

Geben unsere Buchen-Ertragstafeln den Gang des Volumenzuwachses richtig wieder?

Von E. ASSMANN

Aus dem Institut für Forstl. Ertragskunde der Forstl. Forschungsanstalt München

Das Münchener Institut für Ertragskunde verfügt unter anderem über acht vollständige Buchen-Durchforstungs-Versuchsreihen mit A-, B- und C-Grad, die inzwischen über das Alter 120 hinaus und durchweg etwa 80 Jahre lang beobachtet worden sind. Als Vorstudie zur Konstruktion neuer Ertragstafeln fertigte der Verfasser bisher nach den B-Flächen von vier Versuchsreihen Ertragstafelmodelle an. Deren Zahlenwerte sind den wirklichen der zugrunde liegenden Versuchsflächen so eng wie möglich angepaßt. Durch kombinierten graphischen und numerischen Ausgleich (Näherungsfunktionen) wurden lediglich die Schwankungen beseitigt, welche durch Aufnahme- und Berechnungsfehler, durch wechselnde Klimawirkungen und vorübergehende Behandlungsänderungen entstanden sind. Es handelt sich um die B-Flächen folgender Versuchsreihen:

Versuchsfläche	Lage	Grundgestein	mittlere Höhenbonität nach WIEDEMANN
1. Hain i. Spessart	Spessart	Buntsandstein	I,4
2. Rothenbuch	Spessart	Buntsandstein	I,7
3. Lohr-West	Spessart	Buntsandstein	II,8
4. Waldbrunn	Fränk. Platte nord- westlich Würzburg	Keuperletten über Muschelkalk	II,4

Merkwürdigerweise gipfeln die (ausgeglichenen) laufenden Volumenzuwächse dieser Tafelmodelle erst in den Ätern 98, 93, 127 (!) und 112, während nach den Ertragstafeln von WIEDEMANN die Gipfelungen bei den entsprechenden Höhenbonitäten bereits innerhalb der Altersspanne von 60 bis 70 Jahren, also immerhin 30 bis 60 Jahre früher eintreten.

Zuwachsschwankungen als Folge von Meßfehlern

Nun sind bekanntlich die Schwankungen der kurzperiodischen Zuwächse bei unseren Versuchsflächen außerordentlich groß. Diese vielfach „wirren“ Ausschläge sind nur zum Teil auf Klimaeinflüsse zurückzuführen, vielmehr weitgehend durch Meß- und Berechnungsfehler bedingt. Man denke hier an die Schwierigkeiten genauer Höhenmessungen bei der Rotbuche mit ihrer vielfach breitwölbigen Krone ohne klar erkennbare Gipfelsprosse, an die unzureichenden Höhenmesser älterer Konstruktion und an die subjektiven Meßfehler der jeweiligen Aufnahmepersonen. Hinzu kommen die Fehler der Formzahlbestimmung, die bei dem vergeblichen Versuch resultieren

ASSMANN 1963 - III

Forstw. Cbl. 1963, 82, (3/4), 65-75

müssen, diese auf örtlich gewonnene Probestammwerte zu stützen. Die bedingte Standardabweichung der Derbholzformzahl von einer ausgleichenden Kurve ist nämlich in 80- bis 120jährigen Buchenbeständen auf guten Standorten so groß, daß 140 bis 190 Probestämme aufgenommen werden müssen, um eine Genauigkeit der mittl. Formzahl (des Grundfl.-Mittelstammes) von $\pm 1,0\%$ sicherzustellen, eine Überschreitungs-wahrscheinlichkeit $P = 0,05$ vorausgesetzt. So beträgt beispielsweise für 35 im Jahre 1929 (im Alter von 106 Jahren) in der Versuchsreihe Rothenbuch aufgemessene Probestämme, deren Durchmesser von 15 bis 39 cm und deren Formzahlen von 0,420 bis 0,570 schwanken, die bedingte Standardabw. $\pm 0,031 = \pm 6,2\%$ bezogen auf die mittl. Formzahl. Das Aufmessen stehender Probestämme, wie es zeitweilig von einigen Versuchsanstalten geübt wurde, ist bei der Rotbuche derart aufwendig, daß es jed-falls nicht regelmäßig praktiziert werden kann. So führt zweifellos die Volumberech-nung mittels richtig konstruierter Massentafeln (dazu HENRIKSEN, 1953) zu wesentlich genaueren Zuwachswerten. Denn etwaige systematische Abweichungen werden infolge der meist gegebenen Gleichsinnigkeit beim Zuwachs größtenteils unwirksam.

Leider ist aber selbst die Genauigkeit der berechneten Grundflächenwerte – trotz der üblichen Klappung auf Millimeter über Kreuz – in der Regel unbefriedigend. Wenn z. B. am Anfang einer 5jährigen Zuwachssperiode eine genau messende Kluppe, am Ende aber eine geringfügig „sperrende“ Kluppe (ASSMANN, 1938), etwa um 1 mm im Abstand 150 mm von der Messchiene, verwendet wird, so entsteht für eine 25 a große Buchen-Versuchsfläche mit 6,00 m² G und einem wirtl. jährl. Zuwachs von 0,8 m² G bereits ein systematischer Zuwachsfehler von $-5,7\%$. Bedeutende und nur schwer kalkulierbare Zuwachsfehler resultieren, wenn bei älteren Versuchen die Stammzahl pro Fläche auf 30 bis 35 reduziert ist und die Grundfläche über eine Auf-gliederung der originalen Meßwerte nach 1-cm-Durchmesserklassen berechnet wird, wie das bei einigen Versuchsanstalten noch üblich ist. Um diese zu vermeiden, werden im Münchener Institut die Grundflächenwerte einzelstammweise mittels Rechen-maschinen berechnet und aufsummiert (vgl. ASSMANN, 1961, S. 216).

