

davon ausgehen muß, daß die Wirtschaft ein fortdauernder Prozeß und der Wert ein fiktiver Preis sei, dessen Höhe von der Elastizität von Angebot und Nachfrage abhängt, hat er die Angebotsseite der forstlichen Produktion, den nachhaltig erzielbaren Ertrag, als eine aus dem Jetztwert der künftigen Nutzungen abgeleitete Rente gesehen. In dieser Erkenntnis traf er sich mit OSTWALD. Was die Angebotsseite des forstlichen Betriebes zur Wertbildung beiträgt, möchte er, soweit es überhaupt mit Zahlen erfassbar und meßbar ist, in seiner „Meßziffer der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit“ zusammenfassen. In ihr sah er den Grundpfeiler zum Aufbau der ganzen forstlichen Betriebswirtschaftslehre. Daß KRIEGER 1929 den Jetztwert der künftig zu erwartenden Nutzungen einzelbestandsweise und 1956 betriebsklassenweise errechnete, bedeutet nur einen verfahrenstechnischen Unterschied. In beiden Fällen hatte er zur Erleichterung der praktischen Anwendung der Verfahren Bewertungstabellen errechnet. 1956 faßte KRIEGER die im jeweils gegebenen Forstbetrieb in Form der möglichen Nutzungen wirkenden Kräfte auf einem statistischen Übersichtsblatt zusammen, das er zu Ehren EUGEN OSTWALDS „Ostwald-Test“ nannte. Im Ostwald-Test erblickte er in erster Linie einen Test auf Nachhaltigkeit und damit das Kernstück der eigentlichen Forstertragsregelung, in zweiter Linie aber auch einen Test auf Wirtschaftlichkeit. Wegen der nur teilweisen Berücksichtigung der Aufwandsseite bleibt das Wirtschaftlichkeitsurteil allerdings äußerst unvollkommen. Für die forstliche Erfolgsrechnung und Betriebsstatistik sah er in der Meßziffer den Maßstab für die Beurteilung der Erfolgswirksamkeit der betrieblichen Vorgänge und somit ein Hilfsmittel der zeitlichen Rechnungsabgrenzung. Für die Wertermittlung, insbesondere stark anomal aufgebauter Betriebsklassen, haben die Verfahren von OSTWALD und KRIEGER grundsätzliche Bedeutung.

Der bestechende Leitgedanke, der die Arbeiten KRIEGERs prägt, ist, daß ein dauerhaftes Gut (der ewige Wald) sich grundsätzlich nur nach den künftig zu erwartenden Nutzungen wirtschaftlich beurteilen bzw. bewerten lasse. Man kann an die Stelle von Nutzungen ganz allgemein den Begriff Nutzen setzen. Damit kommt die Subjektivität der Beurteilung, die Abhängigkeit jeder betriebswirtschaftlichen Wertung von der von Fall zu Fall unterschiedlichen Zielvorstellung deutlicher zum Ausdruck. Nur für bestimmte Voraussetzungen und Bedingungen, und dazu gehört neben den gegenwärtigen natürlichen und wirtschaftlichen Verhältnissen auch die Zielsetzung des Waldbesitzers, gilt das Kalkulationsergebnis. Unter diesen Einschränkungen ist KRIEGERs Meßziffer als ein für Planung und Betriebsvollzug wertvoller Ausdruck der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Waldes zu erfassen.

Es mag dahingestellt bleiben, ob es nötig und dem Gesamtwerk dienlich war, daß KRIEGER bei seiner theoretischen (philosophischen) Einführung so weit ausholte und die Gegensätzlichkeit der eigenen Gedankengänge mit anderen Lehrmeinungen so stark herausstellte. Zum Teil recht belanglose oder auch offensichtlich mißverständliche Äußerungen forstbetriebswirtschaftlicher Fachvertreter bieten ihm Anlaß zu oft sehr scharfer Kritik. Dazu nur ein Beispiel: Gegenüber der von LEMMEL und sicherlich auch schon von manch anderem Autor getroffenen Feststellung, daß betriebswirtschaftlich vor allem die Größe des Holzvorrates interessiere, meint KRIEGER, daß der Holzvorrat keine wirtschaftliche Realität darstelle, weil er in fm und nicht in DM bemessen wird. Der Begriff Holzvorrat sei innerhalb der Betriebswirtschaftslehre ein Fremdkörper, der erst dann wirtschaftliche Bedeutung erlange, wenn der Wald als solcher aufhöre zu bestehen. Der dem Holzvorrat entsprechende betriebswirtschaftliche Begriff sei das Altersklassenverhältnis, aus dem sich bei Kenntnis von Bonität und Schlußgrad der Holzvorrat errechnen und bewerten lasse. Die meisten forstlichen Fachvertreter und praktizierenden Forstwirte sehen im Holzvorrat als einem wesentlichen Produktionsmittel sicherlich eine wirtschaftliche Realität. Derartige Darlegungen, die den Anspruch auf Ausschließlichkeit erheben, sind leider nicht dazu angetan, daß anderen wirklich bedeutungsvollen Gedankengängen KRIEGERs die gebührende Beachtung geschenkt wird. Und das ist schade!

Das vorliegende Buch wird – wie es auch bei den beiden ersten Bänden seines Lebenswerkes der Fall war – zu Widerspruch herausfordern. Bei allen Vorbehalten, die seinen von ihm hartnäckig und kompromißlos verteidigten Ansichten entgegengebracht werden, sollte man aber versuchen, das Wesentliche seiner Arbeiten nicht zu übersehen. Der forstlichen Betriebswirtschaftslehre können daraus wertvolle Impulse erwachsen. Dafür sind wir ihm zu Dank verpflichtet. Seinem unerbittlichen Wahrheitsstreben, seiner unermüdbaren Schaffenskraft aber gebühren respektvolle Anerkennung, die ihm sicher niemand versagen wird. W. KROTH

. I. ABHANDLUNGEN

Elektronische Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft¹

Voraussetzungen, Einsatzmöglichkeiten und Aussagegrenzen

Von F. FRANZ

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Einleitung

Den folgenden Ausführungen liegt die überarbeitete Fassung eines Vortrages zugrunde, den der Verfasser am 26. Juni 1968 vor der Staatswirtschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München gehalten hat.

Vor etwa sechs Jahren, Anfang 1963, wurden erstmalig Beobachtungsergebnisse aus Versuchen der Münchner Forstlichen Forschungsanstalt mit Hilfe eines Elektronenrechners ausgewertet. Die Forschungsanstalt hatte zu jener Zeit noch keinen unmittelbaren Zugang zu einer Rechenanlage, und die mit der Versuchsauswertung befaßten Mitarbeiter waren mit der Programmieretechnik und dem Betriebssystem von Rechenanlagen noch nicht vertraut. Darum wurden die ersten Auswertungen noch im Auftragsverfahren von einem kommerziellen Rechenzentrum ausgeführt. Die eingegebenen Beobachtungsdaten wurden hier in einfacher Form nach einem Ablaufschema der herkömmlichen – wir können auch sagen: klassischen – elektronischen Datenverarbeitung aufbereitet.

1. „Herkömmliche“ und „fortentwickelte“ Datenverarbeitung

1.1. Merkmale der „herkömmlichen“ Datenverarbeitung

Wir verstehen unter herkömmlicher Datenverarbeitung einen Prozeß einfacher Informationsbereitstellung aus einem i. d. R. umfangreichen Datenmaterial. Ein solcher Prozeß ist durch folgende Hauptmerkmale gekennzeichnet:

1. häufig wiederkehrender Anwendungsfall innerhalb eines Datenverarbeitungssektors,
2. verhältnismäßig einfache Programmgrundlage,
3. mehr oder minder umfangreiche Dateneingabe.

