

Das gemeinsame Bemühen der Forstwirtschafter und -wissenschaftler muß dahin gehen, der ständigen Zunahme breitenwirksamer Gifanwendungen, die leider nicht nur im Jungwuchsschutz, sondern auch beim Schutz älterer Bestände zu verzeichnen ist, unbedingt Einhalt zu gebieten. Wenn wir alle zusammen durch äußerste Zurückhaltung in der Anwendung breitenwirksamer Mittel unter Inkaufnahme von Zuwachsverlusten und nötigenfalls auch des Todfraßes einzelner Stämme erst einmal die Ausbreitung der chemischen Bekämpfung in unseren Wäldern gestoppt haben, dann wird die Entwicklung auch bald rückläufig, d. h. im Sinne einer Stabilisierung der biologischen Waldgleichgewichte verlaufen. Insbesondere muß sich diese Zurückhaltung auch bei den Privatwaldbesitzern durchsetzen, die erfahrungsgemäß besonders leicht geneigt sind, zur chemischen Waffe zu greifen oder deren Einsatz zu verlangen.

Je weniger wir in den nächsten Jahren die biologischen Gleichgewichte der Wälder durch chemische Eingriffe stören, um so besser sind die Aussichten, ein der Erhaltung dieser Wälder günstiges Gleichgewicht an Forstschutzmaßnahmen zu erreichen. Der künftige Forstschutz muß in seinem Umfang etwa gleichbleiben und seinem Charakter nach viel mehr prophylaktisch als therapeutisch sein. Die unbedingt notwendigen Bekämpfungen müssen mit biologischen und selektiv wirkenden chemischen Mitteln erfolgen. Die Erhaltung der biologischen Gleichgewichte unserer Wälder wird dann gewährleistet sein.

Literatur

- BARJAC, H. DE, et al., 1958: Action d'un herbicide à base d'urée substituée sur le sol et sa microflore. Ann. Inst. Pasteur 95, 88-97. — BAUDUSSIN, F. v., 1952: Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. Zool. Jb., Abt. Syst., Ökol., Geogr. d. Tiere 81, 47-90. — BAUER, K., 1964: Studien über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna. Mitt. Biol. Bundesanst. f. Land- u. Forstw., H. 112. — CRAMER, H. H., 1957: Zur Frage der Insektizidwirkung auf Waldbiozöosen. Merck-Blätt. Darmst. 7, 5-62. — DOMSCH, K., 1963: Einflüsse von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenmikroflora (Sammelbericht). Mitt. Biol. Bundesanst. Land- u. Forstw., H. 107. — KÖSTLER, J., 1950: Waldbau. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey. — MAIER-BODE, H., 1965: Pflanzenschutzmittel-Rückstände. Stuttgart: Verlag E. Ulmer. — SCHWENKE, W., 1961: Walddüngung und Schadinsekten. Anz. Schädl. Kde. 34, 129-134. — Ders., 1964: Unterschiede im Zuckergehalt von Blättern und Nadeln und ihre Beziehungen zum Massenwechsel blatt- und nadelfressender Insektenarten. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 34. H., 37-43. — STEINER, P., 1931: Zur Kenntnis der Parasiten des Kiefernspanners. Z. ang. Ent. 17, 601-630. — WELLENSTEIN, G., 1958: Kritische Stellungnahme zur chemischen Bekämpfung im Walde. Mitt. bad. Landesver. Naturkde. z. Naturschutz, N. F., 221-227.

Ertragsniveau-Schätzverfahren für die Fichte an Hand einmalig erhobener Bestandesgrößen

Von F. FRANZ

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Inhaltsübersicht: 1. Einleitung — 2. Ertragsniveau-Bestimmung an Hand von Wachstumsmodellen mit mehrgliedrigem Ertragsniveau — 3. Ertragstabellen mit mehrfach gestuftem Ertragsniveau — 4. Informationen über das Ertragsniveau — 5. Gesamtwuchsleistung und Ertragsniveau — 6. Prinzip und Methode der Ertragsniveau-Schätzung — 6.1. Das Schätzverfahren als Rück-

schlußverfahren – 6.2. Auswahl der Weisergrößen für die Ertragsniveau-Schätzung – 6.3. Verfahrensgang bei der Ertragsniveau-Schätzung aus einmalig erhobenen Bestandesgrößen – 6.4. Auswahlkriterien für die Probenahme zur Ertragsniveau-Schätzung – 6.5. Niederdurchforstungsmoment – 6.6. Ordnungsmerkmale und Weisergrößen – 6.7. Einordnungsrahmen für die Schätzelemente – 6.8. Befundeinheit und Stichprobenumfang für die Ertragsniveau-Schätzung – 6.9. Das elektronische Rechenprogramm für die Herleitung von Ertragsniveau-Schätzwerten – 7. Das Ertragsniveau der Fichte auf drei Standorteinheiten mit größerer Flächenverbreitung in Mittelschwaben – Zusammenfassung – Literatur

Im Münchner Ertragskunde-Institut wurde vor etwa fünf Jahren ein langfristiges Arbeitsprogramm zur Fortentwicklung unserer Ertragstafeln eingeleitet. Über die bisherigen Ergebnisse dieser Arbeiten wurde im forstwissenschaftlichen Centralblatt wie auch an anderer Stelle bereits mehrfach berichtet. Im folgenden werden die Ergebnisse eines weiteren Arbeitsabschnittes mitgeteilt, in dem ein leicht zu handhabendes, in erster Linie auf die Bedürfnisse der Forsteinrichtungspraxis abgestelltes Schätzverfahren für das Ertragsniveau der Fichte in Bayern ausgearbeitet werden sollte. Die Arbeiten wurden durch Sachbeihilfen der Deutschen Forschungsgemeinschaft in überaus dankenswerter Weise gefördert.

Der Verfasser schuldet Herrn Professor ASSMANN für dessen vielseitigen Rat und für seine umfassende Unterstützung in allen Phasen der Untersuchungen, besonders jedoch bei der Entwicklung des Schätzmodells, ergebenen Dank. Oberforstmeister Dr. KENNEL und Forstmeister A. SCHMIDT gaben dem Verfasser wie bereits in den vergangenen Arbeitsabschnitten zahlreiche wertvolle Ratschläge bei der Abfassung der elektronischen Rechenprogramme. Die Lochkartenübertragung der Programme lag in Händen von Fräulein SEIDL. Frau E. HODUREK fertigte die tabellarischen und graphischen Darstellungen an. Das Ertragsniveau-Schätzverfahren wurde an Unterlagen erprobt, die z. T. von Forstassessor R. REHLE in den Jahren 1961 bis 1963 im Auftrag der DFG erhoben und ausgewertet wurden. Weitere wertvolle Hinweise zur Verfahrensentwicklung erhielt der Verfasser vom Leiter des Waldbaureferates der MFA in München, Herrn Regierungsdirektor WEINIG, ferner von den Waldbaureferenten der sechs bayerischen Oberforstdirektionen, den Regierungsförstdirektoren ELLINGER, Dr. HORN-DASCH, LANG, MÜNCH, REITHMEIER und TRETZEL sowie von seinem Kollegen Doz. Dr. KROTH vom Münchner Institut für Forstpolitik und forstliche Betriebswirtschaftslehre.

Allen Genannten sei für ihre Mithilfe verbindlichst gedankt.

1. Einleitung

Das Ertragsniveau ist ein Merkmal zur Kennzeichnung der potentiellen Ertragsleistung (Ertragsfähigkeit) einer Baumart auf gegebenem Standort. Es wird, nach dem bekannten Definitionsvorschlag von ASSMANN aus dem Jahre 1955 (S. 324), der in den folgenden Jahren noch erweitert worden ist (s. hierzu ASSMANN, 1961, S. 161–182; ASSMANN-FRANZ, 1965a, S. 17), durch die Gesamtwuchsleistung charakterisiert, die bei einer bestimmten Bestandeshöhe (Mittel- oder Oberhöhe) oder bei einer bestimmten Höhenbonität unter zuwachsoptimalen Bedingungen erreicht wird.

Die Theorie ASSMANNs vom Weiserwert des Ertragsniveaus (1961, S. 161 und 226) wird durch zahlreiche neuere Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Höhenwachstumsgang, Bestockungsdichte und Ertragsleistung gestützt. Hier sei besonders auf die aufschlußreichen Arbeitsergebnisse hingewiesen, welche die standortkundlich-ertragskundliche Forschung bei der Erkundung des standortstypischen Ertragsniveaus unserer Hauptbaumarten in den verschiedenen deutschen Wuchsgebieten im vergangenen Jahrzehnt erzielt hat.

2. Ertragsniveau-Bestimmung an Hand von Wuchsmodellen mit mehrgliedrigem Ertragsniveau

Die Erkenntnis, daß die Gesamtwuchsleistung bei gegebener Bestandeshöhe (und Grundflächenhaltung) selbst innerhalb enger geographischer Räume erhebliche, in erster Linie standortbedingte Unterschiede aufweisen kann (ASSMANN, 1961, 1966a,

1966b), hat in jüngster Zeit auch die Ertragstafelforschung stärker als bisher in ihre Überlegungen einbezogen, indem sie dazu überging, mehrgliedrige Wachstumsmodelle aufzustellen, in denen einer gegebenen Altershöhenbeziehung nicht nur – wie bisher – eine, sondern mehrere Beziehungen zur Gesamtwuchsleistung zugeordnet sind. Diesen Wachstumsmodellen liegen folgende Hypothesen zugrunde (vgl. ASSMANN, 1966a):

1. Die örtliche Zuwachs- und Ertragsleistung kann auch mit Hilfe regionaler Ertragstafeln hinreichend sicher geschätzt werden, wenn deren Leistungsangaben nicht nur nach Alter und Bestandeshöhe, sondern auch noch nach der standörtlichen Ertragsfähigkeit gegliedert sind.
2. Die standörtliche Ertragsfähigkeit (ILVESSALO, 1920) kann durch eine Reihe von Ertrags-elementen und ertragskundlichen Grundbeziehungen abgebildet werden, von denen das Ertragsniveau, d. h. die Gesamtwuchsleistung unter zuwachsoptimalen Bedingungen für gegebene Bestandeshöhen oder gegebene Altershöhenwerte, neben der natürlichen Grundflächenhaltung den weitaus größten Weiserwert besitzt. Unterschiede in der standörtlich möglichen Ertragsleistung einer Baumart in bestimmter Waldaufbauform spiegeln sich sehr deutlich in einem unterschiedlichen Verlauf ihrer Gesamtwuchsleistungskurven über der Bestandeshöhe oder dem Altershöhenwert wider.
3. Die standortbedingte Variation des Ertragsniveaus innerhalb des regionalen Anwendungsgebietes einer Ertragstafel kann durch mehrfache Stufung der Ertragsniveau-Beziehung oder durch Herleitung ertragsniveaugestufte Alterszuwachskurven für die einzelnen Bonitäten genügend sicher erfaßt werden. Hierbei dürfte eine dreifache Stufung des Ertragsniveaus im allgemeinen ausreichen.

3. Ertragstafeln mit mehrfach gestuftem Ertragsniveau

3.1. Die Konzeption einer Ertragstafel mit mehrstufigem Ertragsniveau wurde bereits in zwei neueren Ertragstafel-Veröffentlichungen verwirklicht. So enthalten die Ertragstafeln der britischen Forestry Commission (bearbeitet von BRADLEY, CHRISTIE und JOHNSTON) für die wirtschaftlich wichtigen Baumarten in Großbritannien aus dem Jahre 1966 neben einer einstufigen (generellen) Beziehung drei spezifizierende Beziehungen zwischen der Gesamtwuchsleistung und der Tafelganghöhe, die eine verhältnismäßig genaue Schätzung und Prognose der örtlichen Zuwachs- und Ertragsleistungen ermöglichen. Über die wichtigsten Konstruktionsmerkmale der britischen Ertragstafeln haben JOHNSTON und BRADLEY im Jahre 1963 in einer aufschlußreichen Arbeit berichtet¹. Eine gute einführende Darstellung in der deutschen Fachliteratur verdanken wir H. KRAMER (1966)². Die Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963, deren Aufbau von ASSMANN erstmals im Jahre 1962 an Hand von Ertragstafelmodellen beschrieben wurde, ist ebenfalls in drei Ertragsniveau-Stufen gegliedert (ASSMANN-FRANZ, 1965a, 1965b; FRANZ, 1966a). Im Unterschied zu den britischen wird in den bayerischen Tafeln der Stufenwert für das Ertragsniveau bereits als primäre Gliederungsgröße – neben den Bonitätsweisern Alter und Oberhöhe – verwendet. Die Hauptmerkmale der beiden Ertragstafelkonstruktionen hat ASSMANN in einer neueren Arbeit (1966a) noch einmal zusammenfassend beschrieben und hierbei

^{1, 2} Der Verfasser möchte an dieser Stelle Mr. BRADLEY, der an der Entwicklung des hervorragenden Tafelwerkes der britischen Forest Management Tables maßgeblich beteiligt war, für zahlreiche zusätzliche Informationen und wertvolle Zahlenangaben über den Aufbau der britischen Ertragstafeln herzlich danken. Ebenso sei Herrn Ofm. Doz. Dr. KRAMER, der sich in einem Studienaufenthalt über den Stand der ertragskundlichen Forschung in Großbritannien persönlich unterrichten konnte, für seine brieflichen Mitteilungen und Literaturhinweise zur Ertragstafelarbeit in Großbritannien verbindlichst gedankt.

auch die Unterschiede zwischen den beiden Tafeln herausgearbeitet. In der gleichen Arbeit konnte ASSMANN an Hand von Vergleichen der bayerischen Fichtentafel 1963 mit Versuchsflächenwerten und anderen Fichtentafeln die These erhärten, wonach Ertragstafeln mit mehrfach gestuftem Ertragsniveau wesentlich bessere Schätzwerte der örtlichen Zuwachs- und Ertragsleistung zu liefern vermögen als die derzeit verwendeten Tafeln mit nur einem Ertragsniveau je Höhenbonität.

3.2. In den letzten Jahren wurden in Europa zahlreiche Ertragstafeln entwickelt, die keine Ertragsniveau-Gliederung enthalten. Einem Teil dieser Tafeln liegen jedoch Wuchsmodelle zugrunde, die eine Erweiterung auf mehrere Ertragsniveau-Bereiche ohne Schwierigkeiten zulassen. Hier sei besonders auf die hervorragenden Ertragstafelmodelle von S.-O. ANDERSSON für die Kiefer in Nordschweden (1963), N. DÉCOURT für die Kiefer und die korsische Schwarzkiefer in der Sologne (1965, 1966), J. FABER für die Schwarzkiefer (*ssp. corsicana* und *austriaca*) und die Roteiche in den Niederlanden (1966a, 1966b, 1966c), J. FRIES für die Birke in Nord- und Mittelschweden (1964, 1965, 1966), H. PETTERSON für die Fichte und Kiefer in Schweden (1955), VUOKILA für die Kiefer in Finnland (1965) und von J. REHÁK (1955, 1956, 1960, 1966a, 1966b) hingewiesen.