Wenn die Grundfläche des verbleibenden Endbestandes einer Aufnahmeperiode infolge von Aufnahme Fehlern falsch bestimmt wurde, kann sie später nicht mehr korrigiert werden, was bei Berechnungsfehlern mittels Kontrolle der Unterlagen vielfach noch möglich ist. Auch wenn bei fehlerhafter Endgrundfläche die Höhen- und Form-zahlwerte mittels vertretbarer Korrekturverfahren den wahrscheinlichen Werten an-gegliedert wurden, so resultiert für die betreffende Zuwachssperiode immer noch ein falscher Zuwachswert.

Das Aufdecken solcher Fehler kann erleichtert werden, sofern für das betreffende Wuchsgebiet genügend umfangreiche und weit genug zurückreichende Jahrring-messungen vorliegen, wie sie für zahlreiche dänische Standorte in vorbildlicher Weise HOLMSGAARD (1955) vorgenommen und zu Jahrring-Indices ausgewertet hat, die dann den vermutlichen wirklichen Klima-Einfluß zu isolieren und den Meßfehler-einfluß aufzudecken gestatten. Ähnliche Möglichkeiten eröffnen sich auch, wenn von gefällten Probestämmen Stammscheiben und Bohrspäne entnommen und zu Jahrring-messungen benutzt werden. Ein gutes Beispiel hierfür liefert HENRIKSEN (1951), der so die Zuwachswerte eines interessanten neuen Durchforstungsversuches zu korrigieren vermochte.

Vergleich wirklicher Zuwachsabläufe von deutschen

Buchen-Versuchsflächen mit der Ertragstafel von Wiedemann

Für die oben erwähnten Ertragstafel-Modelle wurden die Versuchsaktenswerte der verbleibenden Bestände mittels Ausgleichen der Mittelhöhen-Werte über den zu-

Zuwachswerte nach d. Aufnahmen:

o für kürzere Perioden
○ für längere

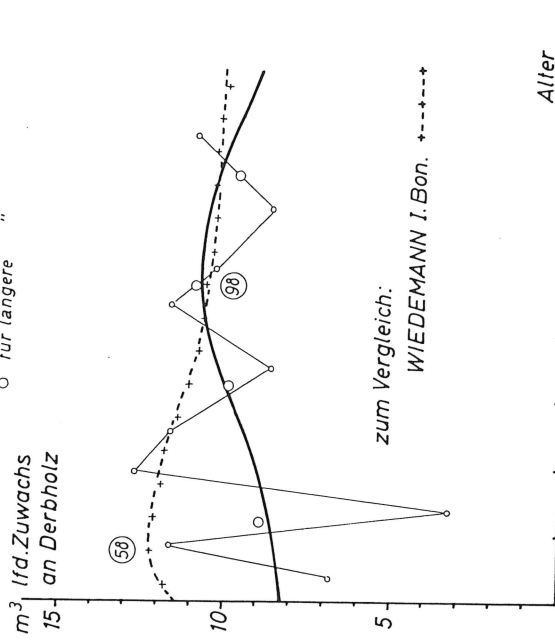


Abb. 1. Vergleich wirklicher Zuwachsabläufe mit der Buchen-E. T. v. WIEDEMANN, Buchen-V. R. Hain im Spessart. B-Grad, Bon. I,4 n. WIEDEMANN

Kurven der Ertragstafel von WIEDEMANN ab. Dies ist um so bemerkenswerter, als die Mittelhöhenentwicklungen verhältnismäßig gut mit der Tafel übereinstimmen. Es beträgt nämlich die Höhenbonität nach WIEDEMANN

bei der VfL.	70	im Alter	100	130
Hain i. Sp.	1,5	1,4	1,2	
Rothenbuch	1,8	1,7	1,9	

1 Dies gilt insbesondere für die auffälligen Schwankungen

in der Z.P.	zy
61—66	mit period. jährl. zG
66—73	0,144 (!)
	0,749
	3,2 (!)
	12,7

Die Grundfläche des verbleibenden Bestandes ist bei der Aufnahme des Jahres 1899 offensichtlich systematisch zu niedrig gemessen, und zwar vermutlich durch Benutzen einer stark sperrenden Kluppe. Schaltet man diese fragwürdige Aufnahme durch Verlängern der Z.P. aus, so erhält man für die

Z.P.	zy
61—73	0,497

und damit einen Verlauf der unausgeglichenen Zuwachskurve, der keine frühe Zuwachs-gipfelung mehr vortäuscht.

gehörigen Durchmessern der Grundflächenmittel-stämme und Benutzen ausgeglichener Bestandes-Formzahlwerte nach Mas-sentafeln vorkorrigiert. Die immer noch bedeu-tenden Schwankungen der so berechneten und auf-ge-tragenen kurzperiodi-schen Zuwachswerte in der Abb. 1 gehen offen-bar nicht nur auf Klima-einflüsse zurück¹. Erst die Volumzuwächse längerer, 10- bis 20jähriger Peri-oden lassen einen ruhe-igen Verlauf erkennen, der nach vorsichtigerem graphi-schem Ausgleich einen Zuwachsgipfel deutlich werden läßt. Wie ersicht-lich, weichen die so ge-fundenen Zuwachskurven in Abb. 1 und 2 stark von den eingezeichneten, auf-fällig flach verlaufenden