1.2. Programmgrundlagen

Die herkömmliche Datenverarbeitung umfaßt in der Regel zahlreiche Sortier- und Tabelliergänge, d. h. datenaufbereitende und -dokumentierende Operationen. Sie um-

¹ Herrn Professor Dr. E. ASSMANN zu seinem 65. Geburtstag in Verehrung gewidmet.

faßt dagegen vergleichsweise wenige „echte“ Rechenoperationen. Hier wird „mit vielen Zahlen wenig gerechnet“, wie der Wiener Mathematiker KNÖDEL in seinem bekannten Buch über das Programmieren von Ziffern-Rechenanlagen betont (1961, S. 13). Die verwendeten Rechenprogramme enthalten infolgedessen i. d. R. eine größere Anzahl von Instruktionen, die Entscheidungsalternativen – oder besser: Zuordnungsalternativen – beinhalten. Sie umfassen dagegen nur wenige und zumeist auch nur einfache arithmetische Operationen.

Arithmetische Operationen sind z. B. Additionen, Multiplikationen und Transformationen in Logarithmen. Zuordnungsalternativen liegen z. B. dann vor, wenn durch eine Programm-Instruktion festzustellen ist, ob eine Größe gleich, kleiner oder größer als eine bestimmte Vergleichsgröße ist und wenn die hieraus erhaltene Information den weiteren Datenfluß durch das Programm mitbestimmt. Logische Entscheidungen dieser Art bilden die Grundlage der Datensortierung.

1.3. Einfache Anwendungsbeispiele

Einfache Anwendungsbeispiele für die herkömmliche elektronische Datenverarbeitung in der Forstwirtschaft sind:

1. die Waldarbeiterverlohnung,
2. die Herleitung des stehenden Holzvorrates auf bestimmten Waldflächen oder für bestimmte Altersklassen eines Waldgebietes aus einfachen Weisergrößen, die bei der Holzvorratsinventur gewonnen werden.

Bei Auswertungen dieser Art haben wir uns bisher allgemein mit solchen Informationen begnügt, die wir auch durch Auswertung „per Hand“ ohne Schwierigkeiten – wenn auch mit weit größerem Zeitaufwand – hätten gewinnen können. In unserem Forsteinrichtungsbeispiel wären dies etwa:

1. Sortierungen der eingegebenen Beobachtungsdaten nach verschiedenen Gesichtspunkten,
2. die einfachen statistischen Maßzahlen, mit denen wir die Zusammensetzung unseres Datenmaterials beschreiben können – z. B. Datensummen, Mittelwerte und Streuungen.

1.4. Stellung der Datenverarbeitung in der Rechentechnik

Die elektronische Auswertung größerer Datenmengen nach einfachen Standardverfahren gehört zu den ältesten Anwendungsgebieten der Computertechnik. Sie ist nach wie vor eins ihrer bedeutendsten Anwendungsgebiete: Noch heute nimmt die Datenverarbeitung in den meisten Rechenzentren, auch in den Computerzentren wissenschaftlicher Institutionen, erhebliche Rechenzeiten in Anspruch. Die Methoden der Datenverarbeitung, die wir hierbei anwenden, sind indes in den letzten Jahren wesentlich weiterentwickelt worden. Wir sind heute auf dem besten Wege, mit Hilfe dieser verbesserten Methoden aus einem eingegebenen Datenmaterial jenes „Höchstmaß an Informationen“ (BEHRENS, 1961) herauszuholen, dessen Erzielung die Versuchsansteller und Statistiker noch vor einem Jahrzehnt als ausgesprochene Zukunftsaufgabe gesehen hatten.

1.5. Merkmale der „fortentwickelten“ Datenverarbeitung

Mit der Fortentwicklung der Computertechnik wurden auch die Aufgabe und Zweckbestimmung der elektronischen Datenverarbeitung erweitert. Elektronische Datenverarbeitung ist nicht mehr allein einfache Standardauswertung zahlreicher Meß- oder Beobachtungsdaten. Wir fassen sie heute im weitesten Sinne als einen Informationsverarbeitungsprozeß auf, dem direkt oder indirekt – etwa aus Vorstufen der Auswer-

tung – ein Datenmaterial zugrunde liegt. Ein solcher Prozeß kann sehr weitentwickelte Auswertungsschritte einschließen, die nicht standardisiert, sondern streng auf die einzelne, spezifische Problemsituation ausgerichtet sind.

Den eben verwendeten Begriff „Informationsverarbeitungsprozeß“ benutzt Professor GROCHLA, der bekannte Fachmann für betriebswirtschaftliche Datenverarbeitung an der Universität Köln, zur Kennzeichnung einer fortentwickelten Datenverarbeitung (1968).

1.6. Anwendungsbeispiele aus der Waldernährungsforschung

Instruktive Beispiele fortentwickelter Informationsverarbeitung in der Forstwissenschaft liefert uns die neuzeitliche Waldernährungsforschung. Sie untersuchte in den letzten Jahren in mehreren süddeutschen Wuchsgebieten den Einfluß des Ernährungszustandes unserer Waldbäume auf ihre Wuchsleistung (EMBERGER, 1965; REHFUESS, 1968a, 1968b). Hierbei wandte sie Datenverarbeitungsverfahren an, die mehrere aufeinander aufbauende Auswertungsstufen umfaßten. Die erhobenen Daten wurden in eine Serie biometrischer Auswertungsprogramme eingegeben, welche die gewünschten Informationen über die einzelnen Nährelemente, ihre Beziehungen untereinander und ihren Einfluß auf die Wuchsleistung schrittweise kumulierten. Verwendet wurden hierbei – und das ist das Wesentliche – ausschließlich allgemein zugängliche Standardprogramme, die der Problemsituation entsprechend angeordnet wurden.

2. Die wichtigsten rechentechnischen und organisatorischen Voraussetzungen der elektronischen Datenverarbeitung

2.1. Die drei Hauptvoraussetzungen

Eine Datenverarbeitung, wie sie eben beschrieben wurde, baut auf drei wesentlichen rechentechnischen und organisatorischen Voraussetzungen auf, die in der Schema-Darstellung 1 (oben) genannt sind:

EDV-Grundlagen

1. Maschinenkonfiguration
2. Betriebssystem
3. Programmversorgung

Wichtige Voraussetzungen für die Durchführung der EDV:

- a. EDV-Ausbildung
- b. Finanzierung der EDV
- c. Bereitstellung von Rechenzeit

Darstellung 1

1. Erste Voraussetzung ist eine ausreichende Maschinenkonfiguration. Wir müssen Zugang zu einer Rechanlage haben, deren Maschinen- und Geräteausrüstung – die sog. Hardware – unseren Anforderungen genügt.
2. Zweite Voraussetzung ist ein leistungsfähiges Betriebssystem. Das Betriebssystem regelt die innere Organisation der Datenverarbeitung. Es sorgt für eine möglichst

optimale Ausnutzung der Rechenanlage und soll einen stabilen, möglichst störungsfreien Rechenprozeß gewährleisten. Zu diesem Zweck müssen im Betriebssystem leistungsfähige Übersetzer-, Steuerungs- und Kontrollprogramme verfügbar sein.

3. Dritte Voraussetzung ist eine ausreichende externe Programmversorgung. Wenn wir Datenverarbeitung betreiben wollen, so brauchen wir geeignete Rechenprogramme, nach deren Instruktionen der Datenverarbeitungsprozeß ablaufen soll. Den Programmbestand einer Rechenanlage bezeichnen wir zusammen mit dem Betriebssystem als Software – im Unterschied zur Hardware, die den technischen Anlagenbestand des Rechenzentrums umfaßt.

