

I. ABHANDLUNGEN

Bestockungsdichte und Holzerzeugung

Von E. ASSMANN

Mit 6 Abbildungen

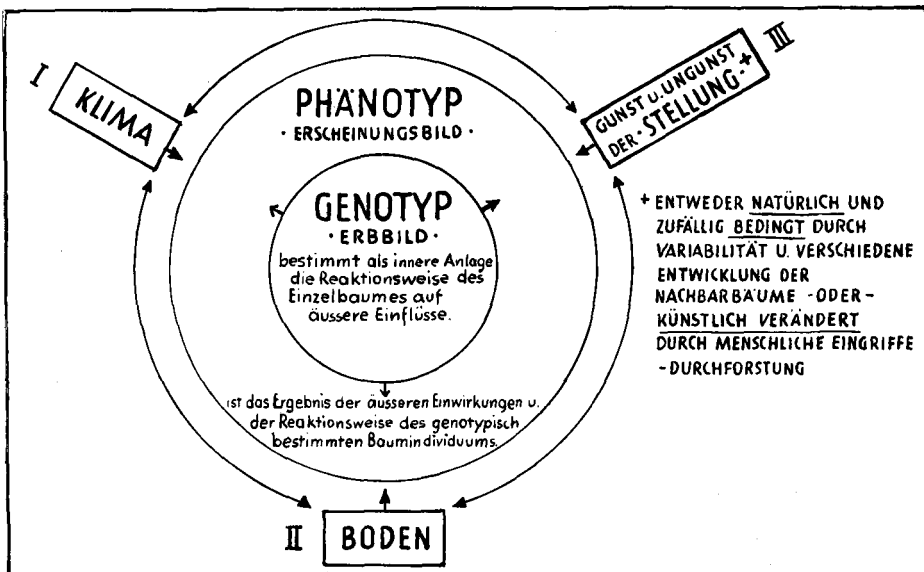
In einer kürzlich erschienenen Schrift: „Zwischen schwacher und starker Durchforstung“ beschäftigt sich KÜNANZ (9) u. a. mit dem „Problem der günstigsten Bestandsdichte“. In der Perspektive seiner „historisch-kritischen Betrachtung“ wird diese Frage zu einseitig unter dem Gesichtswinkel der Vorratsminderung im Zuge verstärkter Durchforstung betrachtet. Es erscheint mir daher angebracht, das fragliche Problem einmal vom ertragskundlichen Standpunkt aus darzulegen.

I. Die natürliche Bestockungsdichte und ihre Abänderungen durch den wirtschaftenden Menschen

Im natürlichen Verlauf der Bestandsentwicklung wird sich - von Störungen durch atmosphärische und pathologische Schadenswirkungen abgesehen - auf gegebenem Standort *ein Höchstmaß der Bestockungsdichte* ausbilden.

Demgegenüber hat der wirtschaftende Mensch seit langem begonnen, die natürliche Bestockungsdichte im Sinne seiner technisch-wirtschaftlichen Zielsetzungen abzuändern. Dies besonders, seitdem er von der „schwachen Niederdurchforstung“, als dem Durchforstungsverfahren der Natur, zur aktiven

Abb. 1. Die Wuchskonstellation



Steuerung der Wuchsvorgänge durch Eingriffe in den Kronenraum der herrschenden Bäume übergegangen ist.

In diesem Zusammenhange ist es nützlich, sich den Komplex der Wechselwirkungen zwischen Einzelbaum und Umwelt, zwischen Einzelbaum und Bestand - diesen als übergeordnete soziale Gemeinschaft betrachtet - an Hand eines vereinfachten Schemas zu veranschaulichen (s. Abb. 1).

Die Wuchskonstellation

Das Erscheinungsbild (Phänotyp) des Einzelbaumes ist das Ergebnis der Wechselwirkungen zwischen einem *inneren* Faktorenkomplex, nämlich der Gesamtheit aller im Erbbild (Genotyp) fixierten Erbanlagen, und einem *äußeren* Faktorenkomplex, der von drei Hauptgruppen gebildet wird: Klima, Boden sowie Gunst und Ungunst der „Stellung“. Diesen letztgenannten Teilkomplex der „äußeren Wuchskonstellation“, die Gunst oder Ungunst der Stellung zu Nachbarbäumen, können wir durch unsere Durchforstungsmaßnahmen weitgehend abändern. Dabei verändern wir mittelbar auch die beiden anderen Teilkomplexe, indem wir z. B. durch Lockerung der Beschirmung das Binnenklima des Bestandes und die Bodentätigkeit beeinflussen.

Aus dem äußerlich ansprechbaren Erscheinungsbild der Baumindividuen dürfen offenbar nur vorsichtige Schlüsse auf das wahrscheinlich zugrundeliegende Erbbild gezogen werden¹. Denn dieses Erscheinungsbild ist ja zu einem beträchtlichen Teile von äußeren Einwirkungen geprägt, deren Art und Ausmaß uns in den meisten Fällen nicht oder nicht mehr bekannt ist. Hier bietet die auf hinreichend großen Flächen gleichwüchsige Bestockung eine beachtliche Beurteilungsmöglichkeit der genotypisch bedingten Wuchsenenergie. Wird von früher Jugend an gleichmäßiger Schluß (der beileibe nicht überdicht zu sein braucht!) der Bestockung gewahrt, so daß den Bestockungsgliedern nahezu gleichgünstige äußere Wuchskonstellationen geboten werden, so dürfte die soziologische Differenzierung im Gefolge des Konkurrenzkampfes sehr weitgehend Ausdruck des genotypisch bedingten Wuchsvermögens sein. Unter dieser Voraussetzung sind also die *herrschenden*, und somit an Krone und Schaft am stärksten entwickelten *Bäume* i. d. R. als die *wuchskeräftigsten* anzusehen. Dagegen müssen die beherrschten und unterdrückten Bäume, von zufallsbedingten Ausnahmen abgesehen, dann als Individuen geringerer Wuchsenenergie gelten.

Einzelbaum und Bestand

Wie weitgehend der verfügbare Standraum für die Ausformung des Einzelbaumes bestimmend ist, lehrt sinnfällig der Gegensatz im Erscheinungsbild eines frei erwachsenen Einzelbaumes, eines „Solitärs“, und eines im dichten Hochwaldschluß erwachsenen „vergesellschafteten“ Baumes. So zeigt eine ältere, im Einzelstand frei erwachsene Buche eine tiefangesetzte Kuppelkrone mit weiter Ausladung (etwa mindestens gleich der halben Baumhöhe!), einen sehr kurzen, meist nur 2-3 m langen (etwa $\frac{1}{10}$ der Baumhöhe) astfreien Schaft, der sich schon bald in Starkäste auflöst, oder, bei wipfelschäftigen Exemplaren, so dicke Seitenäste aufweist, daß die technische Verwertbarkeit stark beeinträchtigt ist.

¹ Das Erbbild sicher anzusprechen, ist, derzeit jedenfalls, ganz unmöglich. Es wird auch schwierig bleiben, wenn neuzeitliche Pfropfmethoden die unbequem großen Generationslängen der Waldbäume zu kürzen vermögen und so Einblicke im Wege des Erbanges erlauben.

Im Gegensatz dazu hat die Hochwaldbuche eine hoch angesetzte Krone mit mäßiger Ausladung (etwa $\frac{1}{5}$ der Baumhöhe) und einen bedeutend längeren astreinen Schaft (4 bis 5 Zehntel der Baumhöhe). Diese Abänderung der Baumgestalt ist eine Folge des verschiedenen Wachsraumes, der im Freistand unbegrenzt und im Bestand durch Nachbarbäume eingeengt ist. Der Solitär erreicht bei unbeschränktem Wachsraum mit 100 Jahren möglicherweise einen Brustdurchmesser von 80 cm und ein Volumen von 8-10 fm, während die Hochwaldbuche bei ihrem eingeschränkten Wachsraum von 35-40 qm Standfläche nur eine Brusthöhenstärke von 35 cm und ein Volumen von nur 1,5 fm erreicht hat. Der gebotene Wachsraum ist also entscheidend für die *Volumleistung* und für die *Wertleistung*, welche von der besonderen Ausformung des auf der Flächeneinheit erzeugten Holzvolumens abhängt.

Bei solch ausgeprägter Abhängigkeit der Baumausformung vom Standraum haben wir es offenbar weitgehend in der Hand, diese Ausformung zu beeinflussen, indem wir regulierend in die Baumbestockungen eingreifen. Wir können den Wachsraum, den wir dem Einzelbaum zur Verfügung stellen, sozusagen als „Matrize“, als „Gußform“ benutzen, um die gewünschte Länge und Stärke des astreinen Schaftes zu erreichen, gewisse Aststärken nicht zu überschreiten, ein erträgliches Verhältnis zwischen dem weniger wertvollen Astholz der Krone und dem wertvolleren Holz des Schaftes zu erhalten.

Nur ist es so, daß die „Wände“ dieser „Gußform“ von Nachbarbäumen gebildet werden, die ihrerseits unsere Aufmerksamkeit beanspruchen. Es hängt von ihrer „Wertigkeit“ ab, ob wir sie zu dienenden und mittelbaren Aufgaben benutzen, oder ob wir mehr auf die von ihnen zu erwartenden künftigen Leistungen abheben sollen. Was wir dem einen Baum geben, müssen wir anderen Bäumen nehmen. Weiter haben wir ja auch Rücksicht zu nehmen auf den Bodenzustand und die Verfassung der lebenden Bodendecke. Graswuchs und vorzeitige Verjüngung müssen durch ausreichende Beschirmung, durch lebenskräftigen Unterstand, durch Schattholzbeigabe in Lichtholzbeständen u. a. m. verhindert werden. Immerhin ist klar, daß bei dem ausschlaggebenden Gewicht der Wertleistung die Frage der optimalen Volumleistung zweitrangig wird. Nicht so weit, daß sie zu vernachlässigen wäre. Im Gegenteil: *Es ist entscheidend wichtig, die Spannweiten zu kennen, innerhalb deren ein annäherndes Gleichbleiben der Volumleistung zu erwarten ist und, ganz besonders, wo die untere Grenze liegt, bis zu welcher wir die Bestockungsdichte auf gegebenem Standort herabdrücken dürfen, ohne größere Verluste in der Volumleistung zu riskieren.*

Die bisherigen Ergebnisse der Durchforstungsversuche haben übereinstimmend gezeigt, daß die Spannweiten der Bestockungsdichte, innerhalb deren annäherndes Gleichbleiben der Volumleistung zu erwarten ist, verhältnismäßig breit und daß die Änderungen der Volumleistung in diesen Spannen verhältnismäßig gering sind. Doch sind diese Versuchsergebnisse weder in bezug auf die angewandte Eingriffsweise noch auf die Zuwachsvariation, vor allem, wenn bestimmte Standorte ins Auge gefaßt werden, exakt und eindeutig genug.

II. Die Grundfläche und mittlere Grundflächenhaltung als Maß der Bestockungsdichte

Die Maßnahmen, welche durch Regelung des Teilkomplexes III: „Gunst und Ungunst der Stellung“ ein in volum- und wertmäßiger Hinsicht möglichst günstiges Ergebnis der Zuwachsvorgänge erstreben, können unter dem Ober-

begriff *Durchforstung*² zusammengefaßt werden (4). Zur hinreichenden Kennzeichnung dieser Maßnahmen ist es nötig, nicht nur *Art* und *Grad*, sondern auch *Beginn* und *Häufigkeit der Wiederholung* näher zu bezeichnen. Es wurde von mir nachgewiesen (3, 4), daß die Bezeichnungenweisen der Forstlichen Versuchs-Anstalten unzureichend sind, weil sie *Beginn* und *Häufigkeit* der Eingriffe (die „Intensität“) *überhaupt vernachlässigen* und die *Eingriffsstärke vom B-Grad* (des Versuchsplanes von 1902) *aufwärts nicht mehr eindeutig zu kennzeichnen vermögen*. Durch die *Eingriffsstärke* wird aber die *Bestockungsdichte* und damit die durchschnittliche äußere Wuchskonstellation der Bäume des Bestandes in besonderem Maße beeinflusst. Daher brachte ich in Anknüpfung an SCHWAPPACH (13) die *Grundfläche je ha als Maß der momentanen Bestockungsdichte* und die *„mittlere Grundflächen-Haltung“ als Maßstab für die Bestockungsdichte längerer Zeiträume* in Vorschlag.

Die Grundfläche je ha als Maß für die Bestockungsdichte und den durchschnittlichen Wachsraum

Unter der vereinfachenden Annahme, daß die Bäume eines Bestandes gleichgroß und in quadratischem Verband gleichmäßig über die Flächeneinheit des ha verteilt sind, daß weiter sowohl ihre Kronenschirmflächen wie die Brusthöhengrundflächen kreisrund ausgeformt und konzentrisch zur Schaftachse gelagert sind, daß schließlich also die Kronenschirmflächen den Standflächenquadraten einbeschriebene Kreise darstellen, leiteten KÖNIG und KRAFT die bekannten Beziehungen ab:

$$\begin{aligned} \text{Wenn } N &= \text{Stammzahl je ha, also pro 10 000 qm,} \\ s &= \text{Standraumseite} = \text{Kronendurchmesser,} \\ d &= \text{Brusthöhendurchmesser des Mittelstammes,} \\ a &= \frac{s}{d} = \text{Abstandszahl,} \\ G &= \text{Grundfläche aller Bäume je ha,} \end{aligned}$$

dann ist:

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{10\,000}{N}; \quad s = \frac{100}{\sqrt{N}} \\ G &= d^2 \frac{\pi}{4} \cdot N; \quad N = \frac{4 G}{d^2 \pi} \\ a &= \frac{s}{d} = \frac{100}{d \sqrt{N}} = \frac{100}{d \sqrt{\frac{4 G}{d^2 \pi}}} = \frac{100 \sqrt{\pi}}{2 \sqrt{G}} \\ &= \frac{50 \sqrt{\pi}}{\sqrt{G}} = \sqrt{\frac{2500 \cdot 3,1416}{G}} = \sqrt{\frac{7854}{G}} \end{aligned}$$

² Der SCHÄDELINSCHEN zeitlichen Aufgliederung habe ich mich angeschlossen, nur mit dem Unterschied, daß ich die Säuberung bzw. Läuterung, dem Oberbegriff: Durchforstung eingeordnet wissen möchte. Während die Läuterung als erste Phase der Durchforstung vorwiegend der Ausmerze Schlechtgeformter dient, hält die Auslesedurchforstung Auslese unter den Besseren und die Lichtwuchsdurchforstung schließlich begünstigt die Besten.

Zwischen a und G bestehen somit die Beziehungen:

$$a^2 = \frac{7854}{G} \text{ und } G = \frac{7854}{a^2} \quad 2a$$

Das Quadrat der Abstandzahl a^2 ist also der Grundfläche aller Bäume je ha umgekehrt proportional. Dies zeigt die folgende Zahlenreihe:

für G je ha	ist a^2
qm	
10,0	785,4
20,0	392,7
30,0	261,5
40,0	196,4
50,0	157,1

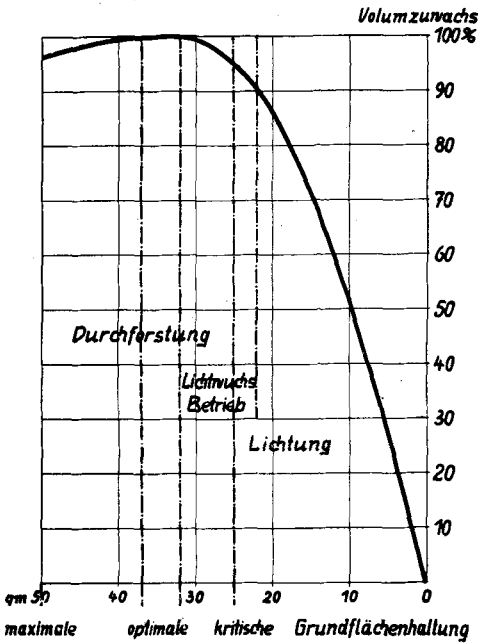


Abb. 2. Schematische Darstellung der Zusammenhänge zwischen Grundflächenhaltung und Zuwachs für einen 80-100jährigen Buchenbestand auf bestem Standort (I. Höhenbonität)

Unter der Voraussetzung, daß die Standflächen der Einzelbäume ihren Kronen-Schirmflächen proportional sind, was sicherlich annähernd zutrifft, ist danach die Grundfläche je ha ein einfaches, leicht zu bestimmendes Maß zur Kennzeichnung der dem Einzelbaum in einer Population gebotenen durchschnittlichen Standfläche und damit der Wuchsaussichten. Diese sind somit der Grundfläche je ha proportional: je größer die Grundfläche, desto größer die Bestockungsdichte, desto ungünstiger die Wuchsaussichten des Durchschnittsbaumes. Da N und d in gesetzmäßiger Beziehung stehen, was innerhalb breiter Spielräume in dem Sinne angenommen werden kann, daß die Durchmesserquadrate den Stammzahlen je ha umgekehrt proportional sind, ist G zugleich ein

einfach zu handhabender Gesamtausdruck für die Teilgrößen N und d und deren so vielfältige Kombinationen.

III. Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung in gleichaltrigen Reinbeständen

Die folgenden Untersuchungen beschäftigen sich vorwiegend mit den Zusammenhängen zwischen Grundflächenhaltung und Zuwachsleistung in gleichaltrigen *Reinbeständen*. Zur Frage, ob heute im Zeitalter der Mischbestände und des Strebens nach Ungleichaltrigkeit der Bestockung derartig eingehende

^{2a} Geht man von einem Dreiecksverband und dementsprechend von sechseckigen Standflächen mit den gleichen Kronendurchmessern als Inkreisdurchmessern aus, so bestehen die Beziehungen: $a^2 = \frac{9069}{G}$ und $G = \frac{9069}{a^2}$, d.h. die Grundflächen für gleiches a^2 erhöhen sich *gleichmäßig* um rd. 15 %. Eine Auswirkung der günstigeren Flächenausnutzung beim Dreiecksverband.

und - wenn man will - subtile Untersuchungen an Reinbeständen überhaupt noch sinnvoll sind, möchte ich folgendes zu bedenken geben: Von einem tieferen Verstehen der Zusammenhänge zwischen Standort und Wuchsleistung sind wir noch weit entfernt. Hierzu können wir vorerst nur unter möglichster Vereinfachung der ohnehin fast hoffnungslos komplexen Beziehungen zwischen Standort und Bestockung gelangen. Wenn wir erst über die Ökologie von Reinbeständen einigermaßen im Bilde und hier zu gesicherten quantitativen Vorstellungen gelangt sind, haben wir es um so leichter, in den weit schwierigeren Komplex der Wechselbeziehungen in Mischbeständen einzudringen. Selbstverständlich ist es notwendig, diese Mischbestandsfragen schon jetzt mit aller Energie in Versuchsanlagen zu bearbeiten, um recht bald zu wenigstens orientierenden Ergebnissen zu gelangen.

(a) Volumleistung

Scheiden in unberührten Beständen Baumindividuen nach Unterliegen im Konkurrenzkampf oder durch pathologische Einwirkungen aus, so wird die freiwerdende Standfläche von den Nachbarbäumen in Besitz genommen, welche die ausgefallene Zuwachsleistung fernerhin übernehmen. Gleiches geschieht beim künstlichen Durchforstungs-Eingriff. Solange die verbleibenden Bäume die ausfallenden Zuwachsleistungen der ausscheidenden Nachbarn durch Mehrzuwachs - Lichtungszuwachs - übernehmen können, wird die weiter laufende Zuwachsleistung des mit geringerer Bestockungsdichte arbeitenden, stärker durchforsteten Bestandes dem eines dichter bestockten Vergleichsbestandes gleichkommen. *Die Grundfläche bzw. Grundflächenhaltung, bei deren Unterschreiten Zuwachsverluste von 5 v. H. im Jahrzehnt³ eintreten, nenne ich „kritische“ Grundfläche bzw. Grundflächenhaltung (3).*

Über die Höhe dieser k. G. H. bei den verschiedenen Holzarten sind wir noch sehr unzureichend unterrichtet. Für die Rotbuche konnte ich nachweisen (3), daß *die Größe der k. G. H. in ausgeprägter Weise vom Standort (i. weiteren Sinne) abhängt und als aufschlußreicher Zeigerwert der ökologischen Verhältnisse betrachtet werden kann.* Auch über das Zuwachsverhalten konkreter Bestände nach Unterschreiten der k. G. H. wissen wir noch wenig; doch ist sicher anzunehmen, daß das Zuwachsprozent mit abnehmender Grundflächenhaltung bis zu einem Grenzwert ansteigt.

1. Allgemeine Hypothese und Methodik der Untersuchungen

Wenn die verwirrenden Oszillationen des Volumzuwachses in der Nähe der kritischen Grundflächenhaltung, teils durch methodische Ungenauigkeiten und teils durch Schwankungen der bedingenden Außenfaktoren (insbes. Klimaschwankungen!) hervorgerufen, uns nicht irreführen und eine Ausdeutung verhindern sollen, so müssen wir von einem *wahrscheinlichen* Verlauf der Kurve: Volumzuwachs als Funktion der Grundflächenhaltung ausgehen. In der erwähnten früheren Arbeit (3) brachte ich eine schematische Darstellung dieser Kurve für einen Rotbuchen-Bestand auf hochleistungsfähigem Standort. In Abb. 2 wird eine ähnliche Darstellung wiedergegeben, welche durch den wahrscheinlichen Verlauf dieser Kurve mit abnehmender Grundflächenhaltung bis zum Wert 0 vervollständigt ist.

³ Es hängt von der Genauigkeit der Zuwachsbestimmung für kurze Zeiträume ab, ob man 5 oder 10 v. H. Zuwachsverlust als erweisbare Mindestgröße unterstellen will. Für „korrigierte“ Zuwachsergebnisse (s. weiter unten) dürfen 5 % angemessen sein.

Mit Abnahme der Grundfläche von einem Maximalwert (= „maximale G. H.“) steigt der Volumzuwachs zunächst leicht an (um 3 bis 4 %), erreicht in dem mehrere qm überspannenden Bereich der „optimalen G. H.“ seinen Höchstwert, sinkt bis zum Erreichen der „kritischen G. H.“ um 5 % und erreicht schließlich bei der G. H. = 0 den Wert 0⁴.

Es darf angenommen werden, daß der grundsätzliche Verlauf dieser Kurve bei allen Holzarten und auf allen Standorten ein *ähnlicher* ist, nur daß sich natürlich die charakteristischen Werte der maximalen, optimalen und kritischen G. H. entsprechend den ökologischen Gegebenheiten des Standortes und den besonderen Eigenschaften der betreffenden Holzart (Fähigkeit zur Standraumausnutzung und zum Lichtungszuwachs) ändern und die absolute wie auch relative Lage dieser Größen zueinander verschieben. Die Annahme dieses typischen Kurvenverlaufes scheint mir jedenfalls als Arbeitshypothese brauchbar zu sein.

Auch bei bester Versuchsmethodik wird es schwierig sein, den genauen Verlauf der dargestellten Kurve durch Beobachtung konkreter Vergleichsbestände festzulegen, da insbesondere die klimatischen Versuchsbedingungen nicht konstant gehalten werden können. Bei einer kritischen Überprüfung der Buchenlichtungsversuche der ehem. Preuß. V. A. zeigte sich dazu im Falle des Seebachversuches im F. A. Uslar, Abt. 86 (Kugelberg) ein deutlicher Einfluß der durch zunehmende Lichtstellung veränderten Bodenverfassung. Eine eintretende Bodenverhärtung als Folge von Streunutzung verhindert hier ein Ansteigen des Zuwachsprozentes. Erst nach erneutem Kronenschluß verschwinden die Folgen dieser Wuchshemmung. Man wird also beim Ausdeuten des Wuchsverhaltens von Beständen sehr vorsichtig sein und alle Faktoren, die Einfluß haben können, berücksichtigen müssen.

Immerhin ist die Bestimmung der drei charakteristischen Werte bei geeigneter Methodik möglich; die „maximale“ G. H. ist bei Vorliegen eines undurchforsteten (bzw. nur schwach niederdurchforsteten) Bestandes leicht, die „kritische“ G. H. schon schwieriger und die „optimale“ G. H. am schwierigsten festzustellen. Die wichtigsten der drei Werte sind die „maximale“ und die „kritische“ G. H.^{4a}.

Die kritische G. H. bietet endlich eine *Möglichkeit zur begrifflichen Abgrenzung von Durchforstung und Lichtung*. (Vgl. dazu ASSMANN, 1, S. 137). In der obigen schematischen Zeichnung wurden die Bereiche von Durchforstung und Lichtung nach der Grundflächenhaltung eingezeichnet. Der *Lichtwuchsbetrieb* ist danach durch eine Eingriffsstärke gekennzeichnet, welche sich an der Grenze von Durchforstung und Lichtung bewegt und grundsätzlich das Unterschreiten der kritischen G. H. vermeidet. Ein gelegentliches kurzfristiges Über-

⁴ Mit dem Heruntergehen der Grundflächenhaltung von 32 auf 16 qm, also auf die Hälfte, steigt hier das Zuwachsprozent auf den 1,5fachen Betrag. Es ist hierbei ein Ansteigen des Volumzuwachs-Prozentes nach dem Wirkungsgesetz von MITSCHERLICH unterstellt, wobei die zunehmende Standraumerweiterung der Bäume des verbleibenden Bestandes als ertragssteigernder Faktor angesehen wird.

^{4a} Der Quotient maximale G. H.: kritische G. H. liefert übrigens einen charakteristischen Wert, den ich „*Lichtwuchszahl*“ nennen möchte, da er die Fähigkeit der betr. Holzart zum Lichtungszuwachs ausdrückt. Nach bisherigen überschläglichen Feststellungen liegt dieser Quotient

für Rotbuche bei etwa 2,0
für Fichte bei etwa 1,6
für Kiefer bei etwa 1,3.

Das besagt, daß die *Buche* noch bei 0,5, die *Fichte* bei 0,65 und die *Kiefer* bei 0,8 der standörtlich möglichen größten Bestockungsdichte (also nicht einer beliebigen Ertragsstafelgrundfläche!) nahezu vollen Zuwachs zu leisten vermag.

greifen in den Lichtungsbereich kann dabei geduldet werden. Eine solche quantitativ bestimmte Abgrenzung zwischen Durchforstung und Lichtung ist im Hinblick auf die erforderliche Klarheit und Eindeutigkeit unserer ertragskundlichen Definitionen sicherlich willkommen. Sie bietet auch, wie sich zeigen wird, einen Ansatzpunkt zu forsteinrichtungstechnischen und betriebswirtschaftlichen Folgerungen.

Die Ermittlung der kritischen Grundflächen-Haltung

Die bekannten Schwierigkeiten einer genauen Bestimmung des Volumzuwachses für kurze Zuwachsperioden (5-10 J.) haben dazu geführt, daß man den genaueren zu erfassenden Grundflächenzuwachs benutzt hat, um die Mehr- oder Minderleistung verschiedener Df.-Grade zu beurteilen. Nun entspricht aber, wie WIEDEMANN und ASSMANN gezeigt haben, bei größeren Unterschieden der „arbeitenden“ Grundfläche einem gleich großen Grundflächenzuwachs der stärker durchforsteten Fläche ein geringerer Volumzuwachs. Bekanntlich ist seinerzeit SCHWAPPACH durch die beobachtete Mehrleistung stark durchforsteter Buchen-Stangen- und Baumhölzer im *Grundflächenzuwachs* dazu verleitet worden, seiner Buchen-Ertragstafel von 1911 für „lockeren Schluß“ eine um rund 20 v. H. höhere Gesamtwuchsleistung im Volumen zu unterstellen⁵. Benutzt man zum Leistungsvergleich verschiedener Eingriffsstärken den - zufolge wirksamen Fehlerausgleichs - genaueren Volumzuwachs *längerer* Perioden (30 bis 40 J.), so gleichen sich Zuwachsausfälle, welche durch kurzfristige Unterschreitungen der k. G. ausgelöst sind, teilweise aus. Man wird so die kritische G. H. kaum erfassen können. Es kommt aber darauf an, auf gegebenem Standort für einen konkreten Bestand bestimmten Alters und bestimmter Verfassung festzustellen, bei welcher arbeitenden Grundfläche Volumzuwachsverluste auftreten.

Betrachtet man die Volumzuwachsbeträge, welche von den verschiedenen Forstl. Versuchsanstalten für kurze Zuwachsperioden veröffentlicht sind, so erkennt man unschwer eine vielfache Gegenläufigkeit und Disproportionalität in bezug auf die gleichzeitig ermittelten (genaueren!) Beträge für den Grundflächenzuwachs, welche die Stichhaltigkeit dieser Volumzuwachswerte in Frage stellt.

Das von mir benutzte Ausgleichsverfahren (3), bei welchem die Gesamtwuchsleistung an Volumen als Funktion der G.W.L. an Grundfläche aufgetragen und graphisch ausgeglichen wird, bewirkt im allgemeinen eine befriedigende Angleichung der Volumzuwachs-Werte an die genaueren Grundflächenzuwachs-Werte⁶. Zur Beseitigung grober Unstimmigkeiten, wie sie etwa durch größere Ungenauigkeiten bei der Höhenermittlung oder starke einseitige Fehler in der Formzahlbestimmung für einzelne Aufnahmen verursacht werden kön-

⁵ Im Stangenholzalter sind die Differenzen der Bestandsformhöhe auch für kurze Zuwachszeiträume groß (3, S. 270), so daß die Volumzuwachsdifferenzen von Beständen unterschiedlicher Grundflächenhaltung bei gleichem Grundflächenzuwachs beträchtlich sind. Außerdem scheint SCHWAPPACH die Freienwalder Versuchsreihen weitgehend als Musterbilder für seine Ertragstafel benutzt zu haben. Auf diesen knapp wasserversorgten Standorten zeigt sich ein besonders deutlich ausgeprägtes Optimum der Zuwachsleistung für relativ niedere Grundflächenhaltungen (3, S. 275), so daß hier Möglichkeiten der Volumzuwachssteigerung mittels Durchforstung vorzuziehen scheinen (9-12 %), wie sie in der Regel nicht gegeben sind.

⁶ Zum Ausgleich stärker gekrümmter Kurven, wie sie u. a. bei der Kiefer auftraten, bewährte sich als Ausgleichsfunktion die Potenz $y = b a^x$, für deren logarithmische Umformung sich die Parameter nach der Methode d. kl. Qu. bequem berechnen lassen. Der graphische Ausgleich auf dopp-log. Papier bewährte sich nicht, da auch bei großem Papierformat die Ablesegenauigkeit nicht ausreichte.

nen, reicht das Verfahren nicht aus, zumal, wenn ein im ganzen gekrümmter Kurvenverlauf vorliegt und die unterschiedliche Wertigkeit der Einzelberechnungen mangels Einsicht in die Originalaufnahmen nicht beurteilt werden kann.

2. Bisherige Ergebnisse bei verschiedenen Holzarten

Die Untersuchungen erstreckten sich u. a. auf eine Anzahl von Fichten-Durchforstungs- und Lichtungsreihen der ehem. Preuß. Versuchsanstalt, die von BAADER (5) s. Zt. veröffentlichten Ergebnisse der Hessischen Kiefern-Durchforstungsversuche und die von FLURY (7) veröffentlichten vorläufigen Ergebnisse der Schweizerischen Lichtungsversuche bei den Holzarten Buche, Tanne, Fichte und Kiefer. Da der Mangel an Druckraum die Veröffentlichung aller Tabellen verbietet, sollen im folgenden nur einige typische Fälle näher betrachtet werden.

Fichten-Durchforstungsreihen der ehem. Preuß. Versuchsanstalt

Die Tabelle 1 enthält als erste die Versuchsreihe *Westerhof 78* mit 2 Unterflächen, die im B- und C-Grad behandelt wurden. Es fällt hier sogleich die im Verhältnis zu der außergewöhnlichen Höhenbonität von 0,3, also weit besser als I., *sehr niedrige Grundflächenhaltung der C-Fläche* auf. Der Jahresniederschlag von rd. 850 mm dürfte hier im Zusammenwirken mit dem hohen Speicherungsvermögen des Lößlehmbodens und der günstigen Humusform⁷ zu einer *guten Wasserversorgung* ausreichen. *Die Minderleistung des C-Grades von i. D. 7% (maximal 9%) erklärt sich eindeutig als Folge des Unterschreitens der kritischen Grundflächenhaltung.* Diese dürfte hier zwischen 40 und 45 qm gelegen sein.