lfd.-Zuwachs an Derholz

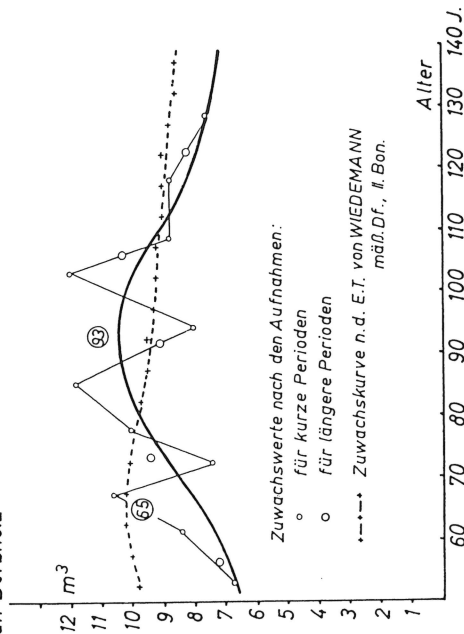


Abb. 2. Vergleich wirklicher Zuwachsabläufe mit der Buchen-E. T. v. WIEDEMANN. Buchen-V. R. ROTHENBUCH 26 (Spessart) B-Grad. Höhen-Bonität = 1,7 n. WIEDEMANN

zont bildet. Die so außerordentlich günstige Wasserversorgung hat eine auffällig hohe Grundflächenhaltung und ein hohes Ertragsniveau zur Folge, ganz ähnlich wie das bei einigen bayer. Fichten-Versuchsreihen der Fall ist. Im Alter 140 haben wir bei dem Ertragstafelmodell bei einer Mittelhöhe von 32,5 m: 33 % Vornutzung²; 39,9 m² G; 978 fm Gesamtwuchsleistung entsprechend einem dGZ₁₄₀ von 7,0 fm Derholz. Die Höhenbonität steigt von II,75 im Alter 70 auf II,15 im Alter 140.

Wenn wir von diesem Sonderfall absehen, haben wir in den übrigen drei Fällen derart grundsätzliche Abweichungen des Volumzuwachsanges und des Gipfelungsalters von den Normwerten der Ertragstafeln, daß sie bei der Fortentwicklung und etwaigen Neukonstruktionen beachtet werden sollten.

Zuwachsabläufe dänischer Buchen - Versuchsflächen

Die Dänische Versuchsanstalt verfügt über eine größere Anzahl sehr sorgfältig kontrollierter Buchen-Versuchsflächen, über deren Ergebnisse OPPERMANN (1912/15) und MAR-MÖLLER (1933)³ berichteten. Dem Verfasser standen neben den von OPPERMANN veröffentlichten Ergebnissen noch die wichtigsten Zahlenwerte der *Versuchsreihe Brabretrolleborg* auf Fünen (bis 1951) zur Verfügung, die ihm freundlicherweise von Herrn Overdirektör Dr. HOLMSGAARD und Herrn Dr. HENRIKSEN überlassen wurden.

² Die Vornutzungsprozente der anderen Tafelmodelle liegen bei 35 bis 38. Die Modelle sollen nicht als Muster für eine ideale Durchforstung der Buche dienen, etwa mit dem Ziele höchster Wertleistung, sondern lediglich die jeweilige Bestandesentwicklung und die mögliche Zuwachsleistung bei durchgehaltener mäßiger Durchforstung (natürl. Bestockungsgrad ~ 0,8) wiedergeben. Zu höchster Wertleistung ist eine starke und früh beginnende Hochdurchforstung (vgl. „Waldertragskunde“ S. 278) unerlässlich, wobei zeitweilig natürliche Bestockungsgrade von 0,6 und im Alter 120 Vornutzungsprozente von etwa 50 erreicht werden.

³ Diese Arbeit stand dem Verfasser leider nur in Auszügen zur Verfügung.

Diese Versuchsreihe besteht aus einer vom Alter 60 ab beobachteten, stark durchforsteten Vf. DB und der gänzlich undurchforsteten Vf. DA („urskoven“), in der lediglich die bereits abgestorbenen Bäume registriert und entfernt wurden. Die Originalwerte für den Volumzuwachs (Baumholz) wurden vom Verfasser vorsichtig durch Ausgleich der GWL an Baumholz über der GWL an Grundfläche vorkorrigiert, was aber nur unbedeutende Änderungen der Originalwerte zur Folge hatte. Ein vorläufiger graphischer Ausgleich ergab Gipfelungsalter des Volumzuwachses für Vf. DA = 92 und Vf. DB = 82, während nach der Ertragstafel von MAR-MÖLLER Gipfelungsalter von 45 bis 48 zu erwarten wären⁴. Mit hin haben wir hier ganz ähnliche Zusammenhänge, wie sie bereits für die bayer. Versuchsreihen konstatiert wurden.

