

It has been proved that, with little expenditure, sawed pine-timber can be protected against secondary blue-stain. This protection has for years and with great success been applied in Scandinavia and should become a matter of course in Germany, too. The treatment could easily be applied by conveying the boards after the frame saw through a Fungol bath or by dipping them when piled up.

Literatur

1. BERNHART, A.: Verblauen von Kiefernstammholz nach einem sommerlichen Sturmschaden und Erfahrungen mit Bläueschutzmitteln. Forstw. Cbl. **80**, 1961. S. 224-236. — 2. BJÖRKMAN, W. E.: Storage decay and blue stain in forest-stored pine, spruce, birch and aspen pulpwood. Bulletin of the Royal School of Forestry Stockholm Nr. 29, 1958. — 3. BJÖRKMAN, W. E.: Log blue stain and storage decay in pine and spruce timber with special reference to felling time and treatment during floating. Bulletin of the Royal School of Forestry Stockholm Nr. 30, 1958. — 4a. BUTIN, H.: Bläue an lackiertem Holz, Holzzentralblatt **91**, 1965, Nr. 4, S. 37-38. — 4b. BUTIN, H.: Untersuchungen zur Ökologie einiger Bläuepilze an verarbeitetem Kiefernholz. Flora **155**, H. 3, 1965, S. 400-440. — 5. PECHMANN, H. VON, und WUTZ, A.: Untersuchungen über den Bläuebefall und Möglichkeiten der Bläueverhütung an lagerndem Kiefernstammholz. Forstw. Cbl. **82**, 1963, S. 129-138. — 6. PECHMANN, H. VON, GRAESSLE, E., und WUTZ, A.: Untersuchungen über Bläue an Kiefernholz. Forstw. Cbl. **83**, 1964, S. 290-314. — 7. SAVORY, J. G., PAWSEY, R. G., and LAWRENCE, J. S.: Prevention of blue stain in unpeeled Scots pine logs, Forestry **XXXVIII**, Nr. 1, 1965, S. 59-81.

Gedanken zur elektronischen Auswertung von Versuchsflächenaufnahmen¹

VON A. SCHMIDT

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstl. Forschungsanstalt München

Einleitung

In der Forstwissenschaft, und hier besonders auf den Arbeitsgebieten der Genetik, Forsteinrichtung und Ertragskunde, hat man sich schon seit einigen Jahren der Vorzüge von Rechenautomaten für die Lösung komplexer mathematischer Zusammenhänge bedient. Vor allem in den USA, Kanada, England und den skandinavischen Ländern liegen hierüber inzwischen umfangreiche Erfahrungen vor.

Auch in Deutschland wurde wiederholt auf die großen Möglichkeiten hingewiesen, die sich beim Einsatz von digitalen Rechanlagen bieten (ASSMANN 1965, FRANZ 1965, HOFFMANN und BOLLAND 1959, PRODAN 1961, SCHMITT 1964, u. a.).

Es liegt daher nahe, auch die in der Regel sehr arbeitsintensiven Auswertungen forstlicher Versuchsflächen mit Hilfe einer Datenverarbeitungsanlage auszuführen. Über die elektronische Auswertung solcher Versuchsflächen – wobei man statt Versuchsflächen auch Probeflächen, Weiserflächen oder einfach Bestände im Sinne der Forsteinrichtung einsetzen kann – sollen einige Gedanken dargelegt werden.

¹ Nach einem am 7. 10. 1965 auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Forstl. Biometrie in Freiburg gehaltenen Vortrag.

Es wird daher im folgenden

an Hand von logischen Schritten ein Auswertungsmodell entwickelt, auf einige technische Voraussetzungen für eine elektronische Auswertung eingegangen, die Aufstellung eines Rechenprogrammes für die Versuchsflächenauswertung geschildert, die praktische Durchführung einer Versuchsflächenauswertung an einem Beispiel gezeigt, der Einsatz eines Elektronenrechners für den Auswertungszweck beurteilt und die mögliche weitere Entwicklung der Programmierung und Datenverarbeitung auf dem Arbeitsgebiet der forstlichen Flächenauswertung kurz angedeutet.

An dieser Stelle möchte der Verfasser vor allem Herrn Prof. Dr. E. ASSMANN für die wohlwollende Förderung und die mannigfaltigen Anregungen danken. Besonderer Dank gebührt auch Herrn Dr. F. FRANZ und Dr. R. KENNEL für ihre Hilfe bei den teilweise recht schwierigen programmtechnischen Fragen. Es zeigt sich in immer stärkerem Maße, daß beim Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungsanlagen eine gute Zusammenarbeit auf die Dauer unerlässlich ist.

1. Überlegungen zu einem Auswertungsmodell

Ganz allgemein ergibt sich zuerst die bekannte Frage: was, womit, wie? oder anders ausgedrückt: Welche Ergebnisse möchte ich mit welchen Daten auf welche Weise erlangen?

Diese Frage stellt man zweckmäßigerweise etwas um, indem man die Erfassung der Daten vorwegnimmt, dann die möglichen Ergebnisse ableitet und endlich den Weg von den Daten zu den Ergebnissen, also die Auswertung, diskutiert.

1.1. Wenn wir einen Bestand in der gewohnten Weise aufnehmen, erhalten wir im Normalfall als *Daten*:

Allgemeine Kennwerte, wie Flächengröße, Alter, vorhandene Baumarten u. ä., ferner die Datengruppen der Durchmesserwerte, Höhenwerte und Formwerte.

