

- BARNER, J., 1961: Biologische Analyse verschiedener Pflanzverfahren. Forstarch. 32, 50 - 52.
- BREKKEN, P., 1965: Plantetidsforsk med 2/2 gran på Vestlandet (norw.). Korte Skr. og Meld. Nr. 7 fra Vestl. Forstl. Forsøksstasjon, Bergen.
- BÜHLER, A., 1922: Waldbau. Bd. II. Stuttgart.
- GÜRTH, P., 1970a: Forstpflanzen und Kulturerfolg — eine Literaturübersicht. Allg. Forst- u. Jagdztg. 141, 97 - 104.
- GÜRTH, P., 1970b: Wachstum und Wasserhaushalt von Fichtenverschulpflanzen unterschiedlicher Qualität nach Verpflanzung in das Freiland. Allg. Forst- u. Jagdztg. 141, 160 - 172.
- GÜRTH, P., 1976: Forstpflanzen und Kulturerfolg — eine Literaturübersicht (Ergänzung 1970 - 1975). Allg. Forst- u. Jagdztg. 147, 240 - 246.
- GUTSCHICK, V., 1967: Erfahrungen mit großen Nadelholzpflanzen. Allg. Forstz. 22, 179 - 181.
- GUTSCHICK, V., 1968: Erfahrungen mit großen Nadelholzpflanzen. Allg. Forstz. 23, 148 - 150.
- HAVRANEK, W., 1975: Wasserhaushalt und Zuwachs von Fichten nach Versetzung zu verschiedenen Jahreszeiten. Cbl. ges. Forstwes. 92, 9 - 25.
- HAVRANEK, W. u. TRANQUILLINI, W., 1972: Untersuchungen über den Versetzungsschock bei der Lärche. Wachstum und Wasserhaushalt nach dem Versetzen. Mitt. Forstl. Bundes-Versuchsanst. Wien 96, 111 - 135.
- KRAMER, P. J., u. KOZLOWSKI, T. T., 1960: Physiology of Trees. New York, Toronto, London.
- LÜPKE, B. VON, 1972: Einfluß des Verpflanzens auf das Wachstum junger Fichten und Douglasien mit unterschiedlicher Wurzelmasse. Allg. Forst- u. Jagdztg. 143, 121 - 132.
- LYR, H., POLSTER, H., u. FIEDLER, H.-J., 1967: Gehölzphysiologie. Jena.
- MELZER, W., 1968: Vorläufige Ergebnisse vergleichender Versuche zur Winkel- und Großpflanzung der Fichte. Arch. Forstwes. 17, 1239 - 1261.
- MELZER, W., 1970: Groß- und Winkelpflanzung von Fichte bei der Aufforstung in den Höhenstufen des Erzgebirges. Die sozialist. Forstwirtschaft. 20, 87 - 90.
- MITSCHERLICH, G., MOLL, W., KÜNSTLE, E., u. MAURER, P., 1966: Ertragskundlich-ökologische Untersuchungen im Rein- und Mischbestand. IV. Niederschlag, Stammbau und Bodenfeuchtigkeit. Allg. Forst- u. Jagdztg. 137, 1 - 13.
- OLDENKAMP, L., 1970: In „Proceedings of IUFRO Research Section 23, Meeting Ljubljana 1. - 7. 10. 1970“. Zbornik 9, 1 - 143, Ljubljana.
- REISSINGER, G., 1954: Senkung der Kulturkosten durch billige Pflanzverfahren und Stücklohnarbeit. Allg. Forstz. 9, 125 - 127.
- REISSINGER, G., 1963: Sicherung der Forstkulturen mit wenigen Arbeitskräften. Forstarch. 34, 87 - 88.
- REISSINGER, G., 1965: Erfahrungen bei der Winkelpflanzung mit großen Pflanzen. Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden 14, 1623 - 1625.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1965: Forschungsaufgaben des Waldbaus. In: Schriften. Forstl. Abt. Albert-Ludw.-Univ. Freiburg i. Br. 4, 73 - 84.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1966: Wachstum und Qualität von Forstpflanzen. 2. erw. Aufl. von „Die Gütebeurteilung von Forstpflanzen“. München, Basel, Wien.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1970a: Rationalisierung der Forstkultur durch Verwendung von Großpflanzen. Allg. Forstz. 25, 195 - 200.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1970b: Vergleichende Versuche zur Loch- und Winkelpflanzung bei Fichte. Der Forst- u. Holzwirt 25, 81 - 84.
- SCHMIDT-VOGT, H., 1972: Qualitätsnormen für forstliches Vermehrungsgut. Zur EWG-Richtlinie vom 30. 3. 1971. Der Forst- u. Holzwirt 27, 117 - 120.
- SCHMIDT-VOGT, H., u. GÜRTH, P.: 1969: Eigenschaften von Forstpflanzen und Kulturerfolg. I: Auspflanzungsversuche mit Fichten- und Kiefernpflanzen verschiedener Größen und Durchmesser. Allg. Forst- u. Jagdztg. 140, 132 - 142.
- SCHNURBEIN, U. v., 1973: Rotfäule in Fichtenkulturen. Ein Beitrag zur Erfolgskontrolle der Winkelpflanzung. Diss. Forstwiss. Fak. Univ. Freiburg i. Br.
- SOLBRAA, K., 1972: Mortality in Norway spruce after planting in autumn. Medd. Norske Skogforsøksv. 30, 397 - 423.