4. Informationen über das Ertragsniveau

Die gezieltere Information über Zuwachs und Ertrag, die – den in Abschnitt 2 formulierten Hypothesen zufolge – Ertragstafeln mit mehrfach gestuftem Ertragsniveau zu liefern vermögen, setzt eine breitere Informationsgrundlage voraus, als sie bei den derzeit verwendeten Ertragstafeln ohne Ertragsniveau-Gliederung erforderlich ist. Um einen ertragskundlichen Befund in ein Tafelschema mit mehreren Ertragsniveau-Stufen einordnen zu können, müssen neben den üblichen Bonitätsweisern Alter und Bestandeshöhe auch noch Ertragsniveau-Weiser herangezogen werden, FRANZ, 1966a, S. 144; BRADLEY, CHRISTIE und JOHNSTON, 1966, S. 5 u. 6). Die Ertragsniveau-Weiser sollten so beschaffen sein, daß das Ertragsniveau objektiv und auf einfache Weise bestimmt werden kann. Die mit Hilfe der Ertragsniveau-Weiser gewonnenen Maßzahlen für das Ertragsniveau sollen unmittelbar einen Rückschluß auf die bestandesindividuelle bzw. die standorttypische Gesamtwuchsleistung zulassen, die unter zuwachs-optimalen Bedingungen bei einer bestimmten Bestandeshöhe zu erwarten ist. Zu diesem Zweck muß der Zusammenhang zwischen der Ertragsniveau-Maßzahl als einem quantitativen Ausdruck für das Ertragsniveau und der Gesamtwuchsleistung für gegebene Bestandeshöhen bzw. Altershöhenwerte biometrisch definiert werden. Alle wesentlichen Ansätze hierfür liefert die eingangs erwähnte Ertragsniveau-Theorie ASSMANN'S (vgl. Abschn. 1). Im folgenden Abschnitt sollen ASSMANN'S Überlegungen über den Zusammenhang von Gesamtwuchsleistung und Ertragsniveau und die ihnen zugrunde liegenden biometrischen Vorstellungen kurz dargestellt werden.

5. Gesamtwuchsleistung und Ertragsniveau

5.1. Die Ertragsniveau-Theorie ASSMANN'S läßt sich in folgenden Leitsätzen zusammenfassen:

Die Abhängigkeit der Gesamtwuchsleistung unter zuwachs-optimalen Bedingungen (GWL_{opt}) von den Bestimmungsgrößen Bestandeshöhe (h) und Bestandeshalter (A)

wird durch die beiden Grundbeziehungen $GWL_{opt} = f(h)$ (Grundbeziehung für allgemeines Ertragsniveau) und $GWL_{opt} = f(h, A)$ (Grundbeziehung für das spezielle Ertragsniveau) ausgedrückt.

Je steiler die GWL_{opt} -Kurve über der Bestandeshöhe bzw. bei vorgegebener Alters-

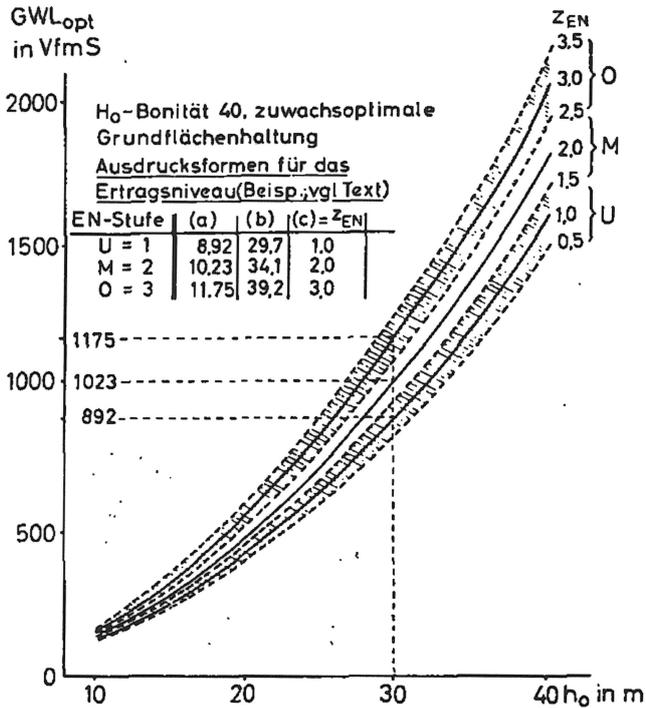


Abb. 1

höhenentwicklung ist, um so höher ist das Ertragsniveau (EN). Unterschiede im Ertragsniveau kommen in den Parametern der Ertragsniveau-Beziehung zum Ausdruck.

Die Parameter der o. a. Grundbeziehungen sind damit als Kennwerte für einen biometrischen Gesamtausdruck des Ertragsniveaus aufzufassen. Das Ertragsniveau wird also nicht durch die Grundbeziehungen selbst, sondern durch die sie indizierenden biometrischen Maßzahlen gekennzeichnet.

So ließe sich z. B. ein flacher Verlauf der GWL_{opt} -Kurve, der ein niedriges Ertragsniveau charakterisiert, durch die Maßzahl 1,0, ein mittlerer GWL_{opt} -Verlauf durch die Maßzahl 2,0 ein steiler Kurvenverlauf durch die Maßzahl 3,0 kennzeichnen. Die Maßzahlen 1,0, 2,0 und 3,0 sind quantitative Ausdrücke für die relativen Wertkriterien „niedrig“, „mittel“ und „hoch“. Sie kennzeichnen unmittelbar das Ertragsniveau.

5.2. Zwischen den Maßzahlen Z_{EN} für das Ertragsniveau und den Parametern P_i ($i = 1, \dots, k + 1$) der GWL_{opt} Grundbeziehung mit k Bestimmungsgrößen besteht innerhalb der gleichen Grundgesamtheit von GWL_{opt} -Verläufen die Beziehung

$$Z_{EN} = f(P_1, \dots, P_{k+1}).$$

Für die Maßzahl Z_{EN} können hierbei verschiedene Formen des Zahlenausdrucks gewählt werden (vgl. Abb. 1), z. B.

a. die durch 100 geteilte Gesamtwuchsleistung GWL_{opt} über einer gegebenen Bezugshöhe h

Beispiel:

$$GWL_{opt} = 1200 \text{ Vfm}, h = 30 \text{ m}; Z_{EN} = 12,0$$

$$GWL_{opt} = 900 \text{ Vfm}, h = 30 \text{ m}; Z_{EN} = 9,0.$$

b. der Quotient aus der Gesamtwuchsleistung GWL_{opt} in einer gegebenen Bezugshöhe h und dem zugehörigen Höhenwert

Beispiel:

$$GWL_{opt} = 1200 \text{ Vfm}, h = 30 \text{ m}; Z_{EN} = 40,0$$

$$GWL_{opt} = 900 \text{ Vfm}, h = 30 \text{ m}; Z_{EN} = 30,0.$$

c. eine Kennziffer, welche die Position eines gegebenen GWL_{opt} -Verlaufes innerhalb des zugehörigen regionalen Gesamtrahmens der GWL_{opt} -Kurven über der Höhe bzw. dem Altershöhenwert bezeichnet.

Beispiel: Gegeben ist eine regionale Variation von GWL_{opt} -Verläufen, die bei einer bestimmten Bezugshöhe, z. B. bei $h = 30 \text{ m}$, einen Variationsbereich für GWL_{opt} von 825 bis

1275 Vfm ausweist. Dieser Variationsbereich wird mit Hilfe einer Skala von Ertragsniveau-kennziffern in drei Ertragsniveaubereiche mit den mittleren Skalenwerten 1,0, 2,0 und 3,0 untergliedert. Die Skalenwerte kennzeichnen ein unteres (EN-Stufe 1), mittleres (EN-Stufe 2) und ein oberes Ertragsniveau (EN-Stufe 3). Nach unten werden die Bereiche durch die EN-Kennziffer 0,5 (f. d. GWL_{opt} -Entwicklung mit $GWL_{opt} = 825$ Vfm bei $h = 30$ m), nach oben durch die EN-Kennziffer 3,5 (f. d. GWL -Entwicklung mit $GWL_{opt} = 1275$ Vfm bei $h = 30$ m) begrenzt. Den EN-Kennziffern 1,0, 2,0 und 3,0 sind GWL_{opt} -Verläufe zugeordnet, die über $h = 30$ m eine GWL_{opt} von 900 Vfm (EN-Kennziffer 1,0, EN-Stufe 1), 1050 Vfm (EN-Kennziffer 2,0, EN-Stufe 2) und 1200 Vfm (EN-Kennziffer 3,0, EN-Stufe 3) erreichen.

Die verwendete EN-Skala läßt Interpolationen von beliebiger Feinheit zwischen den mittleren Skalenwerten zu: Eine GWL_{opt} -Entwicklung, die über $h = 30$ m 921 Vfm erreicht, würde in der obigen Ertragsniveaugliederung die EN-Kennziffer 2,14 erhalten.

Der Zahlenausdruck (c) wurde der Ertragsniveau-Gliederung in der Vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963 (vgl. Abschn. 3.1) zugrunde gelegt.

5.3. Die drei Ausdrücke sind nur in bezug auf ein spezifisches, durch seine Parameter definiertes Maßstab-System von GWL_{opt} -Kurven aussagefähig. An Hand eines solchen GWL_{opt} -Kurvensystems, dessen Ertragsniveau-Gliederung quantitativ definiert ist,

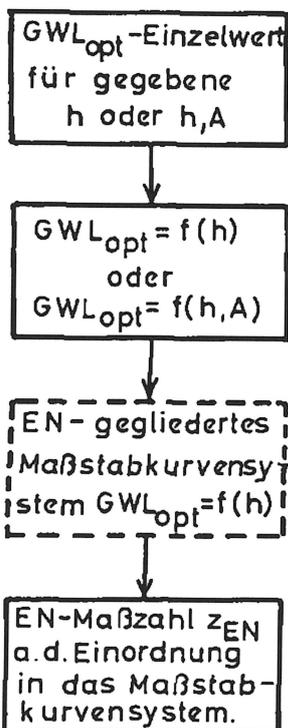


Abb. 2. Informationsfluß vom höhen- bzw. altershöhenbezogenen GWL_{opt} -Einzelwert zur Ertragsniveau-Maßzahl z_{EN}

kann das individuelle Ertragsniveau gegebener Beziehungen zwischen Gesamtwuchsleistung und Bestandeshöhe bzw. Altershöhenwert leicht bestimmt werden. Hierbei wird jedoch vorausgesetzt, daß die einzustufenden GWL_{opt} -Beziehungen der gleichen Grundgesamtheit von GWL_{opt} -Verläufen angehören, auf die sich auch das Maßstabkurvensystem bezieht.

5.4. In dem Informationsfluß vom höhen- bzw. altershöhen bezogenen GWL_{opt} -Wert zur Ertragsniveau-Maßzahl stellt das Ertragsniveau die oberste Informationsstufe einer Stufenfolge von Informationen dar, die sich wie folgt anordnen läßt (vgl. Abb. 2):

1. Höhen- bzw. altershöhenbezogener GWL_{opt} -Einzelwert.
2. Individuelle Grundbeziehung $GWL_{opt} = f(h)$ bzw. $GWL_{opt} = f(h, A)$ aus dem Ausgleich der GWL_{opt} -Werte über der Bestandeshöhe bzw. dem Altershöhenwert.
3. Maßstabkurvensystem für die Herleitung der Ertragsniveau-Maßzahl. Mit der Auswahl des bestgeeigneten Maßstabkurven-Systems wird die Ertragsniveau-Bestimmung eingeleitet. Bei diesem Schritt wird vorausgesetzt, daß zwischen mehreren ertragskundlich gleichwertigen Bezugskurven-Systemen, die unterschiedliche Grundgesamtheiten von GWL_{opt} -Verläufen repräsentieren, gewählt werden kann.
4. Ertragsniveau-Maßzahl aus der Einordnung der individuellen Grundbeziehung in das Maßstabkurven-System.

6. Prinzip und Methode der Ertragsniveau-Schätzung

6.1. Das Schätzverfahren als Rückschlußverfahren

Der beschriebene Lösungsweg setzt voraus, daß der individuelle Entwicklungsgang der Gesamtwuchsleistung oder zumindest einzelne Gesamtwuchsleistungswerte über der Höhe oder dem Altershöhenwert des Bestandes bekannt sind, dessen Ertrags-

niveau bestimmt werden soll. Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, so muß entweder die höhen- bzw. altershöhenbezogene Entwicklung der Gesamtwuchsleistung oder unmittelbar das Ertragsniveau geschätzt werden. Zur erstgenannten Alternative, der Schätzung der GWL und ihrer Entwicklung, wurde in jüngster Zeit bereits eine Reihe von Vorschlägen veröffentlicht (G. MÜLLER, 1957, 1963; MAGIN, 1963, 1965; FRANZ, 1963). Im folgenden sollen Lösungsmöglichkeiten für die zweite Alternative aufgezeigt werden mit dem Ziel, an Hand einmalig erhobener Ertragsniveau-Weiser das standorttypische bzw. das bestandesindividuelle Ertragsniveau zu schätzen. Dieser Lösungsweg stellt gegenüber dem in Abschnitt 5.4. beschriebenen ein Rückschlußverfahren dar: Die letzte Informationsstufe, das Ertragsniveau, wird zuerst bestimmt. Aus dem Ertragsniveau-Schätzwert wird über die Informationsstufe der Parameter der zugeordneten Beziehung $GWL_{opt} = f(h)$ bzw. $GWL_{opt} = f(h, A)$ die standorttypische bzw. die bestandesindividuelle Gesamtwuchsleistung hergeleitet.

6.2. Auswahl der Weisergrößen für die Ertragsniveau-Schätzung

6.2.1. Um das Ertragsniveau auf die beschriebene Weise schätzen zu können, muß ein geeignetes Schätzverfahren entwickelt werden. Den ersten Schritt beim Aufbau eines solchen Verfahrens bildet die Auswahl der Weisergrößen, aus denen das Ertragsniveau geschätzt werden soll.

Das Ertragsniveau kann hergeleitet werden

1. aus standörtlichen Weisergrößen in Verbindung mit ertragskundlichen Weisergrößen,
2. allein aus ertragskundlichen Weisergrößen.