Diese Daten können als ursprüngliche oder *primäre Größen* und die durch sie dargestellten Aussagen als *primäre Informationen* bezeichnet werden. Sie liegen alle in einer Urliste, den Aufnahmebögen, vor.

1.2. Ausgehend von den Meßwerten im Aufnahmeheft wollen wir Bestandeskennwerte, also unsere *Ergebnisse*, errechnen, worunter wir in der Praxis gewöhnlich eine bestimmte Anzahl von fest umrissenen Größen hoher Aussagekraft verstehen.

Zunächst können wir von jeder der erfaßten primären Datengruppen (d , h , f) in mehreren Auswertungsstufen Größen ableiten, die uns *sekundäre Informationen* vermitteln. Zum Teil werden diese abgeleiteten oder sekundären Größen zugleich Endergebnisse sein, zu einem größeren Teil aber sind es für uns Zwischenergebnisse, die wir für eine weitergehende Auswertung benötigen.

Am Beispiel der Durchmesserwerte soll das dargestellt werden:

In einer einfachen ersten Auswertungsstufe kann aus der Urliste etwa die Stammzahl, der kleinste (d_{\min}) und der größte Durchmesser (d_{\max}), sowie die Spannweite ($d_{\max} - d_{\min}$) gefunden werden.

In einer zweiten Stufe wird dann beispielsweise mit einer Strichliste die Stammzahl-Durchmesserverteilung mit ihren Kennwerten ermittelt, die uns schon genauere Angaben über die Stammzahl-Besetzung einzelner Durchmesserklassen und die Form der Verteilung liefert.

In der dritten Auswertungsstufe können wir dann die ertragskundlich besonders bedeutungsvollen Größen, wie Grundfläche und ihre Verteilung, Mittel- und Oberdurchmesser, errechnen, die man als sekundäre Größen höheren Informationsgehaltes bezeichnen kann und die im gebräuchlichen Sinn schon Endergebnisse der Versuchsflächenauswertung darstellen.

Ähnlich wie bei den Durchmesserwerten können wir nun theoretisch bei den Höhen und Formwerten verfahren und auch hier abgeleitete, also sekundäre

Größen ermitteln. Dieses Vorgehen ist jedoch allgemein nicht üblich. Wir kombinieren nun in der Praxis oftmals gewisse primäre und sekundäre Größen, um weitere Bestandescharakteristiken mit einem höheren Informationsgehalt zu bekommen (z. B. $G \times H$, Formhöhe, Volumen). Die theoretische Zahl der Ergebnisse kann man aus nachstehendem Schema (Abb. 1) ableiten, in dem der Übersichtlichkeit halber nur die Kombinationen primärer Größen berücksichtigt sind. Es wird daraus ersichtlich, daß mit jeder weiteren primären in die Auswertung gelangenden Größe die Zwischen- und Endergebnisse nach den Regeln der Kombinatorik sehr rasch anwachsen.

Bedenkt man zudem, daß in diesem Schema die sekundären Größen ausgeklammert sind, daß die Zahl der Ergebnisse noch nahezu verdreifacht werden muß, wenn getrennt nach Gesamtbestand, verbleibendem und ausscheidendem Bestand ausgewertet wird, und daß wiederum für jede Mischbaumart die gesamte Rechnung durchgeführt werden muß, so wird deutlich, daß sich bei einem solchen Rechenaufwand der Einsatz moderner Datenverarbeitungsanlagen lohnt. Jeder, der selbst schon Mischbestände gründlich ausgewertet hat, wird dies bestätigen können.

- 1.3. Um von unseren Ausgangsdaten zu den gewünschten Ergebnissen zu gelangen, benutzen wir die gebräuchliche *Auswertungsmethode*, die zuerst aus einer jeden Gruppe von Ausgangsdaten die informationsreicheren sekundären Größen, also hauptsächlich Zwischenergebnisse, herleitet. Dieser Schritt wird im folgenden als *Vorauswertung* bezeichnet. In einem zweiten, anschließenden Arbeitsgang, der *Hauptauswertung*, werden dann weitere ursprüngliche Bestandswerte mit ihren abgeleiteten Größen hinzugenommen und durch Kombinationen zu neuen Ergebnissen mit höherer Aussagekraft zusammengestellt (Abb. 2).

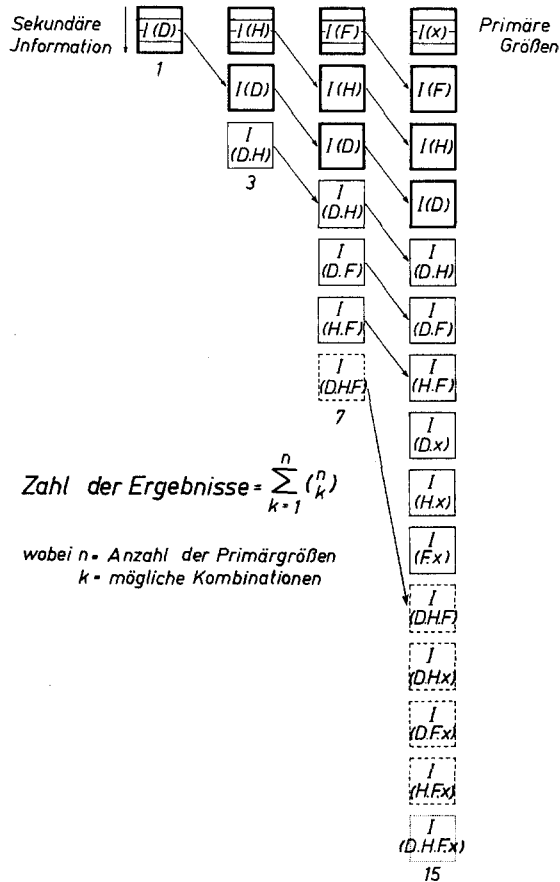


Abb. 1. Zunahme der Haupt-Ergebnisse (Primäre Informationen) in Abhängigkeit von den eingegebenen Primärgrößen (D, H, F und einer zusätzlichen Auswertungsgröße X) und ihren Kombinationen. Die sekundären Informationen, die sich aus den Primärgrößen ableiten lassen, sind innerhalb der Ausgangsgrößen nur durch eine dünn ausgezogene Unterteilung angedeutet. Die Bezeichnung I(D) in der Darstellung soll die Information über D versinnbildlichen.