Zwecks objektiver Absicherung übernahm mein Assistent Dr. FRANZ eine statistische Analyse, wobei er die Zuwachswerte nach Orthogonal-Polynomen, entsprechend den Rechenvorschlügen von LINDER (1960, S. 210-13) und FISHER-YATES (1957, S. 30-32), ausglich. Hierbei wurden die auf gleich lange 5jährige Perioden umgerechneten Zuwachswerte mittels 5 ξ -Bestimmungswerten umgerechnet. Die resultierenden Ausgleichskurven sind in Abb. 3 zugleich mit den vorkorrigierten Ausgangswerten aufgetragen. Der Wirkungsgrad des Aus-

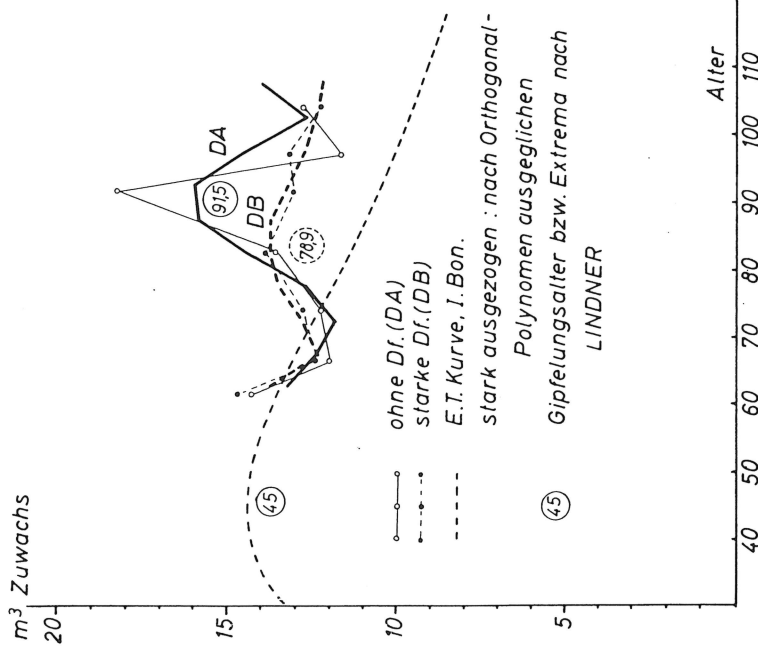


Abb. 3. Vergleich wirklicher Zuwachsabläufe mit der E. T. von MAR-MÖLLER. Dänische Bu.-V. R. Brabretrolleborg. Bon. I,5 bzw. I,2

gleichs ist sehr unterschiedlich und beträgt bei der Kurve von DA nur 0,57 gegen 0,97 bei DB. Weiter berechnete Dr. FRANZ nach den Angaben von LINDER (1954) die wahrscheinlichen Gipfelungsalter und die Vertrauensbereiche der Zykulationen. Unter Bezugnahme auf die Totalregression der zehn Zuwachswerte fand er

für die Vf.	ein Gipfelungsalter von	mit den P. 0,05-Vertrauensgrenzen
DA	91,5	84,0 — 93,7
DB	78,9	73,9 — 81,4

⁴ Die Zuwachswerte der E. T. sind für Holz über 5 cm Durchmesser angegeben, was aber wohl nur unbedeutende Verschiebungen des Gipfelungsalters zur Folge haben dürfte.

In gleicher Weise wurden die Zuwachsergebnisse der *Versuchsfläche Odsherred X* (Nordwestsee) ausgewertet, die ebenfalls aus Naturverjüngung hervorgegangen ist. Hier lagen die Zuwachsergebnisse für die Altersperiode 37 bis 94 vor. Der graphische Ausgleich des Verfassers in Abb. 4 liefert ein wahrscheinliches Gipfelungsalter von 60 Jahren. Für die nach Orthogonal-Polygonen berechnete Ausgleichskurve fand Dr. FRANZ ein Gipfelungsalter (Extremum nach LINDER) von 58,8 Jahren mit den Vertrauensgrenzen (für $P = 0,05$) 51,0 und 68,5.

Die numerisch berechneten und statistisch geprüften Werte stimmen also mit den Verfasser graphisch gewonnenen für das wahrscheinliche Gipfelungsalter so zufriedenstellend überein, daß auch die weiteren graphisch gewonnenen Werte als vertrauenswürdig gelten dürfen, die in nachstehender Übersicht wiedergegeben sind. Die von OPPERMANN (1912/15) veröffentlichten Originalwerte wurden, nach Ausgleich der Höhenmittelwerte über d_m , unter Benutzen der Baumholzformzahlen der neuen dänischen Volumen- und Formzahltafel von HENRIKSEN (1953), vorkorrigiert. Dazu auch Abb. 5 und 6.

Übersicht

Wahrscheinliche Gipfelungsalter dänischer Buchen-Versuchsflächen

Versuchsfläche	Begründungsart und Behandlung	Höhenbonität nach MAR-MÖLLER	Beobachtungsperiode	Wahrscheinliches Gipfelungsalter
Falster A	aus Naturverjüngung	I,5	1871—1906 72—107	83
Odsherred M	aus Naturverjüngung; ab Alter 59 stark durchforstet	I,4	1872—1912 54—94	70
Odsherred K	aus Freisaat in Roggen; ab Alter 50 stark durchforstet	0,9	1872—1912 25—65	48
Bornholm F	aus weitständiger Pflanzung; ab Alter 53 stark durchforstet	II,0	1872—1907 35—69	53