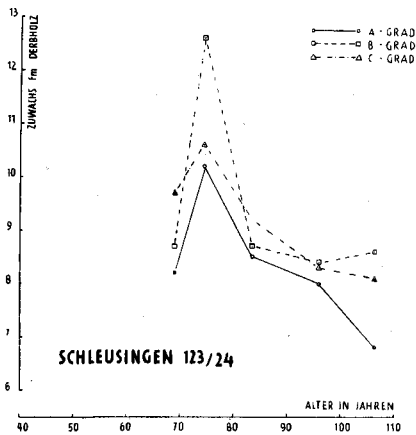


Abb. 3a. Versuchsreihe Schleusingen 123/24. Korrigierter Volumzuwachs der Zuwachperioden.

Unter den lfd. Nummern 2 bis 4 folgen drei Fichtenversuchsreihen aus einem geographisch eng umschriebenen Gebiet des Thüringer Waldes auf unterschiedlichen Standorten.

In *Schleusingen 123/24* haben wir es trotz der hoch erscheinenden durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von rd. 950 mm mit einem *nur mäßig gut wasserversorgten* Standort zu tun. Die Verwitterung des mittl. Buntsandsteins hat einen nur teilweise annehmigen Sandboden geliefert, den GANSSSEN⁷ als mäßig gebleichten rostfarbenen Waldboden kennzeichnet. Die Rohhumusaufgabe ist 5-6 cm stark; der Rohhumus zeigt nach Lagerung keinerlei Nitratabbildung. Die Zahlen der Tabelle 1 und die Abb. 3a lassen *große, witterungsbeeinflusste Zuwachsschwankungen* erkennen. Die A-Fläche hat deutlich geringere Höhenbonität. Ihre Minderleistung von rd. 10% im Volumzuwachs ist überwiegend auf diese Bonitätsunterlegenheit zurückzuführen. Es zeigt sich eine geringe Staffelung der Grundflächenhaltungen, die bis zum Alter 90 für alle drei Grade nahezu übereinstimmen. Unter den hier vorliegenden standörtlichen Gegebenheiten sind offensichtlich *stärkere*

⁷ Vergl. GANSSSEN in WIEDEMANN: Die Fichte 1936, S. 222 ff.

Tabelle 1
 Grundflächenhaltung und Zuwachs von Fichten-Durchforstungsreihen der ehem. Preuß. Versuchsanstalt

Lfd. Nr.	Versuchsreihe und Standortcharakteristik	Zuwachperiode		Zahl der Zuwachsjahre	Durchforstungsgrad	Grundflächenhaltung			Periodischer Zuwachs		Relativzahlen für den Zuwachs	
		von	bis			niedrigste Grundfläche der Periode qm	mittlere Grundflächenhaltung qm	höchste Grundfläche der Periode qm	je Jahr Grundfläche qm	an Derbholz fm	Grundfläche %	Derbholz %
1	Westerhof 78 Harzvorberge, 220 m ü. NN; sanfter N-Rang, 1-1,5 m Löß- lehm über mittl. Buntsand- stein, toniger Feinsand, gut durchwurzelt; brauner Wald- boden mit guter Streuzerset- zung. Mittl. Jahres-Nieder- schlag \approx 850 mm. Höhen- bon. = 0,3	35 (1896)	41	6	{ B C	37,9	41,5	45,2	1,218	21,5	100	100
		41	55	14	{ B C	30,4	34,0	37,7	1,228	20,3	101	94
		55	64	9	{ B C	38,3	44,0	47,1	1,102	19,3	100	100
		64	73 (1933)	9	{ B C	32,5	36,8	41,0	1,068	17,7	97	92
		73	73	38	{ B C	43,5	47,5	51,6	0,901	15,9	100	100
		73	73	38	{ B C	35,9	39,9	43,9	0,893	14,9	99	94
		73	73	38	{ B C	43,7	47,2	50,2	0,893	15,7	100	100
		73	73	38	{ B C	32,8	35,5	36,5	0,863	14,3	97	91
		73	73	38	{ B C	37,9	45,2	51,6	1,023	18,0	100	100
		73	73	38	{ B C	30,4	36,8	43,9	1,003	16,7	98	93
2	Schleusingen 123/124, Thür. Wald, 520 m über NN, sanft nach N ge- neigt; mittl. Buntsandstein; teilw. anlehmiger Sand; rost- farbener Waldboden, mäßig gebleicht mit 5-6 cm Auflage- humus. Mittl. Jahresnieder- schlag \approx 950 mm. Höhenbon. = II, 2 (A-Fläche = II, 4).	66 (1889)	72	6	{ A B C	39,5	41,0	42,4	0,471	8,2	100	100
		72	72	6	{ B C	38,6	40,1	41,6	0,502	8,7	107	106
		72	77	5	{ A B C	39,8	41,4	43,1	0,558	9,7	118	118
		77	77	5	{ B C	36,9	38,3	39,6	0,540	10,2	100	100
		77	77	5	{ B C	36,1	37,8	39,5	0,674	12,6	125	124
		77	77	5	{ B C	38,1	39,6	41,0	0,572	10,6	106	104
		77	77	5	{ A B C	34,8	37,0	38,9	0,474	8,5	100	100
		77	77	5	{ B C	34,8	36,8	39,2	0,474	8,7	100	102
		77	77	5	{ B C	33,4	36,4	39,7	0,518	9,2	109	108
		77	77	5	{ B C	38,3	41,0	43,7	0,450	8,0	100	100
		90	102	12	{ A B C	34,6	37,4	40,2	0,466	8,4	104	105
		90	102	12	{ B C	34,4	37,2	40,0	0,470	8,3	104	104
		90	102	12	{ A B C	40,4	41,8	42,7	0,378	6,8	100	100
		102	111 (1934)	9	{ B C	37,6	39,0	40,0	0,471	8,6	125	126
		102	111 (1934)	9	{ B C	31,0	32,8	34,1	0,454	8,1	120	119
		102	111 (1934)	9	{ A B C	34,8	39,7	43,7	0,455	8,1	100	100
		102	111 (1934)	9	{ A B C	34,6	37,9	41,6	0,497	9,0	109	111
		102	111 (1934)	9	{ A B C	31,0	36,9	43,1	0,504	8,9	111	110

Lfd. N ^o	Versuchsreihe und Standortcharakteristik	Zuwachsperiode		Zahl der Zuwachsjahre	Durchforstungsgrad	Grundflächenhaltung			Periodischer Zuwachs		Relativzahlen für den Zuwachs	
		von	bis			niedrigste Grundfläche der Periode qm	mittlere Grundfl.-haltung qm	höchste Grundfläche der Periode qm	je Jahr Grundfläche qm	an Derbholz fm	Grundfläche %	Derbholz %
3	<i>Hinternab 146</i> Thüringer Wald, 750 m über NN, Urtonschiefer, tiefgründer, frischer, milder Lehm. Mittl. Jahresniederschlag = ~ 1300 mm. Höhenbon. = II, 2.	44 (1889)	50	6	{ A B C	38,1 38,7 36,3	41,0 40,5 38,6	43,9 43,3 40,9	0,968 0,942 0,787	14,8 14,5 12,5	100 97 81	100 98 84
		50	55	5	{ A B C	39,6 37,3 34,9	41,8 39,4 36,9	43,9 41,6 38,8	0,850 0,864 0,774	13,2 13,4 12,2	100 102 91	100 102 92
		55	68	13	{ A B C	39,3 37,3 34,0	43,6 40,3 37,4	47,6 43,0 41,2	0,789 0,765 0,739	12,3 11,7 11,5	100 97 94	100 95 93
		68	89 (1934)	21	{ A B C	39,0 36,5 31,6	46,4 41,4 36,5	53,2 47,5 41,8	0,675 0,673 0,648	9,6 9,5 9,3	100 100 96	100 99 97
		44	89	45	{ A B C	38,1 36,5 31,6	44,4 40,7 37,1	53,2 47,5 41,8	0,767 0,757 0,707	11,5 11,3 10,7	100 99 92	100 98 93
4	<i>Subl. 61</i> Thüringer Wald, 650 m über NN, Steiler W-Hang; Porphyr; Skelettboden, lehmiger Grus; gute Streuzersetzung, Krautflora. Mittl. Jahresniederschlag = ~ 1050 mm. Höhenbon. = II, 0 (C-Fl. = I, 8).	55 (1901)	62	7	{ B C	50,1 47,2	52,9 50,5	55,7 53,7	0,801 0,931	11,4 14,0	100 116	100 123
		62	80	18	{ B C	49,7 40,9	54,9 45,7	60,3 50,2	0,739 0,779	10,8 12,3	100 105	100 114
		80	89 (1934)	9	{ B C	53,1 39,8	54,9 41,9	56,7 44,3	0,763 0,825	11,3 12,8	100 108	100 113
		55	89	34	{ B C	49,7 39,0	54,5 48,2	60,3 53,7	0,758 0,823	11,1 12,8	100 109	100 115

Eingriffe ohne Zuwachsverluste möglich. Die kritische Grundflächenhaltung liegt niedrig und ist hier beim C-Grad noch nicht erreicht.

Wahrscheinlich spielt hierbei die Beschleunigung der Humusumsetzungen infolge der Auflichtung und die so verbesserte Stickstoffversorgung eine wichtige Rolle. Zwar lassen die bezüglichen Zahlen von GANSEN keine großen Unterschiede erkennen. Immerhin ist die Mächtigkeit der Auflagehumusschicht beim C-Grad um etwa 10% geringer als beim B-Grad. Die Austauschazidität sinkt zwar nur unbedeutend mit zunehmender Durchforstungsstärke, aber die Ammoniakbildung der gelagerten Proben ist beim C-Grad merklich größer als beim B- und A-Grad. Da es sich bei der Streuzersetzung um einen *dynamischen* Vorgang handelt, bei dem relativ bedeutende Nährstoffmengen freigesetzt werden, könnten auch geringfügige Unterschiede im jeweiligen Zustand des Auflagehumus und der Verhältnisse im A-Horizont als Indikatoren von Vorgängen angesehen werden, die relativ große Zuwachsfördernde Auswirkungen haben.

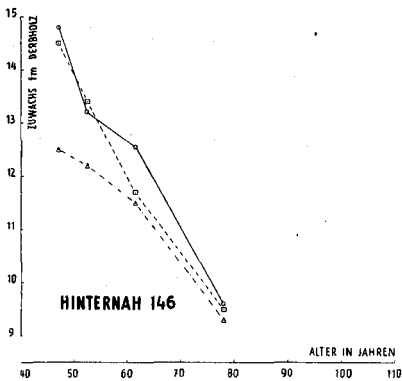


Abb. 3b. Versuchsreihe Hintermah 146. Korrigierter Volumzuwachs der Zuwachsperioden.

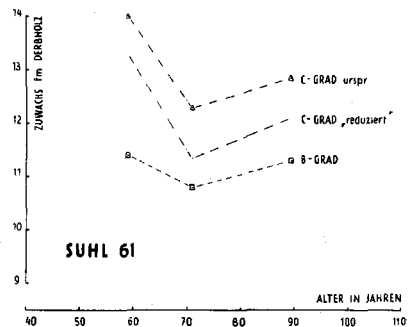


Abb. 3c. Versuchsreihe Suhl 61. Korrigierter Volumzuwachs der Zuwachsperioden.

Anders ist der Standort der Versuchsreihe *Hintermah 146* zu beurteilen. Eine eingehende bodenkundliche Analyse liegt hier leider nicht vor. Die Niederschlagshöhe liegt nahe an 1300 mm und dürfte im Zusammenhang mit dem tiefgründigen Lehm Boden aus Urtonschiefer-Verwitterung zu einer *sehr guten Wasserversorgung* beitragen. Demgemäß beobachten wir hier einen *gleichmäßig guten, durch Witterungsschwankungen kaum gestörten Zuwachs*, dessen Abnahmetrend der Alterswirkung entspricht (vgl. Abb. 3b). Alle Flächen sind gut vergleichbar; die Beeinträchtigung durch Schneebruchschäden⁸ scheint auf allen Flächen etwa gleich gewesen zu sein. *Auf diesem Standort, der hohe maximale Grundflächenhaltungen erlaubt, führen stärkere Eingriffe zu Zuwachsverlusten.* Eine mittl. Grundflächenhaltung von 40-45 qm ist zu voller Zuwachsleistung erforderlich.

⁸ Das vorteilhafte Abschneiden der C-Grad-Fläche in bezug auf den verbleibenden Bestand (vgl. WIEDEMANN, Die Fichte 1936, S. 186) wird beeinträchtigt, wenn die Bruchfreiheit sämtlicher erzeugter Stämme ins Auge gefaßt wird. Der scharfe Aushieb bruchbeschädigter Bäume ist wertleistungsmäßig sicherlich vorteilhaft und rechtfertigt wohl auch die Preisgabe von Volumzuwachs. Eine durchgreifende Wirkung in bezug auf Schneebruchsicherheit ist nur durch *sehr frühzeitig* beginnende Durchforstungen erreichbar, welche eine *gleichmäßige* und kräftige Kronenausbildung schon im ausgehenden Dickungsstadium bewirken. Hierbei dürften Zuwachsverluste kaum auftreten, wenn mehr auf Intensität als auf Stärke der Eingriffe abgehoben wird.

Die Versuchsreihe *Subl 61* stockt bei einer Niederschlagshöhe von rd. 1050 mm auf einem Boden mit *günstigen Humusverhältnissen* (Nitratabbildung!). Auf den ersten Blick fällt die *ungewöhnlich hohe Grundflächenhaltung* beider Flächen auf, die in Abb. 4 für den B-Grad im Vergleich mit den G.H. der WIEDEMANNschen Tafel für mäß. Durchf. besonders deutlich wird. Liegt sie doch mit 6-10 qm Abstand über den Werten der E.T. für I. Höhenbonität, obwohl die Höhenbonität der Suhler Flächen nur II,0 beträgt. Diese Versuchsreihe ist erst mit 55 Jahren nach vorhergegangenem Dichtscluß, offenbar ohne planmäßige Durchf. bis zu diesem Zeitpunkt, angelegt worden. Die bei solcher Vorgeschichte des Bestandes zu erwartende *Kleinkronigkeit* mag hier in Verbindung mit der großen *Schneebruchgefahr* zu *besonderer Vorsicht* bei den Eingriffen bewogen haben. Die C-Fläche ist um wenigstens 0,2 Stufen besser in der Höhenbonität⁹. Reduzieren wir ihre Volumleistung in der Beobachtungszeit mit einem Faktor, der sich aus dem Verhältnis der ertragstafelmäßigen Gesamtwuchsleistung für Bestände entsprechender Höhenbonität errechnet, nämlich 0,947, so *vermindert sich die Zuwachsüberlegenheit der C-Fläche von 15 % auf knapp 9 %*.

Nach den Ergebnissen von HINTERNAH sollte man hier für eine „C-Grad-Durchforstung“ eine *Unterlegenheit gegenüber dem B-Grad* erwarten. *Tatsächlich ist aber hier die Eingriffsstärke, gemessen an der Grundflächenhaltung, eine sehr geringe*. Das auf den ersten Blick widerspruchsvolle Verhalten dieser Versuchsreihe erklärt sich nach der vorausgesetzten Theorie, wenn wir annehmen, daß sich die *Grundflächenhaltung der B-Fläche nahe der maximalen und die der C-Fläche in der Nähe der optimalen befindet*.

Eine rein statistische Auswertung dieser vier Fichtenversuchsreihen nach Mehr- oder Minderleistung der verschiedenen versuchsplanmäßig gekennzeichneten Durchforstungsgrade würde - auch nach entsprechender Berücksichtigung der bei einzelnen Flächen gegebenen Bonitätsabweichungen - nur zur Feststellung eines ziemlich regellosen Schwankens der Zuwachsleistungen führen, ohne eine eindeutige Abhängigkeit von der Durchforstungsstärke erkennen zu lassen. Erst die genauere ertragskundliche Analyse unter Berücksichtigung der standörtlichen Besonderheiten liefert eindeutige Kausalzusammenhänge.