6.2.2. Die Entscheidung darüber, welche der beiden Gruppen von Weisergrößen dem Schätzverfahren zugrunde gelegt werden soll, wird maßgeblich nach aufnahmetechnischen Gesichtspunkten getroffen. Dies zeigt die folgende Gegenüberstellung der beiden, von den oben genannten Gruppen von Weisergrößen ausgehenden Verfahrenswege.

6.2.2.1. *Herleitung des Ertragsniveaus aus standörtlichen Weisergrößen für die Ertragsfähigkeit unter Beiziehen ertragskundlicher Kennwerte*

Das Ertragsniveau wird, wie aus Abschnitt 1 hervorgeht, als Ausdruck für die Ertragsfähigkeit eines Standortes in bezug auf eine Baumart in gegebener Waldaufbauform aufgefaßt. Als nächstliegende Lösung bietet sich daher an, das Ertragsniveau direkt aus einer die Ertragsfähigkeit beschreibenden Matrix von Standortfaktoren herzuleiten und das Schätzergebnis durch zusätzliche Eingabe ertragskundlicher Kenngrößen für die potentielle Ertragsleistung zu sichern. Ein solcher Lösungsweg setzt quantitative Weisergrößen zur Kennzeichnung der aktuellen und der potentiellen Standortproduktivität (KOPP, 1955) voraus, die allein aus quantifizierten Standortmerkmalen zuverlässig gewonnen werden können. Wie bereits an anderer Stelle (FRANZ, 1965, S. 384) ausgeführt wurde, sind wir zur Zeit noch nicht in der Lage, standortkundliche Weisergrößen für die Ertragsfähigkeit unter Feldbedingungen, wie sie bei den Arbeiten der praktischen Standorterkundung und Forsteinrichtung gegeben sind, mit der für eine zuverlässige Ertragsniveau-Schätzung erforderlichen Trennschärfe zu bestimmen. Ein Lösungsweg für die Ertragsniveau-Schätzung, der solche Weisergrößen voraussetzt, kann daher zur Zeit noch nicht beschrritten werden.

6.2.2.2. Herleitung des Ertragsniveaus ausschließlich aus ertragskundlichen Weisergrößen

Der zweite Verfahrensweg berücksichtigt die in der Praxis gegebenen Möglichkeiten, die erforderlichen Ertragsniveau-Weiser auf einfache, schnelle und sichere Art zu bestimmen. Auf diese wichtige verfahrenstechnische Voraussetzung wurde bereits im Abschnitt 4 hingewiesen.

Die Ertragsniveau-Schätzung ausschließlich aus ertragskundlichen Weisergrößen stellt gegenüber dem erstgenannten Verfahrensweg, der sowohl standortkundliche als auch ertragskundliche Weisergrößen verwendet, zweifellos eine Ersatzlösung dar. Sie vermag jedoch verhältnismäßig sichere Resultate zu liefern, wenn für die Herleitung der Ertragsniveau-Weisergrößen ein gut ausgewähltes Flächenmaterial und ein genügend umfangreiches Datenmaterial zur Verfügung stehen.

6.2.3. Im vergangenen Jahr wurde im Münchner Ertragskunde-Institut ein Ertragsniveau-Schätzverfahren für gleichaltrige Fichten-Reinbestände in Bayern entwickelt, das folgende Bestandesgrößen als Weiser für das Ertragsniveau benutzt:

1. das Bestandesalter (A),
2. die Bestandesoberhöhe (h_0),
3. die Bestandesgrundfläche/ha zum Zeitpunkt der Datenerhebung (G),
4. den Durchmesser des Bestandes-Grundflächenmittelstammes zum Zeitpunkt der Datenerhebung (d_m).

An Stelle der Größenkombination Grundfläche – mittlerer Durchmesser können auch die Kombinationen Grundfläche – Stammzahl/ha und Stammzahl/ha – mittlerer Durchmesser verwendet werden (vgl. Programmbeschreibung im Abschnitt 6.9.).

Alle Ertragsniveau-Weisergrößen können aus einmaliger Bestandesaufnahme gewonnen werden. Die Probeflächen, auf denen die vier Bestandesdaten erhoben werden, müssen jedoch einer Reihe von Anforderungen bezüglich ihrer Größe und ihrer Standortgleichheit, ferner bezüglich des Bestandesalters, der Ausgangsstammzahl, der Durchforstungsart, des Durchforstungsgrades und des Durchforstungsturnus genügen. Hierauf wird im Abschnitt 6.4. noch näher eingegangen.

Es ist vorgesehen, zur Stabilisierung des Schätzergebnisses noch einen fünften Ertragsniveauweiser, nämlich den Oberdurchmesser d_0 , den Durchmesser des Grundflächenmittelstammes der 100 stärksten Stämme je Hektar, welcher der Bestandesoberhöhe zugeordnet ist, in das Schätzverfahren einzubeziehen. Die Untersuchungen hierzu sind noch nicht abgeschlossen.

6.3. Verfahrensgang bei der Ertragsniveau-Schätzung aus einmalig erhobenen Bestandesgrößen

6.3.1. Ein erster Vorschlag für ein Ertragsniveau-Schätzverfahren wurde bereits im Jahre 1965 veröffentlicht (FRANZ, 1965). Es sieht vor, aus den Daten der Bestandesaufnahme zunächst die natürliche Grundfläche zu schätzen. Aus den Schätzwerten für die natürliche Grundfläche soll in einem zweiten Schritt das Ertragsniveau hergeleitet werden.

Der Verfahrensvorschlag fußt ausschließlich auf südbayerischen Unterlagen. Er stellt eine vorläufige Lösung dar, die überdies in der praktischen Forsteinrichtung kaum zu verwirklichen ist. Hinzu kommt, daß der Geltungsbereich der dem Verfahren zugrunde liegenden Schätzwert-Tabelle für die natürliche Grundfläche zunächst auf Südbayern beschränkt ist, da noch nicht bekannt ist, inwieweit sie die Wuchsverhältnisse in Nordbayern zutreffend wiedergibt. Für Nordbayern konnten

entsprechende Tabellen aus Mangel an geeignetem Datenmaterial (langfristig beobachtete Versuchsflächen) bisher noch nicht aufgestellt werden.

Das im Münchner Ertragskunde-Institut entwickelte und programmierte Verfahren soll eine für die Praxis der Forsteinrichtung brauchbare Lösung bieten. Das Verfahren sieht vor, das Ertragsniveau unmittelbar aus den Daten der Holzvorratsinventur zu schätzen. Als Maßstab-Kurven-System für die Herleitung der Ertragsniveau-Maßzahl (vgl. Abschn. 5) benutzt das Verfahren das Ertragsniveau-Kurven-System der „Vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963“. Diesem Kurvensystem liegen ertragsniveau-gegliederte Alterszuwachskurven zugrunde, deren Aufbau in den Koeffizienten-Tabellen 1 und 2 des Autorenreferates zur Bayerischen Fichtenertragstafel beschrieben worden ist (ASSMANN-FRANZ, 1965, S. 16 und 19).

6.3.2. Beim Aufbau des Schätzverfahrens wurde von folgenden Überlegungen ausgegangen:

1. Die Grundflächenhaltung eines undurchforsteten Bestandes gegebener Altershöhenentwicklung spielt sich bei ungestörtem Entwicklungsgang nach einer Periode der Adaption an die groß- und kleinräumigen Standortverhältnisse auf seine bestandes- und standortspezifische natürliche Grundflächenhaltung ein. Mit zunehmendem Alter tritt der Einfluß der individuellen Bestandesmerkmale gegenüber dem Einfluß des Standortes auf die Höhe der natürlichen Grundflächenhaltung stark zurück.

Bei gegebenem Standort kann die natürliche Grundfläche einer Baumart durch folgende Bestandesmerkmale variiert werden:

- a. Waldaufbauform und Stammverteilung über die Bestandesfläche, genetische Konstellation und Altersgliederung;
- b. Begründungsart und Ausgangsstammzahl;
- c. Schadenskomponenten.

Das Schätzmodell bezieht sich auf gleichaltrige Fichten-Reinbestände, deren Stammverteilung über die Bestandesfläche innerhalb des Rahmens natürlicher Gleichmäßigkeit liegt (STRAND, 1953; FRANZ, 1957). Ertragskundlich wirksame Unterschiede in der genetischen Zusammensetzung der Fichtenbestände werden nicht angenommen. Ebenso werden die Schadkomponenten als ertragskundlich invariant angenommen. Es werden lediglich geringe bis mittlere Ausgangsstammzahlen (ca. 5000 bis 8000/ha) vorausgesetzt. Weiterhin wird vorausgesetzt, daß der Einfluß von Begründungsart und Ausgangsstammzahl (innerhalb des umschriebenen Rahmens) bis zum Ende der o. g. Adaptionsperiode eliminiert wird. Danach wird die Entwicklung der natürlichen Grundfläche im überwiegenden Maße durch die Standortverhältnisse bestimmt. Als Adaptionsperiode wird der Zeitraum von der Bestandesbegründung bis zum ausgehenden Stangenholzalter angenommen.

Das Schätzverfahren baut damit auf Voraussetzungen auf, nach denen die bestandes-spezifische Interrelation zur natürlichen Grundflächenhaltung gegenüber dem Einfluß des Standortes vernachlässigt werden kann. Als standortspezifische Einflußkomponenten werden die klein- und großräumig wirksamen Standortfaktoren i. w. S. verstanden. Hierzu zählen auch bestockungsspezifische Einflüsse des Vorbestandes und Einflüsse umgebender Bestockung.

2. Zwischen der natürlichen Grundflächenhaltung eines Bestandes und seiner Gesamtwuchsleistung für gegebene Höhen bzw. Altershöhenwerte bestehen enge Beziehungen. Ebenso wie die höhen- bzw. altershöhenbezogene Gesamtwuchsleistung ist auch die natürliche Grundflächenhaltung ein ertragskundlicher Ausdruck für die standörtliche Ertragsfähigkeit.

Ein Rückschluß auf die natürliche Grundflächenhaltung ermöglicht damit zugleich eine Aussage über das Ertragsniveau.

3. Einer natürlichen Grundfläche G_{nat} in einem gegebenen Alter A ist ein mittlerer Durchmesser d_m zugeordnet, der bei gleichem Ertragsniveau nur innerhalb eines sehr engen Variationsbereiches schwankt.

4. Wird die natürliche Grundfläche durch Hiebseingriffe abgebaut, so ändert sich auch der Wert des mittleren Durchmessers des verbleibenden Bestandes. Richtung und Ausmaß der Durchmesseränderung werden durch die Art und Intensität (= Stärke

und Zeitfolge) der Eingriffe bestimmt. In Fichtenbeständen wird der mittlere Durchmesser innerhalb eines breiten Rahmens der Grundflächenabsenkung – unter der Voraussetzung eines Durchforstungsereignisses nach dem Niederdurchforstungsmoment (PETTERSON, 1955) – positiv verändert. Sein Wert kann innerhalb verhältnismäßig enger Fehlergrenzen bestimmt werden, wenn Art, Häufigkeit und Zeitfolge der Hiebseingriffe als zusätzliche Ordnungsmerkmale – neben den Weisergrößen Alter, Bestandeshöhe und derzeitiger Bestandesgrundfläche als Folgewert der zugeordneten natürlichen Grundfläche – bei seiner Herleitung berücksichtigt werden.

5. Je stärker die Grundflächenabsenkung ist, um so größer ist – unter der Voraussetzung gleicher Durchforstungsart und -zeitfolge – der mittlere Durchmesser des in die nachfolgende Zuwachsperiode einwachsenden Bestandes.

6. Ein Bestand mit gegebener Grundfläche im Alter A hat einen um so geringeren natürlichen Bestockungsgrad und damit ein um so höheres Ertragsniveau, je größer – unter sonst gleichen Voraussetzungen – sein mittlerer Durchmesser d_m ist. Mit anderen Worten: Je höher das Ertragsniveau ist, um so höher ist die zugeordnete natürliche Grundfläche und um so größer sind

- a. die Differenz zwischen dieser und der derzeitigen Grundfläche und
- b. der derzeitige mittlere Durchmesser des Bestandes bei gegebenem Durchforstungsmoment und Durchforstungsturnus.

7. Das Ertragsniveau eines Bestandes mit bekanntem Alter und Bestandeshöhenwert kann aus der Größe des mittleren Durchmessers geschätzt werden, der seiner derzeitigen Grundfläche zugeordnet ist.

6.4. Auswahlkriterien für die Probenahme zur Ertragsniveau-Schätzung

Aus Abschnitt 6.3.2. geht hervor, daß wir das Ertragsniveau nur dann zuverlässig schätzen können, wenn uns ein sorgfältig ausgewähltes Bestandesmaterial zur Verfügung steht. Eine Probenahme aus einem Bestand, dessen Ertragsniveau geschätzt werden soll (s. hierzu Abschn. 6.8.), muß die folgenden standörtlichen, waldbaulichen und ertragskundlichen Voraussetzungen erfüllen:

1. Die Bestandesfläche, auf der die Probenahme erhoben werden soll, muß standort-einheitlich sein.
2. Der zu schätzende Bestand sollte eine Oberhöhenbonität von mindestens 26 (entsprechend etwa III.5 Bonität nach der ET WIEDEMANN, 1936/42 m. Df.) aufweisen. Der Anteil einbezogener Mischbaumarten sollte nicht größer als 5% (bezogen auf die Bestandesgrundfläche) sein.
3. Die Fläche einer Probenahme sollte 0,1 ha nicht unterschreiten und nicht größer sein als 0,5, höchstens 1,0 ha. Die optimale Probenahme-Größe beträgt 0,10 bis 0,25 ha.
4. Der für die Probenahme vorgesehene Bestandesteil darf keinen ertragskundlich wirksamen Saum- und Randwirkungen sowie keinen Nachbarschaftswirkungen von Bestockungen mit stark abweichender ertragskundlicher Merkmalsstruktur ausgesetzt sein.
5. Die bisherige Bestandesentwicklung im Bereich der Probenahme darf durch Schadenseinflüsse nicht wesentlich beeinträchtigt worden sein.
6. Der in die Probenahme einbezogene Bestandesteil muß in sich gleichaltrig sein. Die maximale Altersdifferenz innerhalb einer Probenahme darf höchstens zehn Jahre betragen.
7. Das Alter des Probenahme-Bestandes sollte mindestens 50 Jahre und höchstens 100 bis 110 Jahre betragen.
8. Die Zeitintervalle zwischen jeweils zwei Hiebseingriffen (Durchforstungsturnus)

vom Beginn des Stangenholzalters bis zum Zeitpunkt der Probenahme sollten nicht kürzer als vier und nicht länger als zwölf Jahre sein.

9. Für die Probenahme ist eine Mindestbestockungsdichte – ausgedrückt als Grundfläche/ha – von G (in qm) = $1,2 \cdot h_0$ (in m) erforderlich.