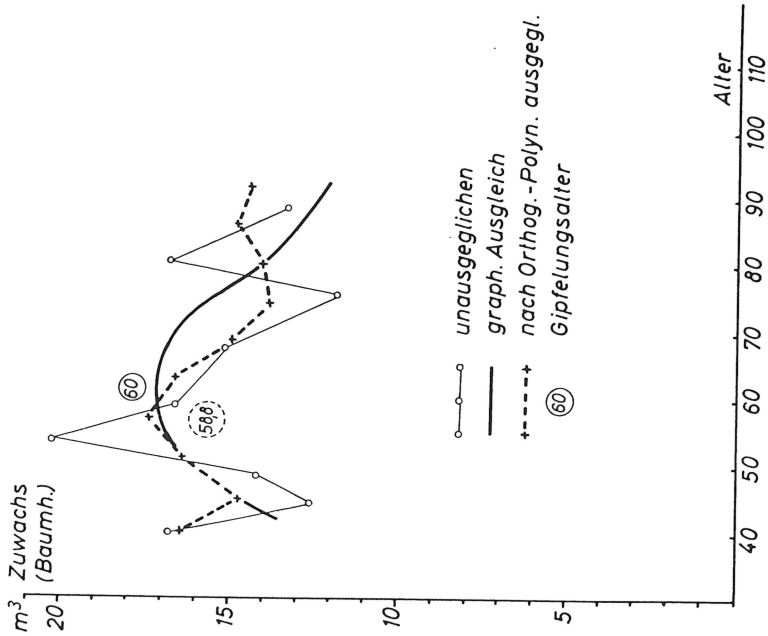


Abb. 4. Zuwachsgipfelung bei dänischen Buchen-Vfl. VI. Odsherred X. Bon. I,5

Die numerisch berechneten und statistisch geprüften Werte stimmen also mit den Verfasser graphisch gewonnenen für das wahrscheinliche Gipfelungsalter so zufriedenstellend überein, daß auch die weiteren graphisch gewonnenen Werte als vertrauenswürdig gelten dürfen, die in nachstehender Übersicht wiedergegeben sind. Die von OPPERMANN (1912/15) veröffentlichten Originalwerte wurden, nach Ausgleich der Höhenmittelwerte über d_m , unter Benutzen der Baumholzformzahlen der neuen dänischen Volumen- und Formzahltafel von HENRIKSEN (1953), vorkorrigiert. Dazu auch Abb. 5 und 6.

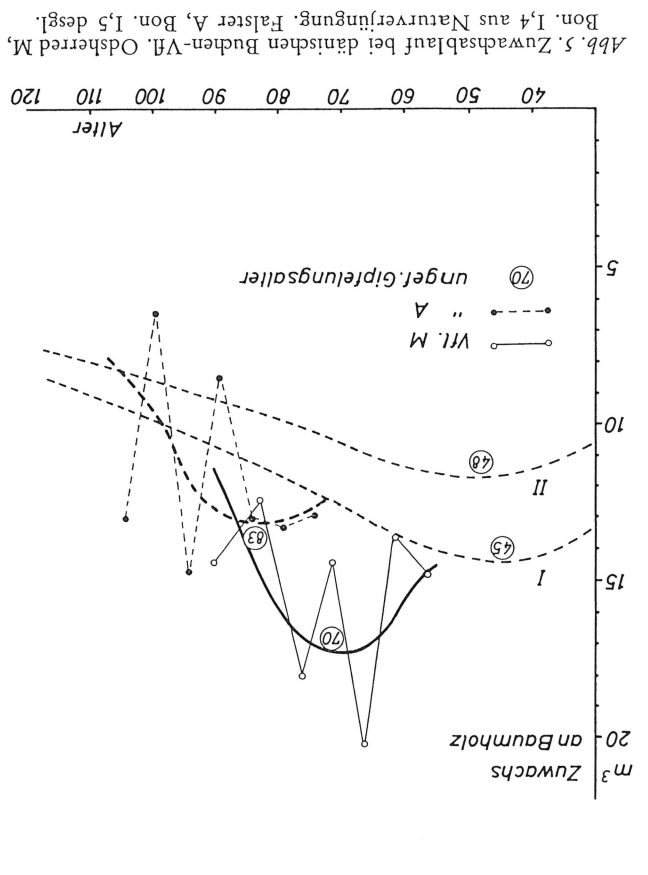


Abb. 5. Zuwachslauf bei dänischen Buchen-Vfl. Odsherred M. Bon. I,4 aus Naturverjüngung. Falster A, Bon. I,5 desgl.

Abb. 6. Zuwachsgipfelung bei dänischen Buchen-Vfl. Odsherred K, Bon. 0,9 aus „Roggen-Saat“, Bornholm F, Bon. II,0 aus weitständ. Pflanzung

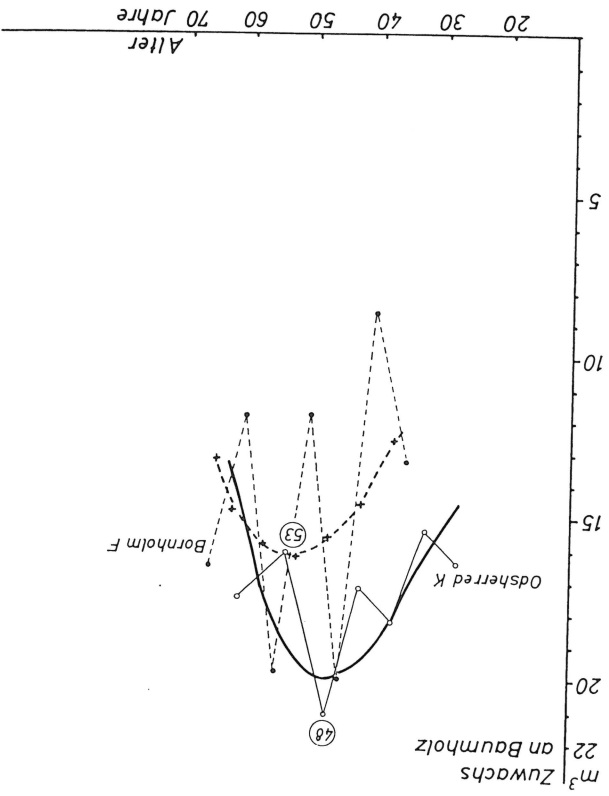


Abb. 6. Zuwachsgipfelung bei dänischen Buchen-Vfl. Odsherred K, Bon. 0,9 aus „Roggen-Saat“, Bornholm F, Bon. II,0 aus weitständ. Pflanzung

