

Überreicht vom Verfasser

AFZ 1961, 16, (36), 35

Wald und Zahl

Natürliches Wachstum und ertragskundliche Grenzwerte

Von E. Assmann, München

Das gesunde Empfinden des naturverbundenen Forstmannes sträubt sich mit Recht gegen jeden Zahlenformalismus. Der klassische Versuch, die forstliche Produktion dem mathematischen Formelwerk der Bodenreinertragstheorie zu unterwerfen und nach einseitigen Rentabilitätsvorstellungen zu betreiben, ist den älteren Praktikern noch in unangenehmer Erinnerung.

Und doch unterliegen die Produktionsvorgänge im Walde bestimmten Gesetzmäßigkeiten, ohne deren Kenntnis und Beachtung eine vernünftige Produktionstechnik nicht betrieben werden kann. In dem Augenblick, wo wir die natürlichen Wachstumsvorgänge technisch-wirtschaftlichen Zwecksetzungen dienstbar machen wollen, ist es unerlässlich, die zugrunde liegenden quantitativen Gesetzmäßigkeiten zu erforschen. Das heißt praktisch: sie in Zahlen zu fassen.

Die Bedeutung des Waldes für die Wasserversorgung, Luftfilterung und menschliche Erholung in einer bedrohlich lebensfeindlich werdenden Industrielandschaft (SPEER 1960, RUPF 1960) ist heute im mitteleuropäischen Raum so groß geworden, daß demgegenüber die wirtschaftliche Bedeutung des Waldes zurückzutreten beginnt. Gleichwohl wird man die Rohstoff-Funktion des Waldes (DIETERICH 1953) im Hinblick auf die allgemeine Bevölkerungszunahme nicht vernachlässigen dürfen. Man kann die biologische Technik des Waldbaus — sowohl hinsichtlich des Waldaufbaues als auch der Waldpflege — in Parallele stellen zur Architektur. Von einem Architekten verlangen wir, daß er ein Gebäude mit sparsamer Verwendung der Baustoffe tragfest und sicher, zweckmäßig und schön baut. Auch wenn Schönheit und Stil bestimmend sind, wäre es gleich unvernünftig, entweder mit unwirtschaftlicher Verschwendung von Baustoffen zu massiv oder mit unzureichenden Dimensionen zu wenig tragfest zu bauen. Das Prinzip der technischen Rationalität und der Wirtschaftlichkeit muß im Walde auch dann noch beachtet werden, wenn die oben genannten Zielsetzungen den Vorrang bekommen. Dieser Forderung können wir aber nur gerecht werden, wenn die natürlichen Gesetzmäßigkeiten erforscht und bedacht werden, denen die Produktion im Walde unterworfen ist. Hier helfen uns keine naturphilosophischen Spekulationen, die allenfalls als Arbeitshypothesen von Wert sein mögen. Auch auf den waldbaulichen Götterblick können wir uns nicht verlassen. Denn selbst das Auge des erfahrenen Praktikers unterliegt verhängnisvollen Täuschungen, wie leicht zu zeigen ist. So werden die meisten Praktiker beispielsweise den laufenden Volumenzuwachs einer stark durchforsteten Versuchsfläche mit starken, gutbekronen Bäumen auch dann noch als überlegen einschätzen, wenn er nach Ausweis von exakten Messungen um 20% niedriger ist als der Zuwachs der benachbarten Vergleichsfläche mit mäßiger oder schwacher Durchforstung. Wie sonst in der Naturwissenschaft bleibt nichts anderes übrig als das Experiment und das Befolgen von GALILEIs Forderung: „Messen, was zu messen ist, und meßbar machen, was meßbar gemacht werden kann“.