Beispiel: Ein Bestand mit einer Oberhöhe von 30 m muß eine Grundfläche von mindestens 36 qm/ha aufweisen, wenn er für die Ertragsniveau-Schätzung verwendet werden soll.

10. Die im letzten Jahrzehnt vor der Probenahme auf dem Durchforstungswege entnommene Grundfläche sollte höchstens 25 % der Bestandesgrundfläche zum Aufnahmezeitpunkt ausmachen.
11. Die bisher durchgeführten Hiebseingriffe müssen durch ein Niederdurchforstungsmoment charakterisiert werden können.

In normal gepflegten 50- bis 100(110)jährigen Fichtenbeständen können i. a. niederdurchforstungsartige Eingriffe vorausgesetzt werden. In über 110jährigen Beständen kann ein Niederdurchforstungsmoment als Eingriffskriterium dagegen nicht mehr mit gleicher Sicherheit angenommen werden.

6.5. Niederdurchforstungsmoment

6.5.1. An Hand der aufgezählten Auswahlkriterien wird darüber entschieden, ob das Schätzverfahren auf einen gegebenen Bestand angewendet werden kann oder nicht. In den weiteren Verfahrensgang der Ertragsniveau-Schätzung werden die Kriterien – mit Ausnahme des Merkmals „Ausbildung des Niederdurchforstungsmomentes“ – nicht miteinbezogen³. Da dieses Merkmal – im folgenden als Ndf-Merkmal k_{DM} bezeichnet – die Größe des mittleren Durchmessers unmittelbar mitbestimmt, wurde es als Ordnungsmerkmal in den Rechengang übernommen. Zu diesem Zweck wurde es in einen einfachen Zahlenausdruck überführt, der k_{DM} als Funktion des Bestandesalters wiedergibt:

$$k_{DM} = k_0 + b_k \cdot A$$

Bezeichnet man den unter Eliminierung der Ndf-Merkmalstreueung ermittelten Durchmesser eines Bestandes mit gegebenem Alter, Oberhöhen- und Grundflächenwert mit DM' , so ergibt sich der mittlere Durchmesser unter dem Einfluß des Ndf-Moments als

$$DM = k_{DM} \cdot DM'$$

6.5.2. Bei orientierenden Untersuchungen an Fichten-Versuchs- und -Probeflächen des Münchner Ertragskunde-Instituts wurde festgestellt, daß – bei vorgegebener Grundflächenhaltung und unter sonst gleichen Bedingungen – die Entwicklung des mittleren Durchmessers des verbleibenden Bestandes um so steiler verläuft, je konsequenter die Niederdurchforstung gehandhabt wurde, d. h. je stärker das Niederdurchforstungsmoment ausgeprägt ist. Nach diesen Untersuchungen schwankt k_{DM} im regionalen bayerischen Durchschnitt zwischen 0,96 und 1,02. In der Vorläufigen Bayerischen Fichtentafel 1963 ist für die Altersdurchmesserentwicklung des verbleibenden Bestandes ein k_{DM} von 1,0 unterstellt worden. Für den überwiegenden Teil unserer niederdurchforstungsartig behandelten Fichtenbestände in Bayern ist ein k_{DM} von 0,99 mit den Grenzen 0,98 und 1,0 anzusetzen.

³ Zur Definition und numerischen Kennzeichnung des Niederdurchforstungsmomentes siehe PETERSON (1955). Der hier verwendete Ausdruck für das Ndf-Moment stellt gegenüber dem von PETERSON verwendeten lediglich eine Orientierungsgröße dar.

Tabelle 1

Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963, Oberhöhenbonität 40, unteres, mittleres und oberes Ertragsniveau
 Entwicklung einiger Daten des verbleibenden Bestandes bei natürlicher Grundflächenhaltung
 und nach fünf verschiedenen Durchforstungsprogrammen. Beschreibung im Text. Alter 80, 90 und 100

1 Alter A	2 Ober- höhe h_0	3 Df- Programm	4 ET- Bestok- kungs- grad	5 unteres Ertragsniveau (EN-Stufe 1)					10 mittleres Ertragsniveau (EN-Stufe 2)					15 oberes Ertragsniveau (EN-Stufe 3)				
				nat. Best.gr. n.B.G.	Mittel- höhe h_m	Stamm- zahl N/ha	mittl. Durchm. d_m	Grdf. G/ha	nat. Best.gr. n.B.G.	Mittel- höhe h_m	Stamm- zahl N/ha	mittl. Durchm. d_m	Grdf. G/ha	nat. Best.gr. n.B.G.	Mittel- höhe h_m	Stamm- zahl N/ha	mittl. Durchm. d_m	Grdf. G/ha
80	36,2	Nat.G.H.		1,00	32,1	895	30,0	62,9	1,00	32,0	962	30,4	69,5	1,00	32,1	1034	30,8	76,8
				0,87	33,5	585	34,5	54,7	0,88	33,3	635	34,9	60,5	0,88	33,4	684	35,3	66,9
				0,79	33,9	487	35,9	49,2	0,79	33,8	528	36,3	54,5	0,79	33,8	569	36,7	60,2
				0,80	34,3	408	37,0	43,7	0,70	34,2	442	37,2	48,4	0,70	34,1	477	37,8	53,5
				0,70	34,6	340	37,9	38,3	0,61	34,5	369	38,3	42,4	0,61	34,4	398	38,7	46,8
			0,60	34,8	280	38,7	32,8	0,53	34,8	304	39,1	36,3	0,53	34,7	328	39,5	40,2	
90	38,3	Nat.G.H.		1,00	34,3	725	33,7	64,6	1,00	34,3	777	34,2	71,2	1,00	34,6	832	34,7	78,6
				0,89	35,6	495	38,4	57,3	0,90	35,6	538	38,8	63,5	0,90	35,7	583	39,2	70,3
				0,80	36,1	408	40,1	51,6	0,81	36,0	444	40,5	57,2	0,81	36,1	481	41,0	63,3
				0,80	36,5	341	41,4	45,9	0,72	36,4	370	41,9	50,8	0,72	36,5	401	42,3	56,3
				0,70	36,8	283	42,5	40,2	0,63	36,8	308	42,9	44,5	0,63	36,8	333	43,4	49,2
			0,60	37,1	233	43,4	34,4	0,54	37,0	253	43,8	38,1	0,54	37,0	274	44,3	42,2	
100	40,0	Nat.G.H.		1,00	36,1	598	37,4	65,6	1,00	36,2	639	38,0	72,3	1,00	36,7	683	38,6	79,6
				0,91	37,4	423	42,3	59,4	0,91	37,4	460	42,7	65,8	0,92	37,6	501	43,1	72,8
				0,82	37,9	346	44,4	53,5	0,82	37,9	377	44,8	59,2	0,83	38,0	409	45,2	65,6
				0,80	38,4	288	45,9	47,5	0,73	38,3	313	46,3	52,6	0,74	38,4	340	46,8	58,3
				0,70	38,7	239	47,1	41,6	0,64	38,6	259	47,6	46,1	0,65	38,7	282	48,0	51,0
			0,60	39,0	196	48,2	35,7	0,55	38,9	213	48,6	39,5	0,55	38,9	231	49,1	43,7	

6.6. Ordnungsmerkmale und Weisergrößen

Die aufgezählten Beurteilungsmerkmale und Bestimmungsgrößen für das Ertragsniveau gliedern sich in

1. die Kriterien für die Auswahl der Probenahme für die Ertragsniveau-Schätzung;
2. das Ordnungsmerkmal k_{DM} als Orientierungsgröße für das Niederdurchforstungsmoment;
3. die Ertragsniveau-Weisergrößen, die sich ihrerseits untergliedern in
 - a. die Einordnungsgrößen Alter A und Oberhöhe h_0 bzw. H_0 -Bonität H_0 , aus denen die Position des Bestandes innerhalb des Altershöhenrahmens der Ertragstafel bestimmt wird;
 - b. die Schätzelemente Grundfläche G und mittlerer Durchmesser d_m , aus denen das Ertragsniveau bei gegebener Altershöhenposition hergeleitet wird.

6.7. Einordnungsrahmen für die Schätzelemente

6.7.1. Den Einordnungsrahmen für die beiden Schätzelemente liefert ein Koeffizientenschema, das auf dem Schema der Vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963 (ASSMANN-FRANZ, 1965a, Tabelle 1 und 2) aufbaut und die Entwicklung aller wesentlichen Bestandesgrößen des Gesamtbestandes sowie des ausscheidenden und verbleibenden Bestandes für Durchforstungsprogramme unterschiedlichster Art beschreibt (FRANZ, 1966b). In Tabelle 1 ist am Beispiel der drei Ertragsniveau-Stufen der Oberhöhenbonität 40 nach der o. g. Tafel die Veränderung des natürlichen Bestockungsgrades, der Mittelhöhe, Stammzahl und Grundfläche sowie des mittleren Durchmessers (vgl. Bestand) unter dem Einfluß von fünf verschiedenen Durchforstungsprogrammen für die Bestandesalter 80, 90 und 100 dargestellt. Daneben wird die Entwicklung der fünf Bestandesgrößen bei natürlicher Grundflächenhaltung wiedergegeben.

Definition der fünf Durchforstungsprogramme:

Df.-Programm 1: Standard-Durchforstungsprogramm nach der Ertragstafel zum Erzielen nachhaltig optimaler Zuwächse.

Df.-Programm 2—5: Ertragstafelgemäße Behandlung bis zum Alter 40. Ab Alter 40 lineare Absenkung der Grundfläche auf die ET-Bestockungsgrade 0.9 (Df.-Progr. 2), 0.8 (Df.-Progr. 3), 0.7 (Df.-Progr. 4) und 0.6 (Df.-Progr. 5) im Alter 80 in fünfjährigem Durchforstungsturnus. Niederdurchforstungsmoment bis zu n. B. G. = 0.75 stark ausgeprägt. Ab Alter 80 werden die Bestockungsgrade 0.6—0.9 bis zum ET-Endalter konstant gehalten. Bestockungsgrad-Korrektur in fünfjährigem Durchforstungsturnus.

6.7.2. Tabelle 1 läßt erkennen, daß — bei Ansatz der oben beschriebenen Durchforstungsprogramme — der mittlere Durchmesser des verbleibenden Bestandes mit zunehmender Eingriffsstärke erheblich verändert wird, wobei die Absolutbeträge der Durchmesserzunahme in allen drei Ertragsniveau-Stufen annähernd gleich sind.

Daß — wie allgemein bekannt — auch die in der Regel noch heute als Bonitätsweiser verwendete Bestandesmittelhöhe durch die Durchforstung stark beeinflusst werden kann, geht aus den Tabellenwerten für h_m hervor. Die nicht unerheblichen, bis zu 1,6 m betragenden Differenzen zwischen den Mittelhöhen nach den fünf Durchforstungsprogrammen lassen erkennen, wie problematisch es ist, nach einer Mittelhöhe zu bonitieren.

Die mittleren Durchmesser in einem gegebenen Alter zeigen bei gleichem natürlichem Bestockungsgrad nur geringe Unterschiede (ca. 0,4 bis 0,6 cm) zwischen den Ertragsniveau-Stufen. Dagegen weichen bei gleicher Grundfläche die mittleren Durchmesser in den drei Ertragsniveau-Stufen erheblich voneinander ab. Nach den oben be-

schriebenen Durchforstungsprogrammen ist z. B. im Alter 100 bei einer Grundfläche (vbl. Bestand) von

	50 qm	60 qm	65 qm	70 qm	
ein d_m von rund	45,2	42,0	38,0	—	im unteren EN
	46,8	44,6	42,9	40,5	im mittleren EN
	48,2	46,4	45,4	44,0	im oberen EN

zu erwarten.

6.7.3. Die ertragsniveaubedingten Unterschiede zwischen den mittleren Durchmessern bei gegebener Grundfläche verringern sich erwartungsgemäß mit abnehmender Bonität. Unterhalb der Oberhöhenbonität 26 (entsprechend etwa der Bonität III.5 nach der ET WIEDEMANN, 1936/42 m. Df.) ist – nach dem der Schätzmethode zugrunde liegenden Koeffizientenschema – eine Ertragsniveau-Schätzung nicht mehr sinnvoll (vgl. Abschnitt 6.4., 2).

6.8. Befundeinheit und Stichprobenumfang für die Ertragsniveau-Schätzung

6.8.1. Um das Ertragsniveau zuverlässig bestimmen zu können, sind – wie bereits an anderer Stelle (FRANZ, 1966a, S. 145) betont wurde – stets mehrere Bestandesaufnahmen erforderlich. Eine Aufnahme allein würde i. d. R. ein zu unsicheres Resultat liefern. Jede Bestandesaufnahme ist als eine Probenahme aus der Waldfläche aufzufassen, deren Ertragsniveau – hier bezogen auf die Baumart Fichte – geschätzt werden soll. Das Ertragsniveau wird für jede Probenahme getrennt hergeleitet. Die geschätzten Ertragsniveau-Maßzahlen der einzelnen Probenahmen werden, wenn diese der gleichen Ertragsniveau-Befundeinheit angehören, zu einer Stichprobe zusammengefaßt. Eine EN-Befundeinheit kann auch mit mehreren Stichproben belegt werden. Durchschnitt \bar{Z}_{EN} , Standardabweichung s_z und mittlerer Fehler s_z der Ertragsniveau-Maßzahlen Z_{EN} für die Stichprobe sind die biometrischen Kenngrößen, die das Ertragsniveau auf der Befundeinheit beschreiben. Hierbei wird vorausgesetzt, daß die auf gleiche EN-Befundheit bezogene Grundgesamtheit von Z_{EN} normalverteilt ist.

6.8.2. Der Stichprobenumfang – die Anzahl der erforderlichen Probenahmen – für die Ertragsniveau-Schätzung wird durch die Streuung des Ertragsniveaus innerhalb der EN-Befundheit bestimmt. Nach den bisherigen Erfahrungen ist zum Erzielen eines engen prozentischen Vertrauensbereiches von \bar{Z}_{EN} i. d. R. eine verhältnismäßig große Anzahl von Probenahmen erforderlich, die jedoch unter praxisüblichen Bedingungen kaum zu erreichen sein dürfte. Brauchbare Schätzergebnisse können jedoch schon aus Stichproben mit 15 bis 30 Bestandesaufnahmen gewonnen werden, wenn vorausgesetzt werden kann, daß das Ertragsniveau innerhalb der EN-Befundheit nicht allzu stark schwankt. Bei hoher Übereinstimmung des Ertragsniveaus auf der Befundeinheit, wie sie auf eng gefaßten und im Gelände gut abgegrenzten Standorteinheiten vereinzelt festzustellen ist, liefern bereits sechs bis acht Probenahmen ein ausreichendes Schätzergebnis. Nähere und vor allem differenzierende Angaben über die Anzahl der erforderlichen Probenahmen unter den sehr unterschiedlichen Schätzbedingungen in Bayern können erst nach Vorliegen weiterer Schätzergebnisse aus den verschiedenen bayerischen Wuchsgebieten gemacht werden.