Diskussion der Ergebnisse

Die auffällige Tatsache, daß bei der undurchforsteten VfL DA Brahetrolleborg die Zuwachskulmination rund zwölf Jahre später eintritt als bei der stark durchforsteten Vergleichsfläche DB, erklärt sich zwanglos aus den gesetzmäßigen Zusammenhängen, die der Verfasser in seiner „Waldtragskunde“ (1961) ausführlich dargelegt hat. Die starken Eingriffe in VfL DB haben nämlich bedeutende *Wuchsbeschleunigungen* der Einzelbäume ausgelöst. Diese befanden sich bei Beginn des Versuches noch weit vor ihrer Zuwachskulmination. Ihr stark angestiegener Zuwachs wird aber infolge der raschen Verminderung der Stammzahl pro ha auf immer mehr vergrößerte Standflächen bezogen, so daß die Zuwachskulmination des Bestandes, also des flächenbezogenen Zuwachses *aller* Bäume, *früher eintreten* muß als bei schwacher oder gänzlich fehlender Durchforstung. Es beträgt nämlich

im Alter	bei der VfL	N	G m ²
77	DA	1462	44,7
	DB	249	26,3
88	DA	1014	46,2
	DB	192	22,1

So leuchtet es ein, daß bei derart scharfer Stammzahlreduktion der VfL B deren Zuwachskulmination wesentlich früher eintreten mußte und daß auch die mächtige Zuwachssteigerung der Einzelbäume von VfL B vom Alter 77 ab nicht mehr ausreicht, um gleichhohe flächenbezogene Zuwächse sicherzustellen, wie sie die physiologisch jüngeren Bäume der VfL A noch leisten. Es erklärt sich auf diese Weise ebenfalls die Verfrühung der Zuwachsgipfelung von VfL B wie deren spätere Untertugend im Zuwachs je ha.

Unter solchen Erwägungen erscheint es auch plausibel, daß die *Kulmination* bei der VfL *Odsbered K*, die einer Freisaat in Roggen entstammt, also aus *unbeschränktem Jugendwuchs*, wie auch bei der VfL *Bornholm F*, die aus *weitständiger Pflanzung* hervorgegangen ist, *unverhältnismäßig früh* eintreten mußte.

Bei seinen bereits erwähnten umfangreichen Jahrringanalysen hat HOLMSGAARD (1955) einen bedeutsamen Einfluß des Klimas auf die Jahrringbreite der Rotbuche nachgewiesen, der bei älteren Beständen noch kompliziert wird durch die erheblichen Verminderungen der Jahrringbreiten in und nach Samenjahren. Legt man die Jahrringindices von HOLMSGAARD zugrunde, so resultieren auch für 5jährige Zuwachsp perioden noch systematische Klimaeinflüsse auf den Volumzuwachs in einer Größenordnung von immerhin bis zu 15 %. Diese systematischen Schwankungen bewirken in Verbindung mit den zufälligen Fehlerschwankungen, die auch bei sorgfältiger Messung unvermeidlich sind, einen so unruhigen Kurvenverlauf, daß es recht schwierig ist, den gesetzmäßigen Zuwachsablauf und den Zeitpunkt der Zuwachsgipfelung gesichert festzulegen. Das Fehlen von Vergleichsflächen mit schwacher (nicht aktiver) Durchforstung begünstigt eine natürliche und unvermeidliche *Tendenz zur Verstärkung der Durchforstungseingriffe mit wachsendem Alter*. Auf diese Weise kann von einem gemäßigten Zeitpunkt ab der mögliche Zuwachs so stark vermindert werden, daß eine bei wachsgipfelung sozusagen gewaltsam unterbunden wird.

MAR-MÖLLER (1953) hat seine Ertragstafeln einer sorgfältigen Nachprüfung unterzogen, indem er Vergleiche mit den Werten der Versuchsflächen-Unterlagen und mit zahlreichen anderweitig gewonnenen Zuwachswerten anstellte. Es ist bemerkenswert, daß beim Vergleich der Ertragstafelwerte für den lfd. Volumzuwachs mit den Versuchsflächenwerten diese die Ertragstafelwerte für die Alter 70 bis 120 um i. D. 20 %

übertreffen. Danach dürften auch ihre mittleren Gipfelwerte in höhere Alter fallen. In Dänemark ist ein rascher Verjüngungsgang bei der Rotbuche sowie ein frühes Abdecken der Verjüngung üblich. Auch kommen viele Buchenbestände aus Pflanzung vor. Insoweit ist die relativ frühe Gipfelung der Ertragstafelwerte begründet. Überhaupt ist ja die Tafel von MAR-MÖLLER an die bewährte, früh beginnende und starke Durchforstungsweise angepaßt, die sich in Dänemark auf Grund der besonderen forstwirtschaftlichen Gegebenheiten entwickelt hat.

Weitere Gründe für die unnatürlich frühe Gipfelung des Volumzuwachses bei den Buchen-Ertragstafeln

Als Unterlagen für die ersten Ertragstafelkonstruktionen in Dänemark und Deutschland lagen erst wenige Zuwachsergebnisse von Versuchsflächen vor. So verfügte zum Beispiel SCHWAPPACH für seine Buchen-Ertragstafeln von 1893 über 139 Ertragstafelprobenflächen, von denen

18 je 1 ×
110 je 2 ×
10 je 3 ×
1 je 4 ×

waren.