1.4. Dieses Modell wird nun in der Praxis keineswegs starr eingehalten, da man ja nicht alle möglichen Grunddaten erheben kann. So mißt man auch auf den Versuchsflächen in der Regel nur eine Stichprobe von Baumhöhen, um eine Höhenkurve zeichnen oder berechnen zu können. Die Ermittlung von Formwerten erleichtert man sich, wenn man aus einer Anzahl von repräsentativen Probestämmen Formzahlen ableitet oder überhaupt Formzahltafeln oder -gleichungen benutzt. Für die Zwecke der Forsteinrichtung kann man in der Vereinfachung noch einen Schritt weitergehen, indem man von vorneherein mit Formhöhenreihen oder Massentarifen (KRÄUTER 1958, PRODAN 1965, WENK 1962) arbeitet. Durch dieses teilweise Ersetzen der Grunddaten durch Stichprobenwerte oder Näherungslösungen wird unser Auswertungsmodell nicht gestört, sondern nur in einzelnen Teilen etwas abgeändert.

AUSWERTUNGSMODELL für einmalige Aufnahme

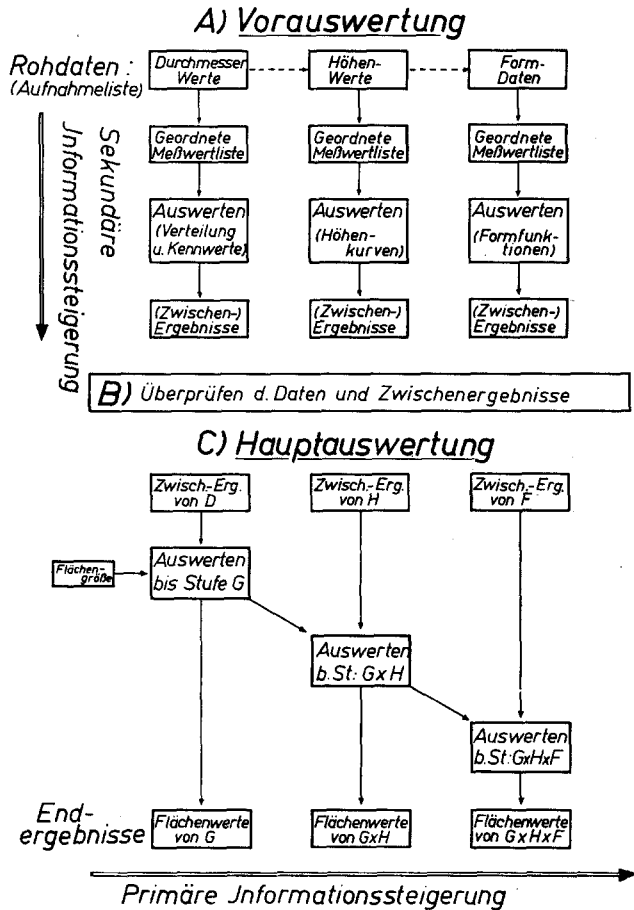


Abb. 2. Schema des Auswertungsmodells mit der Vorauswertung als der sekundären Informationssteigerung innerhalb der einzelnen primären Aufnahmedatengruppen, und der Hauptauswertung, die als überwiegend primäre Informationssteigerung durch stufenweises Hinzunehmen der Höhen- und Formwerte zu den Durchmesserwerten verstanden wird.

2. Technische Voraussetzungen

Bevor wir das entwickelte Auswertungsmodell in einem Programm niederschreiben, sollen die technischen Voraussetzungen hierfür geklärt werden, da sie für die Programmierung ebenfalls sehr wichtig sind.

- 2.1. Um unsere Daten maschinell verarbeiten zu können, müssen wir sie vorher in eine von der Rechenanlage lesbare Form, gewöhnlich auf Lochkarten oder Lochstreifen, bringen. Dieses *Ablochen der Aufnahmelisten*, das bisher noch von Hand geschieht, wird künftig durch den Einsatz von Lesegeräten ersetzt werden können, die die Originaldaten unmittelbar auf ein gewünschtes Speichermedium übertragen (vgl. SCHÖPFER 1965, und auch WOLFF 1965).
- 2.2. Sind die Daten in maschinenlesbarer Form vorhanden, so steht für die eigentliche Auswertung theoretisch eine stattliche Typenzahl von *Datenverarbeitungsanlagen* verschiedenster Größenordnung und Bauart zur Verfügung. Für die Programmierung ist es nun sehr wesentlich, mit welcher Maschine wir rechnen wollen bzw. können. Je nach den Besonderheiten der Anlage, wie Speicherkapazität, Rechengeschwindigkeit, angeschlossenen Externspeichern (Band, Platte), festverdrahteten Rechenoperationen u. ä., richtet sich dann die eigentliche Programmierarbeit.
- 2.3. Schließlich sind für die Programmierung noch die *Ausgabeeinheiten der Rechenanlage* bedeutsam, da ja die Ergebnisse über Lochkarten, Lochstreifen, Schreibmaschine oder Schnelldrucker ausgegeben werden können.