Kiefern-Durchforstungsreihen der Hessischen Forstl. Versuchsanstalt

An Hand der von BAADER (5) 1934 veröffentlichten Ergebnisse von 7 Versuchsreihen wurden die Zuwachszahlen der Reihen Nr. 15, 17, 18 u. 19 korrigiert. Bei der Reihe 6 versagte das Ausgleichsverfahren, da sich Unstimmigkeiten der Höhen- und Formzahlwerte herausstellten, die ohne Einsicht in die Unterlagen nicht zu beseitigen waren. Von den bearbeiteten Flächen hat die B-Fläche in Reihe 19 deutlich geringere Bonität gegenüber den Vergleichsflächen (II, 4 gegenüber II, 1 der A-Fläche).

In den Reihen 17, 18 und 19 staffeln sich die Zuwachsleistungen der über 40jährigen Beobachtungszeiträume klar zugunsten der jeweils schwächeren Durchforstungsgrade, d. h. die *Zuwachsleistungen sinken mit abnehmender Grundflächenhaltung*. Eine merkwürdige und überraschende *Ausnahme* bildet die *Reihe 15*, bei welcher die *Zuwachsleistungen des B- und C-Grades höher sind als die des A-Grades*, wie die in Tab. 2 enthaltenen Ergebnisse der Reihen 15 und 17 belegen. Dieses Verhalten erschien um so auffälliger, als die von BAADER veröffentlichte Versuchsbeschreibung auf völlige Standortsgleichheit der in benachbarten Forstämtern gelegenen Versuchsreihen 15 und 17 hin-

⁹ Von der tatsächlichen Überlegenheit im A. 89, die 0,4 Gütestufen ausmacht, sind 0,2 Stufen auf die (rechnerische) Gütesteigerung infolge stärkerer Niederdurchf. angerechnet.

deutete. Aufklärung brachte die ausführliche Auskunft, welche die Hessische Versuchsanstalt auf Anfrage erteilte, wofür ich Herrn Oberforstmeister NEUHAUS und Herrn Forstmeister Dr. SCHMIDT auch an dieser Stelle herzlich danken möchte. Die freundlichst gemachten Angaben wurden z. T. in der Standortcharakteristik an Stelle der allgemeinen Beschreibung der Veröffentlichung von BAADER gebracht. Nachstehend noch die Bestands- und Vegetationsbeschreibung 1952 von Herrn Forstmeister Dr. SCHMIDT:

Reihe 15 Alsfeld: „97j. Kie 0,8 geschl. mit bis 2 m hohem, lückigen Bu-Unterbau. Fast geschlossene Vaccinium myrt.-Decke mit *Aira flex.* und *Hypnum Schreberi*; Akz.: *Calluna*, *Dicranum undul.*, *Polytrichum formosum*.“

Reihe 17 Eudorf: „98j. Kie 0,8 geschl., astrein mit geschlossenem 10 m hohem Bu-Unterbau. Laubstreu; Schneisen vergrast, an den Bestandesrändern etwas *Oxalis* und vereinzelt *Vaccinium*.“
„Beide Versuchsreihen liegen nicht weit voneinander entfernt im Regenschatten des Vogelsberges auf Buntsandverwitterung mit etwas Löß. Obwohl dazu noch auf praktisch gleicher Meeresöhe, sind die Standorte doch deutlich voneinander verschieden; Nr. 15 ist ein Podsol auf bindemittelarmen Sand mit azidiphiler Bodenflora. Deutlich besser ist der Standort der Versuchsreihe Nr. 17; durch den geringen Tonanteil wird offenbar nicht nur der von Haus aus geringe Basengehalt erhöht (podsolige Braunerde), sondern auch die wasserhaltende Kraft des Bodens gebessert. Der Anteil der nutzlos versickernden Niederschläge ist hier geringer, die schwachen Stauwasser-Anzeichen im Oberboden sind positiv zu werten. Die Versuchsreihe Nr. 17 im Forstamt Eudorf macht auch bei flüchtigem Durchgehen einen wesentlich wüchsigeren Eindruck als Nr. 15 im Forstamt Alsfeld.“

Hiernach dürfte das gegensätzliche Verhalten der beiden Reihen aufgeklärt sein. Ähnlich wie bei der *Fichtenversuchsreihe Schleusingen* macht sich bei der *Kiefernversuchsreihe Alsfeld* der *Einfluß knapper Wasserversorgung*, veranlaßt durch ungünstige Bodenverhältnisse und Versäuerung, so bemerkbar, daß auf solchem Standort *die kritische Grundflächenhaltung merklich niedriger liegt und versuchsplanmäßig schärfere Durchforstungsgrade zu einer Erhöhung der Volumleistung führen*. Wieweit auch hier die Zuwacherhöhung auf verstärkte Humusumsetzungen und damit verbundene Stickstoffmobilisierung zurückgeführt werden muß, ist noch zu klären. Offenbar haben wir es hier nicht mit einem vorübergehenden Effekt, sondern mit einer *Dauerwirkung* zu tun.

Die Lichtungsversuche der Schweiz. Versuchsanstalt

Von den beiden Lichtungsreihen in *Kiefer*, die FLURY (7) veröffentlichte, kann die Reihe VI mit den Flächen 8 B und 9 L nicht zum Vergleich der Zuwachsleistungen benutzt werden. Einmal besteht ein Unterschied in der Höhenbonität von 0,3 Stufen zugunsten der Lichtungsfläche. Weiter zeigt sich die Lichtungsfläche nach den FLURYSchen Zahlen bei *gleichem Grundflächenzuwachs* im Volumzuwachs um nicht weniger als 24 % überlegen. Auch der Unterschied der Mittelhöhen zugunsten der Lichtung ist nicht groß genug, um eine solche Differenz der Volumleistung erklären zu können, es sei denn, man unterstellt für die Lichtung eine völlig unwahrscheinliche Erhöhung der Brusthöhenformzahl.

Demgegenüber zeigt sich in der Reihe V mit den Flächen 17 B und 18 L nach den Zahlen von FLURY (vgl. Tab. 3 unten) eine *Unterlegenheit* der Lichtung im *Volumzuwachs* von rd. 10%, die sich nach Korrektur auf 7% reduziert, bei einer *Überlegenheit* von rd. 2% im *Grundflächenzuwachs*. Wenn sich auch dieses Verhältnis durch Korrektur der wahrscheinlich zu niederen Formzahlen der Lichtungsfläche noch zugunsten dieser - vielleicht bis zur annähernden Leistungsgleichheit - aufbessern würde, so lassen doch die Zahlen der Wuchsperiode 77-83 ein Unterschreiten der k. G.H. bei der Lichtungsfläche in diesem Zeitraum erkennen. Die *kritische G.H.* dürfte hier *nahe bei 50 qm* zu suchen sein.

Tabelle 2

Grundflächenhaltung und Zuwachs hessischer Kiefern-Durchforstungs-Versuchsreihen
(Eingeklammerte Zuwachszahlen für Derbholz nach der Berechnung der H. V. A.)

Nr.	Versuchsreihe und Standortscharakteristik	Zuwachsperiode		Zahl der Zuwachsjahre	Durch- forstungsgrad	Mittlere Grund- flächen- haltung qm	Periodischer Zuwachs je Jahr an		Relativzahlen für den Zuwachs an	
		von	bis				Grund- fläche qm	Derbholz fm	Grund- fläche	Derbholz
15	<p><i>Alsfeld</i> (Oberhessen) 370 m ü. NN; sehr schwach nach W geneigt, praktisch eben. J. N. = 671 mm, Mai- Sept. = 324 mm. J. T. = 6,5°, Mai-Sept. = 13,9°. Mittl. Buntsandstein mit erwas Löß; schluffiger, an- lehmig. Mittelsand, Grün- digkeit 50-60 cm; schwach ausgeprägtes Podsol Höhenbonität: II, 4.</p>	39 (1889)	49	10	A	35,4	0,79	6,6 (7,9)	100	100 (100)
					B	34,0	0,89	7,5 (7,8)	113	114 (99)
					C	29,8	1,02	8,2 (8,0)	129	124 (101)
		49	59	10	A	37,5	1,01	10,1 (9,9)	100	100 (100)
					B	37,7	1,01	10,2 (11,9)	100	101 (120)
					C	33,5	0,85	8,1 (9,3)	84	81 (94)
		59	70	11	A	42,0	0,57	6,5 (5,5)	100	100 (100)
					B	39,7	0,59	6,8 (4,6)	104	105 (84)
					C	29,0	0,75	8,2 (6,8)	132	127 (124)
		70	82 (1932)	12	A	40,7	0,48	6,0 (5,8)	100	100 (100)
					B	38,6	0,51	6,4 (6,1)	106	107 (105)
					C	31,4	0,51	6,2 (6,0)	106	103 (103)
		39	82	43	A	39,1	0,69	7,2 (7,1)	100	100 (100)
					B	37,6	0,74	7,6 (7,5)	106	106 (106)
					C	30,9	0,77	7,6 (7,5)	111	106 (106)
17	<p><i>Eudorf</i> (Oberhessen) 340 m ü. NN; sehr schwach nach WNW geneigtes Pla- teau. Niederschläge und Tem- peratur wie Nr. 15. Mittl. Buntsandstein mit schwach. Tonbändern u. erwas Löß; schluffiger, im B - Horizont toniger Sand, Gründigk. 60 cm; podsolige Braunerde mit schwach. Stauwasserein- wirkungen. Höhenbonität: I, 9.</p>	36 (1890)	46	10	A	46,6	0,95	7,6 (8,8)	100	100 (100)
					B	41,5	0,96	7,3 (6,9)	101	95 (78)
					C	41,3	0,96	7,6 (7,7)	101	100 (88)
		46	56	10	A	44,1	1,21	12,0 (11,3)	100	100 (100)
					B	39,3	1,18	10,7 (10,0)	97	89 (89)
					C	30,4	1,10	10,4 (10,4)	91	87 (92)
		56	66	10	A	47,2	1,06	12,3 (12,7)	100	100 (100)
					B	42,4	0,96	10,3 (11,9)	91	84 (94)
					C	29,1	0,85	9,2 (9,2)	80	75 (73)
		66	77 (1931)	11	A	55,0	0,71	9,6 (9,7)	100	100 (100)
					B	47,2	0,80	9,6 (9,1)	113	100 (94)
					C	33,2	0,77	8,2 (8,2)	108	85 (85)
		36	77	41	A	48,4	0,97	10,4 (10,4)	100	100 (100)
					B	42,7	0,97	9,5 (9,5)	100	91 (91)
					C	33,5	0,89	8,9 (8,9)	92	86 (80)

Tabelle 3
Ergebnisse der Schweizerischen Lichtungsversuche
 nach der Veröffentlichung durch FLURY, mit Ausnahme der Reihen, welche Bonitätsunterschiede aufweisen

Nr.	Holzart	Standortsbeschreibung	Zuwachssperiode		Zahl der Zuw. Jahre	Df. Gr.	Grundflächenhaltung			Period. Zuw. je Jahr an		Relativzahlen für	
			von	bis			niedrige Grundfl.	mittlere Grundfl.	höchste Grundfl.	Grund- fläche	Derb- holz	Grund- fläche Zuw.	Derb- holz- zuw.
31 L 32 B	Buche	Martens, Kanton Freiburg, 580 m über N. N., nach NNO 10 ^o geneigt, Quartär über Meeresmolasse. Höhenbonität beider Flächen: I, 9.	74	111	37	B	27,8	32,5	36,8	0,46	9,2	100	100
62 L 63 B	Buche	Archens (Lausanne), Kt. Waadt, 735 m über N. N., nach NW 16 ^o geneigt; Meeresmolasse. Höhenbonität beider Flächen: II, 1.	86	125	39	B	30,8	35,6	39,9	0,43	7,4	100	100
84 B 85 L	Buche	Habel, Kt. Solothurn, 630 m über N. N., nach NO 12 ^o geneigt; Untere Süßwassermolasse. Höhenbonität beider Flächen: II, 3.	105	129	24	B	24,7	27,6	30,3	0,39	7,0	100	100
13 B 14 L	Tanne	Einschlag, Kt. Solothurn, 490 m über N. N.; nach SSO 8 ^o , bzw. S 5 ^o geneigt. Quartär auf oberem Jura. Höhenbonität f. 13 B = I, 8 13 L = I, 7	74	106	32	B	51,2	60,4	67,7	1,02	18,4	100	100
84 B 220 L	Fichte	Oberwald, Kt. Obwald, 850 m über N. N., nach NW um 20 ^o , bzw. 15 ^o geneigt. Höhenbonität f. 84 B = I, 8 220 L = I, 7	107	132	25	B	55,0	61,1	66,3	0,69	11,9	100	100
17 B 18 L	Kiefer	Letzholz, Chur, Kt. Graubünden, 660 m über N. N.; W-Hang; Schurkegel von Bündener Schiefer.	61	83	22	B	54,3	63,0	70,9	0,914	12,8	100	100
						L	44,4	52,0	58,2	0,936	11,5	102	90

Auf hinreichend gut wasserversorgten Standorten führt anscheinend jede stärkemäßig über den A-Grad hinausgehende Durchforstung bei der Kiefer zu einer, wenn auch zunächst nur geringen Minderung der möglichen Volumenzuwachstleistung. Dies stünde im Einklang mit der Feststellung WIEDEMANN'S (17): „Im ganzen hat also bei längerer Durchführung jeder über die mäßige Df. hinausgehende Eingriff eine Minderung des Kreisflächenzuwachses je ha zur Folge, während eine übermäßige Bestandesdichte überraschenderweise den Zuwachs nicht gesenkt hat.“

Eine Ausnahme von dieser Regel, die im Lichtholzcharakter der Kiefer, in ihrem begrenzten Vermögen zur raschen Ausnutzung freiwerdenden Standraumes und zum Lichtungszuwachs ihre Erklärung finden dürfte, bilden knapp wasserversorgte, insbesondere stärker podsolierte Standorte in kühlen Klimagebieten. Auf diesen kann die Volumleistung durch stärkere Durchforstung und Absenken der Grundflächenhaltung gehoben werden.

Daß ein reiner Kiefernbestand, wie überhaupt jeder Reinbestand von Lichtholzarten - von extremen Standorten, die etwa nur Kiefer tragen, abgesehen -, waldbaulich-ökologisch und ertragskundlich, zumindestens vom Stangenholzalter ab, nicht zu befriedigen vermag und dringend einer Ergänzung durch unter- und zwischenständige Schatt- und Halbschattgehölze bedarf, ist wohl selbstverständlich.

Bei den weiteren *Lichtungsreihen*, welche die Holzarten *Buche*, *Tanne* und *Fichte* betreffen, ist eine Mehrleistung der „Lichtung“, soweit einwandfrei vergleichbare Flächen ohne merkliche Bonitätsunterschiede¹⁰ vorliegen, nur in einem Fall festzustellen, nämlich bei der Buchenreihe 62/L-63/B. Hier ist die m. G. H. der Lichtungsfläche ziemlich hoch und von derjenigen der B-Fläche nicht stark verschieden. Möglicherweise erklärt sich die Volum-Mehrleistung der L-Fläche von 6 % dadurch, daß die G. H. dieser Fläche näher der optimalen gelegen war als die der B-Fläche. Bei den übrigen Reihen in Tab. 3 sind z. T. beachtliche Minderleistungen der Lichtungsflächen (bis zu 26 %) festzustellen.

3. Aussichten einer Volum-Zuwachssteigerung im Durchforstungswege

Die bisherigen Ergebnisse gestatten eine Korrektur der heute allgemein anerkannten These über die praktische Bedeutungslosigkeit der möglichen Zuwachsabänderung mittels Durchforstung.

