

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: Waldtragskunde. 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. Kalibrieffe 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 standortskundlich-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. B., 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 Betriebswirtschaftslehre. 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. Serv. 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 VdF-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 anläßlich des 65. Geburtstages am 1. 11. 1967 gewidmet.

Derbholz pro Jahr und Hektar ergeben. Trotz der kurzen Versuchsdauer von drei bis sieben Jahren wurden zum Teil schon Nettomehrerträge von mehr als 1000,- DM pro Hektar errechnet. Die Wirkung der Düngung auf den Zuwachs klingt im allgemeinen nach fünf bis sechs Jahren wieder ab, wenn nicht nachgedüngt wird (ZÖTTL und KENNEL, 1963). Dieses Ansteigen und Absinken des Zuwachses läßt sich an den Änderungen der Jahrringbreiten von Bohrspänen sehr genau ablesen, wenn es gelingt, die witterungsbedingten Zuwachsunterschiede auszuschalten. Leider kann auf ertragskundlichen Dauerversuchsflächen nicht gebohrt werden, da die Verletzungen den weiteren Zuwachsverlauf beeinflussen würden. Die Bohrspanmethode bietet sich aber gerade für solche Versuche an, die nicht von Anfang an unter genauer Kontrolle standen. In dem Bestreben, die Düngewirkung möglichst auch unter den speziellen Bedingungen des eigenen Forstbetriebes kennenzulernen, haben viele Forstverwaltungen in den letzten Jahren eigene Düngungsversuche angelegt, die ich als Praxisversuche bezeichnen möchte, sofern sie nicht unter genauer ertragskundlicher Kontrolle stehen. Unbedingte Voraussetzung für die Auswertung solcher Versuche ist das Vorhandensein unbehandelter Vergleichsflächen. Auch sollte jede Behandlung in zufälliger Anordnung mindestens einmal wiederholt sein. Unter diesen Bedingungen genügen als eigentliche Meßflächen 0,05 bis 0,1 Hektar, die aus den ursprünglich größer gewählten Versuchsflächen herausgeschnitten werden.

Das Waldbaureferat der bayerischen Ministerialforstabteilung hat im Jahre 1956 eine Reihe solcher Praxisdüngungsversuche in 18 Forstämtern angelegt. Bei einer Besichtigung dieser Flächen konnten vom Institut für Ertragskunde etwa zehn als für eine Aufnahme und Auswertung geeignet ausgewählt werden. Als Musterbeispiel wurde zunächst der Düngungsversuch im Forstamt Schnaittenbach in der Oberpfalz aufgenommen.

Herrn Oberregierungsforstrat RAMMATH, Amtsvorstand des Forstamtes Schnaittenbach, der den Versuch angelegt und betreut hat, sei auch an dieser Stelle für die Unterstützung bei der Versuchsflächenaufnahme herzlich gedankt; desgleichen den Forstreferenten Eckhard KENNEL und KUTSCHER, die in sehr zuverlässiger Weise die Bohrspäne entnommen und die Durchmesser- und Höhenmessungen vorgenommen haben.

2. Beschreibung des Düngungsversuches in Schnaittenbach

Im Jahre 1956 wurden in der Abteilung XIV 7 „Jägerhütte“ in einem damals 42-jährigen Kiefernbestand III. Bonität nach WIEDEMANN (1943) vier Flächen von je 0,25 ha Größe abgesteckt. In den Sandboden tief eingeschlagene Eisenrohre dienten als dauerhafte Markierung. Eine Fläche blieb ungedüngt, die anderen drei erhielten eine einmalige Grunddüngung mit 30 dz kohlenstoffreichem Kalk und 5 dz Hyperphosphat. Zwei der Flächen wurden 1956, 1958 und 1961 mit je 52 kg Reinstickstoff in Form von Ammonsulfatsalpeter gedüngt, eine Fläche erhielt darüber hinaus noch dreimal eine Gabe von 4 dz Patentkali. Bei der Aufnahme im Jahre 1966 wurden aus den ursprünglichen Flächen acht kleinere Parzellen gebildet. Die Verteilung dieser Parzellen und die entsprechenden Düngergaben sind aus Übersicht 1 zu ersehen.

