O. EN	
Altershöhenkurve von h_0	AHK- h_0	$\log h_0 = a_0 + a_1 \cdot \log \Lambda + a_2 \cdot \log^2 \Lambda$	$a_1 = a_{10} + a_{11} \cdot e^{\ln \Lambda} + a_{12} \cdot e^{\ln^2 \Lambda}$	a_{10}	0,4515343 E 01	0,4515343 E 01	0,4515343 E 01	
				a_{11}	-0,2265320 E-01	-0,2265320 E-01	-0,2265320 E-01	
				a_{12}	-0,2203244 E-06	-0,2203244 E-06	-0,2203244 E-06	
				a_{20}	-0,8840923 E 00	-0,8840923 E 00	0,8840923 E 00	
				a_{21}	0,2262338 E-02	0,2262338 E-02	0,2262338 E-02	
				a_{22}	0,8994708 E-07	0,8994708 E-07	0,8994708 E-07	
(h_0-h_m) -Alterskurve	ADHK	$\ln (h_0-h_m) = b_0 + b_1 \cdot \ln \Lambda + b_2 \cdot \ln^2 \Lambda$	$(h_0-h_m)_{EXTR.} = b_{00} + b_{01} \cdot HO$ $(h_0-h_m)_A = b_{10} + b_{11} \cdot HO$ $(h_0-h_m)_{EXTR.} = b_{20} + b_{21} \cdot HO$	b_{00}	1,95000	2,30000	2,70000	
				b_{01}	0,01900	0,01500	0,01000	
				b_{10}	158,40000	160,00000	160,00000	
				b_{11}	-2,16000	-2,50000	-2,75000	
				b_{20}	0,02584	0,02020	-0,06899	
				b_{21}	0,01553	0,01783	0,02027	
	Altersgrundflächenkurve v. G_{MAX}	AGK- G_{max}	$\ln G_{MAX} = c_0 + c_1 \cdot \ln \Lambda + c_2 \cdot \ln^2 \Lambda$	$\ln G_{MAX} (EXTR.) = c_{00} + c_{01} \cdot HO$ $\ln A (G_{MAX}) = c_{10} + c_{11} \cdot \ln HO$ $1/c_2^2 = c_{20} + c_{21} \cdot \ln HO$	c_{00}	3,11613	3,03803	2,96995
					c_{01}	0,02699	0,03128	0,03532
					c_{10}	4,93692	5,04091	5,14594
					c_{11}	-0,03359	-0,07097	-0,10871
				c_{20}	8,89123	8,39441	7,67280	
				c_{21}	-3,33521	-3,16660	-2,93375	
n.B.G.-opt. Alterskurve		ABGK	$\ln (1-n.B.G.) = d_0 + d_1 \cdot \ln \Lambda + d_2 \cdot \ln^2 \Lambda$	$\ln (1-n.B.G.)_{EXTR.} = d_{00} + d_{01} \cdot \ln HO$ $\ln A (1-n.B.G.)_{EXTR.} = d_{10} + d_{11} \cdot \ln HO$ $d_2 = d_{20} + d_{21} \cdot \ln HO$	d_{00}	-16,46746	-14,27555	-12,81379
					d_{01}	4,04473	3,45943	3,07166
					d_{10}	4,26535	4,23321	4,07376
					d_{11}	-0,17377	-0,16146	-0,10434
				d_{20}	2,14530	-0,91213	-7,54358	
				d_{21}	-0,80894	-0,01154	1,72779	
	Altersdurchmesserkurve	ADK	$d_m = e_0 + e_1 \cdot A$	$d (n.B.G. = 1,0) = e_{00} + e_{01} \cdot \ln HO$ $\ln d_m (A=100) = e_{10} + e_{11} \cdot \ln (1,1-n.B.G.)$ $\ln A (d_m=0) = e_{20} + e_{21} \cdot \ln HO$	e_{00}	-69,03514	-70,66391	-72,29268
					e_{01}	29,28671	29,86379	30,44087
					e_{10}	0,12074	0,11941	0,11810
					e_{11}	16,52127	17,06969	20,43591
				e_{20}	-4,53916	-4,72403	-5,86625	
				e_{21}	-2,98651	-3,53843	-4,09182	
Alterszuwachs-kurve v. z_v bei optimaler Grundflächenh.		AZK- z_v	$\ln z_v = f_0 + f_1 \cdot \ln \Lambda + f_2 \cdot \ln^2 \Lambda$	$\ln z_v_{EXTR.} = f_{00} + f_{01} \cdot \ln HO$ $\ln A (z_v) = f_{10} + f_{11} \cdot \ln HO$ $f_2 = f_{20} + f_{21} \cdot \ln HO$	f_{00}	1,64168	1,83072	2,02018
					f_{01}	6,07543	6,12099	6,16756
					f_{10}	-0,62051	-0,63719	-0,65423
					f_{11}	-5,61437	-5,67104	-5,72554
				f_{20}	1,33230	1,33228	1,33301	
				f_{21}	programmiert bestimmt			

beziehungen wurden – teilweise durch rechnerische Selektion – diejenigen ausgewählt, die dem biometrischen Modell der Ertragstafel (vgl. Abschnitt 4) am besten angepaßt waren und deren Koeffizienten mit den partiellen Beziehungen nach der Regressionsrechnung in Einklang gebracht werden konnten. In Tab. 1 sind die in die Tafel eingegangenen Grundbeziehungen zusammengestellt.

4. Das Modell der Ertragstafel

4.1 Ertragsniveau-Stufen

4.11 Primäres Gliederungsmerkmal der Ertragstafel ist das Ertragsniveau (EN). Das Ertragsniveau kennzeichnet den Erwartungswert für die Gesamtwuchsleistung GWL bei vorgegebener Grundflächenhaltung (z. B. bei natürlicher oder optimaler Grundflächenhaltung) für eine gegebene Bestandesmittelhöhe oder Bestandesoberhöhe (allgemeines Ertragsniveau) oder für einen gegebenen Altershöhenbefund (spezielles Ertragsniveau) (siehe ASSMANN, 1961, S. 161-164).

4.12 Das spezielle Ertragsniveau variiert, nach dem Ergebnis der Voruntersuchungen (s. auch ASSMANN, 1961), bis zu ca. $\pm 15\%$ um seinen zugeordneten regionalen Durchschnitt. Seine Erwartungswerte für eine Bestandesoberhöhe von 40 m im Alter 100, ausgedrückt in der GWL an Schaftholzvolumen, liegen zwischen ca. 1530 und 2070 VfmS und im Ertragsniveau-Mittel bei rund 1800 VfmS. Eine derart große Variationsbreite des Ertragsniveaus kann durch ein eingliedriges Ertragstafelmodell, in dem einem gegebenen Altershöhenwert lediglich ein GWL-Wert zugeordnet ist, nicht hinreichend fixiert werden.

4.13 Es erschien darum erforderlich, die Gesamtvariation des Ertragsniveaus zu stratifizieren. Gewählt wurde eine Gliederung in fünf Ertragsniveau-Stufen ungleicher Stufenbreite (vgl. Abb. 1). Die beiden Randstufen, die ausgesprochen extreme Ertragsniveau-Bereiche repräsentieren, blieben bei den weiteren Überlegungen vorerst unberücksichtigt. Die verbliebenen drei Stufen geben das untere, mittlere und obere Ertragsniveau wieder. Sie sind durch die Stufenwerte 1, 2 und 3 gekennzeichnet.

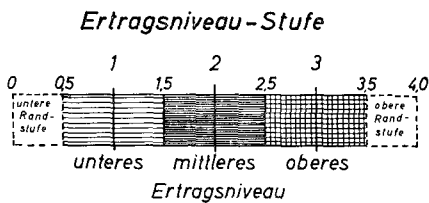


Abb. 1. Ertragsniveau-Stufengliederung der vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern – Schematische Darstellung –

4.14 Bei der Prüfung der Teilbeziehungen im Programmabschnitt 1 (siehe Abschnitte 1,41 und 3) wurde festgestellt, daß die Unterschiede im Ertragsniveau auch in einigen Bestimmungsgrößen des verbleibenden Bestandes recht klar zum Ausdruck kommen. Besonders eng sind die Grundfläche und die Stammzahl/Durchmesser-Beziehung für den verbleibenden Bestand mit dem Ertragsniveau korreliert, sofern Bestandesalter, Oberhöhe und natürlicher Bestockungsgrad als vorgeordnete Eingangsgrößen mitberücksichtigt sind. Der Weiserwert dieser Kombination von Ertragselementen ist so günstig, daß sich hieraus wahrscheinlich eine gute Leitbeziehung zur Bestimmung des Ertragsniveaus erzeugen läßt.

4.15 Im Institut für Ertragskunde werden zur Zeit einige Lösungsmodelle für eine Ertragsniveau-Schätzung aus einmalig erhobenen Bestandesdaten geprüft. Ziel dieser Untersuchungen ist es, eine Methode zu gewinnen, die auch unter praxisüblichen Aufnahmebedingungen, wie sie z. B. bei den Inventurarbeiten der Forsteinrichtung gegeben sind, ein sicheres Einschätzen des örtlichen Ertragsniveaus gewährleistet.

4.16 Hierbei bieten sich in erster Linie drei Lösungswege an:

- a. eine sequentielle Lösung: Aus einer Anzahl von Stichprobenfolgen der in Abschnitt 4.14 genannten Ertragsselemente wird an Hand eines Folgetestplanes die örtliche Ertragsniveaustufe bestimmt.
- b. Eine diskriminanzanalytische Lösung: Die Entscheidung über die Einstufung in eine der drei Ertragsniveaustufen aus den Daten der Bestandserhebung wird mit Hilfe von Diskriminanzfunktionen gefällt.
- c. Eine direkte Funktionslösung: An Hand des Koeffizientenfeldes der Ertragstafel wird aus den Daten der Bestandserhebung der Ertragsniveauekennwert (0,1 bis 4,0 bzw. 0,5 bis 3,5; s. Abb. 1) direkt bestimmt. Dieser Lösungsweg ermöglicht – zumindest theoretisch – nicht nur eine Zuordnung nach Ertragsniveaustufen (z. B. EN-Stufe 2 = mittl. EN), sondern darüber hinaus eine direkte „Fixierung“ des Ertragsniveauewertes (z. B. EN-Wert 2,2). Voraussetzung hierfür ist jedoch, daß die zur Schätzung des Ertragsniveaus verwendete Datenkombination einen sehr hohen Weiserwert besitzt, d. h. den Ertragsniveauekennwert mit nur sehr geringem Fehler auszuweisen vermag.

4.17 Einen weiteren Anhalt für die Ertragsniveaubestimmung bieten die Methoden der GWL-Integration aus der Veränderung von Stammzahl- und Volumenwerten des verbleibenden Bestandes, die in den letzten Jahren MAGIN (1962) und MÜLLER (1957) entwickelt haben. Gegenwärtig wird untersucht, inwieweit diese Methoden in ein Verfahren zum Bestimmen der Ertragstafel-Niveaustufen einbezogen werden können.

4.18 Fast alle Ertragstafelgrößen unterscheiden sich nach dem Ertragsniveau – wenn auch teilweise nur geringfügig, wie etwa der mittlere Durchmesser bei optimaler Grundflächenhaltung oder die Formzahl. Das Ertragstafelmodell wurde darum in der Form aufgebaut, daß nicht nur die nach dem Ertragsniveau (EN) stärker differenzierten ET-Größen nach EN-Stufen gegliedert sind, sondern daß für jede EN-Stufe eine gesonderte, in sich abgeschlossene Tafel entsteht. Die Tafeln für die EN-Stufen sind durch Leitbeziehungen miteinander verbunden (Ertragsniveau-Einsprung-Gleichungen), die einen vollautomatischen „Abruf“ der ET-Koeffizienten für jeden gewünschten Ertragsniveau-Kennwert im Bereich von 0,5 bis 3,5 mit Hilfe des Elektronenrechners gestatten. Für die im folgenden beschriebene vorläufige Fichten-Ertragstafel mit einem unteren, mittleren und oberen Ertragsniveau wurden die EN-Kennwerte 1,0, 2,0 und 3,0 als Abrufgrößen verwendet (vgl. Abschnitt 4.13).

4.191 Sollte sich bei der bereits eingeleiteten und für einen längeren Zeitraum geplanten Überprüfung der Tafel an Hand neuer Versuchs- und Probeflächenaufnahmen sowie am Material der Forsteinrichtung herausstellen, daß die verwendeten EN-Kennwerte *nicht* repräsentativ für ihr Ertragsniveau sind, so läßt sich an Hand korrigierter EN-Kennwerte ohne Schwierigkeiten eine neue Tafelfassung – je nach Erfordernis, ganz oder teilweise – tabellieren, die dem wirklichen Wachstums- und Leistungsdurchschnitt innerhalb des in Betracht kommenden Ertragsniveaubereiches besser angepaßt ist. Die ET-Überprüfung könnte z. B. ergeben, daß die obere Ertragsniveaustufe bezüglich der Gesamtwuchsleistungs- und der Altersdurchmesserkurve neu gefaßt werden muß, etwa durch Herabsetzen des Niveauewertes für die GWL von 3,0 auf 2,8 und für den mittleren Durchmesser von 3,0 auf 2,6, was einer geringfügigen Annäherung des oberen an das mittlere Ertragsniveau bei diesen beiden Ertragsselementen – und bei den mit ihnen in unmittelbarer Beziehung stehenden Größen, wie der Stammzahl / vbl. Bestand und der Bestandesformzahl – gleichkommt.

4.192 Neben einheitlichen Korrekturen des EN-Bezugswertes für ganze Altershöhenreihen einer Ertragstafelgröße können auch gleitende Korrekturen *innerhalb* der Altershöhenreihen vorgenommen werden. Ein solcher Fall wäre gegeben, wenn der Alterskurvenverlauf einer Ertragstafelgröße durch Trendveränderung dem wirklichen Ertragsniveauekennwert angepaßt werden soll.

4.193 Ziel des umfassenden Überprüfungsprogrammes ist es, den Weiserwert der neuen Ertragstafel durch Vergleich mit möglichst zahlreichen ertragskundlichen Inventurdaten aus allen Teilen des Tafel-Geltungsbereiches festzustellen. Aus der Gegenüberstellung der Ist- mit den Erwartungswerten soll auch die Schätzfehlerstruktur bei den einzelnen Ertragstafelgrößen ermittelt werden. Auf diesen Informationen bauen einige anschließende Arbeitsabschnitte des laufenden Ertragstafelprogrammes auf. Durch schrittweise Einbeziehung von Daten auch aus bisher noch nicht erfaßten Gebieten innerhalb des Geltungsbereiches der Tafel soll deren Weiserwert ständig verbessert und schließlich ein optimaler Repräsentationsgrad erreicht werden.

4.194 Wie bei den meisten derzeit verwendeten Tafeln, so hat auch das für die Konstruktion der vorläufigen Fichten-Ertragstafel verfügbare Material nicht ausgereicht, alle Ertragsniveaustufen, Oberhöhenbonitäten und Altersbereiche datenmäßig ausreichend zu belegen. Die zunächst durch Extrapolation oder Analogschätzung hergeleiteten Ertragstafelbereiche sollen durch die zusätzlichen Datenerhebungen gestützt werden.

4.195 Die Kontroll- und Stützdaten sollen nach einem alle Teile des Tafel-Geltungsgebietes einschließenden mehrschichtigen Stichprobenplan erhoben werden, der nach einem der Grundmodelle für die Stichproben-Inventur in der modernen Forsteinrichtung (s. Literatur-Verzeichnis) aufgestellt wird.

4.196 Die im Abschnitt 4.19 aufgezählten Programmschritte sollen, ebenso wie die zuvor genannten Arbeitsabschnitte, mit Hilfe des Elektronenrechners IBM 7090 ausgeführt werden. Eine manuelle Lösung des Problems mit Hilfe der gebräuchlichen Tischrechenmaschinen wäre wegen des außerordentlichen Umfangs der hiermit verbundenen Rechenarbeiten absolut un- ausführbar.