3. Die Aufstellung des Programms

Wenn die Ausgangsdaten, die gewünschten Ergebnisse und der Berechnungsgang festgelegt und außerdem die technischen Voraussetzungen geklärt sind, beginnt die eigentliche Arbeit des Programmierens.

Dieses Programmieren umfaßt nun

- a. die Auswahl eines geeigneten und möglichst optimalen Lösungsweges für das erarbeitete Auswertungsmodell
- b. das Niederschreiben der Rechenanweisung für die Maschine
- c. das Austesten des Programms.

3.1. An Hand des Auswertungsmodells sucht man zunächst einen geeigneten *Lösungsweg*. In unserem Fall wird man sich dahingehend entscheiden, die Vorauswertung für die einzelnen primären Datengruppen von der Hauptauswertung zeitlich so trennen. Man erhält so die Möglichkeit, eventuelle Unstimmigkeiten im Datenmaterial, die durch Aufnahme- oder Ablochfehler entstehen können, zu bereinigen. Außerdem kann man entscheiden, welcher Höhenkurventyp für das vorliegende Material am geeignetsten ist, ob die Formwerte brauchbar sind, für welche Baumarten in der Hauptauswertung die Berechnungsmethoden etwas abgeändert werden müssen und ähnliche Fragen mehr. Denn nur wenn das alles geklärt ist, kann man mit gutem Gewissen die Hauptauswertung beginnen.

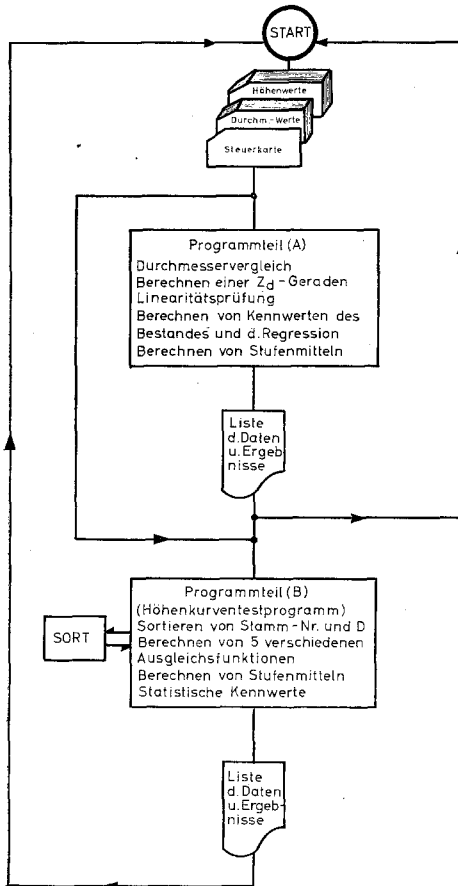
Wünscht man, daß das Programm nicht nur für einen einzigen Fall anwendbar sein soll, sondern als sog. Standardprogramm für verschiedene Datenkombinationen und Auswertungsrichtungen eingesetzt werden kann, so hat man sich bei der Programmierung alle vorkommenden Möglichkeiten zu überlegen und die verschiedenen Wünsche und Forderungen mit einzubauen.

In diesem Zusammenhang hat es sich bewährt, ein solches Programm nach dem *Baukastensystem* anzulegen. Hierbei wird ein Hauptprogramm durch aufrufbare und austauschbare Unterprogramme erheblich vielseitiger ausgebaut.

Um ein übersichtliches optisches Bild von der ausgearbeiteten Lösungsmethode zu bekommen, wird ein Flußdiagramm gezeichnet, das bei der folgenden Arbeit, der Programmieniederschrift, gute Dienste leistet. Die Abbildungen 3 und 4 vermitteln einen Eindruck eines solchen, stark vereinfachten Diagramms.

Versuchsflächenauswertung - VORPROGRAMM

Flussdiagramm



Versuchsflächenauswertung - HAUPTPROGRAMM

Flussdiagramm

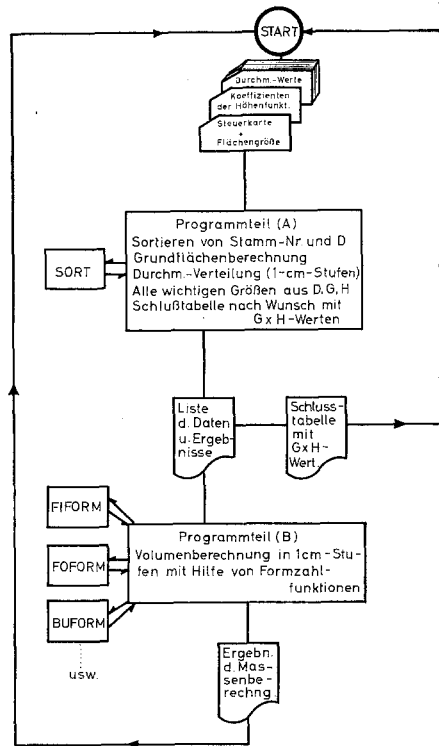


Abb. 3 und 4. Die Abbildungen zeigen in stark vereinfachter Form den Aufbau der einzelnen Teile des Versuchsflächen-Auswertungsprogrammes. Die Pfeile stellen die Flußrichtung der wählbaren Auswertungsschritte dar. Die Kästchen mit den Bezeichnungen SORT, FIFORM u. ä. bedeuten die verwendeten Unterprogramme.