Die Hypothese des Verfassers bezieht die mögliche Zuwachsabänderung auf den standörtlich erreichbaren Höchstzuwachs, der beim Herbeiführen und weiteren Einhalten der optimalen Grundflächen-Haltung erzielt wird. Die Zuwachsspanne zwischen optimaler und kritischer G. H. ist rein definitionsmäßig auf 5 % festgelegt. Es erhebt sich nun die Frage, *bei welcher Eingriffsstärke, ausgedrückt durch die Grundflächen-Haltung, auf den verschiedenen Standorten die optimale G. H. gelegen und wie groß die Zuwachsspanne zwischen maximaler und optimaler G. H. ist.*

Offenbar sind diese Fragen auf Grund der seither veröffentlichten Versuchsergebnisse der Versuchsanstalten vor allem deshalb nur unzureichend zu beantworten, weil sich hinter den Gradbezeichnungen der V. A. ganz verschiedene Eingriffstärken verbergen, die noch dazu, je nach dem Standort, auf dem sie angewendet werden, unterschiedliche Auswirkungen haben. Nach den Ergebnissen der bedeutsamen Arbeiten von BOYSEN-JENSEN ist in Verbindung mit Untersuchungen des Verfassers anzunehmen, *daß die optimale G. H. auf Standorten*

¹⁰ Bei der Reihe 88/B-89/L besteht eine Bonitätsüberlegenheit der L-Fläche zu Beginn des Versuches von 0,2 Stufen, am Ende des Beobachtungszeitraumes von 0,5 Stufen.

mit ausreichender Wasser- und Basenversorgung bereits bei einer Eingriffsstärke erreicht wird, welche dem B-Grad des Versuchsplanes von 1873 und damit auch dem B-Grad der Schweizerischen und der Württ. Versuchs-Anstalt entspricht. Eine Eingriffsstärke, welche über die Entnahme der unter und zwischenständigen (beherrschten) Bäume hinausgeht, führt auf diesen Standorten mit Sicherheit, wenn auch zunächst nur minimale und wirtschaftlich bedeutungslose, Zuwachsverluste herbei. Auf Standorten mit reichlicher Wasserversorgung (mit Niederschlägen von etwa 1200 mm und mehr) mit günstigen Boden- und Humusverhältnissen scheint die Spanne zwischen maximaler und optimaler G. H. besonders knapp zu sein. Je knapper diese Spanne, desto geringer müssen auch die Differenzen der Zuwachsleistung sein, die ja definitionsgemäß beim Zusammenfallen beider Werte = 0 werden müssen. Entsprechend gering und ggf. sogar negativ sind hier die Aussichten einer Zuwachssteigerung durch Verstärken der Durchforstung.

Anders liegen die Dinge bei nicht ausreichender Wasserversorgung oder ungünstigen Humusverhältnissen. Wie Verf. zeigen konnte (3), liegt auf den basenreichen Standorten des F. A. Freienwalde im ostdeutschen Diluvium bei knapper Wasserversorgung infolge geringer Niederschläge die optimale G. H. für Buche zwischen 28 und 30 qm, wobei zwischen maximaler und optimaler G. H. eine Zuwachsspanne von nicht weniger als 9-12 % besteht. Nach den obigen Untersuchungen dürfen wir ähnliche Verhältnisse für Standorte mit ungünstigen Humusformen und stockender Streuzersetzung erwarten. In vielen Fällen wird hier die optimale G. H. erst bei Eingriffstärken erreicht, welche dem C-Grad des Versuchsplanes von 1902 oder dem Schweiz.-Württembergischen D-Grad entsprechen. Die möglichen Zuwachsgewinne dürften dabei 10% und mehr erreichen.

Es schälen sich hier zwei Wirkungen heraus, die von ausschlaggebender Bedeutung sind und die wir kurz als „Konkurrenzmindering“ und „Humusumsetzung“ kennzeichnen können. Je nach den Standortverhältnissen werden sie je für sich oder kombiniert wirksam. Die Ergebnisse der sog. Verbandsversuche, insbesondere bei der stark wasserverbrauchenden Fichte, beweisen den bedeutenden Einfluß der „Konkurrenzmindering“ auf die Zuwachsleistung verschieden dicht begründeter Baumpopulationen und stützen durch auffällige Parallelitäten die Theorie des Verfassers, wenn die standörtlichen Besonderheiten etwa der sächsischen, preußischen, bayerischen und badischen Verbandsversuche hinreichend berücksichtigt werden.

Die Befürworter starker Eingriffe haben bekanntlich ihre größten Hoffnungen an Bestände auf besten Standorten geknüpft. Eigenartigerweise sind aber hier die Möglichkeiten von Zuwachssteigerungen am geringsten, während sich gerade auf ungünstigen Standorten die größeren Aussichten eröffnen.

Zuwachssteigerungen bei frühem Beginn der Durchforstung?

Auch die Hoffnungen, welche von Verfechtern starker Durchforstung auf einen besonders frühen Beginn der Eingriffe gesetzt wurden, scheinen sich nicht zu erfüllen. Dänische Durchforstungsversuche in jungen Buchenbeständen, deren Ergebnisse jüngst von HENRIKSEN (8) veröffentlicht wurden, zeigen eine vollkommene Analogie zu den Verhältnissen in älteren Beständen. Starke Eingriffe in jungen Buchen-Beständen auf guten Standorten, haben hier zu beträchtlichen Zuwachsverlusten geführt. Das Optimum der Zuwachsleistung in diesen Jungbeständen lag nahe bei den schwächsten Df.-Stärken und vielleicht sogar bei den gänzlich unberührten Vergleichsflächen.

Entscheidend für die durchforstungstechnische Behandlung unserer Be-

stände, welche offenbar auf höchste Wertleistung bei möglichst geringer Schmälerung der Volumleistung abzielen muß, ist aber nun die im allgemeinen gebotene große Spannweite der Bestockungsdichte zwischen maximaler und kritischer Grundflächenhaltung. Wir tolerieren dabei von vorneherein einen möglichen Zuwachsentgang von 5%. Vor einer näheren Betrachtung der typischen Auswirkungen einer nach höchster Wertleistung strebenden Df.-Behandlung wollen wir uns noch einige Zahlenwerte über maximale Grundflächen von Beständen verschiedener Holzarten vor Augen führen.

Maximale Grundflächen und Grundflächen-Haltungen

Aus den Zahlen der Tabelle 4 ist zu ersehen, daß die maximal möglichen Grundflächen und entsprechenden Grundflächenhaltungen unserer wirtschaftlich bedeutungsvollsten Holzarten in der Regel *weit höher* sind, als wir nach unsern Vorstellungen anzunehmen geneigt sind, welche von unsern heute üblichen Bestockungsdichten oder den Zahlen mancher Ertragstafeln bestimmt werden^{10a}. Entsprechend vergrößern sich auch die Spannweiten der Bestockungsdichte zwischen maximaler und kritischer G. H. und damit der Bewegungsspielraum einer Durchforstungstechnik höchster Wertleistung.

(b) Wertleistung

4. Die werterhöhenden Wirkungen der Durchforstung

Die Durchmessersteigerung

Mit zunehmender Durchforstungsstärke und abnehmender Bestockungsdichte ist eine Vergrößerung der erzeugten Baumstärken verbunden. Um diese klar beurteilen zu können, dürfen wir uns nicht, wie vor allem WIEDEMANN dargelegt hat, auf die Baumabmessungen im jeweils „verbleibenden Bestand“ beschränken, sondern wir müssen die Gesamtproduktion eines Bestandes während seiner ganzen Lebensdauer oder, was auf dasselbe hinausläuft, die Erzeugung einer Betriebsklasse ins Auge fassen. Dabei zeigt sich bekanntlich eine Verschiebung der erzeugten Baumstärken in dem Sinne, daß mit steigendem Df.-Grad die Anzahl und das Volumen der erzeugten Bäume stärkerer Durchmesser zunimmt. Diese Zunahme wird mit einer entsprechenden Abnahme der Bäume mittlerer Stärken erkauft. Ein typisches Beispiel zeigt Tab. 5. Die mögliche Steigerung im Erzeugen starker Baumabmessungen wird beeinträchtigt, wenn bei spät einsetzender Hochdurchforstung, wie bisher vor allem bei Buche üblich (Plenterdurchforstung), schlechtgeformte herrschende Bäume erst im späten Stangenholzalter oder erst im Baumholzalter entfernt werden. Die günstigste Wirkung frühzeitiger, gleichmäßiger und vorsichtiger Erdünnerung überdichter Ausgangsbestockungen, z. B. von Naturverjüngungen der Buche, Tanne, Fichte, Eiche, konnte bei den bisherigen Versuchen, die erst im Stangenholzalter begonnen wurden, noch nicht in Erscheinung treten.

Auslesewirkungen

Die Auslesewirkung der Durchforstung beruht auf dem *rechtzeitigen* Entfernen schlechtgeformter, d. h. technisch minderwertiger, beschädigter oder kranker Bestockungsglieder. Holzarten, die phototropisch empfindlich sind oder

^{10a} Auch die A-Grad-Flächen mancher Durchforstungsreihen weisen keine maximalen Grundflächenhaltungen mehr auf, nachdem sie während der beiden Weltkriege und besonders im Wirrwarr der letzten Nachkriegszeit planwidrige Hiebe der personell unzureichend besetzten örtlichen Forstdienststellen über sich ergehen lassen mußten.

Tabelle 4

Maximale Grundflächen von Beständen verschiedener Holzarten

Nr.	Quelle	Holzart	Forstamt und Abteilung	Standort	Alter	Mittelhöhe m	Höhenbonität	Grundfläche qm
1.	ZIMMERLE 1936	Tanne	Oberndorf	Schwarzwald, Diluvium üb. Muschelkalk, 670 m, eben, J. N. = 1100 mm	147	37,0	I.	91,2
2.	ZIMMERLE 1943	Fichte	Kapfenburg Fl. Nr. 97	NO-Württemberg	118	36,6	I.	81,4
3.	Akt. d. Forstl. Forschungsanstalt, München	Fichte	Sachsenried V 7	Oberschwaben, Hochterrassenschotter m. Lehmede, 820 m, J. N. = 1255 mm	95	34,0	über I.	82,5
4.	SCHWAPPACH 1890	Fichte	Hüttenrode Gr. Trogfurter Berg	Harz, 490 m, Grauwacke	90	26,9	II.	74,8
5.	SCHWAPPACH 1902	Fichte	Reinerz, 61 b	Glatzer Bergland, 745 m, Pläner Kalk	95	31,8	I.	71,5
6.	SCHWAPPACH 1902	Fichte	Dietzhäuser 144	Thüringer Wald, 540 m, Porphyr	95	28,2	II.	62,7
7.	WEISE 1880	Kiefer	Schrobenhausen	Oberbayern. Tertiäres Hügelland	48	16,6	I./II.	51,0
8.	WEISE 1880	Kiefer	Kraftshof	Unterfranken	63	24,2	über I.	56,2
9.	WEISE 1880	Kiefer	Schrobenhausen	wie 7	97	31,3	über I.	59,6
10.	WEISE 1880	Kiefer	Münchsteinach	Unterfranken	131	30,0	I.	63,5
11.	SCHWAPPACH 1908	Kiefer	Schöneiche 11	Niederschlesien	136	30,6	I.	56,0
12.	SCHWAPPACH 1893	Buche	Lauenau 10	Deister, Hannoversches Bergland, Kalkboden	136	32,4	II.	56,8

zu stärkerer Verastung neigen, wie z. B. von den Laubhölzern Eiche und Buche und von den Nadelhölzern die Kiefer, verlangen einen *sehr frühen Beginn* der Auslese. *Gleichmäßiger Jugendschluß* ist bei diesen Holzarten *unabdingbare Voraussetzung für künftige höchste Qualität*. Die *negative Auslese* schlechtgeformter Bäume muß bei ihnen *schon im Stadium des größten Höhenwachses*, also *in der Dichtung*, erledigt werden. Die *frühe* und kurzfristig wiederholte *Läuterung* oder *Säuberung* *vermag* wegen der *minimalen Standflächen der jungen Bäume* in diesem Stadium *unerwünschte Bestockungsglieder in großer Zahl zu entfernen*, ohne daß *größere* oder *länger dauernde Lücken* entstehen. In Buchenbestockungen auf Standorten II. Höhenbonität verhalten sich z. B.

die durchschnittlichen Standflächen herrschender Bäume in den Altern 15, 20, 30 und 40 wie 1,0 : 2,2 : 7,2 : 17,4. Die Entnahme eines schlechtgeformten herrschenden Baumes verursacht also im Alter von 40 Jahren eine rund 17 mal so große Lücke wie im Alter von 15 Jahren! Zudem werden etwaige Lücken in der Entwicklungsphase des größten Triblängenzuwachses schnellstens geschlossen. Eine negative Auslese genotypisch wuchskräftiger Bäume ist bei solchem Vorgehen weniger zu fürchten als bei späterem Beginn, vor allem in ungleichmäßigen Bestockungen. In solchen kann nicht sicher entschieden werden, ob die vorhandenen Wölfe oder Protzen ihre unerwünschte Ausformung irgendwelchen Zufälligkeiten oder genotypisch bedingter besonderer Wuchsergie zu danken haben.

Die mögliche Auslesewirkung ist in den meisten heute vorliegenden Durchforstungsversuchen nur zu einem minimalen Bruchteil zur Geltung gekommen.

Begünstigungswirkungen

Führt schon die Ausmerze schlecht geformter Bäume zu einer indirekten Begünstigung des Wachstums der besser geformten, so kann diese Wirkung durch bewußten Freihieb der bestgeformten noch wesentlich gesteigert werden. Diese direkte Begünstigung ist in vorsichtig dosierter Form schon im Dickungsstadium möglich und vielfach erwünscht; im vollen Ausmaß wird sie erst nach Erreichen der erwünschten astfreien Schaftlänge einsetzen dürfen. Die hier gebotenen Möglichkeiten sind bei den bisherigen Durchforstungsversuchen weder annähernd ausgenutzt noch bei der Auswertung dieser Versuche ausreichend gewürdigt worden. Sie treten augenscheinlich bei einigen Buchen-Hochdurchforstungsversuchen hervor. Die große Mehrzahl der laufenden Versuche hat, zumindestens während des überwiegenden Teils der bisherigen Beobachtungsdauer, eine unspezifische, mehr auf das Herbeiführen gewisser „Stellungen“ als auf Erziehung wertvoller Hölzer gerichtete Behandlungsweise erfahren.

Intensität oder Stärke der Durchforstung?

Nach den obigen Feststellungen kann es nicht mehr zweifelhaft sein, daß es mehr eine Frage der *Intensität* unserer Pflegemaßnahmen als der *Stärke* der Eingriffe ist, ob wir auf gegebenem Standort die höchstmögliche Wertleistung erreichen. Demgegenüber hat das viel zu spät zur Auswirkung gekommene Streben nach höchster Wertleistung auf zahlreichen Versuchsflächen einseitig

Tabelle 5

Prozentische Verteilung

des gesamten bis zum Alter 84 erzeugten Derbholzvolumens auf verschiedene Baumstärken bei schwacher und starker Niederdurchforstung am Beispiel der Fichtendurchforstungsreihe Nr. 2, F.A. Sachsenried

Stärke in Brusthöhe cm	A-Grad %	C-Grad %
bis 16,0	15	13
16 - 28	27	25
28 - 40	39	28
40 - 52	18	28
über 52	1	6
Zus.	100	100

zu einer *Überbetonung des Stärkegrades* geführt und damit in vielen Fällen zu Zuwachsverlusten, welche wirtschaftlich nicht mehr vernachlässigt werden können. Der klassische Durchforstungsgrundsatz von HEYER: „Früh, mäßig, oft“ ist leider meist in der Form „zu spät, unmäßig, selten“ befolgt worden¹¹. Eine *echte Intensivierung* der Durchforstung, gekennzeichnet durch frühesten Beginn und der Wachstumsgeschwindigkeit angepaßte Wiederholung, braucht i. d. R. nicht bis zu den Stärkegraden vorzuschreiten, wie sie etwa auf manchen C-Grad-Flächen der ehem. Preuß. Versuchsanstalt geübt sind. Solche Eingriffsstärken führen im praktischen Betriebe zu Vorratsreduktionen, welche keine Reserven mehr übriglassen und in waldbauliche Zwangslagen, die uns der weiteren Handlungsfreiheit berauben. Müssen solche Eingriffsstärken bei aufgedrungenen Zwangsnutzungen gewissermaßen als das kleinere Übel an Stelle einer entsprechenden Erhöhung der Endnutzung und der Verjüngungshiebe gewählt werden, so ist das eine Angelegenheit, die unter ganz anderem Blickwinkel zu betrachten ist. Weder aus den einseitig und unvollkommen behandelten Durchforstungsversuchen noch aus den derzeitigen Waldzuständen, die vielfach durch unvermeidliche Zwangslagen herbeigeführt sind, können unmittelbare Folgerungen für die Zweckmäßigkeit des Überganges von „schwacher“ zu „starker“ Durchforstung abgeleitet werden.