4.197 In Tab. 2 sind die Koeffizienten der Ertragsniveau-Einsprunggleichungen für die einzelnen Ertragstafelgrößen aufgeführt.

Tabelle 2

**Koeffizienten der Ertragsniveau-Einsprunggleichungen
zum Bestimmen der Koeffizienten der ET-Leitbeziehungen**

K _{ET} -Leitbeziehung: $K = g_0 + g_1 \cdot EN + g_2 \cdot EN^2$			
Koeff. K	g_0	g_1	g_2
b_{00}	1.650000	0.275000	0.025000
b_{01}	0.022000	— 0.002500	— 0.000500
b_{10}	155.229998	3.960000	— 0.790000
b_{11}	— 1.730000	— 0.475000	0.045000
b_{20}	0.069130	— 0.041915	— 0.001375
b_{21}	0.013370	0.002090	0.000070
c_{00}	3.204250	— 0.093130	0.005010
c_{01}	0.022450	0.004665	— 0.000125
c_{10}	4.833970	0.102430	0.000520
c_{11}	0.003430	— 0.036840	— 0.000180
c_{20}	9.163260	— 0.159635	— 0.112395
c_{21}	— 3.439580	0.072250	0.032120
d_{00}	— 19.389520	3.287135	— 0.365075
d_{01}	4.827560	— 0.881595	0.098765
d_{10}	4.170180	0.158825	— 0.063655
d_{11}	— 0.141270	— 0.054905	0.022405
d_{20}	1.628710	2.303600	— 1.787010
d_{21}	— 0.664410	— 0.615495	0.470965
e_{00}	— 67.406366	— 1.628772	
e_{01}	28.709630	0.577080	
e_{10}	programmintern bestimmt		
e_{11}	0.122090	— 0.001360	0.000010
e_{20}	18.790649	— 3.678280	1.408900
e_{21}	— 5.311640	1.251155	— 0.478675
f_{00}	— 2.436060	— 0.549715	— 0.000735
f_{01}	1.453060	0.188410	0.000210
f_{10}	6.030880	0.044045	0.000505
f_{11}	— 0.604190	— 0.016140	— 0.000180
f_{20}	— 5.555530	— 0.059925	0.001085
f_{21}	1.333070	— 0.001145	0.000375

4.2 Oberhöhenbonitäten

4.21 Die drei nach dem Ertragsniveau gestaffelten Ertragstafeln (ET für unteres, mittleres und oberes EN; vgl. Abschnitt 4.18) enthalten die Altersoberhöhenbeziehung als maßgebliche Grundbeziehung. Die Tafeln sind in Oberhöhenbonitäten (H_0 -Bon.) untergliedert, die über die

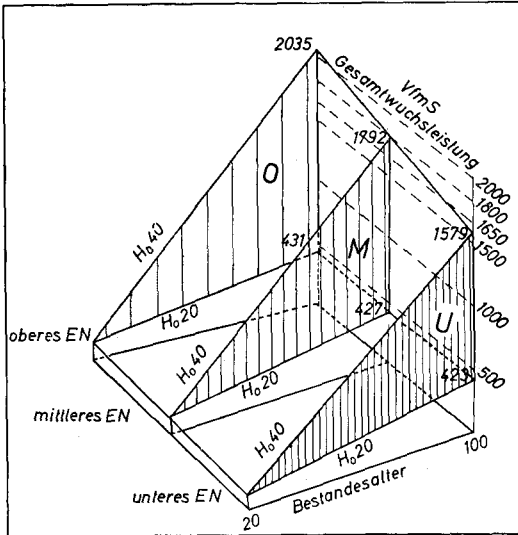


Abb. 2. Ertragsniveau- und Oberhöhenbonitätsrahmen der vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern – Schematische Darstellung –

nach dem Grundmodell der Ertragstafel für optimale Grundflächenhaltung dargestellt (Altersbereich 20 bis 100).

4.24 Die Altershöhenkurven der Oberhöhe für die einzelnen Bonitäten wurden aus Vereinfachungsgründen in der Form $\log h_0 = a + b \cdot \log A + c \cdot \log^2 A$ eingegeben⁵. Diese AHK-Fassung erwies sich als günstige Einsprung- und Abrufbeziehung für eine Anzahl von Koeffizientengleichungen, in denen die Tafel-Querverbindungen zum Ausdruck kommen. Sie ist, nach dem Ergebnis der Voruntersuchungen, auch als vollauf ausreichend für die Oberhöhenbestimmung bis etwa zum Alter 150 anzusehen.

4.3 (h_0 - h_m -)Differenzenkurven und Altershöhenkurven der Bestandesmittelhöhe

4.31 Neben der Bestandesoberhöhe h_0 wurde auch die Bestandesmittelhöhe h_m ⁶ in die Tafel einbezogen. Die Bestandesmittelhöhe hat hierin zwar nicht mehr das zentrale Gewicht eines Bonitätsweisers, ihr kommt jedoch als Bestimmungsgröße für andere Ertragstafel-daten (z. B. für die Bestandesformzahl) erhebliche Bedeutung zu.

³ Oberhöhe = mittlere Höhe des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Bäume/ha.

⁴ Die verwendete Bonitätsgliederung entspricht dem Site-Index-System in den nordamerikanischen und englischen Ertragstafeln.

⁵ Das Integral dieser Funktion wäre, vom biometrischen Modell her gesehen, der sinnvollere Ausdruck für den AHK-Verlauf (s. hierzu vor allem THOMASUS, 1958, 1962, 1963, 1964).

⁶ h_m = mittlere Höhe des Bestandes-Grundflächenmittelstammes.

Bon.) untergliedert, die über die Eingangsgroßen Alter- und Oberhöhe bestimmt werden³. Allen drei Tafeln ist die gleiche Altersoberhöhen-Einordnungsbeziehung vorgegeben (vgl. Tab. 1).

4.22 Bonitätskennwert ist der Oberhöhenwert im Bezugsalter 100 (H_0 100; z. B. H_0 -Bon. 40, 38, 36 usw.). Er ersetzt die bislang verwendeten römischen Bonitätsbezeichnungen (I,0; I,5; II,0; II,5 usw.). Der H_0 100-Bonitätswert ist gleichzeitig Bestimmungsgröße für den Abruf der Bonitätsbeziehungen für die einzelnen Ertragstafel-daten (vgl. Tab. 1). Die Tafeln wurden für den H_0 -Bonitätsbereich 40 bis 20 aufgestellt⁴. H_0 -Bon. 40 entspricht etwa der IA-Bon. 20 der V. Bon. von WIEDEMANN 1936/42 m. Df.

4.23 Auf Abb. 2 ist das Beziehungsgefüge Ertragsniveau-Oberhöhe / Alter - Gesamtwuchsleistung

Für Vergleiche mit Forsteinrichtungsergebnissen und mit Ertragstafeln, die nach Mittelhöhenbonitäten gegliedert sind, ist sie unentbehrlich.

4.32 Der Wert der Bestandesmittelhöhe wird – im Gegensatz zum Oberhöhenwert – von der Eingriffsstärke in hochsignifikantem Maße mitbestimmt. Einflußgrad und Einflußrichtung des Faktorenkomplexes „Bestandesbehandlung“ lassen sich weniger an den Mittelhöhenkurven selbst, sondern besser an den empfindlichen Oberhöhe-Mittelhöhe-Differenzenkurven feststellen. Die Gesamt-Bestimmtheit der (h_0-h_m) -Beziehung ist zwar vergleichsweise gering. Ihre wesentlichen biometrischen Merkmale werden jedoch klar erkennbar, wenn man bei der Analyse der Regression und dem Bestimmen der Einflußgewichte der Variablen von der Einzelfläche bzw. von der einzelnen Versuchsreihe ausgeht (ASSMANN, 1962). Die Übertragung des aus der Einzelflächenanalyse gewonnenen Modells auf die Regression der Datengsamtheit führt zu gut brauchbaren Ergebnissen.

4.33 Die Ertragstafel-Mittelhöhe wurde über die Differenz Oberhöhe-Mittelhöhe bestimmt. Die (h_0-h_m) -Kurven für die der Tafel zugrunde liegende optimale Bestandesdichte zeigen einen allmählichen Anstieg von ca. 1,4 bis 2,0 m im Tafel-Eingangsalter 20 bis zu Maximalwerten um 2,7 bis 3,1 m im Alter 60 bis 115 und einen anschließenden Abfall bis auf Werte um 2,1 bis 2,9 m im Alter 120 (vgl. Tab. 3 und Abb. 3). Zwischen den Kurven der einzelnen Bonitäten bestehen beträchtliche Unterschiede.

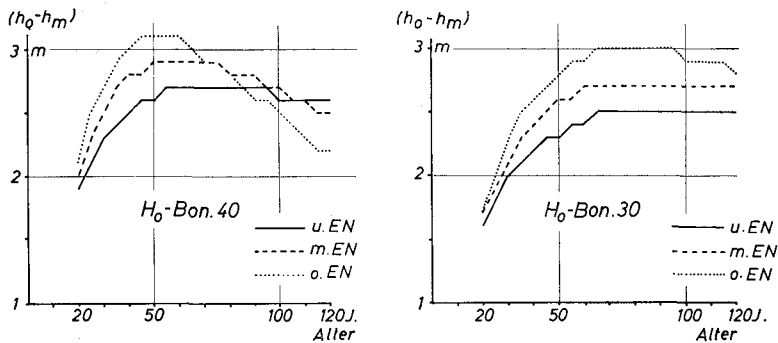


Abb. 3. Alterskurven der Oberhöhen-Mittelhöhen-Differenzen für die H₀-Bonitäten 40 und 30, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau

4.34 Die in Tab. 1 angegebenen Koeffizienten für die (h_0-h_m) -Kurven gelten, wie alle in dieser Tabelle aufgeführten Werte, für optimale Bestockungsdichte. Wird die Grundflächenhaltung gegenüber den Optimalwerten verändert, so ändern sich automatisch auch die (h_0-h_m) -Differenzen. In dem die Wechselbeziehungen zwischen Bestandesdichte und (h_0-h_m) -Differenz ein spielenden Teil des Rechenprogramms ist Bestandesdichte-Veränderung nach dem Niederdurchforstungsmoment vorgegeben. (h_0-h_m) bei veränderter Bestockungsdichte wird in Abhängigkeit von der Stammzahl/vbl. Best. bestimmt. Da sich mit der Bestandesgrundfläche auch der mittlere Durchmesser nach einer in das Programm eingegebenen Funktion für die Beziehung zwischen dem natürlichen Bestockungsgrad (s. hierzu Abschn. 4.4) und dem mittleren Durchmesser bei vorgegebenem Ertragsniveau- und Altershöhenwert verändert (vgl. Tab. 1 und Abschnitt 4.5), wird (h_0-h_m) stets in der Abruffolge Grundfläche/vbl. Best. (ausgedrückt im natürlichen Bestockungsgrad, d. h. bezogen auf die zugeordnete natürliche Grundfläche) – mittlerer Durchmesser – Stammzahl – (h_0-h_m) berechnet.

4.35 Die untere Stammzahlgrenze für die Bestimmung von (h_0-h_m) nach dem zugrunde liegenden Tafelmodell ist $N = 100$. Bei $N = 100$ ist $(h_0-h_m) = 0$. Für

Tabelle 3 • Auszug aus der Tabelle der Oberhöhen-Mittelhöhen-Differenzen

EN-Stufe	Funktionsgröße	Oberhöhenbonitäten												
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40		
1 = U. EN	(h_o-h_m) im Alter 20 m	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	
	(h_o-h_m) im Alter 100 m	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6	
	max. (h_o-h_m) -Wert m	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	115	111	106	102	98	93	89	85	81	76	72	72	
2 = M. EN	(h_o-h_m) im Alter 20 m	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	
	(h_o-h_m) im Alter 100 m	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	
	max. (h_o-h_m) -Wert m	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	110	105	100	95	90	85	80	75	70	65	60	60	
3 = O. EN	(h_o-h_m) im Alter 20 m	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	
	(h_o-h_m) im Alter 100 m	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,5	2,5	
	max. (h_o-h_m) -Wert m	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	105	99	94	88	83	77	72	66	61	55	50	50	

Tabelle 4 • Auszug aus der Tabelle der maximalen (= natürlichen) Grundflächen (vgl. Bestd.)

EN-Stufe	Funktionsgröße	Oberhöhenbonitäten												
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40		
1 = U. EN	G_{max} im Alter 20 qm	1,8	3,8	6,1	8,4	10,7	13,0	15,4	17,8	20,2	22,7	25,3	25,3	
	G_{max} im Alter 100 qm	36,9	39,4	41,9	44,4	47,0	49,8	52,6	55,6	58,8	62,1	65,6	65,6	
	max. G_{max} -Wert qm	39	41	43	46	48	51	54	57	60	63	66	66	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	126	126	125	125	124	124	124	124	123	123	123	123	
2 = M. EN	G_{max} im Alter 20 qm	1,8	3,8	6,1	8,5	11,0	13,6	16,2	19,0	21,8	24,7	27,7	27,7	
	G_{max} im Alter 100 qm	37,3	40,2	43,1	46,1	49,2	52,5	56,0	59,7	63,7	67,8	72,3	72,3	
	max. G_{max} -Wert qm	39	42	44	47	50	53	56	60	64	68	73	73	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	125	124	123	123	122	121	121	120	120	119	119	119	
3 = O. EN	G_{max} im Alter 20 qm	2,0	4,1	6,4	8,9	11,5	14,3	17,2	20,2	23,4	26,8	30,3	30,3	
	G_{max} im Alter 100 qm	37,9	41,2	44,5	48,0	51,7	55,6	59,7	64,2	69,0	74,1	79,6	79,6	
	max. G_{max} -Wert qm	40	43	46	48	52	56	61	65	70	75	80	80	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	124	123	122	120	119	119	118	117	116	116	115	115	

N/ha (vgl. Best.) > 100 bei gegebenem Altershöhenwert gilt: $\ln(h_0 - h_m)$ für reduz. n. B. G. $= a + b \cdot \ln N$.

Für gegebenes Ertragsniveau ist $a = f(A, h_0)$, $b = f(A, h_0)$.

Die Koeffizienten a und b werden im ET-Konstruktionsprogramm mit Hilfe einer speziellen Routine programmintern bestimmt.

4.4 Natürliche, optimale, kritische Grundflächen und Bestockungsgrade

4.41 Natürliche Grundfläche

4.411 Alle Grundflächenangaben in der neuen Tafel sind an der natürlichen Grundflächenhaltung orientiert. Die natürliche Grundflächenhaltung kennzeichnet die Bestandesgrundflächenentwicklung nicht aktiv durchforsteter Bestände (ASSMANN, 1956). Das biometrische Modell für die Altersentwicklung der natürlichen Grundfläche wurde an Hand des Materials der langfristig beobachteten A-Grad-Versuchsflächen des Münchner Ertragskunde-Instituts hergeleitet.

4.412 Die natürliche Grundfläche des verbleibenden Bestandes steigt von verhältnismäßig geringen Werten im Tafel-Eingangsalter 20 schnell an und erreicht etwa im Alter 115 bis 126 – nach Ertragsniveau-Stufen und Bonitäten verschieden – ihren Höchstwert (vgl. Tabelle 4). Danach tritt ein Grundflächenverfall ein: Die natürlichen Grundflächenwerte nehmen – anfangs gering, mit zunehmendem Alter stärker – wieder ab. Auf Abb. 4 ist am Beispiel der H_0 -Bonitäten 40 und 30 die Altersentwicklung der natürlichen Grundfläche (vgl. Bestd.) in den drei Ertragsniveau-Stufen dargestellt.