3.2. Das Niederschreiben des Programms kann auf dreierlei Art geschehen:

- a. in der Maschinsprache
- b. in einem symbolischen oder maschinenorientierten Programmiersystem
- c. in einem problemorientierten Programmiersystem.

3.2.1. Das Programmieren in der *Maschinsprache* ist sehr kompliziert und auch fehleranfällig. Es kommt für unseren Fall in der Regel nicht in Frage.

3.2.2. Das Programmieren in einer *symbolischen maschinenorientierten Sprache* (z. B. SPS, Autocoder) wird bei manchen Maschinen unumgänglich, vor allem dann, wenn der verfügbare Speicherraum eng begrenzt ist und daher für den optimalen Einsatz der Rechenanlage voll ausgenutzt werden muß. Leider sind diese symbolischen Sprachen nach Maschinentyp verschieden, so daß ein solches Programm in der Regel auf keiner anderen Anlage verwendet werden kann.

- 3.2.3. Am leichtesten ist für einen Laien eine *problemorientierte Sprache* wie FORTRAN oder ALGOL erlernbar. Diese Sprachen haben obendrein den Vorteil, daß es für sie sog. Übersetzer (Compiler) aller möglichen Maschinentypen ab einer gewissen Größenordnung gibt. Die nicht ganz optimale Ausnutzung der Rechenanlage wird bewußt in Kauf genommen, da man sehr übersichtlich und zügig programmieren kann.
- 3.3. Wenn das Programm geschrieben ist, muß es vor seiner Anwendung erst auf Herz und Nieren geprüft werden, wobei einem die Maschine bei der Suche nach formalen Fehlern behilflich ist. Hat man dann nach einer umfangreichen *Testarbeit* auch noch vorhandene logische Unstimmigkeiten bereinigt, so kann mit der Auswertung begonnen werden.

4. Beispiel einer elektronischen Flächenauswertung

Nach den bisherigen überwiegend theoretischen Überlegungen soll jetzt ein Auswertungsprogramm vorgestellt werden, das vom Verfasser im Institut für Ertragskunde in München entwickelt wurde und das seit etwa einem halben Jahr auf der Großrechenanlage IBM 7090 des Institutes für Plasmaphysik in Garching läuft. Das Programm ist nach den oben geschilderten Modellvorstellungen in ein Vorprogramm und ein Hauptprogramm aufgeteilt worden.

- 4.1. Das *Vorprogramm* selbst gliedert sich in zwei getrennte Rechenanweisungen, die die Arbeitsbezeichnungen „Durchmesservergleich“ und „Höhenkurventest“ tragen. In beiden Routinen werden aus den Grundelementen d und h Zwischenergebnisse höheren Informationsgehaltes hergeleitet. Außerdem sollen dabei Aufnahme- und Ablochfehler aufgespürt werden, damit nur einwandfreies Datenmaterial in die Hauptauswertung gelangt.
- 4.1.1. Die letzte Forderung gilt vor allem für das *Durchmesser-Vergleichsprogramm*, das für jeden Stamm die Durchmesser zweier aufeinander folgender Aufnahmen vergleicht, d. h. den Durchmesserzuwachs ermittelt. Ist dieser Zuwachs unverhältnismäßig hoch, ungewöhnlich niedrig oder sogar negativ, so wird man in der Aufnahmeliste die Unstimmigkeiten sofort nachprüfen müssen. Diese Fassung des Vergleichsprogramms kann logischerweise nicht bei einer einmaligen Aufnahme verwendet werden, da ja Vergleichsgrößen aus einer Voraufnahme fehlen.
- 4.1.2. Im zweiten Teil des Vorprogramms, dem *Höhenkurventestprogramm*, werden die vorliegenden Höhenmessungen nach 5 verschiedenen Funktionen ausgeglichen:
1. Parabel 2. Grades: $h = a + b \cdot d + c \cdot d^2$
 2. Halblog. Gleichung: $h = a + b \cdot \ln d$
 3. „PRODAN“-Gleichung: $h = \frac{d^2}{a + b \cdot d + c \cdot d^2} + 1,3$
 4. „KORSUN“-Gleichung: $h = a \cdot e^{(b \cdot \ln d + c \cdot \ln^2 d)}$
 5. „PETTERSON“-Gleichung: $h = \frac{d^2}{(a + b \cdot d)^n} + 1,3$
- (wobei die Hochzahl n im Programm variabel ist).

Für jede dieser Ausgleichsfunktionen werden sämtliche wichtigen statistischen Kennwerte errechnet und auch sofort die Höhenwerte für feste Durchmesserstufen hergeleitet. An Hand des Bestimmtheitsmaßes und der bedingten Standardabweichung läßt sich dann zusammen mit der gezeichneten