IV. Auswirkungen verschiedener Bestockungsdichte und Pflegeintensität bei Betriebsklassen

Zur Veranschaulichung der in einer Betriebsklasse bestehenden Zusammenhänge zwischen Umtriebszeit und Durchforstungsstärke einerseits, Nutzungsgröße und Normalvorrat andererseits wurden die bezüglichen Werte für einige charakteristische Fälle nach Ertragstabellen berechnet und in der Tabelle 6 wiedergegeben. Neben dem Normalvorrat des verbleibenden Bestandes wurde auch der NV des Durchforstungsbestandes für fünfjährigen Df.-Umlauf errechnet. Dieser stellt sich jeweils für den stärkeren Df.-Grad höher, macht aber im übrigen nur wenige Prozente des NV an verbleibendem Bestand aus.

Die Nutzungsprozente wachsen, wie ersichtlich, beim Übergang zu stärkerer Df. So bewirkt z. B. bei Buche I. Ekl. und $U = 140$ der Übergang von mäßiger zu starker Df. eine Steigerung des Nutzungsprozentes auf das 1,22-fache. Demgegenüber steigt das Nutzungsprozent für Bu I. Ekl. beim Übergang von $U = 140$ auf $U = 100$ auf das 1,36fache, für Kiefer I. Ekl. sogar auf das 1,39fache.

In der letzten Spalte der Tabelle 6 ist ein Faktor k angegeben, welcher dem Kapitalisierungsfaktor der Zinsrechnung entspricht¹². Er gibt an, um das Wie-

¹¹ Auch in den heute glücklicherweise in größerem Umfange heranwachsenden Mischbestockungen kommt es mehr auf Intensität als auf Stärke der Eingriffe an. Man möge nicht glauben, daß mit dem Begründen von Buntmischungen schon alles getan sei. Die Wuchsentwicklung solcher Bestockungen kann nur durch sehr frühzeitig einsetzende und kurzfristig wiederholte Pflegeeingriffe im waldbaulich-ökologisch und wirtschaftlich erwünschten Sinne gesteuert werden.

¹² Die sog. FLURYsche Konstante c , welche bekanntlich das Verhältnis zwischen dem Normalvorrat der Betriebsklasse und dem u -fachen Vorrat der letzten Altersklasse darstellt und somit bei Kenntnis von diesem den NV für die betreffende Umtriebszeit zu errechnen gestattet, ist von fragwürdigem Wert. Berechnet man diese Konstante für eine Buchen-Betriebsklasse mit $U = 100$ nach den E. T. von WIEDEMANN, so erhält man für die *starke* Df. den Wert 0,480 und für die *mäßige* Df. 0,441. Die Konstante c hat also keinerlei Beziehungen zu größerer oder geringerer Vorratshaltung und ist lediglich von der jeweiligen Gestalt der betreffenden Vorratskurve abhängig.

vielfache der jeweilige Normalvorrat größer ist als die Jahresnutzung der Betriebsklasse. Aus der Größe und den Differenzen von k für verschiedene Df.-Grade und Umtriebszeiten lassen sich die Möglichkeiten der Vorratsliquidation für den Übergang zu stärkerer Df. oder zu niedrigeren Umtriebszeiten in Vielfachen der bisherigen Jahresnutzung entsprechend abschätzen. Dabei ist natürlich zu bedenken, daß das jeweilige Nutzungsprozent identisch ist mit dem durchschnittlichen Zuwachsprozent aller Einzelbestände der Bkl. und daß es sich bei fortschreitender Umtriebsveränderung ebenfalls laufend ändert. Aus diesem Grunde ist es ja auch unumgänglich, die Veränderungen von Vorrat und Zuwachs normaler Bkl. an Hand von Ertragstafelmodellen Schritt für Schritt auszurechnen, wie das BAADER (6) und KÜNZANZ (9) in mühevoller Arbeit getan haben. Doch läßt sich schon aus den Zahlen der Tabelle ein Eindruck gewinnen, *wie kritisch und eng das Verhältnis zwischen Jahresnutzung und arbeitendem Vorrat bei niedrigen U. Z. oder bei starker Df. ist und wieviel krisenfester Betriebsklassen mit höheren Umtriebszeiten dastehen.*

Auch wird erkennbar, wie sich mit Verstärkung der Durchforstung und Erhöhung des Vornutzungsanteiles das Verhältnis von arbeitendem Vorrat zu Nutzung in der Umtriebszeit gewandelt hat. Unsere gewohnten Vorstellungen haben bisher etwas einseitig das Verhältnis des Normalvorrates zur *Endnutzungssumme* innerhalb einer Umtriebszeit ins Auge gefaßt. Die obigen Zahlen lassen beim Vergleich der Buchen-Ertragstafeln „SCHWAPPACH 1893“ und „WIEDEMANN 1931“ besonders gut erkennen, was der produzierende Vorrat an Gesamtnutzung innerhalb einer Umtriebszeit heute zu leisten hat. Er erzeugt bei starker Df. nach WIEDEMANN 1931 in der U.Z. 140 nicht etwa nur das Doppelte seines Volumens, sondern glatt das Viereinhalbfache. Bei der Vorratshaltung nach SCHWAPPACH 1893 bei mäßiger Df. hatte er nur das Dreifache zu erzeugen.

WIEDEMANN hat im III. Teil seines Werkes „Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft“ sehr aufschlußreiche Untersuchungen über Vorrats- und Zuwachsverhältnisse sowie die Nutzungs- und Verzinsungsprozente normaler Betriebsklassen bei verschiedener Umtriebszeit und Durchforstungsstärke veröffentlicht. Aus seinen Zahlenwerten ergeben sich für die überhaupt diskutablen Umtriebszeiten ausgeprägte Parallelitäten zwischen den jeweiligen Nutzungsprozenten und den Verzinsungsprozenten der Bkl. Die letzteren wurden mit Unterstellung von behördlich festgesetzten Waldbodenwerten berechnet. Es bestätigen sich hier die Sätze von LEMMEL (10, 11), „daß das Verzinsungsprozent ganz wesentlich nach dem natürlichen Zuwachsprozent der Holzmasse gravitiert“ und daß sich „die Rentabilität nie weit über das natürliche Verzinsungsprozent erheben kann“. *Die Rechenkunststücke der Bodenreinertragslehre ergaben sich aus dem Zwang, ihre einseitigen Zins- und Rentabilitätsvorstellungen mit den naturgegebenen Verhältnissen von Holzzuwachs und produzierendem Holzvorrat irgendwie in Einklang zu bringen.* Es ist verständlich, wie froh die Anhänger dieser Lehre darüber waren, daß sich durch Verstärken des Durchforstungsgrades eine Erhöhung der Verzinsung herbeiführen ließ, welche bis dahin theoretisch nur durch Heruntergehen auf geradezu vernunftwidrig niedrige Umtriebszeiten möglich erschien¹³.

¹³ In diesem Zusammenhange sei auf die Auseinandersetzungen mit der Bodenreinertragslehre in DIETERICH'S Forstlicher Betriebswirtschaftslehre und KÖSTLER'S Wirtschaftslehre des Forstwesens (hier auf S. 350 ff.) hingewiesen. Für einen Unternehmer, der Ödland kaufen will, um es aufzuforsten, mag die FAUSTMANNSCHE Formel auch weiterhin ein zweckmäßiges Kalkulationsverfahren abgeben.

Tabelle 6

Charakteristische Werte normaler Betriebsklassen nach Ertragstafeln

Alle Zahlen in Vorratsfestmetern je ha (ungekürzt). Errechnet wurde der „Frühjahrsvorrat“, nach Entnahme der Jahresnutzung der Betriebsklasse. Duchforstungsurlaub = 5 Jahre

Ertragstafel	Holzart	B.on.	U.-Z. Jahre	Normalvorrat			Ges. Ertr. i. d. U.-Zeit fm	dGzu fm	Nutzungs % p	Faktor $k = \frac{100}{P}$	Vor- nutzungs prozent
				Verbl. Best- fm	Durch- forst. Best. fm	Ges. Best. fm					
WIEDEMANN 1931	Bu, m. D.	I.	100	225	6	231	835	8,3	3,61	27,7	38,4
	Bu, st. D.	I.	100	185	9	194	826	8,3	4,26	23,5	52,9
WIEDEMANN 1931	Bu, m. D.	I.	140	326	9	335	1243	8,9	2,65	37,7	48,7
	Bu, st. D.	I.	140	254	10	264	1193	8,5	3,24	30,9	61,8
SCHWAPPACH 1893	Bu, m. D.	I.	140	384	6	390	1225	8,7	2,24	44,6	32,2
	Bu, st. D.	I.	140	349	8	357	1225	8,7	2,45	40,8	44,0
WIEDEMANN 1931	Bu, m. D.	II.	100	175	5	180	677	6,8	3,84	26,0	36,1
	Bu, st. D.	II.	100	148	8	156	707	7,1	4,56	21,9	53,0
WIEDEMANN 1931	Bu, m. D.	II.	140	266	7	273	1034	7,4	2,71	36,9	46,9
	Bu, st. D.	II.	140	211	9	220	1055	7,5	3,42	29,2	62,5
GEHRHARDT GEHRHARDT	Weißtanne	I.	100	391	10	401	1487	14,9	3,71	27,0	35,2
	Weißtanne	I.	150	635	10	645	2007	13,4	2,07	48,2	37,5
GEHRHARDT GEHRHARDT	Weißtanne	II.	100	294	8	302	1147	11,5	3,80	26,3	33,1
	Weißtanne	II.	150	500	7	507	1606	10,7	2,11	47,4	36,0
ZIMMERLE 1943	Fichte	I.	100	484	14	498	1681	16,8	3,37	29,9	42,1
	Fichte	I.	120	571	14	585	1890	15,7	2,82	35,4	45,8
ZIMMERLE 1943	Fichte	II.	100	364	11	375	1340	13,4	3,57	28,0	39,5
	Fichte	II.	120	445	11	456	1561	13,0	2,85	35,1	43,7
WIEDEMANN 1943	Ki, m. D.	I.	100	237	7	244	779	7,8	3,19	31,3	44,9
	Ki, st. D.	I.	100	204	9	213	776	7,8	3,64	27,5	55,5
WIEDEMANN	Ki, Lichtg.	I.	100	171	9	180	735	7,4	4,08	24,5	63,0
WIEDEMANN 1943	Ki, m. D.	I.	140	297	7	304	982	7,0	2,31	43,3	53,3
	Ki, st. D.	I.	140	249	8	257	966	6,9	2,68	37,3	61,5
WIEDEMANN	Ki, Lichtg.	I.	140	207	9	216	915	6,5	3,03	33,0	64,8
WIEDEMANN 1943	Ki, m. D.	II.	100	190	5	195	618	6,2	3,17	31,6	41,6
	Ki, st. D.	II.	100	164	6	170	608	6,1	3,58	27,9	52,5
WIEDEMANN	Ki, Lichtg.	II.	100	137	7	144	569	5,7	3,95	25,6	60,3
WIEDEMANN 1943	Ki, m. D.	II.	140	240	6	246	789	5,6	2,29	43,7	53,8
	Ki, st. D.	II.	140	203	7	210	773	5,5	2,63	38,0	60,2
WIEDEMANN	Ki, Lichtg.	II.	140	168	7	175	724	5,2	2,95	33,9	63,1

Es läßt sich nun die gebotene Spannweite der Vorratshaltung, innerhalb welcher die Zuwachsleistung praktisch gleich bleibt (in einem Rahmen von $\pm 5\%$) auch in einer Weise ausnutzen, die zur Erhöhung der Produktivität bei etwa gleichbleibender Rentabilität führt, ohne daß der Waldbesitzer einen wesentlichen Konsumverzicht auf sich zu nehmen brauchte. Dies möge am *Beispiel einer Buchen-Betriebsklasse* erläutert werden, welche von einer bisherigen U. Z. von 120 Jahren bei geübter mäßiger Df. auf eine U. Z. von 140 Jahren mit Übergang zu starker Df. (Lichtwuchsbetrieb) überführt werden soll. Aus den beiden Tabellen 7 und 8 ist alles Nähere ersichtlich. Bei gleichbleibender Höhe von Holzvorrat und Nutzung steigt der Wert von Holzvorrat und Nutzung gleichmäßig um 19% an. Das Nutzungsprozent der Masse und das Bruttoverzinsungsprozent des Holzvorratswertes bleiben unverändert. Der

Waldreinertrag steigt bei einem angenommenen Satz für die Kultur- und Verwaltungskosten von rd. 100 DM von 143 auf 190 DM, mithin um 33 %. Das Verzinsungsprozent, nach der bekannten Formel von MARTIN errechnet, steigt bei einem angenommenen Bodenwert von 1000,— DM nur unbedeutend von 1,9 auf 2,1 %.

Bei weniger plastischen Holzarten, vor allem bei Lichtholzarten mit starkem Zuwachsabfall im Baumholzalder, bestehen solch günstige Möglichkeiten leider nicht. Aber hier eröffnen sich fast noch bessere Aussichten für einen *Lichtwuchs- oder auch Lichtungsbetrieb mit Unterbau oder Einbau von nutzholztüchtigen Schatt- und Halbschatthölzern*. Der frühe Zuwachsschwall des oberständigen Lichtholzes wird durch intensive und sich verstärkende Df.-Eingriffe ausgenutzt. Die stetig ansteigende Zuwachsleistung der nachschiebenden zweiten Schicht gleicht etwaige Volumzuwachsverluste der aufgelichteten Oberschicht bei weitem aus, ja es wird i. d. R. dabei ein beträchtliches Mehr an Volum- und Trockenstoffleistung erzielt. Schließlich wird eine Begünstigung der qualitativ besten Lichtholzeroberstände ermöglicht, welche diese in weit kürzerer Zeit, als im bisherigen Betriebe möglich, in bestbezahlte Stärken einwachsen läßt. Ein solcher beweglicher Betrieb würde höchste Produktivität mit befriedigender Rentabilität zu vereinigen gestatten.

Gerade im Rahmen einer Betriebsklasse zeigt sich besonders deutlich, wie wichtig und wirksam eine *Intensivierung* der Bestandspflege ist, denn sie *führt im Wege der rechtzeitigen Auslese und Begünstigung zu einer durchgreifenden Güteverbesserung der gesamten Bestockung von Betriebsklassen*. Die lediglich durch Senken der Bestockungsdichte auf dem Wege der Durchmesserverstärkung erreichbare Werterhöhung ist demgegenüber von minderer Bedeutung. Wir wollen hier unter „Wertleistung“ die in Geldwert umgerechnete Gesamterzeugung von Beständen bis zu einem gegebenen Alter, bzw. den jährlichen Brutto-Wertzuwachs entsprechender normaler Betriebsklassen verstehen. Im folgenden sollen nun die Möglichkeiten kurz betrachtet werden, welche sich bei den wichtigsten Holzarten in Hinsicht auf eine Steigerung der Wertleistung derzeit bieten.

Steigerungsmöglichkeiten der Wertleistung von Betriebsklassen

Die bislang bei den Versuchen der Versuchsanstalten festgestellten Steigerungen der Wertleistung sind enttäuschend gering. Sie betragen für die Rotbuche etwa 10 %, für die Fichte 10-15 % und sind ganz überwiegend eine Folge der Durchmessersteigerung.