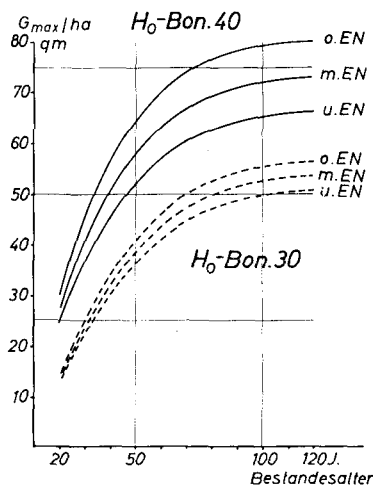


Abb. 4. Natürliche (= maximale) Grundfläche (vgl. Bestand) in Funktion des Alters H_0 -Bonitäten 40 und 30, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau

4.42 Optimale Grundfläche und optimaler Bestockungsgrad

4.421 Als Ertragstafel-Grundfläche (vgl. Bestd.) wurde die optimale Grundfläche eingegeben, d. i. derjenige Grundflächenwert, bei dessen Einhalten (ET-Bestockungsgrad 1.0) nachhaltig optimale Volumenzuwächse zu erwarten sind (ASSMANN, 1956).

4.422 Die Alterskurve der optimalen Grundfläche wurde durch Reduktion der Kurvenwerte für die natürliche Grundfläche mit dem optimalen natürlichen Bestockungsgrad (n. B. G._{opt}) bestimmt. Wie die typischen Bonitätswerte für n. B. G._{opt} in Tab. 5 und die Darstellung der n. B. G._{opt}-Kurven für die H_0 -Bonitäten 40 und 30 auf Abb. 5 zeigen, hat die Alterskurve des optimalen natürlichen Bestockungsgrades ein Minimum, das ca. 5 bis 15 Jahre vor dem Kulminationszeitpunkt des laufenden Volumenzuwachses liegt: Im Alter 37 bis 43 erreicht n. B. G._{opt} mit etwa 0.80 für die besten und rund 0,98 für die schlechtesten Bonitäten⁷ seine niedrigsten Werte. Da-

⁷ Der scheinbare Widerspruch zur praktischen forstlichen Erfahrung und Ansicht, daß Fichtenbestände auf geringen Standorten stark durchforstet werden sollten, klärt sich auf, wenn beachtet wird, daß ja auf solchen Standorten bereits der natürliche Abgang von Bäumen zu relativ niedrigen maximalen Grundflächen führt. Der natürliche Bestockungsgrad geht von der jeweils standörtlich möglichen höchsten Bestockungsdichte aus. Auf solchen geringen Standorten ist auch die Zuwachsreagibilität der Bestockung relativ gering.

Tabelle 5 · Auszug aus der Tabelle der optimalen natürlichen Bestockungsgrade

EN-Stufe	Funktionsgröße	Oberhöhenbonitäten											
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
1 = U. EN	n. B. G_{opt} im Alter 40 ...	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,92	0,89	0,87	0,83	0,79	
	n. B. G_{opt} im Alter 100 ...	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	0,91	
	min. n. B. G_{opt} -Wert ...	0,99	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94	0,92	0,89	0,87	0,83	0,79	
	Alter bei Err. des Min.-Wertes	42	41	41	40	40	39	39	38	38	38	37	
2 = M. EN	n. B. G_{opt} im Alter 40 ...	0,98	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,85	0,82	0,79	
	n. B. G_{opt} im Alter 100 ...	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91	
	min. n. B. G_{opt} -Wert ...	0,98	0,98	0,97	0,96	0,94	0,92	0,90	0,88	0,85	0,82	0,79	
	Alter bei Err. des Min.-Wertes	42	42	41	41	40	40	39	39	39	38	38	
3 = O. EN	n. B. G_{opt} im Alter 40 ...	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,81	0,78	
	n. B. G_{opt} im Alter 100 ...	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,92	
	min. n. B. G_{opt} -Wert ...	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,81	0,78	
	Alter bei Err. des Min.-Wertes	43	43	42	42	42	41	41	41	40	40	40	

Tabelle 6 · Auszug aus der Tabelle der kritischen natürlichen Bestockungsgrade

EN-Stufe	Funktionsgröße	Oberhöhenbonitäten											
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
1 = U. EN	n. B. G_{krit} im Alter 40 ...	0,85	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,79	0,77	0,75	0,72	0,69	
	G_{krit} im Alter 40 qm	10,0	13,8	17,0	19,7	22,2	24,4	26,3	28,0	29,5	30,7	31,5	
	n. B. G_{krit} im Alter 100 ...	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	
	G_{krit} im Alter 100 qm	31,5	33,5	35,6	37,5	39,4	41,5	43,5	45,4	47,6	49,6	51,8	
2 = M. EN	n. B. G_{krit} im Alter 40 ...	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,80	0,78	0,76	0,74	0,71	0,68	
	G_{krit} im Alter 40 qm	10,1	13,9	17,2	20,2	23,0	25,3	27,7	29,8	31,5	33,2	34,6	
	n. B. G_{krit} im Alter 100 ...	0,85	0,85	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,82	0,80	0,79	
	G_{krit} im Alter 100 qm	31,9	34,2	36,7	39,0	41,3	43,8	46,5	49,0	51,9	54,5	57,4	
3 = O. EN	n. B. G_{krit} im Alter 40 ...	0,84	0,83	0,83	0,81	0,80	0,79	0,77	0,75	0,73	0,70	0,67	
	G_{krit} im Alter 40 qm	10,6	14,4	17,8	20,9	23,8	26,6	29,1	31,6	34,0	35,9	37,8	
	n. B. G_{krit} im Alter 100 ...	0,86	0,86	0,85	0,85	0,85	0,84	0,84	0,83	0,82	0,81	0,79	
	G_{krit} im Alter 100 qm	32,6	35,3	38,0	40,8	43,9	46,9	50,0	53,4	56,6	60,1	63,2	

nach steigen die Bestockungsgrade stark an und nähern sich im Alter 100 bis 120 dem Wert 1,0, der Übereinstimmung von optimaler und natürlicher Grundfläche ausdrückt. Zwischen den H_0 -Bonitäten bestehen starke, zwischen den Ertragsniveau-Stufen dagegen nur geringe Unterschiede im n. B. G_{opt} -Verlauf.

4.43 Kritische Grundfläche und kritischer Bestockungsgrad

4.431 Als kritische Grundfläche wird derjenige Grundflächenwert bezeichnet, dessen Vorgabe 95 % des optimalen Volumenzuwachses erwarten läßt (ASSMANN, 1956).

Die kritische Grundfläche wurde, ebenso wie die optimale Grundfläche, über die zugeordneten natürlichen Bestockungsgrade (n. B. G_{krit}) hergeleitet. Im Gegensatz zum optimalen Bestockungsgrad wurde der natürliche Bestockungsgrad jedoch nicht über eine Alterskurvenfunktion, sondern durch Iteration aus den partiellen Zuwachs- und Reduktionskurven bestimmt, welche die Beziehung zwischen dem natürlichen Bestockungsgrad und dem laufenden Volumenzuwachs für gegebene optimale Grundflächen und Bestockungsgrade wiedergeben (vgl. Abschnitt 5.1).

4.432 Der Kurvenverlauf des natürlichen kritischen Bestockungsgrades über dem Alter ist der Alterskurve des optimalen natürlichen Bestockungsgrades sehr ähnlich, liegt jedoch im Kurvenniveau um etwa 0,10 bis 0,15 n. B. G -Einheiten unter der Kurve des optimalen Bestockungsgrades (vgl. Tab. 6).

Da die kritische Grundfläche praktisch erst nach dem Zeitpunkt der Volumenzuwachskulmination mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden kann, haben die Kurven des n. B. G_{krit} frühestens ab Alter 40 realen Aussagewert.

Auf Abb. 6 sind die Alterskurven des natürlichen kritischen Bestockungsgrades für die drei Ertragsniveau-Stufen am Beispiel der H_0 -Bonitäten 40 und 30 dargestellt. Abb. 7 gibt die Entwicklung der maximalen, optimalen und kritischen Grundfläche (vgl. Bestd.) in den drei Ertragsniveau-Stufen der H_0 -Bonität 36 wieder. Zum Vergleich ist die Altersgrundflächenkurve der I. Bon. WIEDEMANN 1936/42 m. Df. eingezeichnet, die

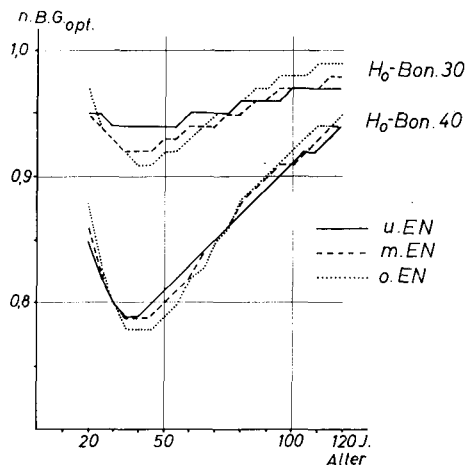


Abb. 5. Alterskurve des optimalen natürlichen Bestockungsgrades H_0 -Bonitäten 40 und 30, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau

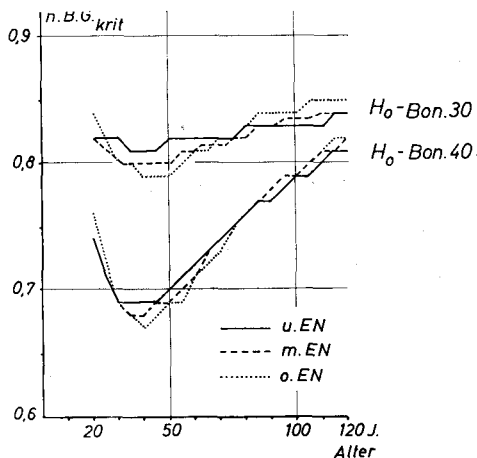


Abb. 6. Alterskurve des natürlichen kritischen Bestockungsgrades H_0 -Bonitäten 40 und 30, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau

mit der H_0 -Bonität 36 gut vergleichbar ist. Die WIEDEMANN-Kurve zeigt im großen Durchschnitt die vergleichsweise beste Übereinstimmung mit der Grundflächenhaltung für das untere Ertragsniveau der Tafel⁸.

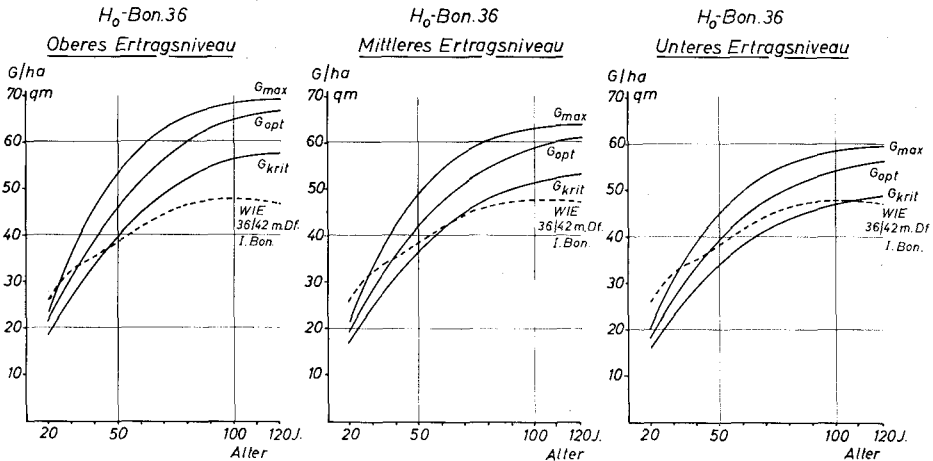


Abb. 7. Natürliche (= maximale), optimale und kritische Grundfläche (vgl. Bestand) in Funktion des Alters

H_0 -Bonität 36, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau, verglichen mit der Alterskurve der Bestandesgrundfläche (vgl. Bestand) nach WIEDEMANN (1936/42, m. Df. I. Bon.)

4.5 Mittlerer Durchmesser

4.51 Das biometrische Modell für die Altersentwicklung des mittleren Durchmessers (d_m) des verbleibenden Bestandes baut auf folgenden Voraussetzungen auf:

- Im n. B. G.-Bereich 1,0 bis 0,5⁹ ist die Altersdurchmesserkurve (ADK) für gegebene H_0 -Bonität und Ertragsniveau-Stufe bei gleichbleibendem natürlichem Bestockungsgrad linear.
- Ändert sich der natürliche Bestockungsgrad, so verändert sich der mittlere Durchmesser für gegebene Alter nach der partiellen Leitbeziehung $\ln d_m = a + b \cdot \ln(1,1 - n. B. G.)$.

4.52 Unter optimalen Bestockungsbedingungen sinkt der natürliche Bestockungsgrad im jüngeren Alter zunächst ab, erreicht kurz vor dem Kulminationsalter des laufenden Volumzuwachses einen Mindestwert und steigt danach wieder an (vgl. Abschnitt 4.42). Die in das Rechenprogramm eingegebene Funktion für die Beziehung zwischen der im n. B. G. zum Ausdruck kommenden Bestandesgrundfläche und dem mittlerem Durchmesser d_m bewirkt, daß die ADK steiler ansteigt, sobald sich der n. B. G. verringert, und daß umgekehrt der ADK-Verlauf flacher wird, wenn der

⁸ Die Verfasser beschränken sich in diesem Autorreferat auf wenige orientierende Vergleiche der neuen Tafel mit der in Deutschland hauptsächlich verwendeten Tafel von WIEDEMANN, 1936/42, m. Df. Eine eingehende Gegenüberstellung mit anderen Fichtenertragstafeln ist in einer späteren Arbeit geplant.

⁹ Der Aussagebereich wurde bei n. B. G. 0,5 begrenzt, weil für noch geringere Bestockungsgrade keine vergleichbaren d_m -Werte mehr zur Verfügung standen und eine Durchmesser-Frequenzveränderung nach dem Ndf-Moment nicht mehr vorausgesetzt werden kann.

n. B. G. zunimmt. Auf diese Weise entsteht der bekannte Grundtyp der Altersdurchmesserkurve mit ihrem zur Altersabszisse hin schwach gekrümmten Kurvenverlauf.

Der Durchmesserverlauf in Funktion des Alters und in Abhängigkeit von einer vorgegebenen Altersfunktion des natürlichen Bestockungsgrades ist auf Abb. 8 am Beispiel der ADK für die H_0 -Bonitäten 40 und 30 des mittleren Ertragsniveaus dargestellt.

4.53 Nach dem Modell der n. B. G/d_m -Zustandskurve für gegebenen Altershöhenwert steigt d_m mit fallendem n. B. G. zunächst stärker, danach schwächer an, wie am Beispiel der d_m -Veränderung im Alter 100 in den H_0 -Bonitäten 40 und 30 des mittleren Ertragsniveaus auf Abb. 9 zu erkennen ist. Diese Beziehung spiegelt die in zahlreichen Durchmesserfrequenz-Untersuchungen bestätigte Feststellung wider, daß Veränderungen der Bestandesdichte nach den Niederdurchforstungsmoment eine um so stärkere Veränderung des d_m -Momentanwertes und damit auch der Altersdurchmesserkurve zur Folge haben, je höher die Ausgangsgrundfläche ist.