Die Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalten haben während ihrer nunmehr über 80jährigen Tätigkeit einen riesigen Zahlenstoff angesammelt. Leider waren aber die Versuchsziele zu einseitig und eng technisch-wirtschaftlich orientiert, die Behandlung der Versuche zu inkonsequent und schwankend, die Methodik der Aufnahme und Berechnung durchweg zu ungenau und schließlich die bisherige Auswer-

tung unzureichend. Gleichwohl lassen sich aus diesen Versuchen, wie dies der Verfasser mehrfach zeigen konnte, klare und eindeutige Gesetzmäßigkeiten herauschälen. Dies setzt aber voraus, daß von der bislang überwiegend üblichen grobstatistischen Sammelauswertung zur kritischen Analyse der einzelnen Versuchsreihen übergegangen wird.

Inzwischen haben die Pflanzenphysiologen (u. a. BOYSEN-JENSEN, HUBER, D. MÜLLER, PISEK, CARTELLIERI und TRANQUILLINI, POLSTER, EIDMANN) erfolgreich begonnen, die Grundvorgänge der organischen Produktion im Walde, insbesondere den Gasstoffwechsel der Bäume, quantitativ zu erfassen. Die Versuchsmethodik ist heute so vervollkommen, daß es möglich ist, die Produktivität der Assimilation an den Bäumen im Bestande zu untersuchen. Die bisher erarbeiteten Ergebnisse erlauben bereits, die Bedeutung der Hauptfaktoren annähernd abzuschätzen, zumal wenn sie mit den verdienstvollen Untersuchungen von BURGER und MAR-MÖLLER über Laubmenge und Zuwachs kombiniert werden. Hier ist die Ertragskunde insofern in günstiger Position, als sie das integrierte Ergebnis der entwickelten Einzelvorgänge im Zuwachs quantitativ zu bestimmen vermag. Die von BURGER und E. BADOUX bahnbrechend begonnenen Kronenmessungen gestatten es, gesetzmäßige Beziehungen zwischen den Kronendimensionen der Bäume und ihren flächenbezogenen Zuwachsleistungen abzuleiten, das heißt also ihre Standardraumökonomie (ASSMANN 1956) zu beurteilen. So hat sich beispielsweise herausgestellt, daß in einer gegebenen Sozialschicht gleichaltiger Bestände die klein- und mittelkronigen Bäume eine höhere flächenbezogene Leistung haben und so eine bessere Standardraumökonomie üben als die großkronigen. Auch haben die großkronigen Bäume in der Oberschicht von Plenterwäldern vielfach eine auffällig schlechte Standardökonomie. Näheres über diese entscheidenden Grundfragen der forstlichen Produktionstechnik kann aus dem soeben im Verlag der Allgemeinen Forstzeitschrift erschienenen Lehr- und Handbuch „Waldertragskunde“ des Verfassers entnommen werden.¹⁾

Mit Hilfe so gewonnener Schlüsselerkenntnisse ist es möglich, die verwickelten Probleme der Durchforstung, der Lichtung und des Eingriffes in mehrschichtige Bestockungen sozusagen von den naturgesetzlichen Grundlagen her aufzurollen und sie durch Kombination mit den bisher vorliegenden Ergebnissen langfristiger Versuche widerspruchsfrei zu klären.

Die quantitativen Meßwerte, an denen sich die waldbauliche Pflégetechnik orientieren kann, müssen folgende Bedingungen erfüllen: Sie müssen

1. auf natürlichen Grundzusammenhängen beruhen und den jeweiligen standörtlich-ökologischen Gegebenheiten entsprechen.
2. sicher herleitbar und örtlich leicht meßbar sein,
3. dem Praktiker ausreichenden Spielraum gewähren.

Ertragstafelwerte und natürliche Meßwerte

Bisher hat sich die Praxis als Anhalt für die Eingriffsstärke bei der Bestandspflege in erster Linie der Ertragstafel bedient, vor allem der SCHWAPPACH-WIE-

¹⁾ Ca 500 Seiten mit 176 Abbildungen. Leinen DM 64.—. BLV Verlagsgesellschaft, München 3, Marsstraße 38.