- Höhenkurve die zweckmäßigste Funktion für die weitere Rechnung im Hauptprogramm festlegen.
- 4.1.3. Für die Herleitung von *Formwerten* haben wir kein Programm geschrieben, da wir in München mit einem Auswertungsverfahren arbeiten, das keine bestandesindividuellen Formwerte aus örtlich erhobenen Probestämmen, sondern Formzahlen aus Regionaltafeln bzw. -gleichungen verwendet.² Diese Gleichungen sind als eigene Unterprogramm-Funktionen im Hauptprogramm enthalten.
- 4.2. Sind alle Datenfehler durch das Vorprogramm erkannt und bereinigt, ist außerdem eine geeignete Höhenkurvenfunktion ausgewählt worden, so kann mit dem *Hauptprogramm* die eigentliche Flächenauswertung beginnen.
- 4.2.1. Das Hauptprogramm ist so angelegt, daß gleichzeitig von maximal 10 Baumarten eines Mischbestandes alle wesentlichen ertragskundlichen Bestandes- und Flächenkennwerte errechnet werden können.
Als Eingabedaten sind nötig:
- die einzelnen Brusthöhen-Durchmesser aller Stämme der Fläche
 - die Gleichungskoeffizienten der gewünschten Höhenkurvenfunktion
 - die Flächengröße
 - Angaben über die Zuordnung einzelner Baumarten zu den eingegebenen Höhenkurven und den im Programm festgelegten Formzahlfunktionen.
- 4.2.2. Die Rechenschritte des Hauptprogramms sind nun so gewählt, daß die Auswertung automatisch den höchstmöglichen Informationsgrad erreicht, der von den eingegebenen Primärdaten her bestimmt wird. Wenn man für eine Fläche z. B. nur Durchmesserwerte eingibt, schließt die Auswertung mit der Informationsstufe G (= Grundfläche) ab. Ist daneben eine Höhenkurve eingelesen worden, so wird die Informationsstufe $G \times H$ ausgedruckt, wenn sie nicht sogar die Informationsstufe $G \times H \times F$ erreicht, falls für die entsprechende Baumart auch noch eine Formzahlfunktion vorliegt. Die Abbildung 2 macht diese Auswertungsschritte verständlich.

5. Die Beurteilung einer elektronischen Auswertung

Nach der kurzen und etwas oberflächlichen Schilderung des Vor- und Hauptprogramms wird im folgenden versucht, die Vorteile und die möglichen Nachteile einer elektronischen Versuchsflächenauswertung gegeneinander abzuwägen:

- 5.1. Wenn zuerst eine Reihe von *Vorteilen* aufgezählt wird, so entspricht dies in erster Linie der m. E. unumstößlichen Tatsache, daß die Vorteile die Nachteile bei weitem überwiegen. Diese Erkenntnis war ja schließlich der eigentliche Beweggrund, der zu dem Schritt in das Neuland der elektronischen Datenverarbeitung führte:
1. Unser Datenmaterial kann sehr intensiv durchleuchtet werden, so daß gegenüber den bisherigen manuellen Verfahren der Versuchsflächenauswertung wesentlich verfeinerte Aussagen möglich sind. Vor allem lassen sich Zusammenhänge klären, die wegen des enormen Rechenaufwandes von Hand kaum aufgedeckt werden könnten.

² Wegen der großen Streuung der Brusthöhenformzahlen erscheint die Ableitung von Formzahlkurven $f = F(d_{1,3}, h)$ nur sinnvoll, wenn jeweils pro Fläche etwa wenigstens 50 Formzahl-daten verfügbar sind. Da ein Anfall von mindestens 50 Probestämmen je Fläche auch bei starker Durchforstung höchstens beim ersten Eingriff zu erwarten ist, ist es in der Regel unzuweckmäßig, die Berechnung des Volumens und besonders des Zuwachses an Volumen jeweils auf örtliche Formzahlerhebungen zu stützen (vgl. ASSMANN, Waldertragskunde, S. 217).

2. Die Ergebnisse werden in unvorstellbar kurzer Zeit fehlerfrei errechnet.
 3. Die ermüdende Arbeit mit der Handrechenmaschine und all ihren Fehlerquellen fällt weg, und es bleibt mehr Zeit für die eigentliche Entwicklungsarbeit.
 4. Bei dem derzeitigen Arbeitskräftemangel ist der Einsatz von elektronischen Rechenanlagen die einzige Möglichkeit, eine rasche und saubere Auswertung durchzuführen.
 5. Die abgelochten Daten können später beliebig oft und in den verschiedensten Richtungen weiterverarbeitet werden.
- 5.2. Die möglichen *Nachteile und Einwände* lassen sich in vier Gruppen aufgliedern:
1. *Technische Einwände* richten sich in überwiegendem Maße gegen die möglichen maschinenbedingten Rechenfehler. Diese Einwände waren bei der ersten Generation der Rechenanlagen mit Röhrenausstattung berechtigt; aber heute, in der zweiten und erst recht in der eben kommenden dritten Generation werden diese Anlagen dank der Transistortechnik und der gedruckten Schaltungen mit so hoher Präzision und Zuverlässigkeit gebaut, daß Fehler nahezu ausgeschlossen sind.
 2. Nachteile der Datenverarbeitung können auf *organisatorischem Gebiet* liegen, wenn nämlich die geeigneten Maschinen zum gewünschten Zeitpunkt für eine Auswertung nicht zur Verfügung stehen oder wenn sich ein Mißverhältnis zwischen der Zeit zur Vorbereitung der Daten einerseits und der Schnelligkeit der Auswertung andererseits ergibt. Mit einigem Organisations-talent lassen sich diese Nachteile in der Regel beheben, zumal damit gerechnet werden kann, daß die Anzahl der aufgestellten Datenverarbeitungsanlagen rasch zunehmen und die Erfahrung bei ihrer Anwendung wachsen wird.
 3. Betrachtet man die *finanzielle Seite* des Einsatzes von Elektronenrechnern, so wird man zunächst erschrecken über die Kosten, die 1 Stunde Rechenzeit verursacht. Man darf aber bei Rentabilitätsabwägungen nicht übersehen, daß mit einer Datenverarbeitungsanlage ganze Flächenreihen exakt und erschöpfend in wenigen Minuten ausgewertet werden können. Kalkuliert man die Kosten dafür einmal durch und vergleicht sie mit denen einer vielleicht mehrwöchigen, oft fehlerhaften Handauswertung, so wird man bald von der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes von Rechenautomaten überzeugt sein.
 4. Der letzte Einwand liegt im *psychologisch-pädagogischen* Bereich: Man verliere durch die nahezu vollautomatische Auswertung den Kontakt mit den Originaldaten. Der Einwand mag zum Teil berechtigt sein, besonders dann, wenn man seine Daten einfach „durch die Mühle dreht“. Aber es werden sich bei jeder Auswertung – in unserem Beispiel zwischen Vor- und Hauptprogramm – Gelegenheiten ergeben, bei denen es unvermeidlich ist, die Eingangsdaten oder die Zwischenresultate zu überprüfen, wenn man sinnvolle Endergebnisse bekommen will.