2.2. Personelle, finanzielle und sonstige Voraussetzungen

Daneben muß eine Reihe wichtiger personeller und finanzieller Mindestvoraussetzungen geschaffen sein, bevor wir eine reibungslose Datenverarbeitung ausführen können. Hierzu gehört

1. ein ausreichender Ausbildungsstand der Mitarbeiter, die mit der Datenverarbeitung befaßt sind, und
2. die Bereitstellung genügender Rechenzeit und ausreichender finanzieller Mittel für die Datenverarbeitung.

Diese gerade auch für die deutsche Forstwissenschaft wichtigen Voraussetzungen, die mehr hochschul- und forschungspolitischen Charakter haben, wurden in letzter Zeit von mehreren Seiten in der Literatur behandelt.

In diesem Zusammenhang verdient ein unlängst in der „Frankfurter Allgemeinen Zeitung“ erschienener Artikel von K. RUDZINSKI Beachtung, in welchem der derzeitige Stand und die Perspektiven der Computer-Wissenschaft an den wissenschaftlichen Hochschulen der Deutschen Bundesrepublik sehr anschaulich dargestellt und mit den Verhältnissen an den Universitäten und Forschungsinstituten der Vereinigten Staaten verglichen werden.

3. Bisherige Entwicklung und gegenwärtiger Stand der elektronischen Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft

3.1. Entwicklung seit Aufkommen der zweiten Computer-Generation

Die drei rechentechnischen Voraussetzungen Maschinenkonfiguration, Betriebssystem und Programmversorgung stellen heute – dank der schnellen Entwicklung der Computertechnik in den letzten Jahren – keine begrenzenden Faktoren mehr dar.

Von dieser Entwicklung hat auch die forstliche Datenverarbeitung stark profitiert. Nach ersten Anfängen Mitte der fünfziger Jahre erlebte sie einen steilen Aufschwung Anfang der sechziger Jahre, nachdem die verbesserten Rechnertypen der sog. zweiten Computer-Generation auf den Markt gekommen waren. Die Entwicklung wurde gefördert durch eine wesentlich verbesserte Programmversorgung und durch den Übergang zu fortentwickelten, sog. problemorientierten Programmiersprachen, wie FORTRAN und ALGOL.

3.2. Programmquellen

Heute stützt sich die Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft im wesentlichen auf

Programmversorgung für die EDV in der Forstwissenschaft

1. Programm-Bibliotheken der internationalen Benutzerorganisationen von EDV-Anlagen:
 - a. SHARE,
 - b. EPL.
2. Programm-Bibliotheken aus dem engeren Bereich der Biometrie:
 - a. SSP – Scientific (Statistical) Subroutine Package,
 - b. BMD – Biomedical Programs.
3. Spezielle forstwissenschaftliche Programm-Bibliotheken (Forestry Data-Processing).
4. Eigene Programm-Entwicklungen.

Darstellung 2

1. Erste Quelle: Die Programm-Bibliotheken der internationalen Benutzerorganisationen von Rechenanlagen. Hier sind besonders zu nennen:
 - a. die amerikanische SHARE-Bibliothek (in erster Linie für die 70er-Serie der IBM),
 - b. die europäische EPL-Bibliothek.
2. Zweite Quelle: Die Programm-Bibliotheken und Programm-Übersichten für den engeren Bereich der mathematischen Statistik und ihrer Anschlußdisziplinen, in erster Linie der Biometrie
 - a. von Rechenzentren (z. B. vom Deutschen Rechenzentrum in Darmstadt), örtlichen Rechenanlagen und Computer-Herstellerfirmen,
 - b. von Fach-Instituten außerhalb der Forstwissenschaft, soweit sie nicht zu den unter 1. genannten Programm-Bibliotheken gehören.
 Die wichtigsten unter ihnen sind:
 - a. das Scientific Subroutine Package für das System 360 der IBM (1967).
Es enthält alle wesentlichen statistischen Rechenprozesse als Unterprogramme. Diese können nach dem Baukastenprinzip je nach der gegebenen Problemsituation zu geschlossenen Programmen zusammengefügt werden. Ähnliche Statistical Subroutine Packages werden auch für andere Rechnertypen entwickelt, z. B. für den Telefunken-Rechner TR 4 und das System IBM 1130.
 - b. Die BMD-Bibliothek der School of Medicine der Universität von California. Sie enthält alle wichtigen Programme der medizinischen Biometrie (s. hierzu DIXON, 1967).
3. Dritte Quelle: Die Programm-Bibliotheken der forstwissenschaftlichen Fach-Institute des In- und Auslandes.
Hier sind hervorzuheben:
 - a. die Programm-Übersichten der Versuchsanstalten des U. S. Forest Service,
 - b. die Programm-Listen der British Forestry Commission. Bekannt ist der von JEFFERS (1963) zusammengestellte „Index of Computer Programme Specifications“ (s. hierzu auch JEFFERS, 1962),
 - c. die Programm-Folgen des Computer-Zentrums des Centre National de Recherches Forestières (C.N.R.F.) in Champenoux bei Nancy, deren regelmäßige Zusage wir R. TOMASSONE und seinen Kollegen von der Station Biométrie des C.N.R.F. verdanken (C.N.R.F. 1967 und 1968).

vor allem R. SCHMITT, Gießen, W. SCHÖPFER, Freiburg, R. KENNEL und A. SCHMIDT, München, um den Aufbau von Programm-Bibliotheken bemüht.

4. Die vierte Quelle sind die eigenen Programm-Entwicklungen.

Schwerpunkt der Programmentwicklungen in der FFA München waren bisher die ertragskundlichen Versuchs- und Probeflächen-Auswertungsprogramme, die in erster Linie von A. SCHMIDT aufgestellt wurden (1966a, 1966b, 1967).

3.3. Umfang der Programm-Bibliotheken

Die Programm-Bibliotheken für den uns interessierenden Datenverarbeitungssektor haben in den letzten Jahren eine Größenordnung erreicht, die von einem einzelnen nicht mehr entfernt übersehen werden kann. Allein schon eine gründliche Durchsicht der laufenden Programmzugänge aus der „engeren Wahl“, ihre Katalogisierung und gegebenenfalls ihre Aufbereitung für den eigenen Anwendungszweck, erfordern für einen qualifizierten Mitarbeiter im Monat mehrere Tage Arbeitszeit. Diese Arbeit läßt sich auf die Dauer nur dort bewältigen, wo – wie in den USA, in England und Frankreich – die Forstlichen Forschungsanstalten über eigene Rechenabteilungen oder Datenzentren mit ausreichender personeller Besetzung verfügen.

3.4. Programmübersichten der forstlichen Fachinstitute

Die Programmübersichten der forstlichen Fachinstitute, vor allem der amerikanischen, lassen die ganze Breite der Anwendungsmöglichkeiten erkennen, die sich der elektronischen Datenverarbeitung heute in der Forstwissenschaft bieten. Es ist unmöglich, hier die zahlreichen Auswertungsgänge aus den verschiedenen Disziplinen der Forstwissenschaft aufzuführen, die durch Programmierung automatisiert worden sind. Hier seien nur die am meisten gebräuchlichen genannt:

1. Grundflächen-, Höhen-, Volumen- und Zuwachsberechnung für langfristig beobachtete Versuchsflächen und einmalig aufgenommene Probeflächen,
2. Auswertung einfacher und komplexer Versuchspläne,
3. Auswertung von Holzvorratsinventuren nach terrestrischer Messung und Luftbildmessung an Hand verschiedener Stichprobenpläne,
4. Kartographische Darstellung von Datenerhebungen für die verschiedensten forstlichen Anwendungsgebiete,
5. Holzbedarfsvorhersage, Umtriebszeitoptimierung, Holzeinschlagsplanung,
6. Testen von Hypothesen, Berechnen von Fehlergrenzen und Schätzen von Parametern. Hierher gehören die Korrelations- und Regressionsrechnung, die Varianz- und die Kovarianzanalyse, die zu den heute am meisten angewandten biometrischen Methoden in der Forstwissenschaft zählen.