DEMANNSchen Tafeln für verschiedene Durchforstungsgrade. Mit Hilfe des Bestockungsgrades, also des Verhältnisses der wirklichen Bestandesgrundfläche zur Soll-Grundfläche einer Ertragstafel, und über die Vornutzungsansätze von Ertragstafeln versucht man bei der Forsteinrichtungsplanung die Eingriffstärke zu steuern. Nun sind die Ansichten der Ertragstafelautoren über die zulässige Stärke des Eingriffes vom jeweiligen Stand des ertragskundlichen Wissens abhängig und — leider auch — von zeitbedingten Strömungen und subjektiven Meinungen beeinflusst.

Der Verfasser hat seit 1953 wiederholt darauf aufmerksam gemacht, daß die Grundflächen der SCHWAPPACH'schen Ertragstafeln, deren Grundflächenrahmen WIEDEMANN übernommen hat, infolge willkürlicher Kürzungen, — vor allem für die höheren Bestandessalter — zu niedrig angesetzt sind, so daß beim Einhalten dieser Werte wirtschaftlich ins Gewicht fallende Zuwachsverluste eintreten können. Die so gebotenen quantitativen Meßwerte genügen nicht der oben formulierten Hauptbedingung 1.

Demgegenüber bemüht sich der Verfasser seit längerem, Anhaltsgrößen abzuleiten für die optimale und die allenfalls zulässige „kritische“ Eingriffstärke. Seine Theorie der Grundflächenhaltung konnte inzwischen an zahlreichen Durchforstungsversuchen in verschiedenen europäischen Ländern bestätigt und erhärtet werden. Sie geht aus von der maximalen Grundfläche (Momentanwert) bzw. der maximalen Grundflächenhaltung (Mittelwert für einen längeren Zeitraum), das heißt also der höchstmöglichen Grundfläche lebender Bäume je Hektar, die ein Standort zu tragen vermag. Durch den Verlauf einer Optimumkurve, welche den Volumzuwachs als Funktion der abnehmenden Grundfläche beschreibt, wird weiter bestimmt die Höhe der optimalen Grundfläche, bei welcher jeweils der höchste Zuwachs geleistet wird, und der kritischen Grundfläche, bei welcher gerade noch 95 Prozent dieses Höchstzuwachses geleistet werden. Alle drei Werte steigen systematisch mit dem Alter der Bestände. Bezieht man die jeweiligen Bestandesgrundflächen auf die maximal möglichen, so erhält man natürliche Bestockungsgrade (ASSMANN 1956). Demnach existiert jeweils ein optimaler und ein kritischer Bestockungsgrad. Mit zunehmendem Alter der Bestände nähert sich der optimale Bestockungsgrad immer mehr dem Wert 1,0. Auf gut wasser- und basenversorgten Standorten ist dies auffällig früh der Fall. Dies besagt, daß dann der Höchstzuwachs bereits bei fehlender aktiver Durchforstung, mithin der Entnahme lediglich von absterbenden Bäumen, erreicht wird. Da sich die Optimumkurve im Alter zunehmend verflacht, ändert sich der Wert des kritischen Bestockungsgrades mit wachsendem Alter relativ wenig. Bisher konnten folgende Rahmenwerte des kritischen Bestockungsgrades festgestellt werden:

- für Rotbuche 0,60—0,70
- für Fichte 0,75—0,80
- für Kiefer 0,80—0,90

wobei die unteren Grenzwerte jeweils für jüngere und die oberen für ältere Bestände gelten. Damit haben wir für die Praxis leicht zu merkende kritische Grenzwerte der relativen Eingriffstärke. Wenn die jeweilige örtliche maximale Grundfläche an Hand von undurchforstet gebliebenen Bestandesteilen oder Probenflächen bekannt ist, können die entsprechenden absoluten Werte der kritischen Grundfläche leicht berechnet und beachtet werden. Die örtlichen Bestandesgrundflächen lassen sich mit dem bekannten Spiegel-Relaskop von BITTERLICH unerreicht schnell messen und kontrollieren. Leider sind schwach durchforstete Bestandesteile heute nur noch in Ausnahmefällen vorhanden. Daher ist es notwendig, der Praxis mit Hilfe des inzwischen erarbeiteten Zahlenstoffes Anhaltspunkte zu bieten. Dies ist für die Baumart Rotbuche bereits in ausreichendem Maße möglich.