Der Boden besteht aus dichtgelagerten, armen alluvialen Sanden. Die Versuchsfläche wurde während der Beobachtungszeit nicht aktiv durchforstet, eine Vorsichtsmaßnahme, die für alle Bestandsdüngungsversuche angezeigt erscheint, um eine zusätzliche Einwirkung auf den Zuwachs zu vermeiden.

Die Bestandeskennwerte vor der Düngung können aus Übersicht 2 entnommen werden.

Übersicht 1

Düngungsplan

Zeitpunkt der Düngung	Düngerbezeichnung	Düngergaben in dz pro ha auf Parzelle Nr.				Nährstoffmengen in kg/ha
		4 und 8	1 und 5	2 und 6	3 und 7	
Juli 1956	Kohlensaurer Kalk	—	30	30	30	
	Hyperphosphat	—	5	5	5	150 P ₂ O ₅
	Ammonsulfatsalpeter	—	—	2	2	52 N
	Patentkali	—	—	—	4	110 K ₂ O
1958	Ammonsulfatsalpeter	—	—	2	2	52 N
	Patentkali	—	—	—	4	110 K ₂ O
1961	Ammonsulfatsalpeter	—	—	2	2	52 N
	Patentkali	—	—	—	4	110 K ₂ O

3. Die Methode der Zuwachsbestimmung

Ursprünglich waren keine Wiederholungen in der Versuchsanlage vorgesehen. Aus den 0,25 ha großen Flächen wurden deshalb zunächst je zwei Parzellen mit 750 m² herausgemessen. Die Parzellen sind somit zwar nicht zufällig über die ganze Fläche verteilt, wie es für eine exakte statistische Auswertung notwendig wäre, doch ist anzunehmen, daß bei nur geringen Standortunterschieden der Versuchsfehler² mit dieser Methode doch einigermaßen zuverlässig bestimmt werden kann. Auf jeder der acht Parzellen wurden 40 zufällig ausgewählte Bäume von zwei entgegengesetzten Seiten unter einem Winkel von 45° zur Hauptwindrichtung in 1,3 m Höhe über dem Boden angebohrt. An den gleichen Bäumen wurde auch die Höhe gemessen. Zur Durchmesserbestimmung aller Bäume jeder Parzelle diente ein Umfangmeßband mit Durchmesserteilung. Für die Zuwachsberechnung standen nur die Aufnahmewerte von 1966 zur Verfügung, da die Versuchsfläche wie auch alle anderen damals angelegten Versuche zu Versuchsbeginn nicht aufgenommen worden war. Die Auswertung wurde jedoch durch den Einsatz einer neuen schwedischen Jahrringmeßmaschine sehr erleichtert. Bei diesem Gerät werden die Meßwerte nicht mehr wie früher mechanisch auf eine Rechenmaschine übertragen, sondern in elektrische Impulse umgewandelt. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, einen Kartenlocher anzuschließen, der die Jahrringbreiten parallel zum Meßvorgang automatisch in Lochkarten stanzt. Die Lochkarten können dann mit Hilfe eines Elektronenrechners unmittelbar weiterverarbeitet werden (s. Abb. 1). Zu diesem Zweck wurde am Institut für Ertragskunde in München von Herrn Oberforstmeister A. SCHMIDT ein Rechenprogramm für die Rechenanlage IBM 7090 entwickelt. Eingangsgrößen für das Programm sind Fläche, Stammzahl, Grundfläche, Mittelhöhe und Alter einer Versuchsfläche, dazu kommen die Jahrringmessungen an je zwei Spänen und die Durchmesser von 30 bis 40 Bäumen pro Parzelle. Berechnet werden für beliebig viele, frei wählbare zurückliegende Zeitpunkte die Bestandeskennwerte und der entsprechende Zuwachs. Dabei müssen natürlich einige Unterstellungen gemacht werden. Zum Beispiel wird angenommen, daß sich die Mittelhöhe des Bestandes so entwickelt hat, wie es die Ertragstafel bei entsprechender Höhenbonität unterstellt. SCHMIDT hat zu diesem Zweck den Höhenrahmen der Kieferntragstafel von WIEDE-

² Als Versuchsfehler wird die Variation des Zuwachses innerhalb gleich behandelter Gruppen von Versuchsparzellen bezeichnet.