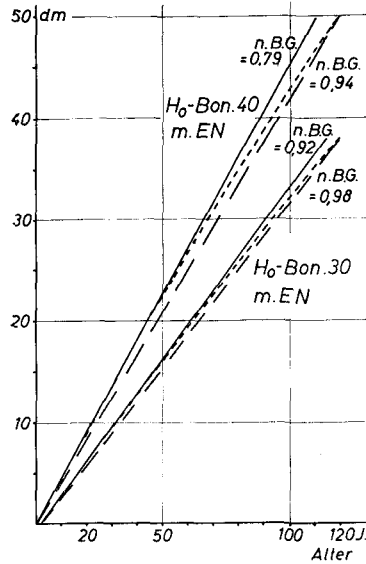


Abb. 8. Altersdurchmesserkurven für verschiedene natürliche Bestockungsgrade H_0 -Bonitäten 40 und 30, mittleres Ertragsniveau
Ausgezogene Linie: ADK für den niedrigsten n.B.G.-Wert der H_0 -Bon.
langgestrichelte Linie: ADK für den höchsten n.B.G.-Wert der H_0 -Bon.
kurzgestrichelte Linie: ADK bei optimaler Bestockungsdichte

4.6 Ausgangsstammzahl

Die Tafel setzt Pflanzung mit Anfangsstammzahlen von 5000–6000, höchstens 8000, voraus. Sie kann auf Bestände, die aus Naturverjüngung, mit mehr oder weniger langer Überschirmung durch den Mutterbestand, hervorgegangen sind, nur mit Vorbehalt und gegebenenfalls nach Kürzung ihres faktischen Alters angewendet werden.

4.7 Formzahlen

Alle Volumenangaben der Tafel wurden mit Hilfe einer von Forstm. KENNEL im Münchner Ertragskunde-Institut entwickelten Programmroutine für den Elektronenrechner IBM 7090 zunächst als Schaftholzvoluma hergeleitet. Über Reduktionsbeziehungen wurden zusätzlich zu den Schaftholz- auch die entsprechenden Derbholzwerte bestimmt.

Herr Forstmeister Dr. KENNEL wird noch in einer eigenen Arbeit über die Ergebnisse seiner umfangreichen Formzahluntersuchungen an der Fichte berichten.

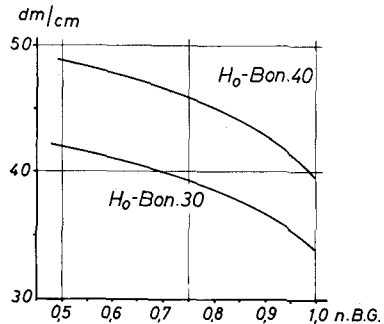


Abb. 9. Durchmesser im Alter 100 in Funktion des natürlichen Bestockungsgrades H_0 -Bonitäten 40 und 30, mittleres Ertragsniveau

4.8 Laufender Volumenzuwachs und Gesamtwuchsleistung

4.81 Für die Bestimmung des laufenden Zuwachses an Schaffholzvolumen in Funktion des Alters hat sich die besonders von H. THOMASIVS (1958, 1962, 1963) in den letzten Jahren untersuchte Grundbeziehung $\ln z_v = f(\ln A, \ln^2 A)$ als am besten ge-

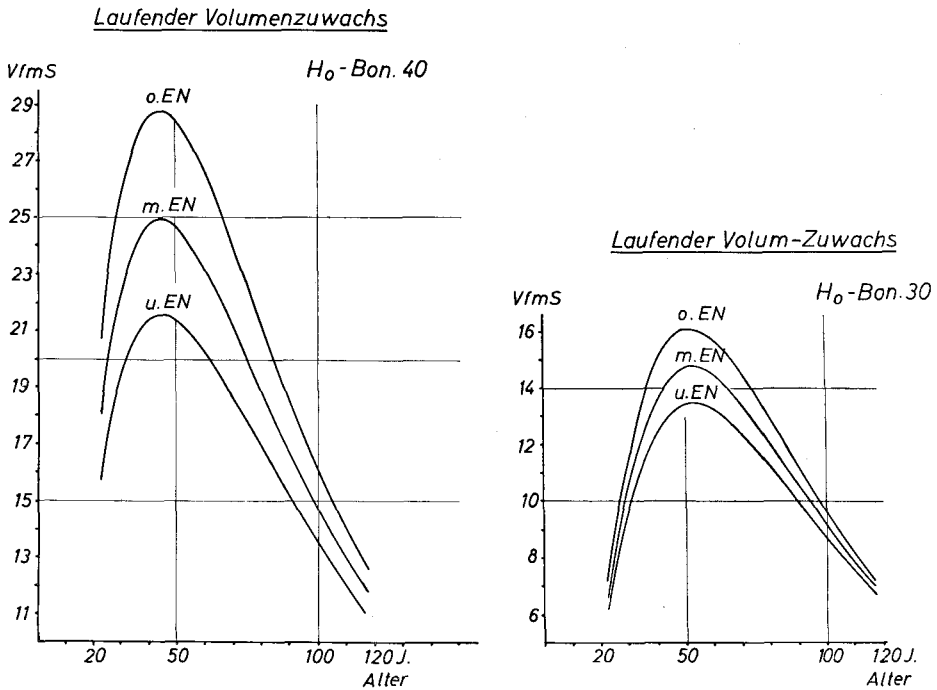


Abb. 10. Laufender Zuwachs an Schaffholzvolumen
H₀-Bonitäten 40 und 30, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau

eignet erwiesen. Diese Beziehung wurde als partielle Leitbeziehung für die Zuwachs- und Gesamtwuchsleistungs-Bestimmung bei optimaler Grundflächenhaltung in das Rechenprogramm einbezogen (vgl. Tab. 1 und 2).

4.82 Der Typ der Ertragstafel-Zuwachskurven (z_v in VfmS) für optimale Grundflächenhaltung ist auf Abb. 10 am Beispiel der drei Ertragsniveau-Stufen für die H₀-Bonitäten 40 und 30 dargestellt. Auf Abb. 11 sind die Derbholz-Zuwächse für die drei Ertragsniveau-Stufen der H₀-Bonität 36 und zum Vergleich die Zuwachskurve nach der ET von WIEDEMANN 1936/42, m. Df., I. Bon., wiedergegeben.

4.83 Die Gesamtwuchsleistung an Schaffholzvolumen wurde aus der Integration der Schaffholzzuwachs-Funktion φ_z bestimmt:

$$GWL_A = \int_0^A \varphi_z \cdot dA$$

4.84 Abb. 12 zeigt die Gesamtwuchsleistung in Funktion der Oberhöhe (Kurven des speziellen Ertragsniveaus) für die H₀-Bonitäten 40 und 30 der drei Ertragsniveau-Stufen. Eine Zusammenfassung charakteristischer Zuwachs- und Gesamtwuchsleistungswerte für die H₀-Bonitäten und Ertragsniveau-Stufen der neuen Tafel enthält Tab. 7.

Lfd. Derbholz-Zuwachs

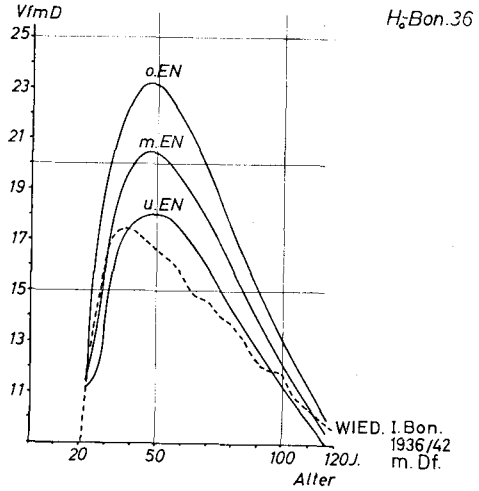


Abb. 11. Laufender Zuwachs an Derbholzvolumen
 H_0 -Bonität 36, verglichen mit dem laufenden Derbholzzuwachs der I. Bonität.
 WIEDEMANN 1936/42, m. Df.

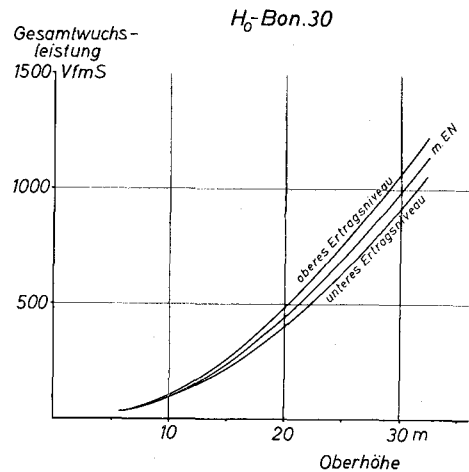
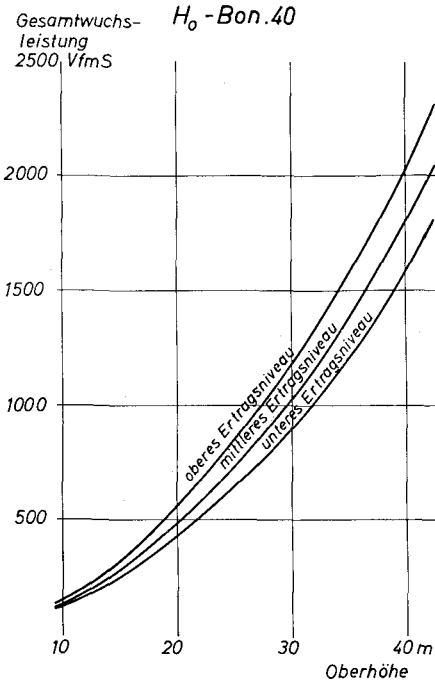


Abb. 12. Gesamtwuchsleistung an Schaffholzvolumen in Funktion der Oberhöhe
 H_0 -Bonitäten 40 und 30, oberes, mittleres und unteres Ertragsniveau

Tabelle 7
 Volumenzuwachs- und Gesamtwachstumsleistungstabelle (Schafholzwerte)
 Auszug

EN-Stufe	Funktionsgröße	Oberhöhenbonitäten											
		20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
1 = U. EN	z_v im Alter 22.5 VfmS	1,0	1,6	2,5	3,5	4,7	6,2	7,8	9,6	11,5	13,6	15,7	
	z_v im Alter 97.5 VfmS	5,6	6,2	6,9	7,5	8,2	9,0	9,8	10,7	11,7	12,7	13,9	
	max. z_v -Wert VfmS	6,9	8,1	9,3	10,6	12,0	13,4	14,9	16,5	18,1	19,8	21,5	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	67,8	63,9	60,5	57,6	55,0	52,7	50,6	48,8	47,1	45,5	44,1	
2 = M. EN	z_v im Alter 22.5 VfmS	1,0	1,6	2,5	3,6	5,0	6,6	8,5	10,6	12,9	15,4	18,0	
	z_v im Alter 97.5 VfmS	5,6	6,3	7,0	7,8	8,6	9,5	10,4	11,4	12,6	13,8	15,2	
	max. z_v -Wert VfmS	7,0	8,3	9,8	11,3	13,0	14,7	16,5	18,5	20,5	22,7	24,9	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	67,5	63,5	60,1	57,1	54,5	52,1	50,0	48,1	46,4	44,8	43,4	
3 = O. EN	z_v im Alter 22.5 VfmS	0,9	1,6	2,5	3,8	5,3	7,2	9,3	11,8	14,5	17,5	20,7	
	z_v im Alter 97.5 VfmS	5,6	6,4	7,2	8,1	9,0	10,0	11,1	12,3	13,6	15,0	16,6	
	max. z_v -Wert VfmS	7,1	8,6	10,3	12,1	14,0	16,1	18,3	20,7	23,3	26,0	28,8	
	Alter bei Err. des Max.-Wertes	67,2	63,1	59,6	56,6	53,9	51,5	49,4	47,5	45,7	44,2	42,7	
1 = U. EN	GWL im Alter 50 .. VfmS	102	140	182	230	283	341	403	470	542	618	699	
	GWL im Alter 100 .. VfmS	423	510	603	701	806	917	1034	1158	1290	1430	1579	
2 = M. EN	GWL im Alter 50 .. VfmS	102	143	190	244	304	371	444	524	610	702	801	
	GWL im Alter 100 .. VfmS	427	523	628	741	862	992	1131	1280	1440	1610	1792	
3 = O. EN	GWL im Alter 50 .. VfmS	103	146	198	259	328	405	491	586	689	801	922	
	GWL im Alter 100 .. VfmS	431	537	655	783	923	1075	1239	1416	1607	1813	2035	

5. Zuwachs-Reduktionstafel

5.1 Die Veränderung des laufenden Volumenzuwachses unter dem Einfluß einer gegenüber den Optimalwerten veränderten Grundflächenhaltung wurde durch eine Reduktionsfunktion erfaßt¹⁰. Der Funktion liegt das von ASSMANN (1956, 1961) entwickelte biometrische Modell der Beziehung zwischen der Grundflächenhaltung und dem laufenden Volumenzuwachs zugrunde.

5.2 Abrufgröße für die Reduktionsfunktion ist der natürliche Bestockungsgrad des Grundflächenwertes, bei dem optimaler Zuwachs erreicht wird (= n. B. G_{opt}).

5.3 Die reduzierten Zuwächse wurden für die natürlichen Bestockungsgrade 1,0 bis 0,35 vom Alter 40 ab hergeleitet und in einer gesonderten Reduktionstafel tabelliert.

6. Ertragstafel-Konstruktionsprogramm

6.1 Die in den Abschnitten 4 und 5 beschriebenen Modelle und Grundbeziehungen wurden in ein Konstruktionsprogramm für den Elektronenrechner eingebaut, das die einzelnen Ertragstafelgrößen schrittweise herleitet und den Tafelausdruck steuert. Das Programm durchläuft folgende Programmschritte:

1. Bestimmung der Koeffizientengleichungen für die aus Funktionen herzuleitenden Ertragstafelgrößen, nach Ertragsniveau-Stufen gegliedert,
2. Formulierung der Grundbeziehungen der Ertragstafelgrößen für die einzelnen H_0 -Bonitäten gegebener Ertragsniveau-Stufe,
3. Berechnen der Ertragstafeldaten für den vorgegebenen Altersbereich aus den Grundbeziehungen für die H_0 -Bonitäten und Kompilation der Ertragstafel,
4. Herleitung der Zuwachs-Reduktionstafel für gegebenen Grundflächenrahmen und Altersbereich,
5. Kompilation von Tafelzusammenstellungen für die wichtigsten Ertragstafelgrößen in getrennten Teiltabellen. In der Tafel-Zusammenfassung sind die Bonitätswerte jeweils einer Ertragstafelgröße für den vorgegebenen Altersbereich tabelliert,
6. Herleitung einer DGZ-Bonitierungstafel für den DGZ₁₀₀ bei optimaler Grundflächenhaltung in einem zur Zeit noch nicht in das Hauptprogramm eingebauten Anschlußprogramm¹¹.

6.2 Die Ertragstafel wurde für 2-m-gestufte H_0 -Bonitäten (40, 38, 36 usw.) und den Altersbereich 20 bis 120 in fünfjähriger Altersabstufung ausgedruckt. Die Zuwachs-Reduktionstafel gibt die reduzierten Zuwachswerte für die Ertragstafelalter 40 bis 115 und die Ertragstafel-Bestockungsgrade 0,4 bis 1,2 an. In der DGZ₁₀₀-Bonitierungstafel sind die für die einzelnen DGZ-Stufen (in 1-VfmS-Abstufung) geforderten Oberhöhen für die Alter 40 bis 150 tabelliert.

6.3 In Tab. 8 bis 12 sind einige Auszüge aus dem Ertragstafel-Output wiedergegeben. Tab. 8 bis 11 enthalten die Ertragstafeln für das untere, mittlere und obere Ertragsniveau der H_0 -Bonität 36, ferner die Ertragstafel für die H_0 -Bonität 28 des mittleren Ertragsniveaus. In Tab. 12 ist die Zuwachs-Reduktionstafel für die H_0 -Bonität 36 des mittleren Ertragsniveaus wiedergegeben.

¹⁰ Über die Herleitung der Reduktionsbeziehung wird noch in einer späteren Arbeit berichtet.