Einige forstliche Lehrstätten der USA führen in ihren Bibliotheken auch Programme für Lehr- und Ausbildungszwecke, die eigens für die Programmierschulung der Studenten entwickelt worden sind, so etwa die Forstwirtschaftliche Abteilung an der Universität von California in Berkeley. Hierzu sei erwähnt, daß – nach neueren Erhebungen des schwedischen Statistikers MATÉRN und des amerikanischen Ertragskundlers YOUNG – in 36 der 51 forstlichen Lehrstätten der USA und Kanadas die Studenten eine Ausbildung oder zumindest eine Einführung in Programmierung und Datenverarbeitung erhalten, die zumeist im Rahmen der mathematisch-statistischen Ausbildung gesehen wird.

3.5. Programminformation und Programmaustausch

Die wenigen Hinweise auf die Programmquellen, auf die sich die Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft stützt, lassen bereits erkennen, in welchem starkem Maße die Programmversorgung bei uns mit der internationalen forstlichen und der allgemeinen Programmversorgung verquickt ist.

Die Einsatzmöglichkeiten, die uns die elektronische Datenverarbeitung bietet, werden schließlich maßgeblich durch den Stand unserer Programmversorgung bestimmt. Nur ein kleiner Teil der von uns verwendeten Programme wird auch von uns selbst geschrieben. Den größten Teil übernehmen wir aus fremden Programmbeständen.

Es ist darum für uns außerordentlich wichtig, daß wir – wie in den anderen forstlichen Fachgebieten – auch auf dem Gebiet der forstlichen Datenverarbeitung engen Kontakt mit der Forstwissenschaft des Auslandes halten.

4. Beispiele für die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft

In der deutschen Forstwissenschaft haben sich bisher vor allem die Forsteinrichtung, Forstnutzung, Forstpflanzenzüchtung, Waldernährungskunde, Waldertragskunde und Forstmeteorologie die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung zunutze gemacht. Hieraus einige Beispiele:

4.1. Programme zur Auswertung von Holzvorratsinventuren in der Forsteinrichtung

Für die konventionelle Forsteinrichtung in den verschiedenen Bundesländern wurde in den letzten Jahren eine Reihe von Datenverarbeitungsprogrammen zur Holzvorratsberechnung entwickelt, mit denen die Zustandserfassung bereits im beachtlichem Maße rationalisiert werden konnte. Hierüber hat unlängst SCHÖPFER berichtet (1967a). Inzwischen wurden in der Bundesrepublik erste Auswertungsprogramme für fortentwickelte, auf Stichprobenverfahren aufbauende Inventurmethode ausgearbeitet, darunter ein südwestdeutsches, mit dem neben den üblichen Daten der Zustandserfassung auch die Gesamtwuchsleistung nach dem Verfahren von MAGIN (1965) für standortbezogene Inventureinheiten hergeleitet werden kann. Beispielfähig für die neuen Programmentwicklungen in der Forsteinrichtung sind die umfangreichen amerikanischen Forest Inventory Data-Processing-Systeme, die Informationen in einer Breite bereitstellen, die weit über den in unserer Forsteinrichtung üblichen Rahmen hinausgehen. Hier sei nur das von der North-Eastern Forest Experiment Station des U. S. Forest Service in Upper Darby entwickelte Data-Processing-System genannt, dessen Systembeschreibung im Jahre 1967 in zehn Heften herauskam.

4.2. Stichprobensimulator von Schöpfer

SCHÖPFER beschrieb kürzlich in einer interessanten Studie (1967b) die Programmgrundlagen für einen Stichprobensimulator (STIPSI), mit dem die Eignung verschiedener Stichprobenverfahren für die Merkmalerhebung in konkreten Waldaufbauformen, vor allem für die Holzvorratsinventur, geprüft werden kann. Zur Darstellung der Wald-

aufbauform werden die Stammfußkoordinaten und die Baummeßwerte der Bestandeglieder von Beispielbeständen verwendet und in den Rechner eingegeben. Der Rechner rekonstruiert hieraus die Baumkarten der Bestände und überlagert sie mit den verschiedenen Stichprobenplänen. Jeder Stichprobenplan liefert ein Inventurergebnis. An Hand der erhaltenen Einzelergebnisse wird dann mit Hilfe geeigneter biometrischer Verfahren festgestellt, welche Stichprobenpläne die besten Schätzungen geliefert haben.

Ein solcher Stichprobensimulator bietet neben der Forsteinrichtung auch anderen Fachgebieten, die bei ihren Erhebungen Stichprobenverfahren anwenden, wertvolle Hilfsdienste bei ihren Versuchsplanungen.

4.3. Modell der Fichten-Ertragstafel 1963

Wie in vielen anderen Wissenschaften, so konnten auch in der Forstwissenschaft viele Forschungsprojekte überhaupt erst in Angriff genommen werden, nachdem entsprechende Voraussetzungen für den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung geschaffen waren.

Ein Beispiel hierfür bieten die neueren Ertragstafelentwicklungen. Im Münchner Ertragskunde-Institut wurden schon vor etwa acht Jahren erste Modelle für verbesserte Ertragstafeln aufgestellt (s. hierzu ASSMANN, 1961). Ihre praktische Umsetzung in ein Ertragstafelwerk erforderte jedoch einen sehr großen Rechenaufwand, der manuell kaum zu bewältigen gewesen wäre. So konnte man mit der Tafelaufstellung erst beginnen, nachdem geeignete elektronische Datenverarbeitungsanlagen und brauchbare Kompilationsprogramme zur Verfügung standen. Mit Hilfe eines eigens hierfür entwickelten Programms wurde im Jahre 1963 zunächst für die Fichte in Bayern eine regionale Ertragstafel und ein Jahr später nach dem gleichen Ertragstafelmodell die erste mehrgliedrige Standort-Ertragstafel aufgestellt (ASSMANN-FRANZ, 1965; FRANZ, 1968).

4.4. Bestandeswachstums-Simulator

Die Ertragstafelforschung ist inzwischen einen Schritt weitergegangen. Ihr Hauptziel ist es, die herkömmliche „Bestandes-Ertragstafel“ durch ein Schätzsystem abzulösen, das man am besten als Bestandeswachstums-Simulator bezeichnen könnte.

Die konventionellen „Bestandes-Ertragstafeln“ enthalten, wie wir wissen, lediglich Bestandes-Durchschnitte bzw. -Summen von Ertragselementen. Sie geben jeweils nur eine einzige Bestandes-Normentwicklung und einen konstanten, in der Regel fünfjährigen Durchforstungssturnus vor. Der Bestandeswachstums-Simulator soll demgegenüber neben den Summen und Durchschnitten auch die Verteilungen der einzelnen Ertragselemente auswerfen. Aus den Verteilungen sollen innerhalb des gleichen Simulators Sorten- und Wertertragstafeln entwickelt werden. Diese Angaben sollen nicht auf einen einzelnen vorgegebenen Entwicklungsgang und eine konstante Durchforstungsfolge begrenzt werden. Der Wachstums-Simulator soll vielmehr die Möglichkeit bieten, innerhalb eines breiten Rahmens praktisch realisierbarer Ausgangsstammzahlen und Behandlungsintensitäten für jeden möglichen Entwicklungsgang die zugehörigen Ertragselemente herzuleiten.