MANN (1943) durch eine Funktion in Abhängigkeit vom Alter ausgedrückt. Außerdem wird die Rindenstärke automatisch aus Rindenstärkefunktionen in Abhängigkeit vom Durchmesser abgeleitet. Das Bestandesvolumen wird schließlich mit einer vom Ver-

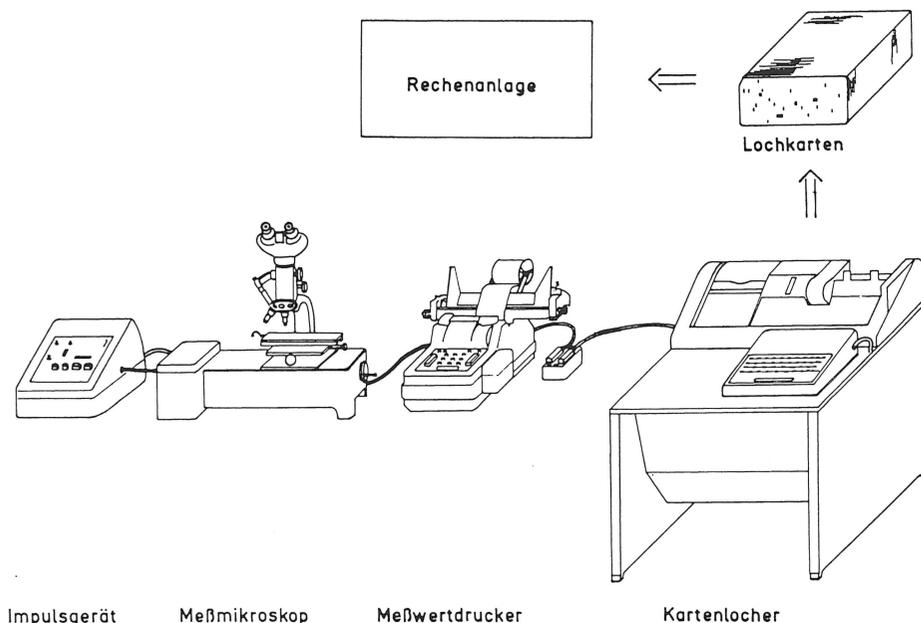


Abb. 1. Jahrringmeßgerät nach EKLUND mit angeschlossnem Kartenlocher zur automatischen Übertragung der gemessenen Jahrringbreiten in Lochkarten

fasser an Hand von mehreren tausend Probestämmen entwickelten Formzahlfunktion in Abhängigkeit von Durchmesser und Höhe berechnet (1967). Das Verfahren wurde an mehreren Flächen, von denen der Zuwachs durch zweimalige Aufnahmen bekannt war, getestet. Dabei ergaben sich im Grundflächenzuwachs erstaunlich geringe Abweichungen von weniger als $\pm 2\%$. Für den Volumenzuwachs waren die Abweichungen etwas größer, vor allem bedingt durch den unterschiedlich angenommenen Höhenzuwachs.

Die Bestandeskennwerte zum Zeitpunkt der ersten Düngung sind in Übersicht 2 enthalten. Die Stammzahl blieb während der Beobachtungsdauer des Versuches unverändert, Durchmesser und Grundfläche wurden durch das oben beschriebene Rechenprogramm aus den Werten der Aufnahme 1966 über eine Durchmesserzuwachsfunction in Abhängigkeit vom Enddurchmesser unter Berücksichtigung des Rindenzuwachses zurückgerechnet. Die Höhe 1956 wurde mit der oben genannten Höhenfunktion in Abhängigkeit vom Alter aus der Bestandesmittelhöhe 1966 berechnet, das Volumen über den Bestandesmittelstamm aus Durchmesser, Höhe und Formzahl.