Kritische Grundflächen-Grenzwerte für die Rotbuche

In der folgenden Übersicht sind für gute Standorte I. und II. Höhenbonität sowohl die maximalen Grundflächenwerte wie auch die kritischen Grenzwerte für 95 % und 90 % Leistung nach steigenden Mittelhöhen zusammengestellt. Die zum Vergleich beigefügten Werte verschiedener Ertragstafeln lassen erkennen, daß die Grundflächenwerte der SCHWAPPACH'schen Buchenertragstafel von 1893 noch der natürlichen Entwicklung folgen und nur wenig niedriger liegen als die maximalen Grundflächen. Dies ist bei einem Vornutzungs-

Übersicht

Maximale und kritische Grundflächenwerte für Rotbuche bei gegebener Bestandesmittelhöhe
Vorläufige Hektarwerte für die Grundflächen des verbleibenden Bestandes (Baumklassen 1—4 nach KRAFT, also ohne etwaigen Unterstand!) auf Standorten I. und II. Höhenbonität

Mittelhöhe m	Maximale Grundfläche		Kritische Grundfläche		Ertragstafelwerte (I. Bon.) zum Vergleich			
	qm	qm	für 95 % Zuwachsleistung qm	für 90 % Zuwachsleistung qm	Schwappach 1893 „mäßig“ qm	Gerhardt 1908 „mäßig“ qm	Wiedemann 1911/1931 „mäßig“ qm	Wiedemann 1911/1931 „stark“ qm
16	30	18	15	15	28,1	29,0	25,8	24,6
18	33	19	17	17	30,9	30,7	27,4	25,1
20	36	21	18	18	33,5	32,1	28,8	25,2
22	38	23	20	20	35,7	33,3	30,0	25,2
24	40	25	22	22	37,6	34,4	30,9	25,0
26	42	26	23	23	39,3	35,3	31,7	24,9
28	44	28	24	24	40,8	36,0	32,1	24,8
30	45	29	25	25	42,5	36,6	32,3	24,6
32	46	30	27	27	44,2	37,1	32,5	24,4
34	47	32	28	28	46,4	37,5	32,8	24,3
36	48	33	29	29	—	37,9	32,9	24,1

Bem.: Als „maximale“ Grundfläche wird die höchstmögliche Grundfläche lebender Bäume je ha angesehen, die ein gegebener Standort zu tragen vermag. Sie wird lediglich durch den natürlichen Abgang absterbender Bäume laufend vermindert und so in ihrer natürlichen Zunahme mit wachsendem Alter und steigender Mittelhöhe begrenzt.

prozent dieser Tafel von etwa 30 % für die Mittelhöhe 32 m zu erwarten, da der natürliche Abgang von absterbenden Bäumen gleichzeitig etwa 20 bis 25 % der Gesamtwachstum an Derbholz betragen dürfte. Dagegen liegen die Grundflächenwerte der Tafel für „starke“ Durchforstung von der Mittelhöhe 26 ab unter den Grenzwerten für 95prozentige Leistung und von 30 m Mittelhöhe ab sogar unter den Grenzwerten für 90 % der möglichen Zuwachsleistung! Dies wird durch neue Untersuchungsergebnisse belegt, welche in der erwähnten „Waldetragskunde“ erörtert sind. Wie naturwidrig der Grundflächenrahmen dieser Tafel ist, zeigt die Abb. 1.