Wir sind heute programmier- und rechentechnisch bereits in der Lage, Wachstums-Simulatoren für gleichaltrige Reinbestände wie auch für ungleichaltrige und gemischte Bestände verschiedenster Zusammensetzung aufzustellen, wobei die gleichaltrigen Reinbestände gleichsam als „simulatorische Randzustände“ der holzarten- und alterszugeordneten Mischbestände aufzufassen wären. Da jedoch unsere Kenntnis über die

ertragskundlichen Grundbeziehungen zwischen den Baummerkmalen bei Ungleichaltrigkeit und bei Baumartenmischung noch zu gering ist, erscheint es sinnvoll, einen solchen Wachstums-Simulator zunächst nur für den gleichaltrigen Reinbestand zu entwickeln. Hierbei können wir uns auf aufschlußreiche Modellstudien von NEWNHAM (1965, 1966) stützen, die dieser zur Simulation der Strukturentwicklung unter verschiedenen Nutzungsbedingungen angestellt hat.

Für eine komplexe Wachstumssimulation sind z. Z. noch keine elektronischen Arbeitsprogramme verfügbar. Darum muß das gesamte Projekt von Grund auf durchprogrammiert werden – eine Arbeit, die kaum von einem einzelnen bewältigt werden kann, sondern ein ganzes Programmierer-Team voraussetzt. In München sind wir z. Z. dabei, ein solches Programmsystem aufzustellen.

Bevor wir einen funktionsfähigen Bestandeswachstums-Simulator aufbauen können, müssen wir jeden einzelnen Teilprozeß der Bestandesentwicklung innerhalb der vorgegebenen Aussagegrenzen analysieren und ihn dann an Hand hieraus gewonnener Modellvorstellungen nachvollziehen. Hierzu gehört zum Beispiel, daß wir zu einem gegebenen Durchforstungszeitpunkt alle möglichen Durchforstungsweisen durchspielen. Wertvolle Vorarbeit hat hier bereits SCHÖPFER mit seinem Modell zur Intensivierung der Versuchsflächenauswertung (1966) geleistet.

4.5. Planungsforschung – Lineare Programmierung

Hauptziel aller dieser Untersuchungen ist es, die unter bestimmten Zielvorstellungen jeweils optimale Wuchskonstellation zu ermitteln. Solche Zielvorstellungen sind zum Beispiel:

Höchste Wertleistung, höchstmögliche Produktion bestimmter Zielsortimente, aber auch höchstmögliche Bestandessicherheit und höchster landeskultureller Nutzen.

Wir erwarten von einem solchen Optimierungsprozeß Hinweise darauf, wie wir einen gegebenen Bestand zu behandeln haben, damit das Behandlungsergebnis bezüglich unserer Entscheidungskriterien optimal wird.

Die Methoden, mit denen wir eine optimale Wuchskonstellation am besten feststellen können, sind die Methoden der Linearen Programmierung. Sie werden im amerikanischen Forest Management schon seit längerem mit großem Erfolg angewandt – zum Beispiel bei der Schätzung optimaler Umtriebszeiten und höchstmöglicher Holzträge (LEAK, 1964; LOUCKS, 1964; STOLTENBERG und THOMSON, 1962, u. a. m.). Ebenso benutzt sie die forstliche Planungsforschung in Großbritannien und Skandinavien bei der Planung von Forsteinrichtungs- und Nutzungsmaßnahmen und bei der Bewertung der Wohlfahrtswirkungen des Waldes (z. B. WARDLE, 1966). Über interessante Anwendungsbeispiele in der italienischen Waldbauforschung berichtet G. PATRONE in seiner Schrift „Lineare Programmierung im Waldbau“ („Programmazione lineare in selvicoltura“, 1965).

In der deutschen Forstwissenschaft wurden Methoden der Linearen Programmierung bisher erst bei wenigen Forschungsprojekten angewendet, z. B. in einer kürzlich erschienenen aufschlußreichen Arbeit von HÖFLE (1967) über die optimale Gestaltung der mechanischen Produktion von Schwachholz und bei einigen Modelluntersuchungen von PRODAN (1965) und SPEIDEL (1967). Das ist um so erstaunlicher, als uns gerade für die Lineare Programmierung gute allgemeinverständliche Methodendarstellungen und ausgezeichnete Rechenprogramme zur Verfügung stehen, zum Beispiel die bekannten Programme LP 90 und LP 94 aus der SHARE-Bibliothek (s. hierzu G. MÜLLER, 1965) und das heute vorrangig angewandte MPS-Programm für die 360er-Serie der IBM. Einfache und anschauliche Methodendarstellungen aus der Sicht der Datenver-

Die Lineare Programmierung könnte gerade uns bei der Lösung der zahlreichen dringenden Probleme, mit denen sich die deutsche Forstwirtschaft heute herumschlagen muß, wertvolle Entscheidungshilfen bieten. Viele dieser Probleme sind – aus der Sicht des Planungsforschers – Optimierungsprobleme.

So könnten zum Beispiel die heute vieldiskutierten Fragen der optimalen Pflanzverbände und der günstigsten Pflanzengrößen bei der Kulturbegründung ebenso wie die Fragen der günstigsten Zeitpunkte und der optimalen Stärken von Pflegeeingriffen mit Hilfe der Linearen Programmierung eingehender als bisher untersucht werden. Auch bei der Ansprache und Ausscheidung von Grenz-Wirtschaftsstandorten, einem dringend zu lösenden Problem bei den Staatsforstverwaltungen in verschiedenen Bundesländern, können – neben Methoden der Netzwerktechnik – die Verfahren der Linearen Programmierung wertvolle Hilfsdienste leisten.

4.6. Ökologieprojekt Ebersberg

Eine wichtige Rolle fällt der elektronischen Datenverarbeitung in einigen neueren Forschungsvorhaben zu, in denen die Grundlagen der organischen Produktion im Walde untersucht werden sollen. Diese Untersuchungen sollen dazu beitragen, die Kausalzusammenhänge aufzudecken, die die Lebensvorgänge im Walde steuern. Die Forschungsvorhaben werden in der Bundesrepublik zur Zeit in vier Projekten durchgeführt. Eines davon, das sog. Ebersberg-Projekt, liegt in der Nähe von München.

In dem Ebersberger Projekt werden in erster Linie die Energiebilanz und die wichtigsten pflanzenphysiologischen Vorgänge im Walde registriert. Dabei soll vor allem der Gasstoffwechsel festgestellt werden. Untersuchungsobjekt ist ein etwa 70jähriger Fichtenbestand.

Um die außerordentlich vielgestaltigen physiologischen Vorgänge quantitativ hinreichend genau erfassen zu können, ist eine umfangreiche apparative Ausrüstung und ein hoher Meßaufwand erforderlich. So werden allein aus der Gaswechsellmessung bei voller Ausnutzung der Meßanlage bis zu 720 Meßwerte pro Stunde anfallen, das sind rund 16 000 Werte pro Meßtag². Die Energiebilanzmessung liefert zeitweilig sogar bis zu 3000 Meßwerte pro Stunde³. Es ist klar, daß bei einem derart dichten Datenfluß alles von einer reibungslosen Datenaufnahme abhängt. Hier stellen sich der Datenverarbeitung in unserem Fachgebiet gänzlich neue Aufgaben:

1. Die erste Aufgabe ist die Organisation der Datenerfassung. Sie ist so geregelt, daß die anfallenden Daten über Zwischenstufen der Analog-Digitalumwandlung automatisch auf Lochstreifen übertragen werden. Manuelle Datenübertragung und Lochkarten als Datenträger sind hier nicht geeignet.
2. Die zweite Aufgabe ist die Datenkontrolle. Hierfür wird ein entsprechendes Programmsystem entwickelt, das die Vorkontrolle an den örtlichen Registriergeräten wirkungsvoll ergänzen soll.
3. Die dritte Aufgabe ist die Organisation der ersten Auswertungsstufe. Um einen Datenstau zu vermeiden, der bei einem so hohen Datenanfall leicht eintreten kann, müssen die erhaltenen Meßwerte ohne Zeitverlust aufbereitet werden. Denn der Versuchsansteller muß ständig über die „Bewegung“ seiner Meßwerte unterrichtet sein. Für eine solche Auswertung wäre zweifellos eine sog. integrierte Datenverarbeitung am besten geeignet. Sie setzt jedoch einen Anschluß der örtlichen Registriergeräte an die zentrale Rechenanlage voraus, was unter den gegebenen Umständen nicht möglich ist.