¹¹ Das Anschlußprogramm ermöglicht die Herleitung von DGZ-Bonitierungstafeln in gleicher Weise für andere DGZ-Bezugsalter (z. B. DGZ₈₀, DGZ₉₀, DGZ₁₂₀).

Tabelle 8 · Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern Oberes Ertragsniveau; Oberhöhenbonität 36

Alter	Oberhöhe		verbleibender Bestand						ausscheidender Bestand				Gesamtbestand			Alter	
	h_o	h_m	Stammzahl	mittl. Durchmesser	optimale Grundfläche	kritische Grundfläche	mittlere Schaftformzahl	Schaftholzvorrat	Derbholzvorrat	Stammzahl	Schaftholzmasse	Summe Durchforstg.	Vornutzanteil Schaftholz	Gesamtleistung Schaftholz	LZ-VS		Id. jährl. Holz-zuwachs
A			N	d_m	$G_{opt.}$	$G_{krit.}$	F_S	V_S	V_D	N	V_S	V_S	VN%	GWLVS			A
20	8,0	6,1	4554	7,8	21,4		0,585	76	50	1116	21	2	3,5	78	14,5	3,9	20
25	11,0	8,7	3438	10,0	26,7		0,550	127	109	739	33	23	16,0	150	18,3	6,0	25
30	13,8	11,2	2699	12,2	31,2		0,530	185	172	499	41	56	23,5	241	20,9	8,0	30
35	16,5	13,7	2200	14,3	35,2		0,515	248	237	352	46	97	28,3	345	22,5	9,9	35
40	18,9	16,1	1848	16,4	38,9	34,0	0,503	314	305	257	48	143	31,4	457	23,2	11,4	40
45	21,2	18,3	1591	18,5	42,5	37,1	0,494	382	374	196	47	191	33,4	573	23,3	12,7	45
50	23,3	20,3	1395	20,5	45,8	39,8	0,486	451	444	155	46	238	34,6	689	22,9	13,8	50
55	25,2	22,2	1240	22,4	48,8	42,5	0,480	519	513	127	45	284	35,5	803	22,2	14,6	55
60	27,0	23,9	1113	24,4	51,7	45,1	0,474	585	579	106	43	329	36,1	914	21,3	15,2	60
65	28,6	25,5	1007	26,2	54,3	47,4	0,469	648	643	91	41	372	36,5	1020	20,2	15,7	65
70	30,0	26,9	916	28,1	56,6	49,2	0,465	708	702	79	40	413	36,9	1121	19,1	16,0	70
75	31,3	28,3	837	29,9	58,6	51,1	0,461	763	758	70	39	453	37,3	1216	17,9	16,2	75
80	32,4	29,5	767	31,7	60,4	52,4	0,458	813	809	62	38	492	37,7	1305	16,8	16,3	80
85	33,5	30,6	705	33,5	62,0	53,9	0,455	859	855	56	37	530	38,2	1389	15,7	16,3	85
90	34,4	31,5	649	35,3	63,3	55,1	0,452	900	896	50	37	567	38,7	1467	14,6	16,3	90
95	35,3	32,4	599	37,0	64,4	56,1	0,449	936	932	45	36	604	39,2	1540	13,6	16,2	95
100	36,0	33,3	554	38,8	65,3	56,6	0,447	967	964	42	36	640	39,8	1607	12,6	16,1	100
105	36,7	34,0	512	40,5	66,0	57,3	0,445	994	991	37	35	676	40,5	1670	11,7	15,9	105
110	37,3	34,6	475	42,3	66,5	57,8	0,443	1017	1014	34	35	711	41,2	1728	10,8	15,7	110
115	37,9	35,2	441	44,0	66,9	57,9	0,441	1036	1033	32	34	746	41,9	1782	10,1	15,5	115
120	38,3	35,7	409	45,8	67,2	58,1	0,439	1052	1049			780	42,6	1832		15,3	120

In der Originaltafel wurden in fünf Spalten noch Angaben in Efm o. R. für Zwecke der Forsteinrichtung gemacht. Diese mußten hier zwecks Einsparung von Druckraum fortfallen.

Tabelle 9 · Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern Mittleres Ertragsniveau; Oberhöhenbonität 36

Alter	Oberhöhe	verbleibender Bestand					ausscheidender Bestand					Gesamtbestand			Alter		
		Mittelhöhe	Stammzahl	mittl. Durchmesser	optimale Grundfläche	kritische Grundfläche	mittlere Schaftformzahl	Schaftholzvorrat	Derbholzvorrat	Stammzahl	Schaftholzmasse	Summe der Durchforstg.	Voranteil Schaftholz	Ge-samt-leistg. Schaftholz		Ifd. jährl. Schaftholz-zuwachs	durchschnittl. Gesamt-schaftholz
A	h ₀	h _m	N	d _m	G _{opt.}	G _{krit.}	F _S	V _S	V _D	N	V _S	V _S	VN%	GWL _{VS}	LZ _{VS}	dGZ	A
20	8,0	6,2	4378	7,6	19,6		0,587	70	43	1057	16	2	2,3	72	12,9	3,6	20
25	11,0	8,8	3321	9,7	24,5		0,553	118	100	692	24	18	12,8	136	16,1	5,4	25
30	13,8	11,5	2629	11,8	28,8		0,532	174	161	475	31	42	19,2	216	18,4	7,2	30
35	16,5	14,0	2154	13,9	32,7		0,518	234	225	342	35	73	23,5	307	19,8	8,8	35
40	18,9	16,3	1812	16,0	36,3	31,5	0,506	298	290	256	38	108	26,5	406	20,4	10,1	40
45	21,2	18,5	1556	18,0	39,6	34,4	0,496	362	355	199	39	146	28,6	508	20,6	11,3	45
50	23,3	20,6	1357	20,0	42,6	37,1	0,488	425	419	160	39	185	30,2	610	20,3	12,2	50
55	25,2	22,4	1197	22,0	45,3	39,5	0,482	487	482	130	39	224	31,4	711	19,8	12,9	55
60	27,0	24,2	1067	23,9	47,8	41,7	0,476	547	542	109	39	263	32,4	810	19,0	13,5	60
65	28,6	25,7	958	25,8	50,0	43,5	0,471	603	598	93	38	302	33,3	905	18,2	13,9	65
70	30,0	27,1	865	27,7	52,0	45,2	0,466	655	651	80	37	340	34,1	995	17,2	14,2	70
75	31,3	28,4	785	29,6	53,8	46,8	0,462	704	700	69	37	377	34,8	1081	17,2	14,4	75
80	32,4	29,6	716	31,4	55,3	48,2	0,459	748	745	62	36	414	35,6	1162	16,3	14,5	80
85	33,5	30,7	654	33,2	56,6	49,2	0,455	788	785	54	36	450	36,3	1238	15,3	14,6	85
90	34,4	31,7	600	35,0	57,8	50,2	0,452	824	821	48	35	486	37,1	1310	14,4	14,6	90
95	35,3	32,5	552	36,8	58,7	51,1	0,450	856	853	43	35	521	37,8	1377	13,5	14,5	95
100	36,0	33,3	509	38,6	59,6	51,9	0,447	884	881	39	34	556	38,6	1440	12,6	14,4	100
105	36,7	34,0	470	40,4	60,2	52,2	0,445	908	905	35	34	590	39,4	1498	11,7	14,3	105
110	37,3	34,6	435	42,2	60,8	52,7	0,443	929	926	32	33	624	40,2	1553	11,0	14,1	110
115	37,9	35,2	403	44,0	61,2	53,1	0,441	946	943	28	33	657	41,0	1603	10,2	13,9	115
120	38,3	35,7	375	45,7	61,5	53,4	0,439	961	958	28	33	690	41,8	1651	9,5	13,8	120

Tabelle 10 · Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern Unteres Ertragsniveau; Oberhöhenbonität 36

Alter	Ober- höhe	verbleibender Bestand					ausscheidender Bestand				Gesamtbestand			Alter			
		Mittel- höhe	Stamm- zahl	mittl. Durch- messer	optimale Grund- fläche	kritische Grund- fläche	mittlere Schaft- form- zahl	Schaft- holz- vorrat	Derb- holz- vorrat	Stamm- zahl	Schaft- holz- masse	Summe der Durch- forstg.	Vor- nutz- anteil Schaft- holz		Ge- sam- leistg. Schaft- holz	Ifd. jährl. holz- zuwachs	LZ-VS
A	h_0	h_m	N	d_m	$G_{opt.}$	$G_{krit.}$	F_S	V_S	V_D	N	V_S	V_S	VN ^{9/10}	GWL ^{VS}	LZ-VS		A
20	8,0	6,2	4206	7,5	18,2		0,588	66	38	995	11	1	0,8	67	11,5	3,3	20
25	11,0	9,0	3211	9,5	22,8		0,554	112	93	657	17	12	9,3	124	14,3	4,9	25
30	13,8	11,6	2554	11,6	26,9		0,534	166	152	458	23	29	14,7	195	16,2	6,5	30
35	16,5	14,2	2096	13,7	30,6		0,520	223	213	334	27	52	18,6	275	17,4	7,9	35
40	18,9	16,5	1762	15,7	33,9	29,5	0,508	283	275	253	30	79	21,6	362	18,0	9,0	40
45	21,2	18,8	1509	17,7	36,9	32,2	0,498	342	336	198	31	109	23,8	451	18,2	10,0	45
50	23,3	20,8	1311	19,7	39,7	34,6	0,490	402	396	159	33	140	25,7	542	18,0	10,8	50
55	25,2	22,7	1152	21,6	42,1	36,8	0,483	458	453	130	33	173	27,2	631	17,6	11,5	55
60	27,0	24,4	1022	23,5	44,3	38,5	0,477	513	508	109	34	206	28,5	719	17,0	12,0	60
65	28,6	25,9	913	25,4	46,3	40,2	0,472	564	559	92	34	240	29,7	804	16,3	12,4	65
70	30,0	27,4	821	27,3	48,0	41,8	0,467	611	607	78	34	274	30,8	885	15,5	12,6	70
75	31,3	28,6	743	29,2	49,6	43,2	0,463	654	651	68	34	308	31,9	962	14,7	12,8	75
80	32,4	29,8	675	31,0	50,9	44,4	0,459	694	691	60	34	342	32,9	1036	14,0	12,9	80
85	33,5	30,9	615	32,9	52,1	45,2	0,456	729	727	52	33	376	33,9	1105	13,2	13,0	85
90	34,4	31,8	563	34,7	53,1	46,1	0,453	762	759	46	33	409	34,8	1171	12,4	13,0	90
95	35,3	32,7	517	36,5	54,0	46,9	0,450	790	788	42	33	442	35,8	1232	11,7	13,0	95
100	36,0	33,4	475	38,3	54,7	47,6	0,448	815	813	37	33	475	36,7	1290	10,9	12,9	100
105	36,7	34,1	438	40,1	55,3	48,2	0,445	837	835	33	32	508	37,7	1345	10,3	12,8	105
110	37,3	34,7	405	41,9	55,8	48,4	0,443	856	854	29	32	540	38,6	1396	9,6	12,7	110
115	37,9	35,3	376	43,7	56,2	48,7	0,441	872	869	27	32	572	39,5	1444	9,0	12,6	115
120	38,3	35,8	349	45,5	56,5	49,0	0,439	885	883	27	32	604	40,5	1489		12,4	120

Tabelle 11 · Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern Mittleres Ertragsniveau; Oberhöhenbonität 28

Alter	Oberhöhe	verbleibender Bestand						ausscheidender Bestand				Gesamtbestand				Alter
		Mittelhöhe	Stammzahl	mittl. Durchmesser	optimale Grundfläche	kritische Grundfläche	mittlere Schaftformzahl	Schaftholzvorrat	Derbholzvorrat	Stammzahl	Schaftholzmasse	Summe der Durchforstg.	Vornutzanteil Schaftholz	Gesamtleistung Schaftholz	Ifd. jährl. Schaftholzzuwachs	
A	h ₀	h _m	N	d _m	G _{opt.}	C _{krit.}	F _S	V _S	V _D	N	V _S	V _S	VN%	GW _{LVS}	LZ _{VVS}	A
20	5,1	3,5			10,6						2	2		19	5,0	0,9
25	7,2	5,3			14,9						729			44	7,3	1,7
30	9,3	7,2	3488	8,4	19,0		0,571	78	52		11	2	3,0	80	9,4	2,7
35	11,3	9,1	2945	10,0	22,8		0,550	113	95		15	13	10,4	126	11,0	3,6
40	13,3	10,9	2525	11,6	26,4	23,0	0,535	153	138		18	28	15,4	181	12,1	4,5
45	15,1	12,7	2193	13,2	29,6	25,8	0,523	195	183		21	46	19,1	241	12,7	5,4
50	16,8	14,3	1923	14,7	32,6	28,4	0,513	237	227		23	67	22,0	304	13,0	6,1
55	18,4	15,8	1699	16,3	35,2	30,5	0,504	279	270		24	90	24,3	369	13,0	6,7
60	19,9	17,3	1512	17,8	37,5	32,5	0,497	319	312		24	114	26,1	433	12,7	7,2
65	21,2	18,6	1353	19,3	39,6	34,3	0,490	359	351		25	138	27,7	497	12,3	7,6
70	22,5	19,8	1216	20,9	41,4	35,9	0,485	395	388		25	163	29,1	558	11,8	8,0
75	23,6	20,9	1097	22,4	42,9	37,3	0,480	428	423		25	188	30,4	616	11,2	8,2
80	24,7	22,0	993	23,9	44,3	38,5	0,475	459	454		25	213	31,5	672	10,5	8,4
85	25,6	22,9	902	25,3	45,4	39,5	0,471	487	482		24	237	32,6	724	9,9	8,5
90	26,5	23,8	822	26,8	46,4	40,1	0,467	512	508		24	261	33,6	773	9,2	8,6
95	27,3	24,6	751	28,3	47,2	40,8	0,464	534	530		24	285	34,6	819	8,6	8,6
100	28,0	25,3	687	29,8	47,8	41,3	0,460	554	550		23	308	35,6	862	8,0	8,6
105	28,7	26,0	630	31,3	48,3	41,8	0,457	571	567		23	331	36,5	902	7,4	8,6
110	29,3	26,6	579	32,7	48,7	42,1	0,455	585	582		22	353	37,5	938	6,8	8,5
115	29,8	27,2	533	34,2	48,9	42,4	0,452	597	594		22	375	38,4	972	6,3	8,5
120	30,3	27,7	492	35,7	49,1	42,5	0,450	608	604		21	396	39,3	1004	6,3	8,4

Tabelle 12

Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern
Mittleres Ertragsniveau; Oberhöhenbonität 36; Zuwachs-Reduktionstafel