6.8.3. Das Ertragsniveau kann sowohl für Einzelbestände als auch für standortgleiche Flächengruppen, Standorteinheiten, Standortbetriebsklassen und Betriebsklassen der Forsteinrichtung geschätzt und durch jeweils eine durchschnittliche Ertragsniveau-Maßzahl – nebst Streuungs- und Fehlerangabe – gekennzeichnet werden. Voraussetzung hierfür ist, daß innerhalb dieser Bezugsflächen keine signifikanten Ertragsniveau-Unterschiede bestehen. Andernfalls muß die Schätzfläche in kleinere EN-Be-

fundeinheiten untergliedert werden, deren Ertragsniveau-Maßzahlen jeweils nur einer Grundgesamtheit angehören. Auf diese Zusammenhänge wurde bereits an anderer Stelle hingewiesen (vgl. FRANZ, 1966a, Abschnitte 2.2.4. und 2.2.5.).

6.9. Das elektronische Rechenprogramm für die Herleitung von Ertragsniveau-Schätzwerten

6.9.1. Auf Abb. 3a und 3b ist das Blockdiagramm für das Rechenprogramm dargestellt, mit dessen Hilfe die umfangreichen Rechenarbeiten zur Herleitung von Er-

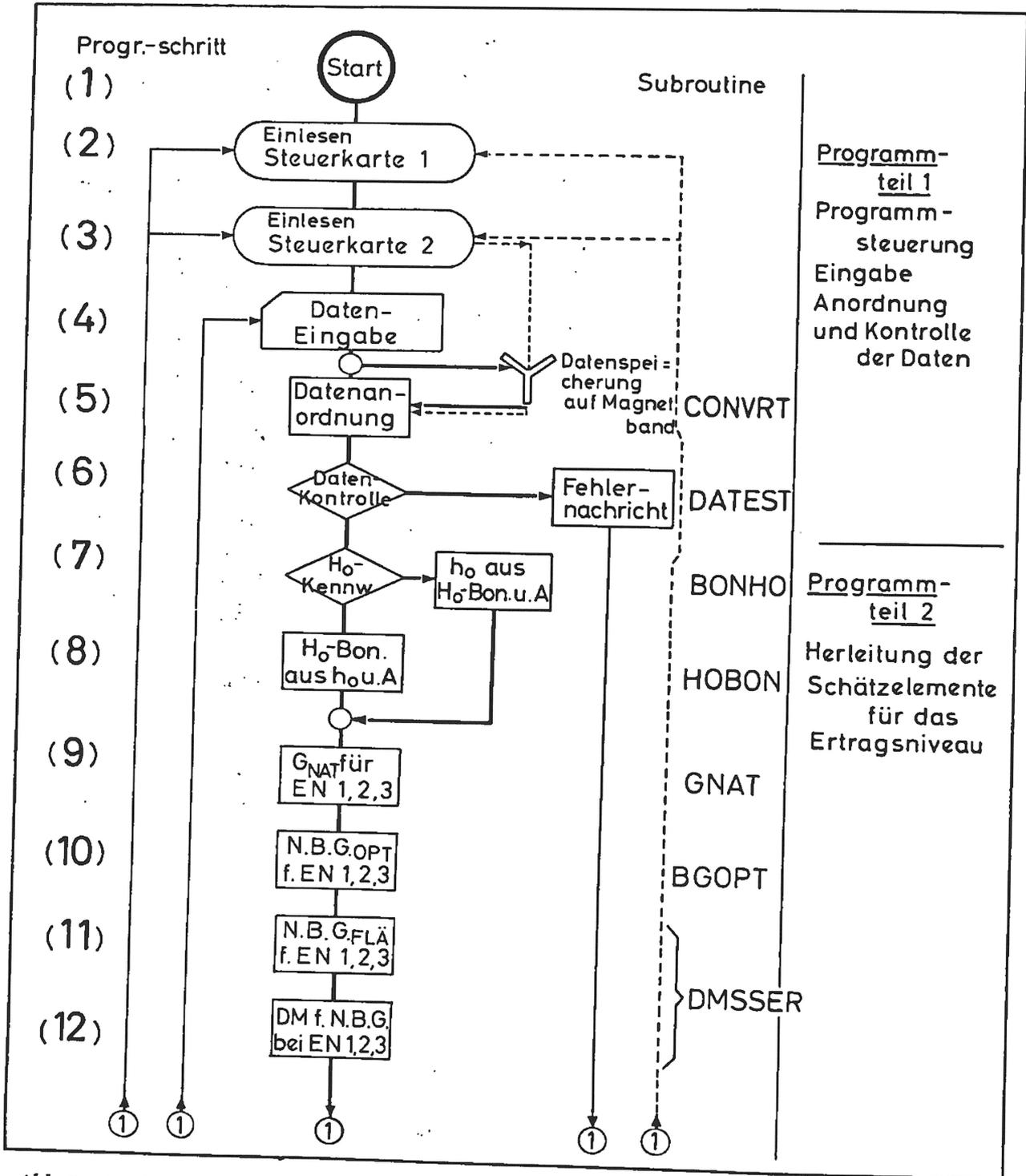


Abb. 3a. Rechenprogramm für die Herleitung von Ertragsniveau-Schätzwerten. Blockdiagramm Teil 1. Erklärung im Text

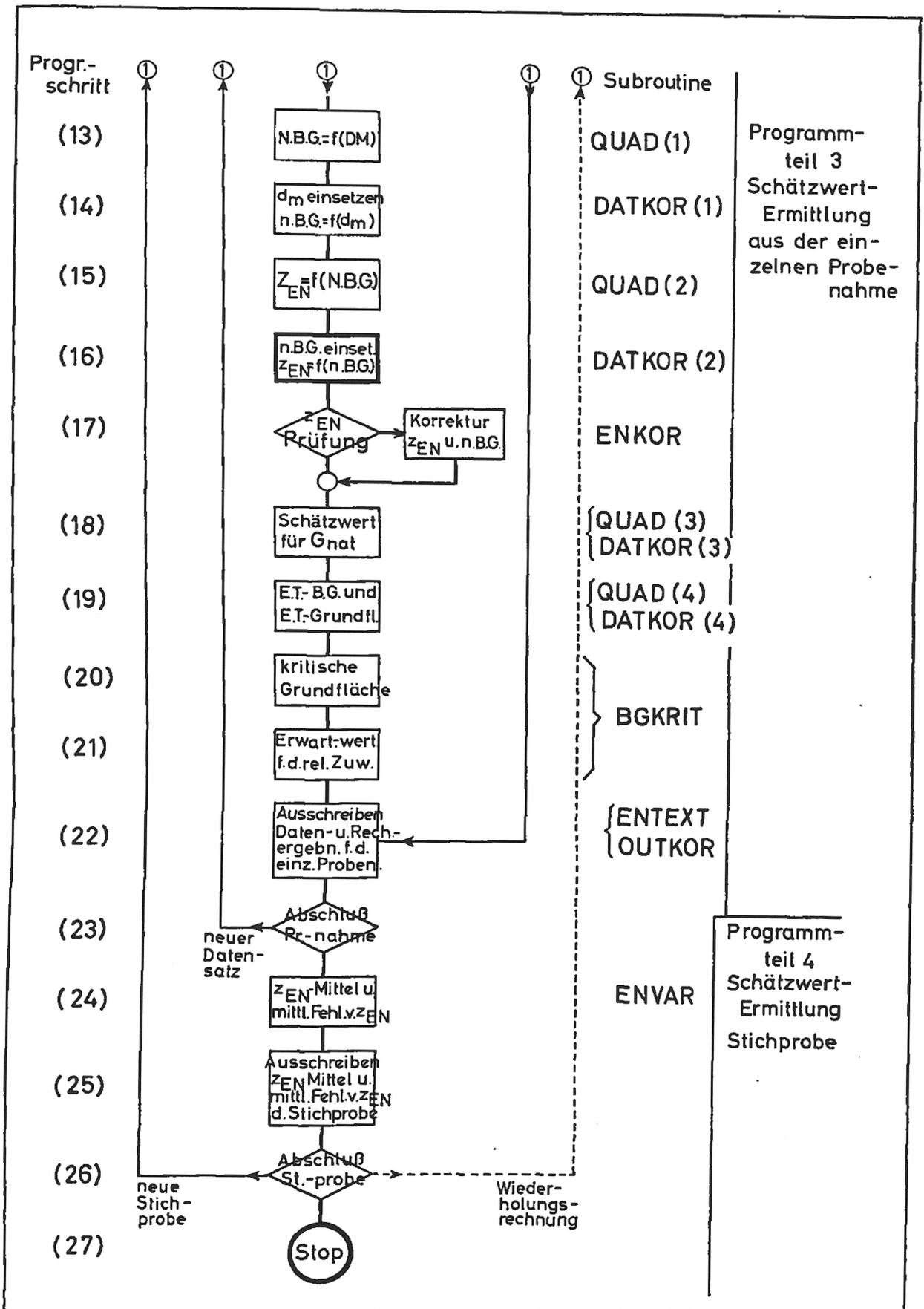


Abb. 3b. Rechenprogramm für die Herleitung von Ertragsniveau-Schätzwerten. Blockdiagramm Teil 2. Erklärung im Text

tragsniveau-Schätzwerten ausgeführt werden. Das Programm wurde vom Verfasser für den Elektronenrechner IBM 7090 entwickelt und in FORTRAN IV kodiert. Es umfaßt ein Hauptprogramm und 14 Unterprogramme, die zusammen rund 5000 Kernspeicherstellen belegen.

Das Programm ermöglicht zwei verschiedene Rechengang-Steuerungen, die eine unterschiedliche Magnetband-Belegung beanspruchen.

1. Standard-Rechengang: Hierbei wird lediglich das vorgegebene Ein- und Ausgabeband verwendet. Zusätzliche externe Speichermedien werden nicht benötigt.
2. Mehrfach-Rechengang für Wiederholungsrechnungen mit dem gleichen Datenmaterial: Hierbei verwendet das Programm eine zusätzliche Bändeinheit für die Datenspeicherung (Programmschritt 2 c im Abschnitt 6.9.2).

6.9.2. Die Ertragsniveau-Schätzwerte werden in folgender Schrittfolge hergeleitet:

Programmschritt 1: Programmstart.

Programmschritt 2: Einlesen der Steuerkarte 1:

- a. Eingabe des Überschrifttextes, der die Rechnung charakterisiert, z. B.
EN-SCHAETZUNG 3 STAO-EINH. FA WELDEN U. ZUSMARSHAUSEN;
- b. Angabe der Reihenfolge, in der die Bestandesgrößen für die Ertragsniveau-Schätzung eingelesen werden. Die Reihenfolge wird durch Ordnungszahlen ausgedrückt. Für eine Ertragsniveau-Schätzung kommen sechs Daten je Bestandesaufnahme in Betracht, die auf der Datenkarte beliebig angeordnet werden können. Die Standard-Anordnung lautet:

Bestandesgröße	Ordnungszahl
Alter A	1
Kennwert K zur Kennzeichnung des Bestimmungsmodus für h_0 bzw. H_0 -Bon (K = 0 bei Eingabe der Oberhöhe; K = 1 bei Eingabe der H_0 -Bonität)	2
Oberhöhe h_0 bzw. H_0 -Bonität	3
Grundfläche G/ha	4
Stammzahl N/ha	5
mittlerer Durchmesser d_m	6

Von den drei Größen G, N und d_m brauchen jeweils nur zwei (G und N oder G und d_m oder N und d_m) eingegeben zu werden. Als EN-Weisergrößen werden G und d_m verwendet. Sie können aus jeder der drei möglichen Datenkombinationen abgerufen werden (vgl. Abschnitt 6.2.3.).

Die Standardanordnung wird durch die Ordnungszahlenfolge 1, 2, 3, 4, 5, 6 gekennzeichnet.

Eine Datenanordnung A, h_0 (H_0), K, d_m , G, N auf der Datenkarte würde durch die Ordnungszahlenfolge 1, 3, 2, 6, 4, 5 auf der Steuerkarte zu kennzeichnen sein.

c. Kennziffer für den Abruf eines zusätzlichen Magnetbandes für Mehrfach-Ausdruck. Die Daten und die Rechenergebnisse können in drei verschiedenen tabellarischen Darstellungen ausgedruckt werden (vgl. Tabelle 2, 3 und 4). Falls nicht nur eine, sondern zwei oder alle drei Ausdrucksformen gewünscht werden, muß ein zusätzliches Magnetband für die Datenspeicherung bereitgestellt werden. Dies geschieht mit Hilfe der o. g. Kennziffer, durch welche diese Bändeinheit abgerufen wird.

Programmschritt 3: Einlesen der Steuerkarte 2.

- a. Angabe des Einleseformates für die Daten.

Die Daten können nach einem variablen Format eingegeben werden. Vorangestellt wird die Bezeichnung des Aufnahmeortes (Kennzeichnung der Probenahme) in alphanumerischer Datierung. Es folgen die sechs o. g. Bestandesgrößen in beliebiger, jedoch innerhalb einer Stichprobe übereinstimmender Anordnung. Falls erwünscht, kann auch die Bestandesfläche eingegeben werden, auf die sich die EN-Schätzung bezieht.

- b. Angabe zweier (i. w. standardisierter) Prüfgrößen für eine orientierende Kontrolle (Rahmenkontrolle) des EN-Schätzergebnisses.
 - c. Eingabe der Kenngrößen zur Bezeichnung des Niederdurchforstungsmomentes (vgl. Abschnitt 6.5), i. a. $k_0 = 0,99$, $b_k = -0,00005$ bis $-0,0001$.
 - d. Wahl des Tabellenausdrucks (s. oben) und Steuerung der Zeilenzahl je Druckseite.
- Programmschritt 4:* Einlesen der Probenahmekennzeichnung und der Daten A, K und h_0 bzw. H_0 , ferner von mindestens zwei der drei Daten G, N und d_m nach variabler Datenanordnung und Formatgliederung.

Programmschritt 5: Überführung der eingelesenen Daten in die Standardanordnung und Bereitstellung der EN-Weisergrößen G und d_m (Unterprogramm CONVRT).