Bei der *Buche* wird die Erhöhung der Wertleistung der Betriebsklasse durch den hohen Anteil minderbezahlter Brennholzer und Schichtnutzhölzer an der Gesamterzeugung der Betriebsklasse stark gebremst. Der Volumanteil der Stammholzproduktion (Kl. 2 aufwärts) beträgt hier für U = 120 und I. Ekl. schätzungsweise nur rd. 40 % und der entsprechende Wertanteil rd. 60 %. Nun ist die Streuweite der Schaftgüte bei der Buche infolge ihrer Neigung zur Verastung und ihrer ausgeprägten phototropischen Empfindlichkeit außerordentlich groß. Aber selbst wenn es gelingt, durch frühbeginnende Auslese und rechtzeitige Begünstigung den durchschnittl. Festmeterwert des Stammholzanteiles auf das Doppelte zu erhöhen, so wird damit der Wert der laufenden Gesamterzeugung erst um rd. 60 % gesteigert. An anderer Stelle (4) habe ich die sicher erreichbare Steigerung der Wertleistung bei der Buche gegenüber der im Durchschnitt bisher üblicher Bestandsbehandlung erzielbaren mit rd. 20 % beziffert. Diese Erhöhung kann durch Steigern des Anteils an wertvollen Edel-

laubhölzern in den Buchenbestockungen - übrigens gleichfalls eine Frage der Intensivierung! - unschwer auf 30 % gebracht werden. Der erforderliche Geldaufwand, um diese Mehrleistungen zu sichern, ist demgegenüber gering. Er beträgt nach überschläglichen Berechnungen höchstens 10 % der zu erwartenden Wertleistungserhöhung, wenn überflüssige „Waldgärtnerei“ vermieden wird. Wenn auch diese Erhöhung bei Umstellen des Betriebes voll erst nach Ablauf von wenigstens 100 Jahren zu realisieren ist, so dürfte die Wertsteigerung des Df.-Anfalles den Mehraufwand schon nach Ablauf von 2 bis 3 Jahrzehnten ausgleichen.

Tabelle 7

Vorratsentwicklung einer normalen Buchen-Betriebsklasse von 120 ha Größe vom Vorratsstand mäßiger Durchforstung und $U = 120$ nach 20jährigem Umwandlungszeitraum zu einem Lichtwuchsbetrieb mit $U = 140$
(Zahlen im Anhalt an die E. T. von WIEDEMANN 1931, I. Ekl.)

Alters- klasse	Vorrat bei $U = 120$ zu Beginn			Vorrat bei $U = 140$ nach 20 Jahren			Bemerkungen
	Fläche ha	Vfm je ha	Vfm i. G.	Fläche ha	Vfm je ha	Vfm i. G.	
5	10	—	—	3*)	—	—	Der theoretisch zu erwartende Mehrzuwachs infolge Steigens des G. Z. von $U = 120$ auf $U = 140$ beträgt für mäß. Df. und 20 Jahre auf d. Bkl.-Fläche 480 Vfm. Derbholz. Dieser Betrag wird zum Ausgleich etwaiger Zuwachsverluste nicht berücksichtigt. Die Vorrats-haltung der Bkl. liegt nach 20jährigem Erheben d. jährlichen Nutzungssatzes für $U = 120$ in Höhe von 1042 fm um 13 fm pro ha höher als nach der Tafel von Wiedemann für starke Df.
15	10	—	—	2*)	—	—	
25	10	—	—	10	—	—	
35	10	102	1020	10	102	1020	
45	10	186	1860	10	186	1860	
55	10	270	2700	10	251	2510	
65	10	347	3470	10	302	3020	
75	10	409	4090	10	345	3450	
85	10	457	4570	10	368	3680	
95	10	498	4980	10	385	3850	
105	10	535	5350	10	408	4080	
115	10	568	5680	9**)	420	3770	
125	—	—	—	8	435	3480	
135	—	—	—	8	376	3000	
Summe	120	281	33720	120	281	33720	
<p>* Gesicherter, abgedeckter Jungwuchs; Bodenschutzverjüngungen bleiben außer Betracht.</p> <p>** Allmähliches Einpendeln auf die neue normale Altersklassenfläche von 8,6 ha.</p>							

Weniger günstig sind die gebotenen Möglichkeiten bei der *Fichte*. Einmal sind wesentliche Güteverbesserungen des erzeugten Stammholzes bei einer so stark geotopisch reagierenden und dementsprechend von Haus aus geradwüchsigen Holzart im Wege der Säuberung und Durchforstung nicht zu erwarten. Dann steigen die Festmeterwerte vom Brusthöhendurchmesser 45 cm ab nur noch unbedeutend an. Eine stärkere Staffelung der Stammholzpreise ist allenfalls durch künftige höhere Bewertung wirklich schälholzfähiger Erdstammstücke zu erwarten. Trotzdem beträgt die bisher erreichte Steigerung der Wertleistung allein durch die Durchmesserverstärkung vom A-Grad bis zum C-Grad rd. 15 %. Dies rührt daher, daß der Brennholzanfall, welcher sich bei der Buche so preisdrückend bemerkbar macht, bei der Fichte - von Schäl Schäden und Wurzelfäule abgesehen - praktisch gleich Null ist, so daß sich jede Wertsteigerung am Stammholz voll auf die laufende Erzeugung der Bkl. auswirkt.

Es gibt aber noch andere Auswirkungen intensiver Pflege, die nicht übersehen werden dürfen. So vermag die rechtzeitige Erdünnerung überdichter Naturverjüngungen Wuchsstockungen zu beseitigen bzw. zu vermeiden. Gleichmäßige Kronenausbildung infolge frühbegonnener Df. („Schnellwuchsbetrieb“!) vermindert in Schneebruchlagen die Schneebruchgefahr ganz wesentlich. Aber, im ganzen genommen, sind jedenfalls die Aussichten einer weiteren Wertsteigerung bei der Fichte nicht so bedeutend wie bei anderen Holzarten.

Bei der *Kiefer* ist von der werterhöhenden Wirkung der Durchmessersteigerung nicht viel zu erhoffen, da diese wegen der geringen Fähigkeit der Kiefer zum Lichtungszuwachs erst bei lichtungsartigen Eingriffen in Erscheinung tritt. Diese führen aber mit Sicherheit zu empfindlichen Zuwachsverlusten, wenn die Lichtung nicht mit Unter- oder Einbau einer zweiten Baumschicht verbunden wird. Eine *Auslesewirkung* kann *nur bei äußerst frühem Erziehungsbeginn* erwartet werden. Es ist somit kein Wunder, wenn WIEDEMANN (17) keine Überlegenheit der stärkeren Df. in der Anzahl erzeugter gutgeformter starker Bäume feststellen konnte, so daß er trotz der Annahme steigender Wertholzanteile mit Verstärkung des Df.-Grades eine etwa *gleiche Wertleistung für mäßige Df., starke Df. und Lichtung* errechnet.

Demgegenüber kommt OLBERG (12) für den Fall maximaler Wertholzausbeute unter der Voraussetzung *intensiver* Df. und eines in der kritischen Jugendphase vom A. 10 bis 30 bereits voll einsetzenden Erziehungsbetriebes zu einer *möglichen Wertmehrleistung von rd. 20 %*.

Über die Aussichten bei der *Eiche* sind wegen der langen Erzeugungszeiträume und der extremen Preisspannungen keine einigermaßen verlässlichen Angaben zu machen. Doch ist es sicher, daß die Intensität der Bestandespflege bei einer Holzart, die nicht nur zu starker Verastung und Wasserreiserbildung, sondern darüber hinaus infolge ihrer besonderen phototropischen Empfindlichkeit stark zu Schaffkrümmungen neigt, schlechthin entscheidend für höchste Wertleistung ist.

Somit bestehen bei unsern wirtschaftlich wichtigsten heimischen Holzarten sichere Aussichten, die Wertleistung durch *Intensivieren* der Df.-Pflege zu erhöhen. *Die unvermeidliche Vorratsabsenkung wird dabei geringer sein als bei der bisher einseitig verfolgten Stärkegraderhöhung. Ein etwa bis zur kritischen Grundflächenhaltung fortschreitender Lichtwuchsbetrieb sollte aber zur Verlängerung der bisher, unter dem Einfluß bodenreinerträgerischer Überlegungen, vielfach zu niederen Umtriebszeiten ausgenutzt werden.*

V. Grundflächenhaltung und Zuwachs heute gebräuchlicher Ertragstafeln

Im Laufe der letzten 60 Jahre hat sich ein bedeutender Rückgang der Bestockungsdichten vollzogen, welche den seither aufgestellten und fortentwickelten Ertragstafeln zugrundegelegt sind. Dies läßt sich an den *Buchen*-Tafeln von SCHWAPPACH und WIEDEMANN besonders gut erkennen. Die mittlere Grundflächenhaltung dieser Tafeln für I. Ekl. zeigt folgende Entwicklung:

Tafel	mittl. Grundflächenhaltung für die Altersperiode 60-100:
SCHWAPPACH 1893 <i>mäß Df.</i>	39,7 qm
SCHWAPPACH 1911 und WIEDEMANN 1931 <i>mäß. Df.</i>	33,2 qm
<i>starke Df.</i>	26,4 qm

WIEDEMANN (15, 16) vertritt mehrfach die Ansicht, daß der Grundflächenrahmen einer Ertragstafel weitgehend frei wählbar ist, weshalb er z. B. auch bei der Rotbuche die Grundflächenwerte der SCHWAPPACHSchen Tafeln von 1911 unverändert übernommen hat. Demgegenüber muß festgehalten werden, daß die tafelmäßigen Grundflächenwerte für starke Df. keinesfalls die kritische Grundflächenhaltung unterschreiten dürfen. Die Grundflächenhaltungen der WIEDEMANNschen Buchen-Tafeln für starke Df. liegen bei II. und III. Ekl. für die weit überwiegende Mehrzahl der deutschen Standorte über der kritischen, wohingegen die G. H. bei der I. Ekl. für eine Reihe von guten Standorten in Norddeutschland und für die meisten süddeutschen Standorte mit guter Wasserversorgung etwas unterhalb der kritischen G. H. liegen dürfte.

Tabelle 8

Vergleich der geldlichen Leistungen von zwei Buchen-Betriebsklassen:

U = 120 mit mäß. Df. und U = 140 mit Lichtwuchsbetrieb

Zahlen je ha Holzpreise von 1950

	U = 120			U = 140			Wertsteigerung in % von U = 120
	fm	Wert		fm	Wert		
1. Holzvorrat		je fm DM	i. G. DM		je fm DM	i. G. DM	19 %
	281	23,50	6,600	281	27,90	7,840	
2. Jährl. Nutzung	8,7	28 00	243	8,7	33,30	290	19 %
3. Bruttoverzinsung des Holzvorratswertes %	3,7 %			3,7 %			—
4. Nutzungsprozent der Masse	3,1 %			3,1 %			—
5. Waldreinertrag für v + c = 100 DM	143 DM			190 DM			+ 47 DM = 33 %
6. Verzinsungsprozent nach Martin für B = 1000 DM	1,9 %			2,1 %			

Die Grundflächenhaltungen der WIEDEMANNschen Kiefern-Tafeln von 1943 sind allgemein sehr niedrig. Sie liegen bei der Tafel für starke Df. auch für norddeutsche Standorte sehr wahrscheinlich teils in bedenklicher Nähe und teils unterhalb der kritischen G. H. Bei der Lichtungstafel rechnet WIEDEMANN mit einem Zuwachsverlust von 7-9 % gegenüber der Tafel für mäßige Df. Die Grundflächenhaltung dieser Tafel liegt also mit Sicherheit auch für norddeutsche Standorte unter der kritischen.

Es ist seit langem schon bekannt, daß die Bestockungsdichte der Kiefer für altersgleiche Mittelhöhen im Süden Deutschlands größer ist als im Norden. Dies zeigt sich auch klar bei einem Vergleich der W.'schen Tafeln mit der Tafel von ZIMMERLE (19) von 1933, die auf Württ. Unterlagen aufbaut. Die mittl. Grundflächen-Haltung der ZIMMERLESchen Tafel liegt, vergleichsweise für die Endhöhe der WIEDEMANNschen Tafel I. Ekl., mäß. Df. berechnet, bei gleichem Vornutzungsprozent mit 37,7 qm um 3,8 qm = 11 % über der m. G. H. der Tafel von WIEDEMANN, welche nur 33,9 qm beträgt. Dies ist als Ausdruck anderer ökologischer Verhältnisse der süddeutschen Standorte anzusehen und mahnt zur Vorsicht bei der Anwendung der W.'schen Kiefern-Ertragstafeln in Süddeutschland.

Geradezu abnorm niedrig ist die Grundflächenhaltung der SCHWAPPACH-schen *Eichen*-Ertragstafel von 1920, von der WIEDEMANN sagt, daß es sich um eine Lichtungstafel handelt. Die Grundflächenhaltung dieser Tafel erscheint auch noch zu nieder, wenn man einen Buchen-Unterbau von 4-6 qm hinzu-rechnet, der mit etwa 100 Jahren anfängt, zwischenständig zu werden. Sie kann als allenfalls zutreffend erachtet werden, wenn man sie für den Eichen-anteil eines gleichaltrigen Eichen-Buchen-Mischbestandes anwendet, bei welchem der Buchenanteil auf I. Ekl. (für Eiche) etwa 8 qm beträgt.

Zur Erläuterung der Verhältnisse bei der *Fichte* mögen die Zahlen der Tabelle 9 dienen. Man erkennt unschwer die allgemein höheren Bestockungs-dichten, welche die süddeutschen Tafeln auch bei etwa gleichen Vornutzungs-prozenten zugrundelegen. Die Mittelhöhen von ZIMMERLE II. und WIEDE-MANN I. (maß. Df.) werden im Alter 125 gleich. Für diesen Zeitpunkt weisen die beiden Tafeln folgende Gesamtwuchsleistung an Derbholz nach:

WIEDEMANN I.	= 1470 fm (extrapoliert)
ZIMMERLE II.	= 1599 fm

Mithin *Mehrleistung*

der süddeutschen Tafel = + 129 fm = rd. 9 % bei gleicher Endhöhe.

Geht man Vornutzungsprozent als Ausdruck für Df.-Stärke aus, so erkennt man, daß der statistische Durchschnitt der süddeutschen Bestände bei nahezu gleicher Eingriffsstärke (44 gegen 46 %) die höhere Wuchsleistung mit einer um 6 qm = 13 % höheren Grundflächenhaltung erzielt hat.

Die Tafel von VANSELOW (14), ebenfalls auf süddeutschen Unterlagen beruhend, zeigt ein analoges Verhalten. *Es handelt sich somit unbezweifelbar um ein ökologisch bedingtes abweichendes Wuchsverhalten der Fichtenbestände unter verschiedenen Standortsbedingungen.* Die zugrundeliegenden Versuchs-flächen ZIMMERLES liegen nahezu zur Hälfte, diejenigen von VANSELOW voll-ständig südlich der Donau im Voralpengebiet. Die Wuchsverhältnisse der Fichte im Fichtelgebirge, im Frankenwald und im Bayr. Wald sind demgegenüber noch nicht aufgeklärt. Sonach dürfen die Fichtentafeln von WIEDEMANN im Voralpengebiet nur mit Vorbehalt angewendet werden. Andererseits ist aber auch bei Anwendung der Tafeln von VANSELOW (und ggf. auch ZIMMERLE) in den Gebieten nördlich und nordöstlich der Donau einige Vorsicht geboten. Vor allem möchte aber davor gewarnt werden, die Tafeln von WIEDEMANN in den erwähnten süddeutschen Wuchsgebieten zur Berechnung des sog. Bestockungs-grades oder des Normal- bzw. Ziel-Vorrates zu benutzen¹⁴.

Es besteht allgemein eine große Wahrscheinlichkeit dafür, daß Vornut-zungsprozente bei der Fichte, welche über 45 % hinausgehen, i. d. R. zum Un-terschreiten der kritischen G. H. und damit zu Zuwachsverlusten führen. Ziel-vorratsberechnungen sollten der Sicherheit halber mit einem Vornutzungspro-zent von nicht mehr als 40 % rechnen, das heißt also nach der PHILIPPSchen, wenig glücklich gewählten Terminologie: „Wirtschaftsstufe IV“. Das gleiche

¹⁴ Eine Untersuchung der beiden Bayerischen Fichten-Durchforstungs-Reihen Nr. 2 und 3 im F. A. *Sachsenried* (Höhenbonität nach WIEDEMANN = 0,7) ergab z. B. die folgenden charak-teristischen Werte:

maximale Grundfl.-Haltung	≈ 80 qm
optimale Grundfl.-Haltung	≈ 70 qm
kritische Grundfl.-Haltung	≈ 55 qm

Das Einhalten der Grundflächen, welche die WIEDEMANNsche Tafel für mäßige Df. vorsieht (extrapoliert = 48 qm) würde hier zu *empfindlichen Zuwachsverlusten* führen.

gilt für *Kiefer*; bei *Rotbuche* dürfte 50 % Vornutzung eine vernünftige Grenze darstellen.