² Nach mündlicher Mitteilung von Doz. Dr. W. KOCH, FFA München.

³ Nach mündlicher Mitteilung von Doz. Dr. A. BAUMGARTNER, FFA München.

5. Grenzen der Informationsbereitstellung

5.1. Zum technischen Einsatz der Datenverarbeitung

Bisher wurden in erster Linie die Anwendungsmöglichkeiten geschildert, die uns die elektronische Datenverarbeitung bietet. Wir sollten uns jedoch auch ihrer Grenzen bewußt sein. Gemeint sind hier nicht irgendwelche Grenzen des technischen Einsatzes der Datenverarbeitung. Was sie anbetrifft, so wäre es geradezu vermessen, Grenzen aufzeigen zu wollen, wo wir noch nicht einmal die Möglichkeiten abschätzen können, die uns die elektronische Datenverarbeitung heute schon bietet. Denken wir nur an die vielen Formen hochintensiver Datenverarbeitung, wie sie vor allem in der Industrieforschung angewandt werden und von deren Einsatzmöglichkeiten wir in der Forstwissenschaft bisher noch recht geringe Vorstellungen haben, zum Beispiel

1. das Multiprogramming,
2. die automatische Versuchssteuerung und
3. die – im vorangegangenen Abschnitt kurz erwähnte – integrierte Datenverarbeitung, auf die hier nicht näher eingegangen werden konnte.

5.2. Aussagegrenzen

Gemeint sind vielmehr die Aussagegrenzen einer elektronischen Datenverarbeitung – die Grenzen ihrer Aussagemöglichkeiten.

Welche Informationen kann uns die Datenverarbeitung in einem gegebenen Anwendungsfall überhaupt liefern und welche nicht? Die Aussagemöglichkeiten werden heute in der Regel nicht mehr von der Computertechnik, sondern in erster Linie vom Datenmaterial und vom verwendeten Programm her begrenzt.

Ein Datenverarbeitungsprozeß kann uns zunächst nur soviel an Information bereitstellen, als das Datenmaterial hergibt. Wir können aus ihm nicht mehr „herausrechnen“ wollen, als in ihm „drinsteckt“. Dieser an und für sich banale Grundsatz wird sehr häufig mißachtet. Er gilt ganz besonders dann, wenn ein Datensatz unsauber oder unvollständig ist. In einem solchen Fall können wir keine brauchbaren Informationen erwarten, selbst wenn wir noch so hochentwickelte Rechenverfahren anwenden. Wir erwarten einfach zuviel von der Datenverarbeitung, wenn wir glauben, eine unzureichende Materialbereitstellung durch Einsatz komplizierter Programme kompensieren zu können.

Eine weitere Aussagegrenze liegt bei der Interpretation der Rechenergebnisse:

Ein Datenverarbeitungsprozeß vermag uns zwar ein Rechenergebnis zu liefern, nicht jedoch auch dessen kausalanalytische Ausdeutung. Das müssen wir besonders dann beachten, wenn wir Zusammenhänge untersuchen, die bei uns allgemein stochastischer Natur und damit nicht eindeutig sind. Vom Rechner festgestellte Zusammenhänge in unserem Datenmaterial dürfen wir nicht mit Kausalzusammenhängen gleichsetzen. Auch die hochentwickelten multivariaten Verfahren, die in der heutigen Biometrie in zunehmendem Maße angewandt werden, können uns keine kausalen Zusammenhänge mitteilen. Sie können uns – was etwas ganz anderes ist – höchstens Hinweise auf eventuell bestehende Kausalzusammenhänge geben.

Entscheidend bei allem ist die Wahl des geeigneten Rechenprogramms. Die Problemsituation, die wir zugrunde gelegt haben und die sich in unserem Datenmaterial widerspiegelt, muß mit der Modellsituation übereinstimmen, die dem verwendeten Rechenprogramm zugrunde liegt. Ist das nicht der Fall, so können wir nicht erwarten, daß die Resultate der Datenverarbeitung befriedigend sind. Die Auswahl des richtigen Rechenprogramms aus der Vielzahl der verfügbaren Programme ist eine wichtige Aufgabe.

gute Übersicht über ihren Aufbau und über die ihnen zugrunde liegenden Lösungsmodelle voraus. Diese Übersicht fällt uns um so schwerer, je weiter die mathematisch-statistische Forschung voranschreitet. Denn sie ist es ja in erster Linie, die die Modelle für die Rechenprogramme konzipiert.

Wir sind darum heute mehr denn je auf eine enge Zusammenarbeit mit der Computer-Wissenschaft, aber auch mit der mathematischen Statistik, Ökonometrie und Planungsforschung angewiesen, wenn wir mit der Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft weiter vorankommen wollen.

Zusammenfassung

In der Forstwissenschaft gewinnen neben der herkömmlichen elektronischen Datenverarbeitung die zahlreichen Formen fortentwickelter automatisierter Datenverarbeitung zunehmende Bedeutung. Wichtigste Voraussetzung für ihre Anwendung ist, daß Rechenanlagen mit ausreichender Maschinenkonfiguration und leistungsfähigem Betriebssystem zur Verfügung stehen und eine angemessene Programmversorgung gewährleistet ist, was heute i. d. R. vorausgesetzt werden kann. Daneben muß eine Reihe personeller und finanzieller Mindestvoraussetzungen geschaffen sein. Die Programmversorgung für die Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft der Bundesrepublik stützt sich im wesentlichen auf Programm-Bibliotheken der internationalen EDV-Benutzungsorganisationen und auf Programmquellen aus dem engeren Bereich der mathematischen Statistik, in jüngster Zeit auch zunehmend auf Programmbestände forstlicher Fachinstitute des Auslandes und auf eigene Programmentwicklungen. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft werden an Beispielen aus der Holzvorratsinventur und Stichprobensimulation, der Ertragstafelforschung, Planungs- und Optimierungstechnik sowie am Beispiel eines neuen ökologischen Forschungsprojektes dargestellt. Abschließend wird auf einige Aussagegrenzen hingewiesen, die bei Auswertung und Interpretation von Datenverarbeitungsergebnissen zu beachten sind.