4. Ergebnis der Zuwachsberechnung

Der Volumenzuwachs vor und nach der Düngung ist in Übersicht 2 angeführt. Die Volldüngung mit Kalk, Phosphor, Kali und Stickstoff bewirkte zehn Jahre lang einen jährlichen Mehrzuwachs von 1,3 Vorratsfestmetern Schaftholz gegenüber den ungedüngten Parzellen, das ist ein Mehrzuwachs von 22%. Die Parzellen 2

Übersicht 2

Zuwachs vor und nach der Düngung (alle Werte pro Hektar)

Parzelle Nr.	Düngergaben pro ha	Bestandeskennwerte zu Beginn (1956 Herbst)				Mittlerer jährlicher Volumenzuwachs 10 Jahre nach der Düngung				
		n	dg cm	hg m	$\frac{v}{Vfm S}$	5 Jahre vor der Düngung Vfm S	unkorrigiert Vfm S	korrigiert 1 %	Vfm S	%
4	ungedüngt	2707	10,2	10,1	112	5,84	6,10	101,5	6,05	100,0
8	ungedüngt	2880	10,4	10,2	124	5,84	5,92	98,5	6,05	100,0
					Mittelwerte:	5,84	6,01	100,0	6,05	100,0
1	30 dz kohlenaurer Kalk	2387	10,6	10,3	107	5,12	5,42	90,2	6,14	101,4
5	5 dz Hyperphosphat	2680	11,0	10,6	134	5,84	6,08	101,2	6,14	101,4
					Mittelwerte:	5,48	5,75	95,7	6,14	101,4
2	30 dz kohlenaurer Kalk	3000	9,6	10,1	112	5,69	6,89	114,6	7,06	116,7
6	5 dz Hyperphosphat	2787	10,5	10,9	129	6,27	7,42	123,5	7,06	116,7
	6 dz Ammonsulfatsalpeter				Mittelwerte:	5,98	7,15	119,0	7,06	116,7
3	30 dz kohlenaurer Kalk	2693	9,8	10,3	106	5,76	7,24	120,5	7,38	122,0
7	5 dz Hyperphosphat	3000	10,3	10,7	133	6,72	8,21	136,6	7,38	122,0
	6 dz Ammonsulfatsalpeter				Mittelwerte:	6,24	7,72	128,5	7,38	122,0
	12 dz Patentkali									

* Mehrzuwachs gegenüber den Nullparzellen gesichert ($P = 0,05$), — nicht gesichert.

1 Korrigiert unter Berücksichtigung der Zuwachsunterschiede vor der Düngung.

Abkürzungen: n = Stammzahl, dg und hg = Durchmesser und Höhe des Grundflächenmittelstammes, g = Grundfläche, v = Volumen (Vorratsfestmeter Schaftholz mit Rinde).