Man könnte hier einen Widerstreit befürchten zwischen dem Streben nach höchster Wertleistung, das zumindestens zeitweise zu einer stärkeren Herabsetzung der Grundfläche führen muß, und der gleichzeitig zu verwirklichenden Absicht nach ausreichender und krisenfester Vorratshaltung der Betriebsklassen. *Es ist aber ein Unterschied, ob eine Ertragstafel als Meß- und Bezugsvergleich dienen soll oder ob man sie als Erziehungsprogramm ansehen will.* Für den ersten Zweck sollten grundsätzlich *Vollschlußtafeln* verwendet werden oder allenfalls Tafeln für „mäßige“ Df., jedenfalls *keine Tafeln, deren Vorratshaltungen überwiegend von bodenreinerträglerischen Verzinsungsvorstellungen bestimmt sind.* Auch wenn die Vorratshaltung, wie etwa bei den Buchentafeln für starke Df. von SCHWAPPACH und WIEDEMANN, überwiegend von echten Pflege- und Leistungs Gesichtspunkten diktiert ist, so muß noch bedacht werden, daß die starken Grundflächenabsenkungen dieser Tafeln im Stangenholzalter maßgeblich durch verspäteten Aushieb schlechter Stammformen hervorgerufen sind. Diese lassen sich aber bei rechtzeitigem Erziehungsbeginn vermeiden. Aber auch bei diesen Tafeln geht das Festhalten an relativ niederen Grundflächenbeträgen vom Stangenholzalter ab unverkennbar auf bodenreinerträglerische Überlegungen zurück. Demgegenüber sollte die Vorratshaltung der älteren Bestände primär von dem pflegetechnisch erforderlichen Mindestmaß der Eingriffe einerseits und dem waldbaulich, im Hinblick auf den Bodenzustand und die bevorstehende Verjüngung, zu verantwortenden Höchstmaß andererseits bestimmt werden. Es bietet keine besonderen Schwierigkeiten, die Zielvorräte der Altersklassen, je nach dem Pflegezustand der betr. Bestände, der gewählten Umtriebszeit und dem geplanten Verjüngungstempo *abgestuft* zu bemessen, wie dies beispielsweise beim Verfahren der Braunschw. Forsteinrichtungs-Dienst-anweisung nach ABETZ geschieht. Jedenfalls erscheint es nicht wunderbar, wenn heute bei Forsteinrichtungen „Übervorräte“ in bezug auf gewisse Ertragstafeln herausgerechnet werden, obwohl die durchgängige Bodenverwilderung und Ver-

grasung in den verlichteten Beständen augenscheinlich erkennen läßt, daß die vorhandene Bestockungsdichte zur vollen Ausnutzung des Standortes nicht ausreicht.

Unter diesen Gesichtspunkten betrachtet, ist es ein Vorzug der neuen Fichten-Ertragstafeln von ZIMMERLE und VANSELOW, daß sie eine mäßige Df. und eine Vorratshaltung zugrundelegen, welche auf den entsprechenden Standorten volle Volumleistung sicherstellt und einen brauchbaren Bezugsmaßstab abgibt.

Was nun die Tafeln anlangt, die als Erziehungsprogramm gedacht sind, so darf ich auf meine früheren Ausführungen zum Thema dieser „Durchforstungs-

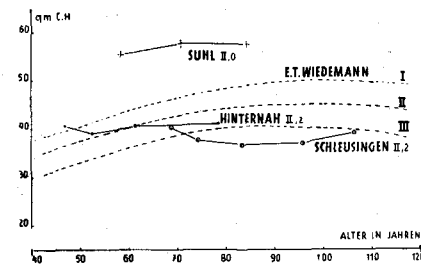


Abb. 4. Mittl. Grundflächenhaltungen über den Altersmittlen der Zuwachsperioden bei den im B-Grad durchforsteten Thüringer Versuchsflächen. Im Vergleich dazu: Grundflächenhaltungen der WIEDEMANNschen Fichten-Ertragstafeln für mäßige Durchforstung.

tafeln“ verweisen (2). Ein Musterbeispiel für die Fehlkonstruktion einer solchen Tafel ist die Buchen-Ertragstafel für Lichtung 1943 von WIEDEMANN (18). In Anklammerung an den klassischen Seebachbetrieb und die Versuchsergebnisse der sog. Seebachflächen, auf welchen trotz völlig veränderter wirtschaftlicher

Tabelle 9

Grundflächenhaltung verschiedener Fichten-Ertragstafeln
(Von der Gipfelung des laufenden Derbholzzuwachses ab gerechnet)

Ertragstafel	Altersspanne	Grundflächenhaltung			Vorn.- Prozent i. A. 120
		i. M. nach d. Df. qm	„mittlere“ qm	i. M. vor d. Df. qm	
WIEDEMANN 1936					
I. Ekl.					
mäß. Df.	40—120	44,4	46,2	48,1	46
stark		36,9	38,7	40,5	53
gestaff.		42,1	44,0	45,9	47
II. Ekl.					
mäßig	50—120	41,5	43,1	44,7	45
stark		34,8	36,2	37,7	51
gestaff.		37,1	38,7	40,3	45
III. Ekl.					
mäßig	50—120	36,8	38,4	40,0	44
stark		31,3	32,7	34,1	48
gestaff.		33,4	34,9	36,5	46
ZIMMERLE 1943					
I. Ekl.	40—120	54,4	57,1	59,8	45
II. Ekl.	50—120	49,7	52,2	54,7	44
III. Ekl.	50—120	44,4	46,6	48,9	41
VANSELOW 1950					
I. Ekl.	40—120	59,3	62,0	64,8	45
II. Ekl.	50—120	51,3	53,6	55,9	41
III. Ekl.	50—120	42,5	44,3	46,1	42

Sachlage an den starken Grundflächenherabsetzungen des ursprünglichen Betriebes festgehalten, ja darüber hinaus durch unnötige Nachlichtungen (vom Standpunkt des ursprünglichen Betriebes gesehen!) immer wieder die Grundflächen weit unter die kritischen herabgedrückt wurden, unterstellt diese Tafel in der Altersperiode 90-130 eine *mittlere G.H. von nur 18,8 qm* (niedrigste Grundfläche = 15,9 qm!), wohlgemerkt *für I. Ekl.* Es ist klar, daß diese *weit unter der kritischen* liegt und Zuwachsverluste von etwa 20 % erwarten läßt. Dabei entspricht aber die Steigerung des Mitteldurchmessers vom verbleibenden Bestand noch nicht einmal dem Ausmaß, das sich bei einer m. G. H. von 25-26 qm durch Begünstigung der wirklich förderungswürdigen Bäume mit gutgeformten Schäften im Wege einer starken Hochdurchforstung erreichen läßt. Hinzu kommen die waldbaulichen Nachteile einer solchen ganz unnötigen *allgemeinen* Auflichtung auf derart guten und tätigen Böden! Derartige Tafeln können eben nicht durch statistische Mittelbildung aus vorhandenen, wenn auch noch so reichlichen Versuchsunterlagen hergeleitet werden, weil dabei notwendig auch die Auswirkungen von Behandlungsweisen fixiert werden, die inzwischen längst überholt, ja, in mancher Hinsicht geradezu fehlerhaft sind.

Schlußbetrachtung

In seinen Ausführungen über das „Problem der günstigsten Bestandesdichte“ stützt sich KÜNANZ (9) in erster Linie auf die Ergebnisse der WIEDEMANNschen Arbeiten. Im Vorausgehenden habe ich versucht, die Schlußfolgerungen WIEDEMANNs in einigen Punkten zu korrigieren. Diese Schlußfolgerungen gehen nämlich teilweise von der unzutreffenden Voraussetzung aus, daß die Behandlungsweise, welcher die Versuchsflächen unterworfen wurden, einer „modernen“, das heißt heute anerkannten, entsprochen habe. Es ist bezeichnend, daß WIEDEMANN (17) in der letzten großen von ihm verfaßten ertragskundlichen Monographie: „Die Kiefer 1948“ die Möglichkeit zugibt, daß durch früheren Pflegebeginn, also durch eine echte Intensivierung, Mehrleistungen erzielt werden können.

Über die verhängnisvolle Gleichsetzung von „intensiver“ mit „starker“ und von „extensiver“ mit „schwacher“ Durchforstung, wie sie KÜNANZ im Anschluß an BORGMANN vornimmt, habe ich mich in der Besprechung des KÜNANZschen Buches (Forstw. Cbl. 1952, S. 181) schon geäußert. Eine fruchtbare Weiterentwicklung auf dem Gebiete der Bestandserziehung und Waldpflege ist ohne klare Unterscheidung von Intensität und Stärke nicht möglich. Der Verf. möchte hoffen, daß es ihm gelungen ist, das entscheidende Gewicht der Intensität für eine künftige Leistungssteigerung aufzuzeigen. Was die Stärke der Eingriffe anlangt, so sollte man die relativ großen Spannen, innerhalb deren etwa gleicher Zuwachs geleistet wird, nicht dazu benutzen, um unsere Wälder vorratsmäßig auszuplündern, sondern den Holzvorrat zu veredeln. Man sollte das, was man etwa verstärkt in den mittleren Altersklassen in Form minderwertiger Hölzer entnehmen kann, in Gestalt von wertvollen und weiteren Wertzuwachs versprechenden Starkhölzern aufstocken. Dabei sollten wir uns nicht ängstlich an Umtriebszeiten klammern, die in ihrer dürftigen Knappheit den bodenreinerträglerischen Ursprung nur zu klar verraten. Auf der anderen Seite sollten wir uns nicht scheuen, unbefriedigende Bestockungen schon im Stangenholzalter energisch anzupacken und „umzubauen“. *Auf den monumentalen Fachwerkesbau mit seinen überdimensionierten Bestandsblöcken, dem KÜNANZ nachtrauert, sollte ein Neubau folgen, dessen lebende Bausteine zwar bedeutend kleiner, dafür aber um so fester und gesünder sind!*

Die voreiligen Hoffnungen auf eine allgemeine Zuwachssteigerung im Wege verstärkter Durchforstung haben wir begraben müssen. *Es hat sich aber gezeigt, daß auf gewissen Standorten und bei bestimmten Humusverhältnissen doch etwas günstigere Aussichten für eine Erhöhung des Volumzuwachses bestehen.* Dies führt auf einen Kernpunkt künftiger Steigerungsmöglichkeiten: Es ist *die planvolle Verbesserung der auf vielen unserer Waldstandorte derzeit unbefriedigenden Bodenzustände und Humusverfassungen.* Die Möglichkeiten der Ertragssteigerung, die sich hier abzuzeichnen beginnen, lassen die beschränkten Erfolge verbllassen, welche durch eine optimale Regelung der Bestockungsdichte erzielt werden können.

Literaturverzeichnis

1. ASSMANN, Seebachbetrieb und neuzeitlicher Lichtwuchsbetrieb. Forstw. Cbl. 1949, S. 129. —
2. Ders. Zur Ertragstafelfrage. Fw. Cbl. 1949, S. 414. — 3. Ders. Grundflächen- und Volumzuwachs der Rotbuche bei verschiedenen Durchforstungsgraden. Forstw. Cbl. 1950, S. 256. — 4. Ders. Die Buchen-Hochdurchforstungsversuche der ehem. Preuß. Versuchsanstalt. Forstw. Cbl. 1950, S. 373. — 5. BAADER, Vergleichende Kiefern-Durchforstungsversuche. Bericht der Hessischen Forstl. Versuchsanstalt. Allg. F.- u. J. Z. 1934, S. 357, 393. — 6. Ders. Die Auswirkungen von Mehrnutzungen, ihre Überwachung und Lenkung. Mitt. d. Akademie d. Deutschen Forstwissenschaft. Bd. 1 (1944), S. 74. — 7. FLURY, Untersuchungen über den Lichtungsbetrieb an Bäumen und Be-

ständen. Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. F. V., Bd. 27 (1932), G. 2, S. 245. — 8. HENRIKSEN, H. A., Et Udhugningsforsorg i ung Bog (Ein Durchforstungsversuch in jungem Buchenbestand). Det forstlige Forsogsvoesen i Danmark. Mitt. Nr. 167, Bd. 20 (1951). — 9. KÜNZANZ, Zwischen schwacher und starker Durchforstung. Frankfurt 1951. — 10. LEMMEL, Kritische Gedanken über Waldwertrechnung und Nationalökonomie. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1922, S. 672. — 11. Ders. Die Bodenreinertragslehre im sozialökonomischen Licht. Z. f. F. u. J. 1925, S. 84. — 12. OLBERG, Die Durchforstung der Kiefer. Hannover 1950. — 13. SCHWAPPACH, Die Rotbuche. Neudamm 1911. — 14. VANSELOW, Fichtenertragstafeln für Südbayern usw. Forstw. Cbl. 1951, S. 409. — 15. WIEDEMANN, Die Rotbuche 1931, Hannover 1932. — 16. Ders., Die Fichte 1937, Hannover 1937. — 17. Ders., Die Kiefer 1948, Hannover 1948. — 18. Ders., Ertragstafeln der wichtigsten Holzarten usw. Hannover 1949. — 19. ZIMMERLE, Beiträge zur Biologie der Kiefer in Württemberg. Mitt. d. Württ. Forstl. V. A. 1933. — 20. Ders., Beiträge zur Biologie der Fichte in Württemberg. Mitt. d. Württ. F. V. A. 1947, Stuttgart 1949.

Beobachtungen und Gedanken zum Rückgang der Tanne

Von H. SCHMID und H. ZEIDLER

Angesichts des ausgedehnten Schrifttums, das über die Frage des Rückgangs der Tanne in weiten Gebieten Mitteleuropas vorhanden ist, mag es fast müßig erscheinen, den dort geäußerten Meinungen weiteres zur Erklärung dieser eigenartigen Erscheinung hinzuzufügen. Indessen regten vegetations- und bodenkundliche Untersuchungen und Beobachtungen im Frankenwald, im Bayerischen und Böhmerwald, im niederbayerischen Tertiärhügelland, in der Frankenalb, in der Rhön und auf der Fränkischen Platte, im Keupergebiet der westlichen Oberpfalz und Mittelfrankens, im Schwarzwald, in den Bayerischen und den Schweizer Alpen, in den Gebirgen Sloveniens und Mazedoniens sowie in den Ostpyrenäen zu einer Stellungnahme zu dieser Frage an. Die Durchsicht einer Reihe früherer Arbeiten über das Problem zeigte die Vielgestaltigkeit der weit auseinandergelassenen, ja z. T. sich widersprechenden Äußerungen. Die folgenden Ausführungen wollen in keiner Weise den Anspruch erheben, die Lösung des sicher verwinkelten Vorgangs darzustellen, sie sollen nur zeigen, wie man diesen vom Standpunkt der Vegetationskunde und Ökologie her verstehen kann.

Da über die Tannenfrage neben speziellen auch eine Reihe zusammenfassender Darlegungen vorhanden sind, seien längere historische Betrachtungen gespart und auf diese Arbeiten (DIETERICH 1928, SCHEIDTER 1928 [besonders für den Frankenwald], GRASER 1931, DANNECKER 1941, KRAUSS 1943) verwiesen, ebenso ist das Wesentliche über die Standortsansprüche des Baumes in den Werken von RUBNER (1934) und DENGLER (1944) gesagt.

In den meisten Fällen sind die Bestände, in denen die Tanne heute vorkommt, durch den Menschen stark verändert. Immerhin kann man an Hand einer größeren Zahl von Bestandsaufnahmen und durch Vergleich mit Befunden von anderen Örtlichkeiten feststellen, daß die Tanne ihre beste natürliche Entwicklung im Bergland hat. In Mitteleuropa ist in dieser Höhenstufe der Verband der Wälder von der Art des Rotbuchenwaldes (*Fagion silvaticae*) verbreitet. Innerhalb der Grenzen des von DENGLER (1944) angegebenen Verbreitungsgebietes der Tanne ist diese mindestens den Wäldern der oberen Bergstufe beigemischt, überschreitet aber deren Grenzen unter besonderen Umweltsbedingungen nach unten und oben. Das zeigt sich in gleicher Weise für Mitteleuropa wie auch für Gebirge des Balkans oder die Ostpyrenäen. Die Gesellschaft, in der die Tanne in den montanen Lagen ihr Optimum hat, ist der Buchen-Tannenwald (*Abieto-Fagetum*). Der Anteil der beiden Bäume war dabei je nach dem