Alter	ET-Best.-Grad	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	Max. Grundfläche/ha
40	Grundfläche/ha	14,5	18,2	21,8	25,4	29,0	32,7	36,3	39,9	42,8
	nat. Best.-Grad	0,34	0,43	0,51	0,60	0,68	0,77	0,85	0,94	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,45	0,58	0,71	0,82	0,91	0,97	1,00	1,00	0,98
	lfd. Zuw. (VFMS)	9,2	11,9	14,4	16,7	18,5	19,8	20,4	20,4	20,0
	lfd. Zuw. (EFMD)	7,4	9,6	11,6	13,4	14,9	16,0	16,4	16,4	16,1
50	Grundfläche/ha	17,1	21,3	25,6	29,8	34,1	38,3	42,6	46,8	49,7
	nat. Best.-Grad	0,35	0,43	0,52	0,60	0,69	0,78	0,86	0,95	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,45	0,58	0,70	0,81	0,91	0,97	1,00	1,00	0,98
	lfd. Zuw. (VFMS)	9,1	11,8	14,3	16,5	18,4	19,7	20,3	20,3	19,9
	lfd. Zuw. (EFMD)	7,3	9,5	11,5	13,3	14,8	15,9	16,4	16,4	16,0
60	Grundfläche/ha	19,1	23,9	28,7	33,5	38,2	43,0	47,8	52,6	54,7
	nat. Best.-Grad	0,35	0,44	0,53	0,62	0,70	0,79	0,88	0,97	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,44	0,58	0,70	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	0,99
	lfd. Zuw. (VFMS)	8,4	11,0	13,3	15,5	17,2	18,5	19,0	19,0	18,7
	lfd. Zuw. (EFMD)	6,8	8,8	10,8	12,5	13,9	14,9	15,3	15,3	15,1
70	Grundfläche/ha	20,8	26,0	31,2	36,4	41,6	46,8	52,0	57,2	58,4
	nat. Best.-Grad	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81	0,90	0,98	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,44	0,57	0,70	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	0,99
	lfd. Zuw. (VFMS)	7,6	9,9	12,0	14,0	15,6	16,7	17,2	17,2	17,1
	lfd. Zuw. (EFMD)	6,1	8,0	9,7	11,3	12,6	13,5	13,9	13,9	13,8
80	Grundfläche/ha	22,1	27,7	33,2	38,7	44,2	49,8	55,3	60,8	60,9
	nat. Best.-Grad	0,37	0,46	0,55	0,64	0,73	0,82	0,91	1,00	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,44	0,57	0,69	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	1,00
	lfd. Zuw. (VFMS)	6,7	8,7	10,6	12,4	13,8	14,9	15,3	15,2	15,2
	lfd. Zuw. (EFMD)	5,4	7,0	8,6	10,0	11,2	12,0	12,4	12,3	12,3
90	Grundfläche/ha	23,1	28,9	34,7	40,5	46,2	52,0	57,8	62,6	62,6
	nat. Best.-Grad	0,37	0,47	0,56	0,65	0,74	0,84	0,93	1,00	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,43	0,56	0,69	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	1,00
	lfd. Zuw. (VFMS)	5,8	7,6	9,3	10,9	12,2	13,1	13,5	13,4	13,4
	lfd. Zuw. (EFMD)	4,7	6,1	7,5	8,8	9,8	10,6	10,9	10,8	10,8
100	Grundfläche/ha	23,9	29,8	35,8	41,7	47,7	53,6	59,6	63,7	63,7
	nat. Best.-Grad	0,38	0,47	0,57	0,66	0,75	0,85	0,94	1,00	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,43	0,56	0,69	0,81	0,90	0,97	1,00	1,00	1,00
	lfd. Zuw. (VFMS)	5,0	6,6	8,1	9,5	10,6	11,4	11,7	11,7	11,7
	lfd. Zuw. (EFMD)	4,1	5,3	6,5	7,6	8,6	9,2	9,5	9,5	9,5
110	Grundfläche/ha	24,3	30,4	36,5	42,5	48,6	54,7	60,8	64,2	64,2
	nat. Best.-Grad	0,38	0,48	0,57	0,67	0,76	0,86	0,95	1,00	1,00
	rel. Zuwachs . .	0,43	0,56	0,69	0,80	0,90	0,97	1,00	1,00	1,00
	lfd. Zuw. (VFMS)	4,3	5,7	7,0	8,2	9,2	9,9	10,2	10,2	10,2
	lfd. Zuw. (EFMD)	3,5	4,6	5,7	6,6	7,4	8,0	8,2	8,2	8,2

Die Originaltafel mit Angaben von fünf zu fünf Jahren wurde hier auf Angaben für zehnjährige Intervalle reduziert.

6.4 Erklärung der Symbole der Zuwachs-Reduktionstafel

Die Relativzahlen im Kopf der Tafel geben den *Bestockungsgrad* an, bezogen auf die *Tafelwerte* (G je ha wirklich: G der ET. = Ertragstafel-Bestockungsgrad). Für Alterswerte von 5 zu 5 Jahren werden für die Ertragstafel-Bestockungsgrade 0,4 bis 1,2 angegeben:

in der ersten Zeile: die entsprechenden *absoluten Werte der Grundfläche/ha*,
 in der zweiten Zeile: die entsprechenden *natürlichen Bestockungsgrade* (G/ha wirklich: G/ha maximal),

in der dritten Zeile: die entsprechenden *relativen Zuwachswerte*, bezogen auf den (optimalen) Zuwachs der Ertragstafel,

in der vierten Zeile: die entsprechenden *absoluten Zuwachswerte* in Vfm Schaftholz mit Rinde,

in der fünften Zeile: die entsprechenden *absoluten Zuwachswerte* in Efm Derbholz ohne Rinde.

In der letzten Spalte sind die zugrunde gelegten *maximalen Grundflächen* vermerkt, d. h. die Grundflächen, die sich ohne *aktive* Durchforstungseingriffe, also bei Entnahme lediglich der abgestorbenen Bäume, einstellen würden. Die natürlichen Bestockungsgrade sind auf diese maximalen Grundflächen bezogen.

6.5 Die elektronische Kompilationszeit für das Konstruktionsprogramm (einschließlich aller Testkompilationen) betrug 52 Minuten. Dem endgültigen Tafelausdruck gingen 108 volle ET-Tests (größtenteils mit 4 m abgestuften H_0 -Bonitäten) voraus, in denen die einzelnen ET-Grund- und Querbeziehungen nochmals aufeinander abgestimmt wurden. Für die Kompilation einer Tafel mit drei EN-Stufen und 2 m H_0 -Bonitätsstufen sowie allen Anschlußtafeln wurden rund 2 Minuten Rechenzeit benötigt. Die Rechenzeit für einen ET-Test betrug etwas mehr als 1 Minute. Der volle Tafelausdruck umfaßt rund 130 Seiten von annäherndem DIN-A3-Format.

7. Das zugrunde liegende Durchforstungsprogramm

7.1 Eine Ertragstafel, die zu praktischem Gebrauch geeignet sein soll, muß notwendig ein Behandlungsprogramm voraussetzen. Denn der sich selbst überlassene Baumbestand kann zu leicht eine Entwicklung nehmen, die unseren menschlichen Zwecksetzungen zuwiderläuft. Bei der Baumart Fichte ist diese Gefahr allerdings, zumal auf zuzugenden Standorten, relativ gering, jedenfalls geringer als bei den Laubbäumen. Es muß hier versucht werden, verschiedenen Anforderungen gleichzeitig gerecht zu werden. Dies geschieht wie folgt:

1. Durch früh beginnende und bis zur Gipfelung des Bestandeszuwachses (Volumenzuwachs) recht kräftig geführte Eingriffe soll *hinreichende Sicherheit* gegen Schnebruch und Standfestigkeit gegen Windwirkung erreicht werden. Da diese Eingriffe in die natürliche Altersphase des Aufschwungs und der beginnenden Vollkraft *der Einzelbäume*, also *vor* deren Zuwachsgipfelung, fallen, können die so ausgelösten *Wuchsbeschleunigungen* zuwachsgünstig ausgenutzt werden. Der natürliche optimale Bestockungsgrad liegt in dieser Entwicklungsphase des Bestandes auf guten Standorten etwa bei 0,8, so daß diese kräftigen Eingriffe *keine Einbuße* am *möglichen Volumenzuwachs* zur Folge haben.
2. Sobald die Gipfelung des Bestandeszuwachses erreicht ist, werden die Eingriffe in dem Maße schwächer, wie die optimale Grundfläche ansteigt und sich der maximalen nähert. Jetzt ist eine hinreichende Widerstandsfähigkeit gegen Schneebruch und Sturm erreicht. Der weitere Zuwachs wird an relativ schlanken, befriedigend astreinen Schäften und in nicht zu breitringigem Holz angelegt.

7.2 Sofern der Waldbesitzer über eine Fichtenbetriebsklasse mit ausreichenden Vorräten verfügt, ist er zu starken Eingriffen jetzt nicht mehr veranlaßt, die nur eine *Vorwegnahme* weit *wertvollerer künftiger Nutzungen* bedeuten würden.

7.3 Die *Behandlung* ist nach den *heutigen Gegebenheiten optimal* zum Erzielen *höchsten durchschnittlichen Wertzuwachses* in *Umtriebszeiten* von etwa 80 Jahren

aufwärts. Sie erfordert wegen der heutigen hohen Löhne für das Aufarbeiten schwächer Sortimente in den Jahrzehnten 20 bis etwa 50 allerdings gewisse Opfer, die aber im Interesse der *Bestandessicherheit* gebracht werden sollten. Dafür kann auf guten Standorten vom Alter 60 bis 70 aufwärts der *Durchforstungsturnus* ohne Bedenken gegebenenfalls auf zehn Jahre *verlängert* werden.

7.4 Muß der Waldbesitzer von diesem Programm, sei es aus welchen Gründen, abweichen und in die Bestände nach deren Zuwachsgipfelung *stärker eingreifen*, so sagt ihm die *Zuwachsreduktionstafel*, *wieviel Zuwachs er dabei wahrscheinlich verliert*. Es wird ihm nicht durch den willkürlichen und unnatürlichen Grundflächenrahmen heute weithin benutzter Ertragstafeln die Meinung suggeriert, daß bei einem Tafelbestockungsgrad von – sagen wir – 0,9, bezogen auf die betreffende Tafel, ja noch voller Zuwachs geleistet werde. Und er wird von der Illusion geheilt, daß Bestände mit nahezu vollem Kronenschluß auch noch vollen Zuwachs leisten.

Die Tafel dürfte auch beim Abschätzen des Zuwachses in zu verjüngenden und innerhalb begrenzter Zeiträume abzunutzenden Beständen gute Dienste leisten.

7.5 Mit Hilfe der hier besprochenen Bezugstafel mit dreifach gestuftem Ertragsniveau sind besser zutreffende und genauere Ertragsprognosen möglich, als mit den bisher gebräuchlichen Großgebietstafeln. Eine noch feinere und besser gesicherte *Ansprache der standörtlich möglichen Ertragsleistung* und des spezifischen Wachstumsanges von Beständen auf gegebenem Standort erlauben die sogenannten *Standorttafeln* (ASSMANN, 1949, 1962). Solche wurden inzwischen von FRANZ für einige in Ober- und Mittelschwaben auf größerer Fläche vorkommende *Standorteinheiten* (nach KRAUSS und SCHLENKER) auf Grund örtlicher Probeflächen aufgestellt. Hierüber wird FRANZ in Kürze in einer größeren Arbeit berichten.

Die neue Tafel dürfte auch eine bessere *Grundlage für betriebswirtschaftliche Kalkulationen* abgeben. Die Art der Tafelkonstruktion erlaubt die Fortentwicklung zu einer *Wertertragstafel*. Da die anfallenden Holzsortimente von den Schaftdimensionen abhängen, die in der Tafel vorausgesetzt werden, ist es nicht schwer, für jeweils vorgegebene Werbungskosten und Holzerlöse die ertekostenfreien Erträge in Geld zu berechnen. Entsprechende Programmierungsarbeiten sind in Vorbereitung.

8. Schluß

Wer etwa eine Ertragstafel wie die vorliegende als eine unzulässige Mathematisierung von Lebensvorgängen ansieht, der möge bedenken, daß es sich hier um Gesetzmäßigkeiten handelt, die im ganzen Kosmos immer wieder aufscheinen. Ähnlich wie im physikalischen Mikrobereich das Einzelgeschehen indeterminiert ist, haben die Baumindividuen eines Bestandes einen – durch Erbanlagen und wechselnde Wuchskonstellationen bestimmten – Entwicklungsspielraum, der eine sichere Vorhersage künftiger Entwicklung von Einzelbäumen unmöglich macht. Aber wie aus dem Zusammenspiel ungeheuer zahlreicher Einzelwirkungen strenge physikalische Makrogesetze resultieren, so gelten für die durchschnittliche Entwicklung genügend zahlreicher Baumindividuen (oder von Beständen auf gleichem Standort) Gesetzmäßigkeiten von hinreichender Bestimmtheit.

Die Verfasser erblicken in der harmonischen Abstimmung der korrelativ verbundenen Teilgrößen, wie sie der geschlossene Tafelaufbau aus sich gegenseitig kontrollierenden und zugleich stützenden Teilbeziehungen voraussetzt, auch eine Garantie für die „Richtigkeit“ der Tafel. Sie folgten hier, mit neuzeitlichen Hilfsmitteln versehen und auf ungleich breitere Grundlagen gestützt, dem Beispiel von GEHRHARDT (1909, 1921), der im Vertrauen auf das Walten von Wuchsgesetzen mit bewunderungswür-

digem Fleiß in seinen Ertragstafeln „eine organische Gleichstimmung aller Zahlen bis ins kleinste“ zu erreichen vermochte.

Schließlich möchten die Verfasser die Hoffnung aussprechen, daß die neue Tafel vernünftig und sinnvoll angewendet werden möge und daß sie nicht als Prokrustesbett zum Vergewaltigen lebendiger Wirklichkeiten mißbraucht wird.