Literatur

1. ASSMANN, E., 1961: Waldertragskunde. München-Bonn-Wien: BLV-Verlag, 490 S. — 2. ASSMANN, E., und FRANZ, F., 1965: Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern. Forstw. Cbl. 84, 13-43. — 3. BEHRENS, W. U., 1961: Der Nutzen der Biometrie für das landwirtschaftliche Versuchswesen. Kalibriefe 3/6, 4 S. — 4. Centre Nationale de Recherches Forestières - Station de Biométrie, 1967 und 1968: Fortran-Programme für die IBM-Anlage 1130. Champenoux-Nancy. — 5. DIXON, W. J., 1967: BMD-Biomedical Computer Programs. Univ. of California Publ. in Automatic Computing No. 2. Berkeley und Los Angeles, Univ. of California Press, 600 S. — 6. EMBERGER, S., 1965: Die Stickstoffvorräte bayerischer Waldböden. Forstw. Cbl. 84, 156-193. — 7. FRANZ, F., 1968: Die Ergebnisse standortkundlich-ertragskundlicher Forschung als Grundlage zuverlässiger Ertragsschätzungen auf gegebener Standorteinheit. Mit Leistungstafeln der Fichte für einige Standorteinheiten in Mittelschwaben. Habil.-Schrift Univ. München, 316 + 68 S. — 8. GROCHLA, E., 1968: Die Bedeutung der automatisierten Datenverarbeitung für die Unternehmungsführung. IBM Nachrichten Nr. 188, 84-90. — 9. HÖFLE, H. H., 1967: Die optimale Gestaltung der mechanischen Produktion des Schwachholzes durch die Lineare Programmierung. Freiburg. Inst. f. Forstbenutzung u. Forstliche Arbeitswissenschaft, 236 S. — 10. IBM, 1967: System/360 Scientific Subroutine Package (360A-CM-03X) Version II. Programmer's Manual. IBM Application Program H 20-0205-2. Herausg. v. d. IBM Technical Publ. Department, White Plains, 329 S. — 11. JEFFERS, J. N. R., 1962: The electronic digital computer in forest research and management. British Forestry Commission. Report on Forest Research. 1962, S. 166-178. — 12. JEFFERS, J. N. R., 1963: Index of Computer Programme Specifications. Manuskriptdruck. Herausg. v. d. British Forestry Commission. 10 S. — 13. KNÖDEL, W., 1961: Programmieren von Ziffernrechenanlagen. Wien: Springer-Verlag, 202 S. — 14. LEAK, W. R., 1964: Estimating maximum allowable timber yields by linear program-

- ming. U. S. For. Serv. Res. Pa. NE-17, 9 S. — 15. LOUCKS, D. P., 1964: The development of an optimal program for sustained-yield management. J. For. 62, 485-490. — 16. MAGIN, R., 1965: Zustandserfassung und Ertragsregelung im Rahmen einer zeitgemäßen Forsteinrichtung. AFZ 20, 781-784. — 17. MATÉRN, B., 1967: (als Berichterstatter der Advisory Group of Forest Statisticians der IUFRO-Sektion 25): Some preliminary results from a survey of training in statistics and use of electronic computers at forestry universities and training schools. Manuskriptdruck. 22 S. — 18. MÜLLER, G., 1965: Kurze Anleitung zur Benutzung des LP/90 Programmes mit einem „Linear Programming“-Beispiel aus der Landwirtschaft. Bad Godesberg, IBM-Behördenabteilung, Manuskriptdruck, 36 S. — 19. NEWNHAM, R. M., 1965: The use of simulation models in forest research. Adv. Group For. Stat. IUFRO-Sect. 25, Conf. Stockholm, Paper Nr. 11, 9 S. — 20. NEWNHAM, R. M., 1966: A simulation model for studying the effect of stand structure on harvesting pattern. For. Chron. 42, 494-502. — 21. PATRONE, G., 1965: Programmazione lineare in selvicoltura. Florenz, Verlag Tip. Bruno Coppini u. Co., 160 S. — 22. PRODAN, M., 1965: Zur Wertschätzung des Waldes. Versuch einer Problemstellung. Schriftenreihe der Forstl. Abt. d. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., Bd. 4, S. 34-50. — 23. REHFUESS, K. E., 1968a: Beziehungen zwischen dem Ernährungszustand und der Wuchsleistung südwestdeutscher Tannenbestände. Forstw. Cbl. 87, 36-58. — 24. REHFUESS, K. E., 1968b: Über den Ernährungszustand nordostbayerischer Tannenbestände. Forstw. Cbl. 87, 129-150. — 25. RUDZINSKI, K., 1968: Der Computer verändert die Universität. Frankf. Allg. Zeitg. vom 31. 7. 1968, Nr. 175. — 26. SCHÖPFER, W., 1966: Modell zur Versuchsflächenauswertung. AFJZ 137, 201-218. — 27. SCHÖPFER, W., 1967a: Elektronische Datenverarbeitung in der Forsteinrichtung der Länder. Derzeitiger Stand und Entwicklungsmöglichkeiten. Forst-Arch. 38, 59-70. — 28. SCHÖPFER, W., 1967b: Ein Stichprobensimulator für Forschung und Lehre. AFJZ 138, 267-273. — 29. SPEIDEL, G., 1967: Forstliche Betriebswirtschaftlehre. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, 289 S. — 30. STOLTENBERG, C. H., and THOMSON, C. W., 1962: Observations on the usefulness of linear programming in farm forestry. J. For. 60, 724-728. — 31. URMES, N. M., 1967: Eine Einführung in Linear Programming. IBM Fachbibliothek. IBM Form 81 540. 7. 67, 18 S. — 32. URMES, N. M., 1968: Operations Research. Modelle-Methoden-Anwendungen. IBM Fachbibliothek. IBM Form 81 551. 2. 68, 23 S. — 33. U. S. Forest Service, 1967: The North-Eastern Forest Inventory Data-Processing System. 10 Hefte. Bearbeitet von R. WILSON und R. C. PETERS. U. S. For. Ser. Res. Pa. NE-69-78. — 34. WARDLE, P. A., 1966: Linear programming studies. Forestry Commission: Forest Record Nr. 59, S. 6-18. — 35. YOUNG, H. E., 1967: Mathematics, statistics and computer programming in the forestry curriculum. J. For. 65, 36-37. — 36. SCHMIDT, A., 1966a: Gedanken zur elektronischen Auswertung von Versuchsflächenaufnahmen. Forstw. Cbl. 85, 178-188. — 37. SCHMIDT, A., 1966b: Die Versuchsflächenauswertung mit elektronischen Rechenanlagen. Tagungsbericht VdFF-Tagung Gießen 1965, S. 23-32. — 38. SCHMIDT, A., 1967: Der rechnerische Ausgleich von Bestandshöhenkurven. Forstw. Cbl. 86, 370-382.

Die Auswertung eines Praxisdüngungsversuches als einfaches Beispiel integrierter Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft¹

Von R. KENNEL

Aus dem Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

1. Einleitung

Die Bestandsdüngung hat sich als Mittel zur Ertragssteigerung zweifellos in vielen Fällen bewährt. Neuere Düngungsversuche (MITSCHERLICH und WITTICH, 1958; HAUSSER, 1961; ZÖTTL und KENNEL, 1962 und 1963; R. KENNEL, 1967a; KREUTZER, 1967) haben im Mittel Mehrerträge von 30 bis 50 % oder 3 bis 6 Vorratsfestmetern

¹ Herrn Professor Dr. E. ASSMANN zu seinem 65. Geburtstag in Verehrung gewidmet.