Grundflächenwerte verschiedener Buchen-Ertragstafeln

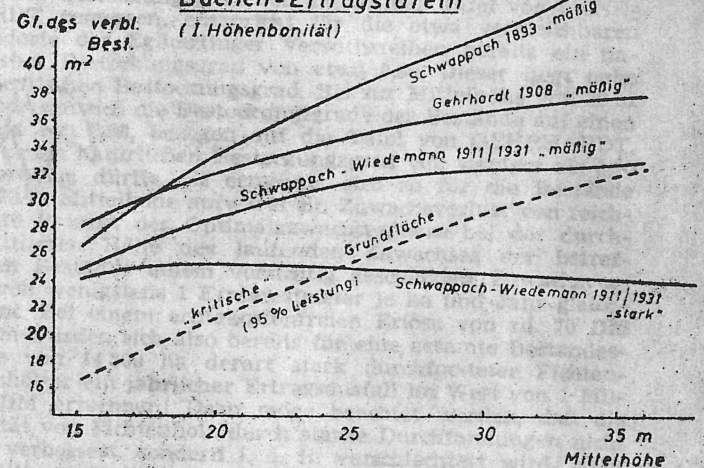


Abb. 1

Auch wird erkennbar, daß die Grundflächen der Tafel für „mäßige“ Durchforstung etwa von der Mittelhöhe 26 ab systematisch abnehmenden natürlichen Bestockungsgraden entsprechen und somit zu hohe Bestockungsgrade liefern.

Nun wird man sagen: Gut, aber bei dieser „starken“ Durchforstung bekommen wir stärkeres und wertvolleres Stammholz und so möglicherweise höhere geldwerte Durchschnittserträge. Demgegenüber konnte der Verfasser zeigen, daß man bereits beim Einhalten eines natürlichen Bestockungsgrades von etwa 0,7 die überhaupt möglichen höchsten Wertholzanteile an der Gesamtproduktion (Betriebsklassen mit U 120 bis 140) und die größtmöglichen jährlichen Durchmesserzunahmen an 100 bis 120 dauernd begünstigten Wertbäumen erreichen kann, wenn mit einer freien Hochdurchforstung rechtzeitig begonnen wird. Erst bei spät begonnenem Lichtwuchsbetrieb in bisher ungenügend gepflegten Beständen kann es zweckmäßig werden, unter vorübergehendem Herangehen an na-

*) Das Verhältnis „Bestandesmasse zu Ertragstafelmasse“ ist weniger eindeutig, weil die Masse (das Volumen) stehender Bestände mit praxisüblichen Mitteln weit weniger genau bestimmt werden kann als die Grundfläche in Brusthöhe.

fürliche Bestockungsgrade von 0,5 bis 0,6 Zuwachsverluste von 10 bis 15 % zu tolerieren. Jedenfalls bieten die obigen Grenzwerte für 95 % oder gar 90 % Leistung einen bei weitem ausreichenden Spielraum für pflegende Eingriffe. In dem so gebotenen Rahmen können alle nur denkbaren waldbaulichen Gesichtspunkte, sowohl biologische wie technische, frei zur Geltung kommen. Der Praktiker sollte diese Grenzwerte respektieren und sich darüber klar sein, daß es immer noch besser ist, verfügbaren Standraum zum Erzeugen von normalen Stammhölzern oder von Schwellenhölzern auszunutzen, als ihn ohne zwingende Gründe und im Vertrauen auf unhaltbare Ertragstafelwerte nutzlos zu verschwenden.

Kritische Grenzwerte für die Fichte

Schwieriger ist es, für die Fichte örtlich zutreffende Absolutwerte der kritischen Grundfläche anzugeben. Denn nach den Ergebnissen der bayerischen Fichten-Versuchsreihen schwankt sowohl die maximale Grundfläche wie das Ertragsniveau (= Gesamtwuchsleistung für gegebene Mittel- oder Oberhöhe), je nach dem Standort, in einem ziemlich breiten Rahmen. Zum Beispiel liegen bei diesen Versuchsreihen für die Mittelhöhe 26 m die maximalen Grundflächenwerte im Rahmen von etwa 60 bis 75 qm und die Gesamtwuchsleistungen an Schaftholz im Rahmen von etwa 800 bis 1100 fm. Beide Größen steigen gleichsinnig. Die dGZ-Leistungen für gleiche Höhenbonitäten können um mehr als 20 % differieren (ASSMANN 1959). Absolute Werte der kritischen Grundfläche können vorerst nur für ertragskundlich näher untersuchte Standorte angegeben werden. Sofern schwach durchforstete Bestandteile eine Abschätzung der standörtlich möglichen maximalen Grundfläche erlauben, ist es natürlich ein leichtes, die kritische Grundfläche mit Hilfe der angegebenen relativen Rahmenwerte annähernd zu bestimmen.