Literatur¹²

- ADAM, A.: Einflußgrößenrechnung 1956, 7 S., Referat, Linz. — ADAMS, W. R.: Studies in tolerance of New England forest trees 1935, 156 S., Vermont Agr. Exp. Sta. Bull. 390. — ANDERSEN, F. S.: Competition in populations consisting of one age group. *Biometrics* 1960, 16, 19-27. — ANDERSON, O.: Über den Umgang mit systematischen statistischen Fehlern. *Stat. Vierteljahresschrift* 1954, S. 38-44. — ASSMANN, E.: Zeitgemäßer Ausbau der Holzmesekunde. *Silva* 1936, 24, 385-389. — ASSMANN, E.: Zur Ertragstafelfrage. *Forstw. Cbl.* 1949, 68, 414-430. — ASSMANN, E.: Zur Bonitierung süddeutscher Fichtenbestände. *Allgem. Forstzeitschr.* 1955, 10, 61-64. — ASSMANN, E.: Die Bedeutung des „erweiterten Eichhornschen Gesetzes“ für die Konstruktion von Fichten-Ertragstafeln. *Forstw. Cbl.* 1955, 74, 321-330. — ASSMANN, E.: Natürlicher Bestockungsgrad und Zuwachs. *Forstw. Cbl.* 1956, 75, 257-265. — ASSMANN, E.: Betriebsklassenmodelle. *Allgem. Forst- und Jagdztg.* 1956, 127, 85-90. — ASSMANN, E.: Durchforstungsstärke und Zuwachsleistung. *Der Forst- und Holzwirt* 1956, 11, 364-370. — ASSMANN, E.: Kritische Grenzen der Durchforstungsstärke und Vorratshaltung. *FA* 1956, 27, 254-255. — ASSMANN, E.: Einzelbestand und Betriebsklasse. *Der Forst- und Holzwirt* 1956, 11, 486-488. — ASSMANN, E.: Standraumökonomie. 1957, Vortrag. *Mitt. a. d. Staatsf. Bayerns*, H. 29, 158. — ASSMANN, E.: Standraumregelung und Ertragsleistung. *Forstarchiv* 1957, 28, 217-223. — ASSMANN, E.: Zur Verbesserung der Ertragsprognose. *Allg. Forst- und Jagdztg.* 1959, 130, 92-95. — ASSMANN, E.: Höhenbonität und wirkliche Ertragsleistung. *Fw. Cbl.* 1959, 78, 1-20. — ASSMANN, E.: Walderrtragskunde. 1961, 490 S., BLV-Verlagses. München-Bonn-Wien. — ASSMANN, E.: Die Fortentwicklung unserer Ertragstafeln. *Allg. Forstzeitschr.* 1962, 17, 817-820, 839-841. — ASSMANN, E.: 9 Ertragstafelmodelle für Fichte. Manuskriptdruck, unveröffentl., 1962, 10 S. — ASSMANN, E.: Möglichkeiten zur Verbesserung der forstlichen Ertragslage aus ertragskundlicher Sicht, Vortrag. *Allg. Forstzeitschr.* 1963, 18, 685-693. — ASSMANN, E.: Ertragstafeln und Durchforstung der Fichte. *Allg. Forstzeitschr.* 1964, 19, 348-349. — BACKMAN, G.: Methodik der theoretischen Wiedergabe beobachteter Wachstumsreihen. *Lunds Universitets Årsskrift* 1939, Bd. 35. — BACKMAN, G.: Wachstum und organische Zeit. *Bios* 1943, 15. — BAKER, R. D., and HUNT, E. V.: Continuous Forest Inventory with Punched Card Machines for Small Property. *Bulletin* Nr. 5, 1960, 51 S. — BITTERLICH, W.: Variabilität - vereinfacht berechnet. *Allgem. Forstzeitung* Wien, 1963, 74, 8 S. — BLANCKMEISTER, J.: Die räumliche und zeitliche Ordnung im Walde. Neumann-Verlag Radebeul, 1956, 145 S. — BLANCKMEISTER, J.: Zur Problematik der Holzvorratsinventur und Leistungsprüfung. *Archiv f. Forstwesen* 1956, 5, 690-715. — BRUCE, D., and SCHUMACHER, F. X.: *Forest Mensuration*. 1950, 483 S., New York. — BUSSE, J.: Der Mittendurchmesser. *Tharandter Forstl. Jahrbuch* 1928, 79, 267-275. — CAJANUS, W.: Über die Entwicklung gleichartiger Waldbestände. *Acta Forestalia Fennica* 1914. — CARTER, E. E.: The use of yield tables in predicting growth. *Proc. Soc. Amer. Foresters* 1914, 9, 177-188. — CARBONNIER, C.: An approach to determining the potential productivity of forests in Scandinavia and Finland. 1961, 8 S. — CENCEL, T.: Feststellung der dem Vorratsoptimum entsprechenden Merkmale der Kiefernbestandesstruktur. *Doświadczenia Leśne* 1938, Bd. IV. — CHACKO, V. J.: Some recent developments in the application of statistical methods in forestry and forest products investigations in India - Vortrag - 1963, 11 S. Manuskriptdruck, unveröffentlicht. — CHACKO, V. J.: Design and analysis of life testing experiments - Vortrag - 1963, 11 S. Manuskriptdruck, unveröffentlicht. — CHAPMAN, H. H., and DEMERITT, D. B.: Elements of forest mensuration. 1936, 451 S., Albany, N. Y. — CHAPMAN, H. H., and MEYER, W. H.: *Forest Mensuration*. 1949, 522 S., New York, Toronto, London. — CHIANG, CH. L.: A stochastic study of the life table and its applications. *Biometrics* 1960, 16, 618-635. — CORNELL, R. G.: A method for fitting linear combinations of exponentials. *Biometrics* 1962, 18, 104-113. — COX, D. R.: Planning of experiments. 1958, 308 S., New York. — DEEN, J. L.: A survival table for even-aged stands of northern white pine. *Jour. Forestry*

¹² Die Verfasser konnten im Rahmen ihres Autorenreferates auf die verwendete Literatur nicht näher eingehen. Sie hielten es jedoch für angezeigt, die benutzten Quellen an dieser Stelle bekanntzugeben.

- 1933, 31, 42-44. — DITTMAR, O.: Standortregelung und Zuwachssteigerung in Fichtenstangenwäldern. Forst und Jagd 1959, 9, 321-323. — DITTMAR, O.: Zur Frage des „Wuchsbeschleunigungseffektes“ durch starke Durchforstung im jungen Fichtenbestand. Arch. f. Forstwesen 1959, 8, 923-945. — DITTMAR, O.: Zuwachs und Ertrag langfristiger Fichtendurchforstungsversuchsflächenreihen des Thüringer Waldes und des Harzes in Abhängigkeit von Bestockungsdichte und Standort — Vortrag — Arch. f. Forstwesen 1961, 10, 458-476. — DÖRFEL, H.: Methodische Untersuchung der Aussagemöglichkeit bei funktional erfaßten Ertragsverläufen. Biometr. Zeitschrift 1964, 6, 73-88. — EH, H.: Über das Wachstum der Fichte im Bereich verschiedener Standortseinheiten des oberschwäbischen Jungmoränengebietes; untersucht im Altdorfer Wald. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1962, 133, 177-194. — ERTELD, W.: Zur Frage der Zuwachsbeeinflussung durch Vorratshaltung. Der Forst- und Holzwirt 1956, 11, 363-364. — ERTELD, W.: Grundflächenschluß und Zuwachs bei Kiefer, Fichte und Buche. Berlin, Akad. Verl. 1957, 178 S. — ERTELD, W.: Die Abhängigkeit der Zuwachsleistung von der Bestandesdichte. Forst und Jagd 1957, 7, 515-521. — EZEKIEL, M.: A method of handling curvilinear correlation for any number of variables. Jour. of the Amer. Stat. Ass., 1924. — EZEKIEL, M.: Methodes of correlation analysis. 1956, New York, 531 S. — FERRARI, TH. J.: Auswertung biologischer Kettenprozesse mit Hilfe von Pfadkoeffizienten. Biom. Zeitschr. 1964, 6, 89-102. — FISHER, R. A.: Statistical Methods for Research Workers. London, 1950, 354 S. — FISHER, R. A., and YATES, F.: Statistical tables for biological, agricultural and medical research. London, 1957, 138 S. — FLURY, PH.: Untersuchungen über die Entwicklung der Pflanzen in der frühesten Jugendperiode. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. 1895, 4, 189-202. — FLURY, PH.: Über die Gesetzmäßigkeit im Wachstumsgange einiger Holzarten. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchsw. 1898, 6, 53-86. — FRANZ, F.: Durchmesserdifferenzprozent und Vornutzungsprozent. Ein neues Verfahren zur Herleitung der Gesamtwuchsleistung von Fichtenbeständen aus einmalig erhobenen Bestandeskennwerten. Allg. Forst- und Jagdztg. 1963, 134, 181-197, 201-214. — FRANZ, F.: Standort und Ertragsleistung bei der Kiefer — Vortrag — 1960, 97-122, Tagungsbericht Nr. 26 der DAL zu Berlin. — FRAUENDORFER, R.: Planung und Durchführung von Stichprobenahmen. Schriftenreihe der Forstl. Bundesversuchsanstalt Mariabrunn/Wien, 1957, 6, 65 S. — GEBELEIN, H., and HEITE, H. J.: Statistische Urteilsbildung. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1951, 192 S. — GEHRHARDT, E.: Die theoretische und praktische Bedeutung des arithmetischen Mittelstammes. Meinigen, 1901. — GEHRHARDT, E.: Über Bestandes- und Wachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. Allg. Forst- und Jagdztg. 1909, 117-128. — GEHRHARDT, E.: Eine neue Fichten-Ertragstafel. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1921, 97, 241-246. — GEHRHARDT, E.: Zur Ertragstafelfrage — eine dreiteilige Fichtenertragstafel. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1928, 104, 377-386. — GEHRHARDT, E.: Über den gegenwärtigen Stand der Durchforstungsfrage. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1934, 325-336. — GEHRHARDT, E.: Zur Frage der Zuwachssteigerung durch starke Durchforstung. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1935, 111, 346-348. — GEIDEL, H.: Zur Variabilität der Einzelpflanze. Acker- u. Pflanzenbau 1958, 106, 49-57. — GEVORKIANTZ, S. R., and DUERR, W. A.: Methods of predicting growth of forest stands. U. S. F. S. Lake States Forest Exp. Sta. Econ. Note 9, 1938, 59 S. — GRIMM, H.: Transformation von Zufallsvariablen. Biometr. Zeitschr. 1960, 2, 164-182. — ELSTON, R. C., and GRIZZLE, J. E.: Estimation of time-response curves and their confidence bands. Biometrics 1962, 18, 148-159. — GROSSMANN, H.: Zur Fehlerberechnung bei Holzvorratsaufnahmen nach dem repräsentativen Querschnitt. Forst und Jagd 1956, 6, 8-10. — GROSSMANN, H.: Die Bedeutung der variablen Probenahme für die Holzvorratsinventuren der praktischen Forsteinrichtung. Forst und Jagd 1960, 10, 542-544. — GRUSCHOW, G. F., and EVANS, T. C.: The relation of cubic-foot volume growth to stand density in young slashpine stands. Forest Science 1959, 5, 49-55. — GUTTMANN, O.: Die Bayerischen Durchforstungsversuche in Fichtenbeständen. Mitt. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns 1926, H. 17. — GUTTENBERG, A. v.: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. 1915, Wien und Leipzig. — HAMPEL, R.: Eine Zuwachshypothese auf physiologischer Grundlage. Centralbl. f. d. ges. Forst- und Holzwirtschaft. 1951, 71. — HAMPEL, R.: Forstliche Ertrags-elemente. Mitt. d. Bundes-Versuchsanst. Mariabrunn 1955, 51, 187 S. — HARTIG, R.: Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirtschaft im Harze und im Wesergebirge. 1868, 199 S. — HARTIG, R.: Über das Dickenwachstum der Waldbäume. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1871, 3, 66-104. — HENGST, E.: Ertragskundliche Untersuchungen an Fichtenbestockungen des Mittelgebirges. Tagungsbericht Nr. 26 der DAL zu Berlin, 1960, 153-163. — HENGST, E.: Fichten-Durchforstungsreihe Neudorf. Archiv f. Forstwesen 1962, 11, 850-859. — HOFFMANN, K., and BOLLAND, G.: Über Lochkartenverfahren und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Forstwissenschaft. Archiv f. Forstwesen 1959, 8, 181-216. — HOLMSGAARD, E.: Bemerkungen zu einigen deutschen und schwedischen Versuchen in Fichte. Allgem. Forstzeitschr. 1956, 11, 306-307. — HUGHES, H. M.: On the analysis of repeated-measurement experiments. Biometrics 1960, 16, 547-565. — JEFFERS, J. N. R.: Experimental design and analysis in forest research. 1959, 172 S., Stockholm. — ILVESSALO, Y.: Methods for preparing yield tables. Silva

- Fennica 1927, 5, 1-30. — KENNEL, R.: Schaffformzahl-Tabelle für Fichte (nach H. A. MEYER). Manuskriptdruck, unveröffentlicht, 1964, 4 S. — KNOWLES, A. E. G.: Eine Stichprobe aus den theoretischen Grundlagen – Referat – unveröffentlicht, 1956, 21 S. — KRÄUTER, G.: Das Waldhöhentarifsystem. 1958, 134 S., Berlin. — KRAMER, H.: Die Verwendung der Oberhöhe in der Forsteinrichtung. Allg. Forst- und Jagdztg. 1961, 132, 122-129. — KRAMER, H.: Ertragskundliche Voraussetzungen der dynamischen Bonitierung für unsere Hauptholzarten. Der Forst- und Holzwirt 1962, 17, 428-430. — KRAMER, H.: Der Einfluß von Großklima und Standort auf die Entwicklung von Waldbeständen am Beispiel langfristig beobachteter Versuchsflächen von Douglasie, Fichte, Buche und Eiche. Schriftenreihe d. Forstl. Fakultät d. Univ. Göttingen, Bd. 31/32, 1963, 140 S. — KRAMER, H.: Bonitierungsmaßstäbe in der Forstwirtschaft. Der Forst- und Holzwirt 1964, 19, 8-12. — KRENN, K.: Durchforstungskriterium für Fichte. Schriftenreihe der Bad. Forstl. Versuchsanstalt 1946, H. 1., 15 S. — KRENN, K.: Ertragstafeln für Fichte (1945) für Süddeutschland und Österreich. Schriftenreihe der Bad. Forstl. Versuchsanstalt 1946, H. 3, 33 S. — KÜNANZ, H.: Der Normalwaldbegriff. — Zur theoretischen Grundlegung des Weiserflächensystems. Allg. Forst- und Jagdztg. 1935, 111, 365-373. — KÜNANZ, H.: Die Durchforstungen und ihre Auswirkungen auf Massen- und Wertleistungen der Bestände. Allg. Forst- u. Jagdztg. 1957, 128, 53-63. — LEVAKOVIČ: Analytische Form des Wachstumsgesetzes. Glasnic 1935, 4. — LIEBOLD, E.: Ein neues statistisches Verfahren zur Ermittlung der Konstanten der Wachstums- und Zuwachsfunktion nach BACKMAN. Archiv f. Forstwesen 1962, 11, 808-821. — LIENERT, G. A.: Prinzip und Methode der multiplen Faktorenanalyse, demonstriert an einem Beispiel. Biometr. Zeitschr. 1959, 1, 88-141. — LIENERT, G. A.: Über die Anwendung von Variablentransformationen in der Psychologie. Biometr. Zeitschr. 1962, 4, 145-181. — LIENERT, G. A.: Verteilungsfreie Methoden in der Biostatistik. 1962, 361 S., Meisenheim. — LINDER, A.: Vertrauensgrenzen eines Extremums. Stat. Vierteljahresschrift 1954, VII, 4-6. — LINDER, A.: Statistische Methoden. 1960, 484 S., Basel und Stuttgart. — LÖNNROTH, E.: Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Acta Forestalia Fennica 1926, 30, 1-269. — MAGIN, R.: Möglichkeiten der dynamischen Bonitierung im Hinblick auf die künftige Einheitsbewertung. Allgem. Forstzeitschr. 1955, 10, 122-124. — MAGIN, R.: Über die Brauchbarkeit des forstlichen Bonitätsbegriffes. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1958, 129, 145-150. — MAGIN, R.: Ertragsregelung auf standörtlicher Grundlage. Mitt. a. d. Staatsforstverwaltung Bayerns, 1960, H. 31, 131-136. — MEYER, H. A.: A mathematical expression for height curves. Journal of Forestry 1940, 38, 415-420. — MEYER, H. A.: Methods of forest growth determination. Bull. Pa. Agric. Exp. Sta. 1942, Nr. 435, 93 S. — MEYER, H. A.: Forest Mensuration. 1953, 357 S., Penns Valley Publishing. — MITSCHERLICH, G.: Die Bedeutung der Wuchsgebiete für das Bestandeswachstum von Fichte und Douglasie. Forstw. Cbl. 1950, 69, 27-51. — MITSCHERLICH, G.: Über die Schwierigkeiten bei der Zusammenfassung ertragskundlicher Versuchsergebnisse bei Berücksichtigung der Wuchsgebiete. AFJZ 1952/53, 124. — MITSCHERLICH, G.: Zur Frage der dynamischen Bonitierung. Allg. Forstzeitschr. 1955, 10, 175-177. — MITSCHERLICH, G.: Zur Durchforstungsfrage. Allgem. Forstzeitschr. 1956, 11, 88-90. — MITSCHERLICH, G.: Das Wachstum der Fichte in Baden. Schriftenreihe der Bad. Forstl. Vers.-Anstalt 1958, 86 S. — MITSCHERLICH, G.: Fichtenwachstum und Ertragstafelfrage. Allgem. Forstzeitschr. 1959, 14, 509-513, 521-524. — MITSCHERLICH, G.: Untersuchungen über das Wachstum der Fichte in den ehemals preußischen Landesteilen von Rheinland-Pfalz. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1959, 130, 256-262. — MAR:MÖLLER, C.: Bonitätssysteme. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1960, 131, 9-17. — MAR:MÖLLER, C.: Ein Wuchsgesetz. Forstw. Cbl. 1959, 78, 203-211. — MOOSMAYER, H.-U.: Zur ertragskundlichen Auswertung der Standortgliederung im Ostteil der Schwäbischen Alb. Diss. 1957, 41 S. — MÜLLER, G.: Über Gesetzmäßigkeiten im Wachstumsgang von reinen, gleichaltrigen Fichtenbeständen unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Durchforstungsstärken. 1957, 73 S., Diss. — MÜLLER, G.: A new method to find the growth and yield of forests without use of yield tables. Agricultural symposium IBM, 1963, S. 155-161. — NELDER, J. A.: A note on some growth patterns in a simple theoretical organism. Biometrics 1961, 17, 220-228. — NELDER, J. A.: An alternative form of generalized logistic equation. Biometrics 1962, 18, 614-616. — PARDÉ, J.: Dendrométrie. 1961, 350 S. (Franz.). — PATIL, G. P.: Some methods of estimation for the logarithmic series distribution. Biometrics 1962, 18, 68-75. — PERSSON, O.: The use of computers at the Royal College of Forestry in Stockholm, Vortrag. Manuskriptdruck, unveröffentlicht., 5 S., 1963. — PESCHEL, W.: Die mathematischen Methoden zur Herleitung der Wachstumsgesetze von Baum und Bestand und die Ergebnisse ihrer Anwendung. Tharandter Forstl. Jahrbuch 1938, 89, 169-247. — PETRI, H.: Zum ertragskundlichen Verhalten der Fichte im Nordteil Rheinland-Pfalz. Diss. 1957, 136 S. — PETERSON, H.: Die Massenproduktion des Nadelwaldes. Mitt. d. Forstl. Forschungsanst. Schwedens 1955, 45, 1-391. — PFANZAGL, J.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Bd. I, 1960, 205 S., Sammlung Göschen. — PLACKETT, R. L.: Principles of regression analysis. 1960, 173 S., Oxford. — PRODAN, M.: Der Aufbau des Holzvorrates in Fichtenbeständen. Schriftenreihe