FORST- WISSENSCHAFTLICHES CENTRALBLATT

ZUGLEICH ZEITSCHRIFT FÜR DIE VERÖFFENTLICHUNGEN
DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALT MÜNCHEN

Unter Mitwirkung von

*E. Assmann, München / F. Backmund, München / H. Burger, Zürich
V. Dieterich, München / R. Geiger, München / B. Huber, München / H.
Jahnel, Tharandt / J. N. Köstler, München / W. Laatsch, München / K.
Mantel, Freiburg / A. Richter, Eberswalde / E. Rohmeder, München
W. Schwenke, München / J. Speer, München / L. Tschermak, Wien / K.
Vanselow, München / W. Wittich, Göttingen*

herausgegeben von

H. von Pechmann

87. JAHRGANG

Mit 135 Abbildungen



1968

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
LANDWIRTSCHAFT · VETERINÄRMEDIZIN · GARTENBAU · FORSTWESEN · JAGD UND FISCHEREI
HAMBURG 1 · SPITALERSTRASSE 12

Inhaltsverzeichnis für den 87. Jahrgang

I. ABHANDLUNGEN

ASSMANN, Prof. Dr. E., München: Zur „Theorie der Grundflächenhaltung“	321
BEUSCHEL, Forstass. G., München: 33- bis 54jährige Anbauversuche mit <i>Abies grandis</i> in Bayern	176
DIETERICH, Prof. Dr. Dr. h. c. V., Stuttgart: Waldgesinnung und forstwirtschaftliches Wertdenken	65
DROSTE ZU HÜLSHOFF, Forstass. B. v., München: Vorläufige Untersuchungsergebnisse über die Erfassung oberirdischer Baumorgane an einer 76jährigen vorherrschenden Fichte im Ebersberger Forst bei München	369
FRANZ, Privatdozent Dr. F., München: Elektronische Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft – Voraussetzungen, Einsatzmöglichkeiten und Aussagegrenzen	257
FRÖHLICH, Landforstmeister Dr. H. J., Hann. Münden: Die Erbeigenschaften als forstlicher Produktionsfaktor	341
HELLRIGL, Prof. Dr. B., Florenz: Versuche auf dem Gebiet der Einmannkluppierung	297
HÖSTER, Dr. H. R., LIESE, Prof. Dr. W., und BÖTTCHER, Dipl.-Holzw. P., Reinbek: Untersuchungen zur Morphologie und Histologie der Zweigabwürfe von <i>Populus „Robusta“</i>	356
KELLER, Dr. TH., Zürich-Birmensdorf: Die Wirkung einer Bodenabdeckung (Mulchung) im Forstpflanzgarten auf den Gaswechsel junger Fichten	1
KENNEL, Oberforstmeister Dr. R., München: Die Auswertung eines Praxisdüngungsversuches als einfaches Beispiel integrierter Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft	269
KRAL, Dr. F., und MAYER, Prof. Dr. H., Wien: Pollenanalytische Überprüfung des Urwaldcharakters in den Naturwaldreservaten Rothwald und Neuwald (Niederösterreichische Kalkalpen)	150
LAATSCH, Prof. Dr. W., ALCUBILLA, M., WENZEL, Dr. G., und AUFSSESS, Dr. H. v., München: Beziehungen zwischen dem Standort und der Kernfäule-Disposition der Fichte	193
LÜNZMANN, Dr.-Ing. K., Reinbek: Rechnerische Grundlagen, physikalische Einflußfaktoren und daraus abgeleitete Grenzen des Holztransportes	100
LÜNZMANN, Dr.-Ing. K., Reinbek: Der Erschließungskoeffizient, eine Kennzahl zur Beurteilung von Waldwegenetzen und seine Anwendung bei Neuplanungen	237
MANTEL, Prof. Dr. Dr. h. c. M., Freiburg: Die Anfänge der Waldpflege und Forstkultur im Mittelalter unter der Einwirkung der lokalen Waldordnung in Deutschland	75
REHFUESS, Privatdozent Dr. K. E., Stuttgart-Weilimdorf: Beziehungen zwischen dem Ernährungszustand und der Wuchsleistung südwestdeutscher Tannenbestände	36
REHFUESS, Privatdozent Dr. K. E., Stuttgart-Weilimdorf: Über den Ernährungszustand nordostbayerischer Tannenbestände	129
REHFUESS, Privatdozent Dr. K. E., Stuttgart-Weilimdorf: Zusammenhänge zwischen dem Ernährungszustand und der Bonität nordostbayerischer Tannenbestände	276
RUBNER, Prof. Dr. Dr. h. c. K., München: Grundlagen des naturnahen Waldbaus in Europa	8

ZÖHRER, Dipl.-Ing. Dr. F., München: Struktur und Einzelbaumzuwachs in montan-subalpinen Lärchen-Fichten-Mischbeständen	203
ZÖHRER, Dipl.-Ing. Dr. F., München: Zuwachs und Struktur in drei verschiedenen dichten Lärchengruppen	305
ZYCHA, Prof. Dr. H., und DIMITRI, Dr. L., Hann. Münden: Ausmaß und Ursache der Kernfäule in einer Fichtenprobefläche in Reinhausen (Niedersachsen)	331

II. MITTEILUNGEN

Professor GUSTAV KRAUSS 80 Jahre alt	125
Verleihung des WILHELM-LEOPOLD-PFEIL-Preises für das Jahr 1968	125
GUSTAV KRAUSS zum Gedenken	315

III. BUCHBESPRECHUNGEN

Anatomie des Blattes. I. Blattanatomie der Gymnospermen, 2. Aufl., von K. NAPP-ZINN, besprochen von B. HUBER	58
Wachstum und Umweltfaktoren im Schlag- und Plenterwald, von K. G. KERN, besprochen von E. ASSMANN	59
Der laufende Zuwachs in der Forsteinrichtung, von G. HILDEBRANDT, besprochen von E. ASSMANN	60
Die sozialen Faltenwespen Mitteleuropas, von H. KEMPER und E. DÖHRING, besprochen von W. SCHWENKE	60
Die Düngung von Waldbäumen, von H. BAULE und C. FRICKER, besprochen von R. HÜSER	61
Crop Responses to Water at Different Stages of Growth, von P. J. SALTER und J. E. GOODE, besprochen von E. WEBER	61
Betriebswirtschaftliche und steuerliche Besonderheiten in der Forstwirtschaft, 3. Aufl., von L. LANGMANDEL, besprochen von W. KROTH	62
Bayerisches Forststrafgesetz, von W. RÖSCH und F. MEISEL, besprochen von W. KROTH	62
Preisstatistik in Forst- und Holzwirtschaft, von H. OLLMANN, besprochen von W. KROTH	63
Holzverwendung in der Bauwirtschaft, von K. MANTEL und A. SCHNEIDER, besprochen von H. v. AUFSSESS	64
Vom literarischen Handwerk der Wissenschaft, von V. GOERTTLER, besprochen von H. v. AUFSSESS	64
Bodenbiologie, von G. MÜLLER, besprochen von W. LAATSCH	126
Untersuchungen zur Forstverfassung des mittelalterlichen Frankreichs, von H. RUBNER, besprochen von F. BACKMUND	127
Waldhumusdiagnose auf biomorphologischer Grundlage, von F. HARTMANN, besprochen von W. LAATSCH	183
Forstliche Betriebswirtschaftslehre, von G. SPEIDEL, besprochen von W. KROTH	184
Untersuchungen über die Rotstreifigkeit des Fichtenholzes, von H. v. PECHMANN, H. v. AUFSSESS, W. LIESE und U. AMMER, besprochen von K. MÄGDEFRAU	187
Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens II., herausgegeben von H. MESSER, besprochen von E. WEBER	188
Entscheidungen in Jagdsachen, Band II, besprochen von F. ERNST	191
Verformung und Bruchgeschehen bei Holz als einem anisotropen, inhomogenen, porigen Festkörper, von F. KOLLMANN, besprochen von J. SCHALCK	192
Ökologie der Wälder und Landschaften, Band 1, Waldgesellschaften des mitteleuropäischen Gebirgsraumes nördlich der Alpen, von F. K. HARTMANN und G. JAHN, besprochen von J. N. KÖSTLER	248
Pflanzen als forstliche Standortsanzeiger, von E. AICHINGER, besprochen von J. N. KÖSTLER	249
Die Weißtanne im Bodenseegebiet, von O. J. SEITSCHKE, besprochen von KWASNITSCHKA	250
Wertvolle Herkünfte forstlicher Baumarten in der Bundesrepublik Deutschland, herausgegeben von der Deutschen Kontrollvereinigung für forstliches Saat- und Pflanzgut, besprochen von E. Rohmeder	251