Am Beispiel von 109 Fichtenbeständen aus „Mittelschwaben“ (nördlich begrenzt von der Donau, südlich von einer ungefähren Linie Buchloe—Mindelheim—Memmingen), deren Daten gelegentlich von Forsteinrichtungsaufnahmen erhoben wurden, soll hier gezeigt werden, zu welchen Ertragsausfällen das Einhalten von Ertragstafel-Bestockungsgraden führen kann.

Grundfläche des verbl. Bestandes (nach d. Df.) über der Mittelhöhe

nach der Fichten-ET von GEHRHARDT (1921) und WIEDEMANN (1936/42) sowie nach den Eglhartinger Versuchsreihen 72 und 73

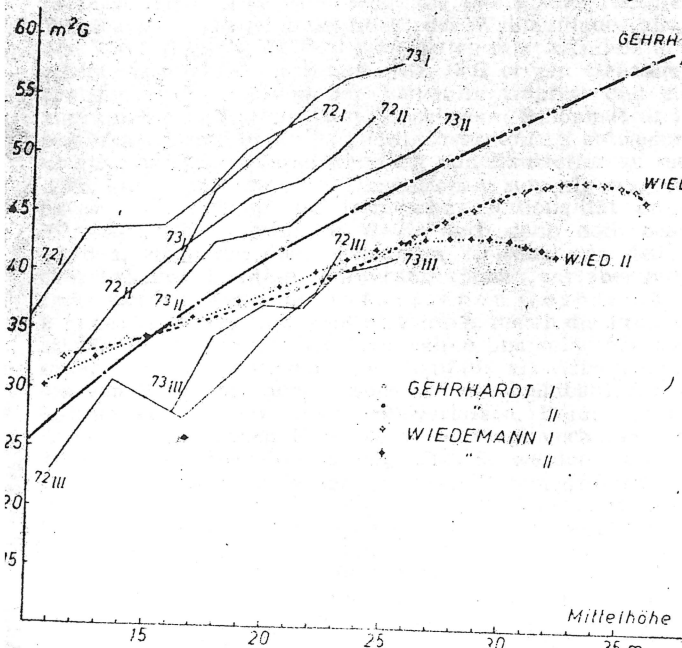


Abb. 2

men, folgt der Kurventrend der Ertragstafelwerte von GEHRHARDT befriedigend der natürlichen Grundflächenentwicklung, wie sie hier durch die Werte der schwachen Durchforstung (72 I und 73 I) repräsentiert wird. Die Grundflächenentwicklung der GEHRHARDT'schen Tafel folgt der natürlichen und entspricht etwa einer gleichmäßig durchgehaltenen mäßigen bis starken Durchforstung (zwischen den Werten von 72/73 II und III). Dagegen ist der Verlauf der Grundflächenwerte der Tafel von WIEDEMANN für „mäßige“ Durchforstung unnatürlich; er entspricht einer zunehmend starken und von etwa 30 m Höhe ab offenbar sogar sehr starken Durchforstung. Wie nun die Abb. 3 erkennen läßt, liegen die durchschnittlichen Grundflächen der mittelschwäbischen Bestände von der Mittelhöhe 21 ab zunehmend niedriger als die Ertragstafelwerte von GEHRHARDT; sie folgen unverkennbar dem Trend der Tafelkurven von WIEDEMANN, an denen man sich offenbar über die Bestockungsgrade orientiert hat.