Programmschritt 6: Datenkontrolle (Unterprogramm DATEST). Vor Beginn des Rechenganges wird das Datenmaterial nach groben Fehlern (O-Werte, negative Werte, extrem große oder extrem kleine Werte, fehlende Angaben) durchsucht. Weiterhin werden die einzelnen Weisergrößen auf ihre Plausibilität hin überprüft. Über festgestellte Fehler und zweifelhafte Bestandesdaten wird eine Fehlernachricht herausgegeben. Der fehler- bzw. zweifelhafte Datensatz wird herausgeschrieben, jedoch in den weiteren Rechengang nicht mehr einbezogen.

Programmschritt 7: Falls nicht die Oberhöhe h_0 , sondern die Oberhöhenbonität H_0 eingegeben worden ist: Herleitung von h_0 aus H_0 und A (Unterprogramm BONHO). Dieser Rechengang ist immer dann erforderlich, wenn h_0 nicht gemessen wurde und die Oberhöhenbonität H_0 indirekt, z. B. über eine Mittelhöhe, bestimmt worden ist.

Programmschritt 8: Falls h_0 bekannt ist: Bestimmung der H_0 -Bonität aus h_0 und A nach dem Koeffizientenschema der Vorläufigen Fichtenertragstafel für Bayern 1963 (ASSMANN-FRANZ, 1965a, S. 16 und 19); (Unterprogramm HOBON).

Der Bestimmungsfall $H_0 = f(h_0, A)$ wird als der Regelfall angenommen.

Programmschritt 9: Herleitung der natürlichen Grundfläche G_{NAT} (vgl. Bestand) für die Ertragsniveau-Maßzahlen $Z_{EN} = 1,0, 2,0$ und $3,0$ (entsprechend den EN-Stufenwerten 1, 2 und 3) in Abhängigkeit von H_0 und A der Probenahme nach dem o. a. Koeffizientenschema (Unterprogramm GNAT).

Programmschritt 10: Bestimmung des natürlichen Bestockungsgrades für die zuwachsoptimale Grundfläche/ha (vgl. Bestand) N.B.G._{OPT} in Abhängigkeit von H_0 und A der Probenahme für $Z_{EN} = 1,0, 2,0$ und $3,0$ nach dem o. a. Koeffizientenschema (Unterprogramm BGOPT).

Programmschritt 11: An Hand der Werte für die natürliche Grundfläche G_{NAT} (vgl. Programmschritt 9) wird der natürliche Bestockungsgrad der Probenahme N.B.G._{FLÄ} bei Annahme eines Ertragsniveaus $Z_{EN} = 1,0, 2,0$ und $3,0$ geschätzt (Unterprogramm DMSSER).

Programmschritt 12: Für die drei auf $Z_{EN} = 1,0, 2,0$ und $3,0$ bezogenen natürlichen Bestockungsgrade N.B.G._{FLÄ} (vgl. Programmschritt 11) werden die zugeordneten mittleren Durchmesser DM (vgl. Bestand) mit Hilfe der Beziehung $DM = DM' \cdot k_{DM}$ geschätzt. DM' wird an Hand des o. a. Koeffizientenschemas, k_{DM} aus $k_{DM} = k_0 + b_k \cdot A$ bestimmt (vgl. Abschnitt 6.5.). Für die Schätzung von DM' werden die im Programmschritt 10 errechneten Werte für N.B.G._{OPT} benötigt (Unterprogramm DMSSER).

Programmschritt 13: An Hand der drei Wertepaare N.B.G._{FLÄ}/DM wird eine Leitbeziehung $N.B.G._{FLÄ} = f(DM)$ errechnet (Unterprogramm QUAD [1]).

Programmschritt 14: Aus der Leitbeziehung $N.B.G._{FLÄ} = f(DM)$ wird durch Einsetzen des mittleren Durchmessers d_m der Probenahme der wahrscheinliche natürliche Bestockungsgrad n.B.G. der Probenahme hergeleitet (Unterprogramm DATKOR [1]).

Programmschritt 15: An Hand der drei Wertepaare $Z_{EN}/N.B.G.FLA$ wird eine Leitbeziehung $Z_{EN} = f(N.B.G.FLA)$ aufgestellt (Unterprogramm QUAD [2]).

Programmschritt 16: Durch Einsetzen des wahrscheinlichen natürlichen Bestockungsgrades n.B.G. in die Leitbeziehung $Z_{EN} = f(N.B.G.FLA)$ erhält man die wahrscheinliche Maßzahl Z_{EN} für das Ertragsniveau der Probenahme (Unterprogramm DATKOR [2]).

Programmschritt 17: Der errechnete Schätzwert Z_{EN} für das Ertragsniveau der Probenahme wird in einem anschließenden Unterprogramm auf seine Plausibilität hin überprüft und gegebenenfalls korrigiert (Unterprogramm ENKOR). So können extrem hohe oder besonders niedrige Z_{EN} -Werte auf vorgegebene obere bzw. untere Grenzwerte für Z_{EN} reduziert werden, wenn die Überprüfung erkennen läßt, daß die Schätzung fehlerhaft ist. Fehlerhafte Schätzungen sind – sofern die eingegebenen Ertragsniveau-Weiser einwandfrei bestimmt worden sind – im wesentlichen auf unrichtig angesprochene Ordnungsmerkmale (vgl. Abschnitt 6.6.) zurückzuführen. In diesem Fall kann die EN-Schätzung durch Korrektur der Ordnungsmerkmale verbessert werden.

Zur Kennzeichnung des derzeitigen (aktuellen) Leistungszustandes des Bestandes, dessen Ertragsniveau an Hand der Probenahme geschätzt wurde, und zur Gegenüberstellung mit seiner mutmaßlichen potentiellen Ertragsleistung (vgl. Abschnitt 6.2.2.1.) errechnet das Programm in vier anschließenden Programmschritten eine Reihe weiterer ertragskundlicher Weisergrößen aus dem o. a. Koeffizientenschema der „Vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963“.

Programmschritt 18: Bestimmung des Schätzwertes für die natürliche Grundfläche G_{nat} (vgl. Bestand); (Unterprogramme QUAD [3] und DATKOR [3]).

Programmschritt 19: Herleitung des zugeordneten Ertragstafel-Bestockungsgrades ET-B.G. und der entsprechenden Ertragstafel-Grundfläche G_{opt} (vgl. Bestand); (Unterprogramme QUAD [4] und DATKOR [4] nach Informationen aus dem Unterprogramm BGOPT).

Programmschritt 20: Bestimmung der zuwachskritischen Grundfläche G_{krit} (vgl. Bestand) für 95 % des optimalen Zuwachses, bezogen auf die folgende fünfjährige Zuwachsperiode (Unterprogramm BGKRIT).

Programmschritt 21: Schätzung des relativen Volumzuwachses $r.z_v$, den der Probenahmebestand nach seinem geschätzten Ertragsniveau und nach seiner derzeitigen Bonität und Bestockungsdichte in der folgenden fünfjährigen Zuwachsperiode erwarten läßt. Bezugsgröße ist der Volumzuwachs bei zuwachsoptimaler Grundflächenhaltung nach der bayerischen Fi-ET-1963. Aus dem Wert für den relativen Zuwachs kann der Unterschied zwischen dem derzeit zu erwartenden und dem zugeordneten standörtlich möglichen Volumzuwachs (nach dem regionalen Ertragstafelansatz) unmittelbar abgelesen werden (Unterprogramm BGKRIT).

Mit dem Programmschritt 21 schließen die Rechenoperationen mit den Daten der einzelnen Probenahme ab. Die gewonnenen Informationen werden mitgeteilt durch den

Programmschritt 22: Das Rechenergebnis und die verwendeten Daten können in drei verschiedenen Formen des Tabellenausdrucks ganz oder teilweise ausgedruckt werden. Der Ausdruck wird durch eine Kennziffer in der Steuerkarte 2 gesteuert (vgl. Programmschritt 3,d); (Unterprogramme ENTEXT und OUTKOR).

Programmschritt 23: Nach Auswertung der Daten der ersten Probenahme werden die Daten der nächstfolgenden Probenahme eingelesen und verarbeitet. Sind alle Probenahmen einer Stichprobe durchgerechnet, so wird das Stichprobenergebnis zusammengefaßt in dem

Programmschritt 24: Hier werden die durchschnittliche Ertragsniveau-Maßzahl \bar{z}_{EN} und ihr mittlerer Fehler $s_{\bar{z}}$ für die Stichprobe berechnet (Unterprogramm ENVAR).

Programmschritt 25: Das Schätzergebnis für die Stichprobe wird in der in Steuerkarte 2 vorgegebenen Ausdrucksform mit dem Schnelldrucker ausgeschrieben.

Programmschritt 26: Nach Abschluß der EN-Schätzung für die Stichprobe kann, falls gewünscht, das Schätzergebnis sowohl für die einzelnen Probenahmen als auch zusammengefaßt für die gesamte Stichprobe noch einmal in der zweiten und (oder) der dritten möglichen Ausdrucksform ausgedruckt werden. Ebenso kann die Rechnung mit veränderten Ordnungsmerkmalen, z. B. mit anderen Kenngrößen für die Ausprägung des Niederdurchforstungsmomentes, an Hand der auf Magnetband gespeicherten Daten wiederholt werden (vgl. gestrichelte Linie im Flußdiagramm auf Abb. 3).

Ist die erste Stichprobe durch die EN-Schätzung durchgelaufen, so werden die Daten der ersten Probenahme der nächstfolgenden Stichprobe eingelesen und verarbeitet. Sind alle eingegebenen Stichproben durchgerechnet, so läuft das Programm auf den

Programmschritt 27: Programm-Stop.

6.9.3. Das Programm verarbeitet in einer Schätzserie bis zu 9999 Probenahmen je Stichprobe (Standorteinheit, Standortbetriebsklasse, Betriebsklasse o. ä.). Dieser Schwellenwert liegt weit oberhalb der erforderlichen Aufnahmewiederholung für eine wirksame Ertragsniveau-Schätzung. Die Anzahl der Stichproben, die in einem Rechengang verarbeitet werden können, ist – vom Programm her – praktisch unbegrenzt. Sie wird im wesentlichen durch die verfügbare Druckzeilenzahl für das Ausschreiben des Schätzergebnisses und, in geringerem Maße, durch die zur Verfügung stehende Rechenzeit bestimmt.

Für 100 Stichproben mit je 20 Probenahmen wird im Standard-Rechengang ca. eine Minute Rechenzeit (Monitor-Rahmenzeit) benötigt.

6.9.4. Das programmierte Schätzverfahren ermöglicht es, einen Gesamtüberblick über die Ertragsniveau-Gliederung der Fichtenbestände in Bayern zu gewinnen. Eine Ertragsniveau-Schätzung für die Fichtenfläche der bayerischen Staatsforstverwaltung erfordert etwa 37 500 Probenahmen. Die veranschlagte Probenahmezahl wurde aus folgenden Ansätzen hergeleitet:

1. 250 Befundgruppen = Forstämter oder Revierteile mit größerer Fichtenfläche;
2. 5 Befundeinheiten = Standorteinheiten, Flächengruppen oder Standortgruppen mit größerer Flächenverbreitung und potentiell unterschiedlichem Ertragsniveau je Befundgruppe;
3. 30 Probenahmen je Befundeinheit: $250 \times 5 = 1250$ Stichproben; $1250 \times 30 = 37\,500$ Probenahmen.

Für eine erste orientierende Übersicht über die Verteilung der Fichtenfläche der bayerischen Staatsforstverwaltung auf die drei Ertragsniveaustufen dürften bereits rund 120 Stichproben (i. D. 20 Befundeinheiten je Oberforstdirektion) mit insgesamt 2400 Probenahmen (20 Probenahmen je Befundeinheit) ausreichen.

7. Das Ertragsniveau der Fichte auf drei Standorteinheiten mit größerer Flächenverbreitung in Mittelschwaben

7.1. Die Schätzmethode wurde bereits an zahlreichen Flächenaufnahmen getestet, deren Ertragsniveau nach der Vorläufigen Fichten-Ertragstafel 1963 bekannt ist. Über erste Ergebnisse von Testrechnungen an Hand württembergischer Versuchsfächenaufnahmen berichtet ASSMANN (1966b). Mit Hilfe des beschriebenen Verfahrens soll vor

Standorteinheit B, Forstamt Welden. Schätzung der Ertragsniveau Maßzahl Z_{EN} für die erste Probenahme (Pr.fl. 44)

Eingegebene Daten, Zwischenergebnisse, Leitbeziehungen und Schätzergebnisse (Erklärung im Text); $k_{DM} = 0,98$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Flä. Nr.	Alter A	Oberhöhe h_0	H_0 -Bon. H_0	Grdf. G/ha	Stammzahl N/ha	mittl. Durchm. d_m	Ertr.niv. Z_{EN}	nat. Grdf. G_{nat}	optim. Grdf. G_{opt}	krit. Grdf. $G_{krit.}$	n.B.G.	ET-BG	rel. Zuw.
44	51	23,5	36,0	49,9	1836	18,6	2,9	54,4	46,1	40,2	0,92	1,08	1,00
15	16	Bestandesgröße y		17	18	18a	19	20	21	22	Leitbeziehung $V = a + b \cdot U + c \cdot U^2$ für		
Progr. Schritt				Ertr.niv. Z_{EN}	für Z_{EN}	Progr. Schritt	$V =$	$U =$	a	b	c		
9	natürl. Grdf. G_{NAT}			1,0 2,0 3,0	46,1 50,2 54,7	18	18	G_{NAT}	Z_{EN}	42,4452	3,4726	0,1992	
12	mittl. Durchmesser DM in Abh. v. G und G_{NAT}			1,0 2,0 3,0	15,9 16,9 19,0	13	13	N.B.G.	DM	6,5381	- 0,5848	0,0152	
11	theor. N.B.G. für G (Sp. 5)			1,0 2,0 3,0	1,08 0,99 0,91	15	15	Z_{EX}	N.B.G.	19,0947	- 22,5296	5,3625	
10	opt. nat. Best.grad N.B.G.OPT			1,0 2,0 3,0	0,87 0,86 0,85	19	19	N.B.G. (OPT)	Z_{EX}	0,8821	- 0,0127	0,0004	