Die geschilderten Einwände gegen eine elektronische Versuchsflächenauswertung erweisen sich nach einer gewissen Einarbeitungszeit und einer der modernen Datenverarbeitung angepaßten Organisation nicht mehr als so schwerwiegend, daß man ihretwegen auf die großen Vorteile verzichten sollte.

6. Ausblick

Das vorgestellte Auswertungsprogramm erhebt keinen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit, da ja zahlreiche Varianten möglich sind. So wird derzeit an mehreren Instituten und Forschungsanstalten des In- und Auslandes an der Programmierung von Auswertungsverfahren gearbeitet (ARBONNIER, 1965; JEFFERS, 1961 und 1962; HALLER, 1965; PERSSON, 1963 und 1965; SCHMIDT, 1965; SCHMITT, 1965; SCHÖPFER, 1965; TURNBULL, 1964; WENK, 1962 u. a.). In diesen Programmen besitzen wir Grundsteine, an denen man horizontal weiterbauen muß, um alle in der Praxis denkbaren Auswertungsfälle zu erfassen. Es bieten sich hier vor allem an: Stichprobenerhebungen, Probestamm- und Bohrspanauswertungen, Zuwachs- und Wachstumsuntersuchungen jeglicher Art. Aufbauend auf dieser Analyse von Grunddaten wird man dann in vertikaler Richtung Programme entwickeln, die uns Ertragserschätzungen für alle Standorte, qualitative und quantitative Sortimentierung von Beständen und damit Wertuntersuchungen ermöglichen (SCHÖPFER, 1965). Schließlich sollen sie uns helfen, betriebswirtschaftliche Vorgänge und Zusammenhänge zu optimieren, etwa die günstigste Umtriebszeit, die optimalen Durchforstungseingriffe und -zeitpunkte zu bestimmen. Wenn es erlaubt ist, noch ein gutes Stück weiter zu denken, so steht am Ende der Gedankenkette die optimale Betriebsgestaltung überhaupt, die neben den biologischen und wirtschaftlichen Zielsetzungen auch die sog. Wohlfahrtswirkungen des Waldes mit umfaßt. Um zu zeigen, wieweit in dieser vertikalen Richtung schon gearbeitet wird, darf auf die wichtigen Untersuchungen der Freiburger Schule zu diesem Fragenbereich (PRODAN, 1964) hingewiesen werden.

Zusammenfassung

Ausgehend von allgemeinen Überlegungen zur Versuchsflächenauswertung wird ein Auswertungsmodell entwickelt, das eine getrennte Vor- und Hauptauswertung umfaßt. Es wird gezeigt, wie dieses Modell als Programm für eine elektronische Datenverarbeitungsanlage geschrieben werden kann und welche technischen Voraussetzungen dafür nötig sind.

Ein Auswertungsprogramm, das vom Verfasser im Institut für Ertragskunde in München für die IBM 7090 entwickelt worden ist, wird kurz vorgestellt. Nach dem Abwägen der offenkundigen Vorteile einer elektronischen Auswertung und der möglichen Einwände gegen eine solche wird die wahrscheinliche Weiterentwicklung der Versuchsflächenauswertung mit modernen Datenverarbeitungsanlagen angedeutet.

Literatur

ASSMANN, E., 1965: Über Fragestellungen und Methodiken bei neuen ertragskundlichen Versuchen. Vortrag. Sekt. Ertragskunde d. DVFF, Gießen, unveröff. — British Forestry Commission, 1963: Index of computer program specifications. Alice Holt, 10 S., Manuskriptdruck. — FRANZ, F., 1965: Auswertung von Düngungsversuchen mit unterschiedlicher Bestockungsdichte bei Versuchsbeginn. Vortrag. Sekt. Ertragskunde d. DVFF, Baiersbrunn 1964; Forstw. Cbl., **84**, 84-96. — HALLER, E., 1965: A comprehensive IBM 1401-maschine program for the processing of initial forest inventory data in the tropics. Vortrag. Adv. Gr. For. Stat. IUFRO-Sekt. 25, Stockholm, Paper Nr. 17, 6 S., Manuskriptdruck. — HOFFMANN, K., u. BOLLAND, G., 1959: Über Lochkartenverfahren und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Forstwissenschaft. Archiv f. Forstwesen, **8**, 181-216. — JEFFERS, J. N. R., 1961: The electronic digital computer in Forestry. Vortrag. 13. IUFRO-Kongreß, Wien 1961. Berichtband IUFRO 61/25/7. — JEFFERS, J. N. R., 1962: The electronic digital computer in forest research and management. Report on Forest Research 1962, 166-178. — KRÄUTER, G., 1958:

Das Waldhöhentarifsystem. Wiss. Abh. d. DAL zu Berlin, Nr. 29, Akademie-Verlag, Berlin, 134 S. — MUNRO, D. D., KOZAK, A., and HEJJAS, J., 1965: Applications of electronic computing to forestry and forest research at the University of British Columbia. Adv. Gr. For. Stat. IUFRO-Sekt. 25, Stockholm Paper Nr. 26, S., Manuskriptdruck. — PERSSON, O., 1963: The use of computers at the Royal College of Forestry in Stockholm. Vortrag. Alice Holt Lodge, 5 S., Manuskriptdruck. — PERSSON, O., 1965: Some applications of E. D. P. at the Royal College of Forestry, Stockholm, during the last two years, and a short comment on our plans for the next future. Vortrag. Adv. Gr. For. Stat. IUFRO-Sekt. 25, Stockholm, Paper Nr. 31, 4 S., Manuskriptdruck. — PRODAN, M., 1961: Zur Lochkarten- und Elektronenauswertung in der Forstwirtschaft. In: Forstwissenschaft im Dienste der Praxis. 136-148, BLV-Verlag, München-Basel-Wien. — PRODAN, M., 1964: Zur Wertschätzung des Waldes — Versuche einer Problemstellung. In: Forstliche Hochschulwoche Freiburg/Br. 1964; Schriftenreihe d. Forstl. Abt. d. Alb.-Ludw.-Univ. Freiburg/Br., Bd. 4, S. 34-50. — PRODAN, M., 1965: Zur Methodik der Aufnahme und Auswertung forstlicher Versuchsflächen. Vortrag. Sekt. Ertragskunde d. DVFF, Gießen 1965. Unveröffentl. — PRODAN, M., 1965: A simplification on the volume tariff systems. Vortrag. Adv. Gr. For. Stat. IUFRO-Sekt. 25, Stockholm 1965. Paper Nr. 1, Manuskriptdruck. — SCHMIDT, A., 1965: Die Versuchsflächenauswertung mit elektron. Rechenanlagen. Vortrag. Sekt. Ertragskunde d. DVFF, Gießen 1965, unveröffentl. — SCHMITT, R., 1965: Die rechnerische Zusammenfassung der Daten forstl. Versuchsflächen. Vortrag. Sekt. Ertragskunde d. DVFF, Gießen 1965, unveröffentl. — SCHÖPFER, W., 1965: Versuchsflächenanalyse mit Hilfe v. Elektronenrechnern. Adv. Gr. For. Stat. IUFRO-Sekt. 25, Stockholm 1965, Paper Nr. 25, 6 S., Manuskriptdruck. — SCHÖPFER, W., 1965: Dezentralisierung der Datenerfassung in der Forstwirtschaft. Vortrag. Arbeitsgem. f. Forstl. Biometrie, Freiburg/Br., unveröffentl. — TURNBULL, K. J., 1964: PSP 1 Permanent sample plot computation by tarif. FORTRAN-2-Programm. — WEIDMANN, A., und THOMMEN, F., 1959: Das maschinelle Lochkartenverfahren als Rationalisierungsmittel in der Forstwirtschaft. Mitt. d. Schw. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, **35**, 317-368. — WENK, G., 1962: Zur mathematischen Formulierung der Formhöhen-, Formzahl- und Massenkurven. Archiv für Forstwesen, **11**, 168-173. — WENK, G., 1962: Zur Bedeutung leistungsfähiger programmgesteuerter Rechenlocher für die Forstwirtschaft. Wiss. Zeitschr. TU Dresden, **11**, 787-789. — WOLFF, G., 1965: Zur Automatisierung der Lochkartenherstellung bei forstlichen Datenaufbereitungen. Archiv f. Forstwesen, **14**, 79-103. — YOUNG, H. A., and ALTENBERGER, R. A., 1963: Electronic computers and nonresearch forestry applications. The Consultant, **7**, 4. S.

III. BUCHBESPRECHUNGEN

Der Staatswald Todtmoos, dargestellt nach dem Allgemeinen Teil des Forsteinrichtungswerkes 1960. Von RUDOLF EISENKOLB. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Band 15. Selbstverlag der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg. Stuttgart 1963. 103 S. mit zahlr. Tab. u. graph. Darst., 2 Karten.

Es mag zunächst ungewöhnlich erscheinen, den allgemeinen Teil eines Forsteinrichtungswerkes zu veröffentlichen, wie das für den Staatswald Todtmoos mit dem vorliegenden Band geschehen ist. Allein es geht hier nicht nur um den Staatswald Todtmoos, sondern darüber hinaus um die gegenwärtigen Verhältnisse und — darauf aufbauend — um die Planung für die Forstbetriebe der Mittel- und Hochlagen des südlichen Schwarzwaldes.

Dem Forsteinrichtungswerk für den Staatswald Todtmoos kommt aus zwei Gründen eine über den lokalen Rahmen hinausgehende Bedeutung zu. Einmal erleichterte und ermöglichte die relativ geringe Zahl der Buchungseinheiten, die seit 1847 in ihren Grenzen nahezu unverändert geblieben sind, die Durchführung systematischer bestands- und ertragsgeschichtlicher Untersuchungen für den ganzen Wald. Zum anderen konnte ein Amtsvorstand in einer nunmehr fast 30jährigen Tätigkeit in der kritischen Auseinandersetzung mit den Erfolgen und Fehlschlägen früherer Jahrzehnte hinsichtlich Baumartenwahl und Betriebstechnik wesentliche Beiträge für die heute maßgeblichen waldbaulichen und betriebswirtschaftlichen Grundsätze dieses Gebietes entwickeln.