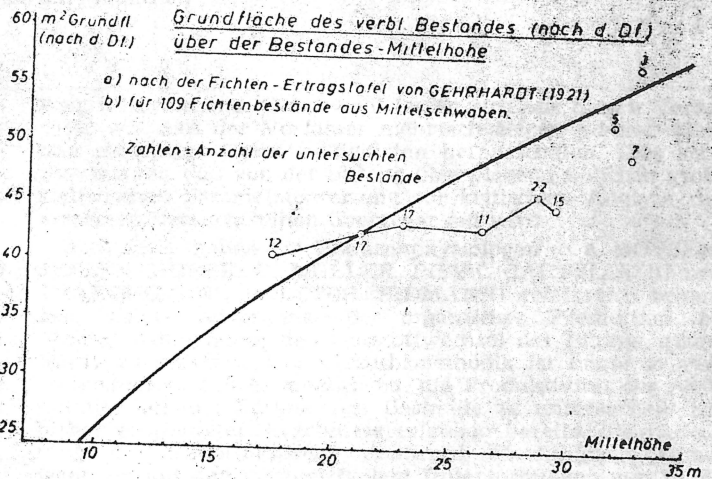


Abb. 3

Einem Bestockungsgrad von 1,0, an der Tafel von GEHRHARDT gemessen, entspricht für die etwa vergleichbaren Standorte der Eglhartinger Versuchsreihen bereits ein natürlicher Bestockungsgrad von etwa 0,80. Dieser liegt nahe am kritischen Bestockungsgrad. Bis zur Mittelhöhe von 30 m erniedrigen sich die Bestockungsgrade der Bestände auf einen Betrag von 0,86, bezogen auf die Tafel von GEHRHARDT, was einem natürlichen Bestockungsgrad von weniger als 0,70 entsprechen dürfte. Es errechnet sich so für die Bestände von 23 m Mittelhöhe aufwärts ein Zuwachsverlust von reichlich 10 Prozent des Optimalzuwachses, was bei der durchschnittlichen Höhe des laufenden Zuwachses der betreffenden Bestände einem vorsichtig geschätzten Zuwachsverlust von wenigstens 1 Erntefestmeter je ha und Jahr gleichkommt. Bei einem erntekostenfreien Erlöse von rd. 70 DM je Efm würden sich also bereits für eine gesamte Bestandesfläche von 14 300 ha derart stark durchforsteter Fichten-Baumhölzer ein jährlicher Ertragsausfall im Wert von 1 Million DM errechnen! Dazu möge beachtet werden, daß die Qualität von Fichtenholz durch starke Durchforstungen nicht etwa verbessert, sondern i. d. R. verschlechtert wird. Nach sorgfältigen Sortimentierungen des Verfassers liegt der durchschnittliche Festmeterwert der beim C-Grad erzeugten Fichtenhölzer auf guten Standorten bereits für Bestandesalter von 80 Jahren nicht höher als beim B-Grad. Auch ist ja die zunehmende Bodenverwilderung in früh aufgelichteten Fichtenalthölzern für die natürliche und künstliche Verjüngung durchaus unerwünscht. So starke Eingriffe erscheinen deshalb nur vertretbar, wenn sie durch wirtschaftliche Notlagen oder Kalamitäten erzwungen werden, die Verjüngung des Bestandes einleiten sollen oder etwa zum Voranbau von Schalthölzern erforderlich sind.

Brauchbare Anhaltswerte für die zulässige Durchforstungsstärke in Fichtenbeständen — auch in solchen, die bisher schon stärker durchforstet wurden — bieten vom Verfasser abgeleitete „mittlere Entnahmeprozente an Grundfläche“. Diese sind nach durchschnittlichen jährlichen Höhenzuwächsen gestaffelt, die an gefällten Bäumen leicht gemessen oder geschätzt werden können. Dabei wird der beabsichtigte Durchforstungssturnus berücksichtigt. Auch diese orientierenden Werte sind in der „Waldertagskunde“ des Verfassers veröffentlicht, welche der forstlichen Praxis in mancher Hinsicht neue quantitative Grundlagen darbietet.

In Abb. 2 sind die Grundflächen des verbleibenden Bestandes der beiden Fichtenertragstafeln von GEHRHARDT (21) und WIEDEMANN 1936/42 über den Mittelhöhen dargestellt. Wie die zum Vergleich aufgetragenen Grundflächenerte der beiden Eglhartinger Versuchsreihen 72 und 73 erinnen lassen, welche nach Gesamtwuchsleistung und Grundflächenhaltung den durchschnittlichen Werten für die treffenden mittelschwäbischen Standorte recht nahe kom-