Da aber erst 1890–92 die stammweise Numeration und die Klappung über Kreuz eingeführt wurden, waren diese Zuwachswerte sehr unsicher. Auch für seine Tafel von 1911 standen ihm trotz der imponierenden Anzahl von 126 Ertragstafelprobenflächen, die im Durchschnitt rund 25 Jahre lang beobachtet waren, einigermaßen gesicherte Zuwachswerte nur für Zuwachsp perioden von je knapp 20 Jahren zur Verfügung. Diese Zuwächse waren aber – von den Meßfehlerschwankungen abgesehen – systematisch beeinflusst vom Klima, von Standortseigentümlichkeiten, von der Bestandesstruktur und von der besonderen Behandlungsweise. Der wirkliche mittlere Zuwachsablauf konkreter Bestände in einer genügend langen Spanne des Bestandeslebens, die bei Rotbuche immerhin vom Alter 40 bis 120 reichen mußte, läßt sich mit so kurzen Beobachtungszeiträumen an einzelnen Beständen nicht ableiten. Dies um so weniger, als in der relativ kurzen Beobachtungszeit die bisher „mäßige“ Durchforstung so erheblich verstärkt wurde, daß in einigen Ertragstafelprobenflächen in der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraumes die kritischen Grundflächen unterschritten wurden.

Hinzu kam, daß SCHWAPPACH an Hand der Durchforstungsversuchsreihen in zwischen eine auffällige Zuwachsüberlegenheit der stark durchforsteten Versuchsflächen konstatiert hatte. Diese bestimmte ihn, bei seiner A-Tafel für starke Durchforstung für I. bis III. Höhenbonität bis zum Alter 120 eine Überlegenheit in der Gesamtwachstumleistung gegenüber der B-Tafel für „gewöhnliche“ Durchforstung von i. D. 16 % anzunehmen. Die bedeutenden, vor allem auf den Effekt der Wuchsbeschleunigung zurückgehenden Zuwachsausschläge ließen dazu eine *frühe Zuwachsgipfelung*, zumal bei starker Durchforstung, vermuten.

Demgegenüber stellte WIEDEMANN an Hand der weiteren Beobachtungen bedeutende „Rückschläge“, also Zuwachsrückgänge, fest, so daß er sich gezwungen sah, 1931 bei der Umarbeitung der A-Tafel deren Gesamtwachstumleistungen für I.–III. Bonität und das Alter 120 um rund 10 % herabzusetzen. Trotz der erweiterten Unterlagen mit Beobachtungszeiträumen von nunmehr rund 40 Jahren wäre es WIEDEMANN 1931 wahrscheinlich nicht möglich gewesen, die Frage nach dem wirklichen Zuwachsengang gleichmäßig stark durchforsteter Buchenbestände in der Altersperiode 40 bis 120 sicher zu beantworten, wenn er dies beabsichtigt hätte. Denn diese Frage läßt sich nur beantworten, wenn *vollständige Versuchsreihen* mit A-, B- und C-Grad für die ganze

Beobachtungszeit vorliegen. In Wirklichkeit hatte er aber nur vier vollrändige Reihen zur Verfügung und von diesen nur eine (Oberschild 18), deren A-Fläche von planwidrigen Eingriffen verschont geblieben war.

Die Gipfelungsalter der fraglichen Buchen-Ertragstafeln liegen nun in folgenden Altersperioden.

für die Höhenbonität	bei Tafel A „Starke Df.“		bei Tafel B „Gewöhnliche Df.“	
	SCHWAPPACH 1911	WIEDEMANN 1931	SCHWAPPACH 1911	WIEDEMANN 1931
I.	50—55	50—55	45—50	55—60
II.	55—60	75—80 (!)	50—55	65—70
III.	70—75	60—65 (!)	55—60	80—85

In Tafel A hat also WIEDEMANN das Gipfelungsalter für II. Bonität um rund 20 Jahre erhöht, bei III. um rund 10 Jahre erniedrigt, in Tafel B für I. um 10, für II. um 15 und für III. sogar um 25 Jahre erhöht. Theoretisch muß das Gipfelungsalter I. mit fallender Höhenbonität ansteigen, 2. für gegebene Höhenbonität bei verstärkter Durchforstung erniedrigt werden. Die Verschiebung der Zuwachskulmination gegenüber den Tafeln von SCHWAPPACH wird deutlich in den Abb. 30a und b auf S. 143/44 der „Rotbuche 1931“, in welchen für II. u. III. Bon. die neuen Zuwachskurven mit den zugrunde liegenden Zuwachswerten, die in einem begrenzten Grundflächenrahmen gemessen wurden, zugleich mit den Kurven der alten Tafeln dargestellt sind. Die *regelwidrige frühere Zuwachsgipfelung bei III. Bon. erklärt sich aus der enormen Streuung der Einzelwerte*, die zwar eine Sicherung der Differenz des Durchschnittes aller Werte II. u. III. Bon., nicht jedoch des Verlaufes beider Kurven zuläßt. In seinem sehr anerkennenden Streben, in den Ertragstafeln objektive *Durchschnitte der Versuchsflächenwerte* zu bieten, fühlte sich WIEDEMANN hier doch wohl zu eng gebunden. Solange uns so wenige und dazu für das Anwendungsgebiet der Ertragstafel nicht einmal repräsentative Stichproben zur Verfügung stehen, haben deduktiv abgeleitete und durch mehrfache Erfahrungen bereits bestätigte *allgemeine* ertragskundliche *Gesetzmäßigkeiten* höheren Rang als der zufällige Verlauf von (un- ausgeglichenen) Regressionslinien aus derart stark streuenden Einzelwerten.