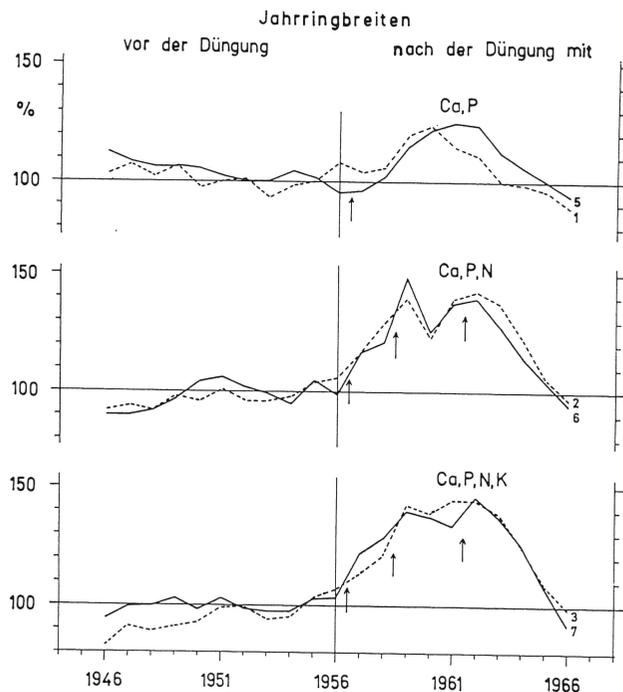


Abb. 2. Die mittleren Jahrringbreiten von jeweils 40 Bäumen der gedüngten Parzellen in Prozent der Nullparzellen. Gleichzeitig wurden die mittleren Jahrringbreiten der Parzellen fünf Jahre vor der Düngung gleich 100 gesetzt. Die Pfeile deuten den Zeitpunkt der Düngergaben an. Rechts sind die Nummern der Parzellen eingetragen

der gedüngten Flächen sind in Prozent der ungedüngten Parzellen ausgedrückt. Außerdem wurde der Zuwachs jeder Parzelle während der letzten fünf Jahre vor der Düngung gleich 100% gesetzt. Dadurch wird der Einfluß der Witterung ausgeschaltet und der schon vor der Düngung bestehende Zuwachsunterschied zwischen den Parzellen ausgeglichen.

Die Abb. 2 zeigt, daß die Wirkung der Düngung auf den Stärkenzuwachs der Bäume zunächst zunimmt, ein Maximum bei Werten von 40 bis 50% Mehrzuwachs erreicht und dann wieder nachläßt. Bei mehrmaliger Düngung sind sogar mehrere Gipfel angedeutet. Zehn Jahre nach der ersten Düngung und fünf Jahre nach der letzten Düngung im Jahre 1961 sind die Jahrringbreiten wieder auf den Anfangswert vor der Düngung zurückgegangen. Auch hier ist wie bei anderen vergleichbaren Düngungsversuchen die Erhöhung des Stärken- und Volumenzuwachses vor allem auf die Stickstoffgaben zurückzuführen. Obwohl die innerhalb eines Zeitraumes von fünf Jahren ausgebrachte Stickstoffmenge von dreimal 52 kg N pro ha nach den Erfahrungen mit anderen Düngungsversuchen (R. KENNEL und J. WEHRMANN, 1967) nicht sehr hoch ist, hat sie doch neun Jahre lang einen Mehrzuwachs bewirkt.

5. Die Wirtschaftlichkeit der Düngung

Da es sich in unserem Fall nur um einen Versuch handelt, kann die Frage nach der Wirtschaftlichkeit an den Schluß gestellt werden. Nach den Preisen von 1967/68 betragen die Kosten für einen Doppelzentner Ware in Papiersäcken frei Bahnstation für

und 6, die nur Kalk, Phosphor und Stickstoff, jedoch kein Kali erhielten, leisteten zehn Jahre lang 16% mehr als die Nullparzellen. Beide Werte sind gegenüber den Nullflächen statistisch gesichert bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von $P = 0,05$. Auch die Flächen Nr. 1 und 5 zeigen vorübergehend eine Reaktion, ablesbar an den Jahrringbreiten, wie aus der oberen Darstellung in Abb. 2 zu erkennen ist. Im Volumenzuwachs ist diese Reaktion allerdings nicht nachweisbar. Die Abb. 2 zeigt als interessantestes Ergebnis der Versuchsauswertung den jährlichen Gang der Jahrringbreitenentwicklung vor und nach der Düngung. Pfeile deuten den Zeitpunkt der verschiedenen Düngergaben an. Die Jahrringbreiten

kohlensaurer Kalk	etwa	4,30 DM/dz
Hyperphosphat	etwa	16,— DM/dz
Ammonsulfatsalpeter	etwa	28,50 DM/dz
Patentkali	etwa	13,— DM/dz

Werden für den Transport zum Wald und für die Ausbringung 4,— bis 6,— DM/dz angesetzt, so ergeben sich für die im Versuch ausgebrachten Düngermengen folgende Kosten:

30 dz kohlensaurer Kalk	129 DM + 120 DM = 249 DM/ha
5 dz Hyperphosphat	80 DM + 30 DM = 110 DM/ha
6 dz Ammonsulfatsalpeter	171 DM + 36 DM = 207 DM/ha
16 dz Patentkali	208 DM + 80 DM = 288 DM/ha
	<hr/>
	588 DM + 266 DM = 854 DM/ha

Dem steht in zehn Jahren ein Mehrzuwachs von 13,3 Vorratsfestmetern Schaftholz mit Rinde gegenüber, bei einem mittleren Bestandesdurchmesser in Brusthöhe von 12,0 cm. Bei Unterstellung eines erntekostenfreien Wertes von 30,— DM für den Durchschnitts-Erntefestmeter (Schaftholz) ohne Rinde ergibt sich ein Mehrertrag von etwa 320,— DM. Damit sind die Kosten der Volldüngung zunächst nicht gedeckt. Dagegen liegen die Kosten für die Stickstoffdüngung allein, auf die der Mehrzuwachs vor allem zurückzuführen ist, mit 207,— DM deutlich unter dem Mehrertrag. Zu den Düngerkosten müssen bei einwandfreier Kalkulation jedoch noch die Zinsen für das festgelegte Kapital gerechnet werden. Dadurch erhöht sich der Aufwand in zehn Jahren noch einmal um etwa 50 bis 60%.

Dieser Versuch zeigt, daß bei vergleichbaren jüngeren Kiefernbeständen geringer Bonität nur eine gezielte Stickstoffdüngung in nicht zu geringer Dosierung einen realisierbaren Mehrertrag erwarten läßt.

Zusammenfassung

Die Volldüngung eines 42jährigen Kiefernbestandes III. Bonität (WIEDEMANN, 1943) im staatlichen Forstamt Schnaittenbach in der Oberpfalz hatte zehn Jahre lang einen gesicherten Mehrzuwachs von 22% zur Folge. Die Kosten für die Volldüngung werden durch den Mehrertrag zwar nicht gedeckt, doch übersteigt dieser zweifellos den Aufwand für die in erster Linie wirksame Stickstoffdüngung.

Literatur

- HAUSSER, K., 1961: Ergebnisse von Düngungsversuchen zu 50- bis 70jährigen Fichtenbeständen auf oberem Buntsandstein des Württ. Schwarzwaldes. *Allg. Forst- und Jagdztg.*, **132**, 269-291.
 — KENNEL, R., 1967a: Ertragskundliche Ergebnisse neuer Düngungsversuche in Kiefern-, Fichten- und Buchenbeständen Bayerns. *Forstw. Cbl.*, **86**, 13-28.
 — KENNEL, R., 1967b: Formzahltafeln für die Kiefer. München, Manuskriptdruck.
 — KENNEL, R., und WEHRMANN, J., 1967: Ergebnis eines Düngungsversuches mit extrem hohen Stickstoffgaben in einem Kiefernbestand geringer Bonität. XIV. IUFRO-Kongreß München, Sektion 25, Band VI der Tagungsberichte, S. 216-231.
 — KREUTZER, K., 1967a: Ernährungszustand und Volumenzuwachs von Kiefernbeständen neuer Düngungsversuche in Bayern. *Forstw. Cbl.*, **86**, 28-53.
 — KREUTZER, K., 1967b: Ernährungszustand und Volumenzuwachs von Fichtenbeständen neuer Düngungsversuche in Bayern. *Forstw. Cbl.*, **86**, 176-189.
 — MITSCHERLICH, G., und WITTICH, W., 1958: Düngungsversuche in älteren Beständen Badens. *Allg. Forst- und Jagdzeitung*, **129**, 169-190.
 — ZÖTTL, H., und KENNEL, R., 1962: Die Wirkung von Ammoniakgas- und Stickstoffsalzdüngung in Kiefernbeständen. *Forstw. Cbl.*, **81**, 65-91.
 — ZÖTTL, H., und KENNEL, R., 1963: Ernährungszustand und Wachstum von Fichten-Altbeständen nach Ammoniakgas- und Stick-

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