- d. Bad. Forstl. Versuchsanst. 1946, 4, 21 S. — PRODAN, M.: Messung der Waldbestände. 1951, 260 S., Frankfurt/M. — PRODAN, M.: Die Verteilung des Vorrates gleichaltriger Hochwaldbestände auf Durchmesserstufen. AFJZ 1952/53, 124, 95-106. — PRODAN, M.: Zur Durchführung von Repräsentativaufnahmen. Allg. Forst- und Jagdztg. 1955, 126, 117-124. — PRODAN, M.: Zwischen schwacher und starker Durchforstung. Allg. Forstzeitschr. 1956, 11, 377-380. — PRODAN, M.: Untersuchungen über die Durchführung von Repräsentativaufnahmen. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1958, 129, 15-32. — PRODAN, M.: Forstliche Biometric. 1961, 432 S., München-Bonn-Wien. — PRODAN, M.: Zur Lochkarten- und Elektronenauswertung in der Forstwirtschaft. Forstw. im Dienste d. Praxis 1961, 138-148. — RÄTZEL, K.: Die Oberhöhe als Hilfsmittel für die Forsteinrichtung. AFJZ 1964, 135, 61-66. — RAO, C. R.: Some statistical methods for comparison of growth curves. Biometrics 1958, 14, 1-17. — REHAK, J.: Komplexe Wachstumsbeziehungen zwischen den Bestandesgrößen und die Methodik der Herleitung ihrer mathematischen Definitionen, Tagungsbericht. 1960, 75-95, Berlin. — REINEKE, L. H.: Perfecting a stand-density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research 1933, 46, 627-638. — REINHOLD, G.: Die Bedeutung der Gesamtwuchsleistung an Baumholzmasse für die Beurteilung der Standorts- und Bestandesgüte. Mitt. a. d. Staatsforstverw. Bayerns 1926, H. 18, 114 S. — RICHTER, A., Über Bedeutung und Anwendung von Stichprobenerhebungen in der Forstwirtschaft. 1958, 39 S., Berlin. — RICHTER, A., und GROSSMANN, H.: Untersuchungen über Probekreisgröße und Netzpunktdichte bei Holzvorratsinventuren. Archiv f. Forstwesen 1959, 8, 976-1016. — RICHTER, A.: Zur Frage der forstlichen Leistungsprüfung, Vortrag. Archiv f. Forstwesen 1961, 10, 370-382. — ROBSON, D. S., and ATKINSON, G. F.: Individual degree of freedom for testing homogeneity of regression coefficients in a one-way analysis of covariance. Biometrics 1960, 16, 593-605. — SEHESTED, J.: Blandingskoven et Forslag til Forbedring af Skovbrugets Økonomi. Kopenhagen 1963, 86 S. — SMITH, J. H. G., and KER, J. W.: Some distributions encountered in sampling forest stands. Forest Science 1957, 3, 137-144. — SMITH, J. H. G., and KER, J. W.: Sequential sampling in reproduction surveys. Journal of Forestry 1958, 56, 107-109. — SMITH, J. H. G.: Better yield through wider spacing. Journal of Forestry 1958, 56, 492-497. — SNEDECOR, G. W.: Statistical methods, applied to experiments in agriculture and biology. 1955, 485 S., Iowa. — SOMMER, H.-G.: Alter und Baumhöhe in Plenterbeständen. Forstw. Cbl. 1962, 81, 11-17. — SOMMER, H.-G.: Lokaltarif für einen Plenterbetrieb im Bayerischen Wald. Forstw. Cbl. 1963, 82, 220-233. — SPEIDEL, E.: Beiträge zu den Wuchsgesetzen des Hochwaldes und zur Durchforstungslehre. Heft 1: Die Untersuchungen der Wuchsverhältnisse von Fichten-, Tannen- und Buchenbeständen nach neuen Verfahren. 1893, 116 S., Tübingen. — SPEIDEL, G.: Die rechnerischen Grundlagen der Leistungskontrolle und ihre praktische Durchführung in der Forsteinrichtung. 1957, 118 S., Frankfurt/M. — SCHEELE, M.: Die Lochkartenverfahren in Forschung und Dokumentation mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. 1959, 256 S., Stuttgart. — SCHIFFEL: Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Mitt. a. d. forstl. Versuchsw. 1904, 29. — SCHMITT, R., und SCHNEIDER, B.: Die Aufstellung von Massentafeln nach der Methode der kleinsten Quadrate. Mitt. d. Hess. Landesforstverw. 1959, Bd. 2, 56 S. — SCHNUR, G. L.: Yield, stand and volume tables for even-aged upland oak forests. Technical Bull. 1937, 87 S., Washington. — SCHÖBER, R.: Zum Einfluß der letzten Dürrejahre auf den Dickenzuwachs. Forstw. Cbl. 1951, 70. — SCHÖBER, R.: Deutung und Aussage der Durchforstungsversuche. Allgem. Forstzeitschr. 1957, 12, 321-324. — SCHÖBER, R.: Ertragstafeln und Durchforstung der Fichte. AFZ 1964, 19, 293-295, 319-322. — SCHÖPFER, W.: Vorschläge zur Berechnung von Bestandesabtriebswerten mit Hilfe des Lochkartenverfahrens. Allgem. Forstzeitschr. 1962, 17, 268-270. — SCHUBERG, K.: Das Gesetz der Stammzahl und die Aufstellung von Waldtertragstafeln. Forstw. Cbl. 1880, 2, 213-230. — SCHUBERG, K.: Untersuchungen über das Verhalten der Bestandfaktoren bei verschiedener Stammzahl der Bestände. Forstw. Cbl. 1882, 4, 137-160. — SCHUBERT, J.: Die Webersche Hypothese über das Höhenwachstum der Bäume. Z. f. F. u. J.-wes. 1895, 27, 525-528. — SCHWAPPACH, A.: Über die Aufstellung von Ertragstafeln. Z. f. F. u. J.-wes. 1888, 20, 277-283. — SCHWAPPACH, A.: Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. 1890, 100 + 4 S., Berlin. — SCHWAPPACH, A.: Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preußen. Mitt. aus dem forstl. Versuchswesen Preußens 1902. — STRAND, L.: Die Genauigkeit einiger Kubierungsmethoden. Allgem. Forst- und Jagdztg. 1961, 132, 220-224. — THOMASIVS, H.: Methodische Untersuchungen über die Analyse des Höhenwachstums der Bäume und Bestände mit der BACKMANSCHEN Wachstumsfunktion. Diplomarbeit 1958, Tharandt. — THOMASIVS, H.: Diskussion der BACKMANSCHEN Wachstums- und Zuwachsfunktion und der Methoden zur Bestimmung ihrer Konstanten. Archiv f. Forstwesen 1962, 11, 1013-1051. — THOMASIVS, H.: Untersuchungen über die Brauchbarkeit einiger Wachstumsgrößen von Bäumen und Beständen für die quantitative Standortbeurteilung. Archiv f. Forstwesen 1963, 12, 1267-1323. — THOMASIVS, H.: Allgemeine Betrachtungen über Wachstumskurven und Wachstumsfunktionen. Wiss. Z. d. TU Dresden 1964, 13, 715-722. — THOMMEN, F., und WEIDMANN, A.: Das maschinelle Lochkartenverfahren als Rationalisierungs-

mittel in der Forstwirtschaft. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen 1959, Bd. 35, 317-368. — TISCHENDORF, W.: Gesetzmäßigkeiten des Höhen- und Stärkenzuwachses unserer Nadelhölzer während ihrer Vollkraft. Cbl. f. d. ges. Forstwesen, Wien 1925, 51, 69-90. — TISCHENDORF, W.: Wuchsgesetze von *Pinus silvestris*. Forstwiss. Cbl. 1926, 48, 578-589. — TISCHENDORF, W.: Lehrbuch der Holzmassenermittlung. 1927, 218 S., Berlin. — TUCKEY, J. W.: Causation, regression and path analysis. Statistics and Mathematics in Biology, 1954. — TURNER, M. E., and STEVENS, CH. D.: The regression analysis of causal paths. Biometrics 1959, 15, 236-258. — TURNER, M. E.: Straight line regression through the origin. Biometrics 1960, 16, 483-485. — VANSELOW, K.: Einfluß des Pflanzverbandes auf die Entwicklung reiner Fichtenbestände II. Forstw. Cbl. 1950, 69, 497-527. — VANSELOW, K.: Fichtenertragstafel für Südbayern. Untersuchungen über Zuwachs, Ertrag, Stammformen und Struktur reiner Fichtenbestände in Südbayern. Forstw. Cbl. 1951, 70, 409-445. — VANSELOW, K.: Dynamische Bonitierung. Allgem. Forstzeitschr. 1955, 10, 235-236. — v. D. WAERDEN, B. L.: Mathematische Statistik. 1957, 360 S., Berlin-Göttingen-Heidelberg. WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 1961, 566 S., Jena. — WEBER, R.: Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume. 1891, 440 S., Berlin. — WEBER, R.: Untersuchungen über den Grundstärken- und Grundflächenzuwachs der Fichte im bayerischen Walde. Forstw. Cbl. 1895, 16, 541-556. — WECK, H.: Zur Weiterentwicklung der Waldwachstumskunde. Forstw. Cbl. 1950, 69, 12-22. — WECK, J.: Über die Brauchbarkeit von Wachstumsgesetzen als diagnostisches Hilfsmittel der Waldwachstumskunde. Forstw. Cbl. 1950, 69, 584-605. — WECK, J.: Forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. 1955, 160 S., Radebeul und Berlin. — WECK, J.: Durchforstung und kritische Stammgrundfläche. Allg. Forstzeitschr. 1956, 11, 629-632. — WEIDMANN, A.: Eignung verschiedener Meßargumente und Berechnungsmethoden für die Erfassung von Zustand und Zustandsänderung von Bestockungen. Mitt. d. Schweiz. Anst. f. d. Forstl. Versuchsw. 1961, 37, 125 S. — WEIHE, J.: Das Wachstum der Fichte nach den badischen Versuchsflächen. Schriftenreihe der Bad. Forstl. Versuchsanst. 1955, 11, 85 S. — WEIHE, J.: Die Beschreibung und Analyse des Höhenwachstumsablaufes von Fichten mit dem Wachstumsgesetz von BACKMAN. Allg. Forst- und Jagdztg. 1961, 132, 1-6. — WEIHE, J.: Massen- und Stärkenwachstum als Funktion des Höhenwachstums. Allg. Forst- und Jagdztg. 1961, 132, 131-136. — WEIHE, J.: Die wissenschaftliche Bedeutung von Eichmanns Aufsatz über den Einfluß der langperiodischen Klimaänderung auf ertragskundliche Tatbestände. Allg. Forstzeitschrift 1962, 17, 303-304. — WEILING, F.: Über eine wirksame Transformation bei Bonituren mit beliebiger Breite der Boniturskala. Manuskriptdruck, unveröffentlicht, 1960, 1 S. — WEILING, F.: Über Bedeutung und Handhabung der multiplen Regressionsanalyse bei der Untersuchung von Zusammenhängen im biologischen Bereich. Biometrische Zeitschrift 1964, 6, 24-36. — WEISE, W.: Zur Frage der Wachstumsleistung nicht geschlossener Bestände. Z. f. F.- u. J.-Wes. 1885, 17, 20-24. — WEISE, W.: Zur Frage der Bestandesnormalität. Z. f. F.- u. J.-Wes. 1885, 17, 377-380. — WEISE, W.: Studien über den Schluß der Bestände und seine Einwirkung auf den Zuwachs. Z. f. F.- u. J.-Wes. 1889, 21, 129-146. — WENK, G.: Zur mathematischen Formulierung der Formhöhen-, Formzahl- und Massenkurven. Archiv f. Forstwesen 1962, 11, 168-173. — WENK, G.: Zur Bedeutung leistungsfähiger programmgesteuerter Rechenlöcher für die Forstwirtschaft. Wiss. Zeitschr. TU Dresden 1962, 11, 787-789. — WIEDEMANN, E.: Zuwachsrückgang und Wuchsstokungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten. 1923, 181 S., Tharandt. — WIEDEMANN, E.: Starke Durchforstung und Schnellwuchsbetrieb. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1929, 61, 701-721. — WIEDEMANN, E.: Über die Weiterentwicklung der Ertragstafeln. Forstwiss. Cbl. 1930, 52, 211-227. — WIEDEMANN, E.: Zur Klärung der Durchforstungsbegriffe. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 1935, 56-64. — WIEDEMANN, E.: Die Fichte 1936. Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1937, 248 S. — WIEDEMANN, E.: Vorschläge für einheitliche Ertragsklassen. Der deutsche Forstwirt, 1941, 4 S. — WIEDEMANN, E.: Eine Korrektur an der Fichtenertragstafel von 1936. Mitt. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1942, 13, 287-294. — WIEDEMANN, E.: Grundsätzliche Fragen der forstlichen ertragskundlichen Forschung. Miscellanea Academica Berolinensia 1950, 155-178. — WIEDEMANN, E.: Über die Einführung von Ertragstafeln, die auf dem dGZ aufgebaut sind und über die Berücksichtigung des Sondercharakters der einzelnen Wuchsgebiete. Forstw. Cbl. 1950, 69, 625-636. — WIEDEMANN, E.: Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. 1951, 346 S., Frankfurt/M. — WRIGHT, J. P.: Continuous forest inventory using business machine methods. Proceedings, 1954, 49, 182-185. — WRIGHT, S.: Correlation and causation. Journal of Agricultural Research 1921, 20, 557-585. — YATES, F.: Sampling methods for censuses and surveys. 1953. 401 S., London. — YOUNG, H. A., and ALTENBERGER, R. A.: Electronic computers and nonresearch Forestry applications. The Consultant 1963, 4 S. — ZIMMERLE, H.: Beiträge zur Biologie der Fichte in Württemberg. Mitt. d. Württ. Forstl. Vers.-Anst. 1947, 143 S., Stuttgart. — ZIMMERLE, H.: Fichten-Durchforstungsreihe im Forstamtsbezirk Biberach. Forstwiss. Cbl. 1951, 70, 92-103. — MITSCHELICH, G.: Das Wachstum der Fichte in Europa. AFJZ 1963, 134, 29-45 (2); 61-72 (3); 93-110 (4); 125-140 (5/6).