Beim Vergleich der Zuwachsabläufe der vier langfristig beobachteten bayerischen B-Flächen mit den Sollwerten der Tafel von WIEDEMANN darf allerdings ein Umstand nicht übersehen werden. Es besteht immerhin die Möglichkeit, daß auf einem Teil dieser Flächen Streunutzungen vorgekommen sind⁵. Dank der Untersuchungen WITTSCHS wissen wir, daß die volle Wiederauffüllung geschwundener Vorräte an „echten Humusstoffen“ auf ärmeren Standorten mehrere Jahrzehnte beanspruchen kann. Eine Verschiebung der Zuwachsgipfel auf höhere Alter wäre somit auch in diesem Zusammenhang denkbar.

Andererseits gibt es eine *pflanzenphysiologisch begründete Tatsache, die eine besonders späte Gipfelung des Volumenzuwachses der Baumart Rotbuche erwarten läßt*, und zwar bei weit größeren Baumhöhen als bei der Baumart Fichte. Diese besitzt als die entwicklungs geschichtlich ältere Baumart nach HUBER (1956) ein weniger leistungsfähiges Wasserleitungssystem als die Rotbuche. Die Fichte ist nach HUBER unter die „Tracheidenhölzer“ zu rechnen. So ist es wohl denkbar, daß die Rotbuche infolge ihres „fortschrittlicher konstruierten“ Leitungssystems, mit entsprechend geringeren Leitungswiderständen, den Gipfelwert des auf die bestockte Fläche bezogenen Volum-

⁵ Die Versuchsreihe Rothenbuch ist samt Schutzstreifen bis zum Jahre 1906 (A. 83) eingezäunt gewesen, so daß bei dieser mit großer Sicherheit Streunutzungsseinwirkungen ausgeschlossen werden können.

zuwachsen bei wesentlich größeren Baumhöhen erreicht als die Fichte⁶. Während bei dieser, unbeschränkten Erwuchs vorausgesetzt, auf guten Standorten die Gipfelung des standflächenbezogenen Volumenzuwachses schon bei Baumhöhen von etwa 15 bis 20 m eintritt, ist dies bei der Rotbuche erst bei Höhen von etwa 25 bis 30 m der Fall. Damit steht gut im Einklang, daß vorübergehende Zuwachsstörungen als Folge von Wuchsbeschleunigungen in Rotbuchenbeständen noch in Altern bis zu 100 Jahren auftreten können. Die hohe Zuwachselastizität der Rotbuche, die bis in hohe Alter anhält, und ihre unerreichte Fähigkeit zum Lichtungszuwachs erklärt sich nach Ansicht des Verfassers (vgl. Waldertragskunde, S. 120) weiter aus ihrer besonderen Kronenform und der Fähigkeit, nach kronenfreistellenden Eingriffen den Lichtkronenmantel relativ rasch zu verlängern.

Diese Mitteilung vorläufiger Ergebnisse möchte dazu anregen, die berührten Fragen an Hand der inzwischen gewonnenen weiteren Ergebnisse langfristiger Versuche zu klären. Jedenfalls besteht eine große Wahrscheinlichkeit dafür, daß der *Volumenzuwachs der Rotbuche* bei mäßiger bis starker Durchforstung in Beständen, die aus Naturverjüngung hervorgegangen sind, *bedeutend später gipfelt als es unsere heute gebräuchlichen Ertragstafeln unterstellen*. Somit dürfte auch die Kulmination des Durchschnittszuwachses (dGZ) erst in höheren Altern zu erwarten sein, als es bisher angenommen wurde. Ein Grund mehr, bei der Rotbuche keine zu niedrigen Umtriebszeiten vorzusehen und den hohen Volumenzuwachs sowie den sehr bedeutenden Wertzuwachs älterer Buchenbestände voll auszunutzen.

Literatur

HENRIKSEN, H. A., 1951: Det forstl. forsøgsv. i Danm. XX. S. 387 Et udhugningsforsøg i bøg. — HENRIKSEN, H. A., 1953: Wie vor XXI S. 137. Die Holzmasse der Buche. — HOLMGAARD, E., 1955: Wie vor XXII H. 1. Ärringsanalyser af danske skovtræer. — HUBER, B., 1956: Die Saftströme der Pflanzen (Berlin, Göttingen, Heidelberg). — LINDER, A., 1960: Statistische Methoden 3. Aufl. (Basel u. Stuttgart). — LINDER, A., 1954: Stat. Vierteljahrsschr. Vertrauensgrenzen eines Extremums. — FISHER und YATES, 1957: Statistical Tables. — MAR-MØLLER, C., 1933: Dansk. Skovfor. Tidsskr. Bonitetsvise tilvækstoversigt for bøg, eg og rødgran i Danm. — MAR-MØLLER, C., 1953: Wie vor. Afprøvning af de bonitetsvise tilvækstoversigt af 1933 usw. (Sonderdruck), spez. Fig. 12, S. 22 u. S. 172 1. Abs. — SCHWAPPACH, A., 1899: Wachstum und Ertrag von Rotbuchenbeständen (Berlin). — SCHWAPPACH, A., 1911: Die Rotbuche (Neudamm). — WIEDEMANN, E., 1932: Die Rotbuche 1931 (Hannover). — ASSMANN, E., 1938: Forstarchiv 14, S. 37, Ein Kluppenprüfgerät. — ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. Organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbeständen (München, Bonn, Wien).

⁶ Herr Professor Dr. Dr. h. c. B. HUBER hält nach dankenswerter mündlicher Äußerung diese Begründung für zutreffend.