Eingegebene Daten der Probenahme

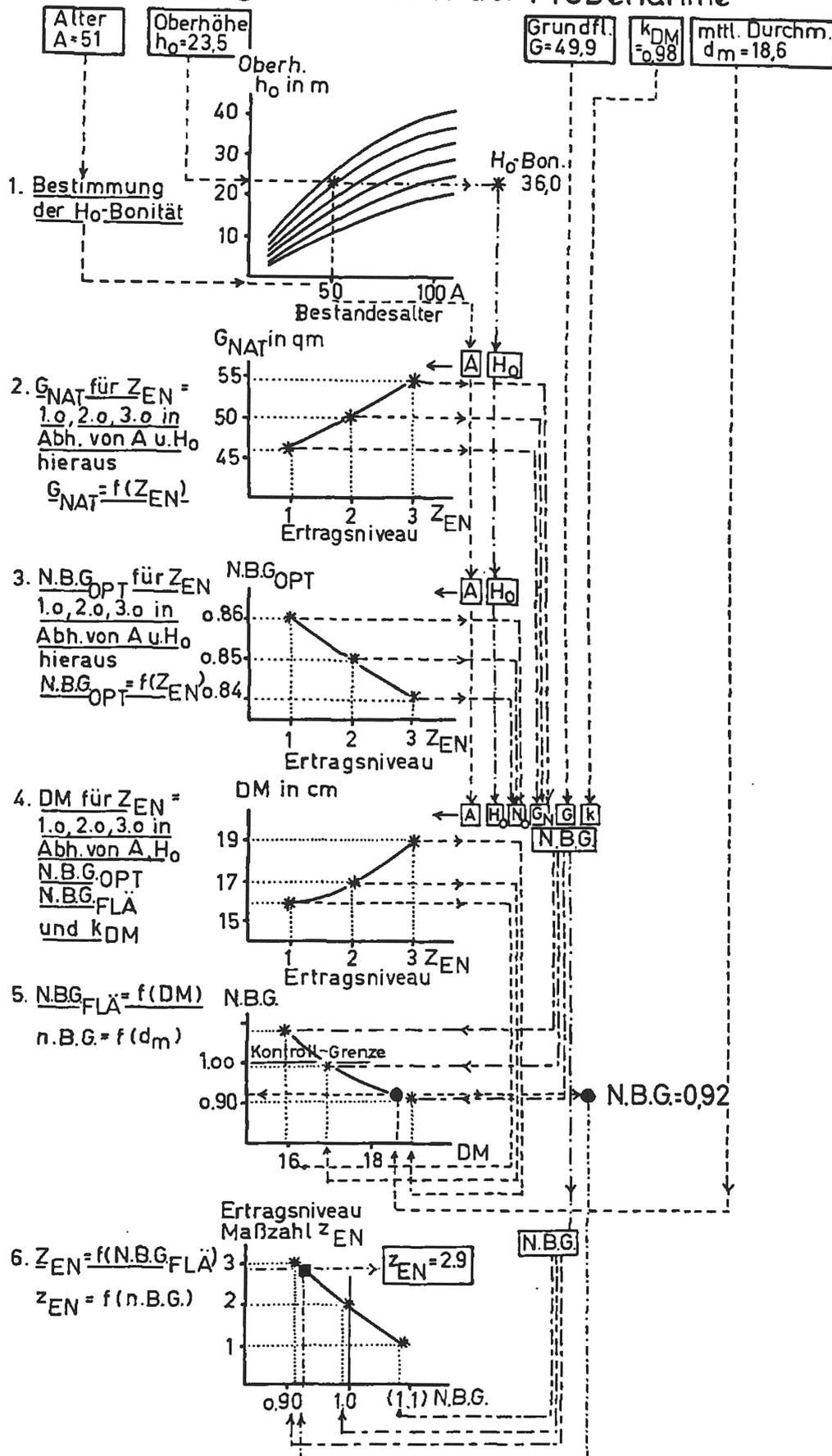


Abb. 4. Gang der Herleitung der Ertragsniveau-Maßzahl z_{EN} , dargestellt am Beispiel der ersten Probenahme der Standort-Stichprobe B

Tabelle 3

Eingegebene Daten für die Ertragsniveau-Schätzung und Schätzergebnis für die Standorteinheit B im Untersuchungsgebiet Mittelschwaben
(Erklärung im Text) $k_{DM} = 0,98$; 15 Probenahmen

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Flä. Nr.	Alter A	Ober- höhe h_0	H_0 -Bon. H_0	Grdf. G/ha	Stammzahl N/ha	mittl. Durchm. d_m	Ertr.- Niv. ZEN	nat. Grdf. G_{nat}	optim. Grdf. G_{opt}	krit. Grdf. G_{krit}	n.B.G.	ET-BG	relat. Zuw.
44	51	23,5	36,0	49,9	1836	18,6	2,9	54,4	46,1	40,2	0,92	1,08	1,00
38	51	23,5	36,0	50,7	1907	18,4	2,9	54,3	46,1	40,1	0,94	1,10	0,99
39	58	26,0	32,9	53,2	1678	20,1	2,5	55,7	48,3	42,2	0,96	1,10	0,99
40	58	25,0	34,7	52,6	1779	19,4	2,9	55,1	48,4	42,4	0,96	1,09	1,00
41	58	27,1	37,2	57,7	1504	22,1	2,9	61,0	51,7	45,0	0,95	1,12	0,99
7	63	31,1	39,8	58,1	1007	27,1	2,8	69,1	57,1	49,9	0,85	1,02	1,00
42	63	29,3	37,7	58,7	1298	24,0	2,8	64,2	54,8	47,8	0,92	1,07	1,00
8	65	28,6	36,2	56,3	1205	24,4	2,9	61,7	54,1	47,3	0,92	1,04	1,00
18	72	29,4	34,9	54,0	903	27,6	2,9	61,3	55,5	48,4	0,89	0,97	1,00
27	80	32,8	36,5	59,8	1052	26,9	1,6	59,8	54,0	47,2	1,00	1,11	0,99
35	98	35,7	36,0	61,0	500	39,4	3,1	69,2	65,3	56,7	0,89	0,93	0,98
36	98	35,1	35,4	53,8	490	37,4	1,6	60,3	56,3	49,1	0,90	0,96	0,99
31	103	38,5	38,0	63,9	480	41,2	2,4	70,3	65,4	57,0	0,92	0,98	1,00
32	103	38,8	38,3	61,8	448	41,9	1,9	68,4	63,3	55,1	0,91	0,98	1,00
34	103	38,8	38,3	65,7	503	40,8	2,4	71,1	66,1	57,5	0,93	1,00	1,00

FA Welden, Standorteinheit B. Schätzgrundlage 15 Probenahmen, bezogen auf 1281 ha Fläche - Ertragsniveau-Durchschnitt $\bar{z}_{EN} = 2,57$ -
Mittl. EN-Schätzfehler $s\bar{z} = 0,128$ - Geschätzt wurde das obere Ertragsniveau

Tabelle 4

Ergebnis der Ertragsniveau-Schätzung auf den Standorteinheiten A, B und C in Mittelschwaben

FA Welden und Zusmarshausen. Erklärung im Text

1	2	3	4	5	6	7
Forstamt Aufnahmeort	StE oder Position	Stichprobenumfang n	repräsentierte Fläche in ha	Ertragsniveau-Durchschnitt \bar{z}_{EN}	Schätzfehler v. EN = s_z	Ertragsniveaustufe
Welden/Zusmarshausen .	A	15	1745	1,64	0,129	mittlere
Welden	B	15	1281	2,57	0,128	obere
Zusmarshausen	C	15	1158	2,54	0,152	obere

allen das derzeitige standorttypische Ertragsniveau der Fichte auf Standorteinheiten mit größerer Flächenverbreitung in Bayern geschätzt werden.

7.2. Im Münchner Ertragskunde-Institut wurde unlängst das Ertragsniveau einer Reihe von Fichtenstandorten untersucht, so u. a. auf den drei mittelschwäbischen Standorteinheiten

- A. Carex-brizoides-Typ auf wechselfeuchtem, grauem Feinlehm in mäßig degradiertem Zustand (bessere Ausbildungsform mit guter Höhenwuchsleistung);
- B. Oxalis-Carex-brizoides-Typ auf frischem, braunem Feinlehm;
- C. Buchen-Eichen-Wald auf lehmigem Sand bis lehmigem Lehm. Ausgeglichen frische Standorte (beste Ausbildungsform).

Die Standorteinheiten wurden von der Standorterkundung der Oberforst-

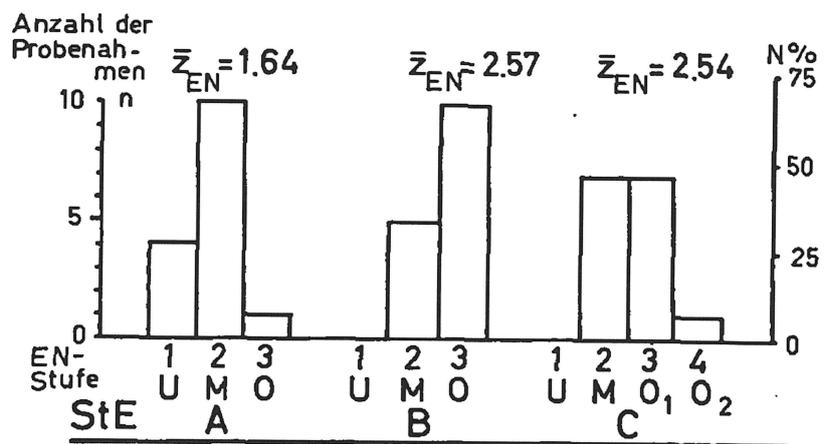


Abb. 5. Forstämter Welden und Zusmarshausen. Standorteinheiten A, B und C. Verteilung der Probenahmen auf die Ertragsniveau-Stufen

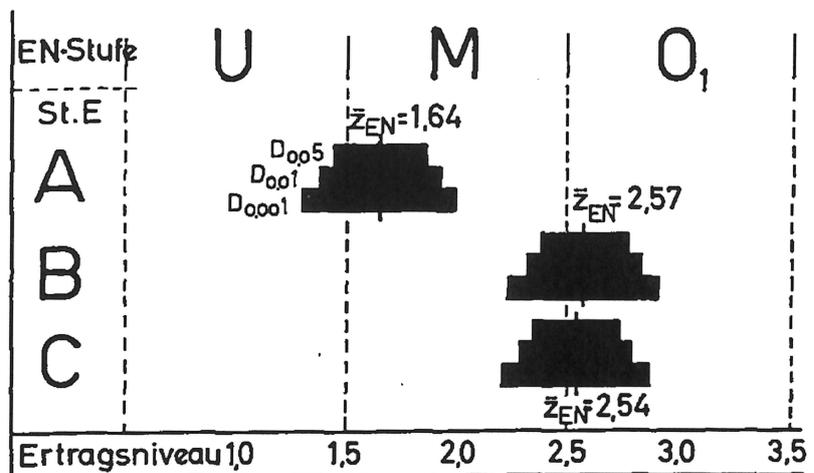


Abb. 6. Durchschnitte und Grenzdifferenzen der Ertragsniveau-Maßzahlen der drei Standort-Stichproben A, B und C in den Forstämtern Welden und Zusmarshausen nach dem Ergebnis der Streuungszerlegung (Tab. 6). Erklärung im Text

Tabelle 5

Kurze ertragskundliche Beschreibung der drei EN-Stichproben und die aus ihrer durchschnittlichen H_0 -Bonität und Ertragsniveau-Maßzahl geschätzten dGZ_{100} in Vfms für wachsoptimale Bestandesdichte

1 StE oder Position	2 Alters- bereich der Probe- nahme	3 Grund- flächen- rahmen der Probe- nahme	4 durch- schnittliche H_0 -Bon.	5 Ertrags- niveau Z_{EN}	6 Standard- abw. v. Z_{EN} s_z	7 Variations- koeffizient s_z %	8 geschätzter dGZ_{100}^f .		10 dGZ_{100}^f .
							EN	dGZ_{opt}	Z_{EN}
A $n = 15$	57-86	43-57	34,97	1,64	0,495	30,2	1,0	12,22	13,1
							2,0	13,57	
							3,0	15,07	
B $n = 15$	51-103	50-66	36,73	2,57	0,493	19,2	1,0	13,40	16,0
							2,0	15,01	
							3,0	16,81	
C $n = 15$	47-113	51-78	39,51	2,54	0,588	23,2	1,0	15,42	18,7
							2,0	17,46	
							3,0	19,80	

Tabelle 6

Prüfung der Unterschiede zwischen den Ertragsniveau-Durchschnitten der drei Standort-Stichproben mit Hilfe einer einfachen Streuungserlegung

1 Streuung	2 FG n	3 SQ	4 DQ	5 F
Zwischen den Stichproben	2	8,47	4,235	15,125
Innerhalb der Stichproben	42	11,74	0,280	*** ($F_{0,001} = 8,18$)
Insgesamt	44	20,21	—	—

Grenzdifferenzen D: $D_{0,05} = 0,390$; $D_{0,01} = 0,522$; $D_{0,001} = 0,686$.

direktion Augsburg ausgeschieden und kartiert (s. hierzu STADLER, 1962). Sie sind im Untersuchungsgebiet auf großer Fläche verbreitet⁴. Für jede der drei Standorteinheiten standen 15 aus einer Wuchsreihenaufnahme ausgewählte Probeflächen zur Verfügung. Die Flächen liegen innerhalb eines engen Aufnahmegebietes in den Forstämtern Welden und Zusmarshausen⁵. Ausgewählt wurden Probeflächen, die einen annähernd vollen Zuwachs erwarten lassen. Der Gang der Herleitung des Ertragsniveaus wird am Beispiel der ersten Probenahme (Probefläche 44) aus der Stichprobe für die

⁴ Auf eine nähere standortkundliche und ertragskundliche Beschreibung des Flächenmaterials soll hier verzichtet werden. Diese wird im Rahmen einer größeren standortkundlich-ertragskundlichen Bearbeitung der drei Standorteinheiten an anderer Stelle vorgelegt.

⁵ Der Verfasser möchte an dieser Stelle den Herren Amtsvorständen der beiden Forstämter, den Oberregierungsforsträten Held und Weiß, sowie Herrn Regierungsförstdirektor Tretzel, Regensburg, der zur Zeit der Flächenaufnahmen das Waldbaureferat an der OFD Augsburg leitete, für ihre wirkungsvolle Unterstützung seiner Arbeiten verbindlichst danken.

Standorteinheit B in Tabelle 2 und auf Abb. 4 beschrieben. Tabelle 2 veranschaulicht zugleich die erste der drei im Rechenprogramm vorgesehenen Formen der Daten- und Ergebnisausgabe (vgl. Abschnitt 6.9.2., Programmschritte 2 c und 3 d). Die zweite und dritte mögliche Form des Tabellenausdrucks sind in Tabelle 3 und 4 dargestellt. In Tabelle 3 werden die Schätzergebnisse für die einzelnen Probenahmen auszugsweise (für die Standorteinheit B) wiedergegeben. Tabelle 4 enthält die Durchschnitte und mittleren Fehler der Ertragsniveau-Schätzung für die drei Standorteinheiten. Auf Abb. 5 und 6 und in Tabelle 5 und 6 werden die Schätzergebnisse erläutert.

7.3. Aus Tabelle 4 geht hervor, daß das Ertragsniveau der drei Standorteinheiten (StE) nicht gleich ist. StE A liegt mit einer durchschnittlichen Ertragsniveau-Maßzahl \bar{z}_{EN} von 1,64 im unteren Bereich des mittleren Ertragsniveaus, während die StE B mit $\bar{z}_{EN} = 2,57$ und C mit $\bar{z}_{EN} = 2,54$ an der unteren Grenze des oberen Ertragsniveaus liegen. Das durchschnittliche Ertragsniveau der durch zahlreiche Degradationsmerkmale gekennzeichnete StE A liegt somit um fast eine volle Ertragsniveau-Einheit unter dem der StE B und C. Der Unterschied zwischen den Ertragsniveau-Durchschnitten der StE B und C einerseits sowie der StE A andererseits ist – wie das Ergebnis der Streuungszerlegung in Tabelle 6 und auf Abb. 5 zeigt – signifikant. StE B und C stimmen in ihren Ertragsniveau-Durchschnitten nahezu völlig überein. In ihren durchschnittlichen Oberhöhenbonitäten unterscheiden sich die Stichproben für die StE B ($\bar{H}_0 = 36,7$) und C ($\bar{H}_0 = 39,5$) dagegen ganz erheblich (vgl. Tabelle 5, Sp. 4). Beide Werte liegen zugleich deutlich über dem H_0 -Bonitätsdurchschnitt für die StE-A-Stichprobe (35,0).

7.4. Für eine nähere Beschreibung des Ertragsniveaus der drei Standorteinheiten bieten neben den EN-Durchschnitten auch die Streuungsgrößen ihrer EN-Maßzahlverteilungen wertvollen Anhalt. Aus ihnen ist zu ersehen, wie stark das Ertragsniveau innerhalb der Standorteinheit schwankt, m. a. W.: in welchem Maße die einzelnen Standorteinheiten als Einheiten gleichen Ertragsniveaus gelten können. Hierbei haben wir jedoch zu beachten, daß die gefundenen Streuungsgrößen nicht allein die standortbedingte Schwankung des Ertragsniveaus widerspiegeln, sondern noch andere Streuungsanteile enthalten, die durch außerstandörtliche Ursachen geprägt sind. Zu diesen gehört auch ein auf das Schätzverfahren zurückzuführender Streuungsanteil. Nach dem bisherigen Ergebnis vergleichender Untersuchungen am Material langfristiger Versuchsflächen kann der verfahrensbedingte Streuungsanteil jedoch als ausgesprochen gering angenommen werden.

In Tabelle 5 sind die einfachen Standardabweichungen s_z und die Variationskoeffizienten $s_z\%$ der z_{EN} -Verteilungen für die drei Stichproben zusammengestellt (Sp. 6 und 7). Abb. 6 zeigt die Verteilung der einzelnen Probenahmen auf die drei Ertragsniveaustufen der Vorläufigen Fichten-ET 1963. Die Standardabweichungen erreichen mit rund 0,5 bis 0,6 mittlere Größenordnungen; sie ermöglichen noch eine durchaus zufriedenstellende EN-Schätzung für die einzelnen StE. Auffallend ist der vergleichsweise hohe Variationskoeffizient $s_z\% = 30,2$ für die StE A, der auf eine verhältnismäßig starke Gliederung des Ertragsniveaus auf den mäßig degradierten Seegrass-Standorten hinweist. Bereits bei vorangegangenen standortkundlich-ertragskundlichen Untersuchungen (FRANZ, 1964) wurde festgestellt, daß die Ertragsleistung der Fichte auf der StE A stärker schwankt als auf vergleichbaren nichtdegradierten StE im gleichen Untersuchungsgebiet. Die verhältnismäßig große Varianz der ertragskundlichen Merkmale auf der StE A dürfte im wesentlichen darauf zurückzuführen sein, daß hier Einzelstandorte mit sehr unterschiedlicher potentieller Produktivität auf Grund ihrer derzeit weitgehend übereinstimmenden Degradationsmerkmale zu einer Einheit mit vermeintlich ähnlicher aktueller Leistungsfähigkeit zusammengefaßt wor-

den sind. An Hand eingehender Standortuntersuchungen müßte festgestellt werden, inwieweit diese Annahme zutrifft.

Die Verteilung der Probenahmen auf die Ertragsniveaustufen auf Abb. 5 zeigt, daß auf allen drei Standorteinheiten der überwiegende Teil der Einzelwerte in den beiden den jeweiligen EN-Durchschnitt einschließenden Ertragsniveaustufen liegt (s. auch Tabelle 5).

7.5. Die in der oben beschriebenen Form hergeleitete durchschnittliche Ertragsniveau-Maßzahl kann unmittelbar als Eingangsgröße für die Ertragstafel verwendet werden. Ist das Ertragsniveau bekannt, so können die wesentlichen ertragskundlichen Merkmale der Fichte nach der Ertragstafel – besonders die Leistungsgrößen Gesamtwuchsleistung, dGZ und periodischer Zuwachs – für die drei Standorteinheiten leicht bestimmt werden. In Tab. 5 sind – neben den im Abschn. 7.4. genannten Größen – die nach der bayerischen Fi-ET 1963 zu erwartenden durchschnittlichen Gesamtzuwächse im Alter 100, bezogen auf die Ertragsniveau-Stufen 1, 2 und 3 sowie für die errechneten Ertragsniveau-Maßzahlen angegeben. Die Herleitung und Tabellierung der Leistungsgrößen ist Inhalt eines Anschluß-Rechenprogramms, über das in einer späteren Arbeit berichtet werden soll.

Zusammenfassung

Nach einer einleitenden Darstellung der bekannten Ertragsniveau-Theorie ASSMANN'S wird ein Schätzverfahren beschrieben, mit dessen Hilfe das Ertragsniveau bayerischer Fichtenbestände aus einmalig erhobenen Bestandesgrößen hergeleitet werden kann. Das Verfahren wurde aus dem Funktionsschema der Vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963 heraus entwickelt und für den Elektronenrechner IBM 7090 FORTRAN IV- programmiert. Der Programmaufbau wird an Hand eines Blockdiagramms erläutert. Der dem Verfahren zugrunde liegende Rechengang und die im Rechenprogramm vorgesehenen unterschiedlichen Möglichkeiten der Ergebnis-Mitteilung werden am Beispiel dreier mittelschwäbischer Standorteinheiten dargestellt. Mit Hilfe der geschätzten Ertragsniveau-Maßzahl kann ein ertragskundlicher Befund mit bekannter Oberhöhenbonität in die Ertragsniveau-Stufen der Bayerischen Fichtentafel 1963 eingeordnet werden.

Summary

At first a brief description of ASSMANN'S theory of "Ertragsniveau" (yield level) is given. ASSMANN'S "Ertragsniveau-Stufen" correspond to the production classes developed by JOHNSTON and BRADLEY (1963) and by BRADLEY, CHRISTIE and JOHNSTON (1966) for different species of wood in Britain. In the second part of the paper a method of yield level estimation for Norway spruce in Bavaria is described. Yield level is estimated from age, top height, mean diameter b. h., and basal area of the main stand. The method of yield level estimation is based on the coefficient scheme of the preliminary yield table for Norway spruce in Bavaria (1963). For yield level estimation from forest inventory data a program is written in FORTRAN IV for an IBM 7090 computer. An example is given showing the single steps of computing the estimates.

Literatur

1. ANDERSSON, S.-O., 1963: Produktionstabeller för nörrländske tallplanteringar. Medd. från Stat. Skogsforskn.inst. Bd. 51, Nr. 3. 337 S. — 2. ASSMANN, E., 1955: Die Bedeutung des „erweiterten Eichhornschen Gesetzes“ für die Konstruktion von Fichten-Ertragstafeln. Forstwiss. Cbl. 74, 321-330. — 3. ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien:

- BLV-Verlag. 490 S. — 4. ASSMANN, E., 1962: Die Fortentwicklung unserer Ertragstafeln. Allg. Forstz. 17, 817-820, 839-841. — 5. ASSMANN, E., und FRANZ, F., 1965a: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Autorenreferat. Forstwiss. Cbl. 84, 13-43. — 6. ASSMANN, E., und FRANZ, F., 1965b: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. München 1963. Fotomech. Wiedergabe. 112 S. — 7. ASSMANN, E., 1966a: Bonitierungssysteme und Ertragsprognosen. Vortrag. Internat. Ertragskunde-Tagung 1966 in Wien. Veröffentlichung vorbereitet. — 8. ASSMANN, E., 1966b: Die Schätzung jetziger und künftiger Ertragsleistungen. Forstwiss. Cbl. 85, 355-371. — 9. BRADLEY, R. T., CHRISTIE, J. M., und JOHNSTON, D. R., 1966: Forest Management Tables. Forestry Commission Booklet No. 16. 219 S., herausgeg. v. d. British Forestry Commission. — 10. DÉCOURT, N., 1965: Les tables de production pour le pin sylvestre et le pin laricio de Corse en Sologne. Rev. Forestière française, H. 12, 818-831. — 11. DÉCOURT, N., 1966: Die Ertragstafeln in Frankreich. Wiss. Z. TU Dresden, 15, 359-363. — 12. FABER, J., 1966a: Die Anwendung des Elektronenrechners in der Waldertragskunde in den Niederlanden. Vortrag. Internat. Ertragskunde-Tagung 1966 in Wien. Veröffentlichung vorbereitet. — 13. FABER, J., 1966b: Ertragstafeln für Pinus nigra. — 15 S. Manuskriptdruck. Wageningen. — 14. FABER, J., 1966c: The growth of the Red Oak in the Netherlands. Ned. Bosbouw Tijdschr. 38, 357-374. — 15. FRANZ, F., 1957: Methodische Untersuchung der Verteilung der guten Zuwachsträger in gleichaltrigen Kiefern-Reinbeständen. Wiss. Z. Humboldt Univ. zu Bln., 7, 320-322. — 16. FRANZ, F., 1963: Durchmesserdifferenzprozent und Vornutzungsprozent. Allg. Forst- u. Jagdztg. 134, 181-197, 201-214. — 17. FRANZ, F., 1964: Untersuchungen über die Höhe des Ertragsniveaus von Fichtenbeständen auf verschiedenen Standorten Bayerns sowie über ein Verfahren zur Herleitung von Leistungstafeln. Kurzbericht über einen Forschungsauftrag der DFG, 3 S., unveröff. — 18. FRANZ, F., 1965: Ermittlung von Schätzwerten der natürlichen Grundfläche mit Hilfe ertragskundlicher Bestimmungsgrößen des verbleibenden Bestandes. Forstwiss. Cbl., 84, 357-386. — 19. FRANZ, F., 1966a: Zum Aufbau neuzeitlicher Ertragstafeln. Forstwiss. Cbl. 1966, 85, 134-147. — 20. FRANZ, F., 1966b: Rechenprogramm F 9 B-F IV -. Herleitung von Ertragstafelgrößen für Durchforstungsprogramme, die vom Zuwachsoptimalen Df.-Programm n. d. Vorläufigen Fichten-Ertragstafel für Bayern 1963 abweichen. Manuskriptdruck, unveröffentlicht. — 21. FRIES, J., 1964: Vårbjörkens produktion i Svealand och södra Norrland. Studia Forestalia Suecica H. 14, 303 S. — 22. FRIES, J., 1965: Introduction to a general discussion on: Statistical problems in the construction of yield tables. Vortrag. Tagung der Advisory Group of Forest Stat., IUFRO Section 25, in Stockholm 1965. In: Royal Coll. of Forestry, Dep. of Forest Biometry, Res. Note No. 9. — 23. FRIES, J., 1966: Mathematisch-statistische Probleme bei der Konstruktion von Ertragstafeln. Vortrag. Internat. Ertragskunde-Tagung 1966 in Wien. Veröffentlichung vorbereitet. — 24. ILVESSALO, Y., 1920: Über das Verhältnis zwischen Holzkonsumption und der Holzertragsfähigkeit. Acta forestalia Fennica Bd. 15, 9 S. — 25. JOHNSTON, D. R., und BRADLEY, R. T., 1963: Forest Management Tables. Commonwealth Forestry Review, 42, 217-227. — 26. KOPP, D., 1955: Möglichkeiten und Methoden zur Beurteilung der aktuellen und potentiellen Standortproduktivität im norddeutschen Tiefland. Forst u. Jagd, Sonderheft „Forstliche Standorterkundung“. 4 S. — 27. KRAMER, H., 1966: Zum Wachstum der Fichte in Großbritannien. Allg. Forst- u. Jagdztg. 137, 53-67. — 28. MAGIN, R., 1963: Standortgerechte Ertragsermittlung als Teil der Forsteinrichtung. Allg. Forstz. 18, 128-130. — 29. MAGIN, R., 1965: Zustandserfassung und Ertragsregelung im Rahmen einer zeitgemäßen Forsteinrichtung. Allg. Forstz. 20, 781-784. — 30. MÜLLER, G., 1957: Über Gesetzmäßigkeiten im Wachstumsgang von reinen gleichaltrigen Fichtenbeständen unter besonderer Berücksichtigung verschiedener Durchforstungsstärken. Diss. Naturw.-Math. Fak. Freiburg/Br. 73 S. — 31. MÜLLER, G., 1963: A new method to find the growth and yield of forests without use of yield tables. IBM Agric. Sympos. Endicott, New York, S. 155-161, herausgeg. v. d. IBM. — 32. PETERSON, H., 1955: Die Massenproduktion des Nadelwaldes. Mitt. d. Forstl. Forsch.-Anst. Schwedens Bd. 45:1, dtsh. S. 392-580. — 33. REHÁK, J., 1956: Ein auf mathematisch-statistischen Methoden beruhender Vorschlag der Aufstellung von Ertragstafeln auf Grund des Mittelstammes. IUFRO-Paper 56/25/18, 7 S., Oxford. — 34. REHÁK, J., 1960: Komplexe Wachstumsbeziehungen zwischen den Bestandesgrößen und die Methoden der Herleitung ihrer mathematischen Definitionen. Tagungsbericht Nr. 26 der DAL zu Berlin, S. 75-95. — 35. REHÁK, J., 1966a: Ertragstafeln und Methoden ihrer Konstruktion. Fortschrittsbericht. 156 S., Zbraslav-Strnady. — 36. REHÁK, J., 1966b: Beitrag zur Aufstellungsmethodik der Ertragstafeln. Vedecké Práce 33, 183-210. — 37. STADLER, H., 1962: Standorterkundung und -kartierung im Bereich der Oberforstdirektion Augsburg. AFZ 17, 399-401. — 38. STRAND, L., 1953: Mål for fordeling av individer over et område. Medd. fra Det Norske Skogforsøksvesen 12, 191-207. — 39. VUOKILA, Y., 1965: Functions for variable density yield tables of pine based on temporary sample plots. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 60.4, 86 S.