Zur Entwicklung einer optimalen Methodik für großräumige Forstinventuren in der Bundesrepublik Deutschland¹⁾

Aus dem Institut für Waldwachstumskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

(Mit 10 Abbildungen)

Von F. ZÖHRER

Während die bisherigen Forsteinrichtungsinventuren noch keineswegs den neuzeitlichen Anforderungen der Praxis und Wissenschaft entsprechen, werden Großrauminventuren bereits häufig nach modernen inventurtechnischen Erkenntnissen auf der Basis von z. T. jahrzehntelangen Erfahrungen durchgeführt. Vor allem in Ländern mit ausgedehnten, noch weitgehend ungliederten Waldflächen erschien die Anwendung einer rationellen aber hinreichend exakten Methode zur Erfassung der forstlichen Ressourcen zwingender als in Ländern mit einer traditionell intensiven bestandesorientierten Forstwirtschaft.

In Skandinavien wurde v. a. auf dem Gebiet der nationalen Forstinventuren wertvolle Pionierarbeit geleistet. In Schweden wurde nach NÄSLUND (1930) bereits in den 40er Jahren des 19. Jahrhunderts eine Linientaxation durchgeführt, die auf den Forstmann AV STRÖM zurückgeht und deren Methodik den Vergleich mit manchen Inventuren, die in diesem Jahrhundert durchgeführt wurden, nicht scheuen müßte.

Auch in Deutschland wurden damals bereits Probeflächen verwendet, die bis auf G. L. HARTIG (1795) zurückgehen und die der Oberforstrat ZETZSCHE (nach SCHMIDT, 1891) am Ende des 19. Jahrhunderts in Form von 50 m²-Probekreisen empfohlen hat. Hier verhinderte jedoch eine traditionsverbundene auf den Bestand gleichsam fixierte Forstwirtschaft — deren großen Verdienste nicht bestritten werden sollen — die weitere Entwicklung von Forstinventurmethode. Es erschien nur der Weg von unten nach oben gangbar, also vom Bestand zum Forstbetrieb und gegebenenfalls

zu großräumigen Zusammenfassungen auf der Basis von Kompilationen. Der Weg von oben nach unten, der erst den rationellen Einsatz der Stichprobentechnik gestattet, wurde nicht weiter verfolgt. Die Nachteile dieser einseitigen, aber historisch verständlichen Entwicklung bekommen wir heute auf dem Gebiet der Forsteinrichtungsinventur zu spüren.

In Skandinavien wurde von Anfang an der Weg von oben nach unten beschritten, wobei die Vor- und Nachteile in forstlicher Sicht hier nicht diskutiert werden sollen. Von den zahlreichen Autoren die in Abhandlungen von z. T. sehr hohem Niveau über dieses Gebiet berichten, seien erwähnt: CAJANUS (1913), ÖSTLIND (1914, 1932), ILVESSALO (1923), SJÖSTRÖM (1923), LINDBERG (1923, 1926), LAPPI-SEPPÄLÄ (1924), LANGSAETER (1926 und 1927, 1932 und 1934), GADD (1928) und NÄSLUND (1930, 1939). Manche von diesen Publikationen sind sogar Pionierarbeiten auf dem Gebiet der Stichprobentechnik als Teil der mathematischen Statistik, was auch für spätere Veröffentlichungen von MATÉRN gelten kann.

Wir wollen also festhalten, daß in Skandinavien bereits statistisch einwandfreie Stichprobenverfahren mit Fehlerberechnungen meist in Form der sog. Linientaxation zur Anwendung gelangten, bevor FISHER seine Varianzanalyse entwickelt hatte. Auch in Nordamerika und in den damaligen Kolonien wurden im vergangenen Jahrhundert schon manchmal Stichprobenverfahren verwendet. Aus den USA seien GIRARD und GEVORKIANTZ (1939) und SCHUMACHER und CHAPMAN (1942) erwähnt, die Beiträge zu einer modernen Meß- und Stichprobentechnik lieferten.

In Deutschland haben KRUTZSCH und LOETSCH (1938) mit ihrem Werk „Holzvorratsinventur und Leistungsprüfung“ die großen Vorteile von Stichprobenaufnahmen sehr eindrucksvoll und praxis-

1) Nach einem Vortrag im Seminar des Instituts für Waldwachstumskunde (7. 2. 1977).

nahe dargelegt ohne großen Anklang zu finden. KRUTZSCH und v. a. LOETSCH waren jedoch die Wegbereiter einer sich heute mehr und mehr durchsetzenden Erkenntnis, daß sowohl für Forstbetriebe und kleinere Waldflächen als auch für Großräume aussagefähige und verlässliche Informationen über die forstlichen Ressourcen nur mit solider Inventurmethode gewonnen werden können, die u. a. die neuesten Erkenntnisse der Stichprobentechnik berücksichtigt.

In der Bundesrepublik Deutschland haben wir heute die große Chance, unter Ausnutzung der weltweiten Erfahrungen auf diesem Gebiet, eine Nationalinventur aufbauen zu können, die den höchsten Anforderungen von Praxis und Wissenschaft genügt. Infolge unseres — im internationalen Vergleich beachtlichen Wissensstandes auf dem Gebiet der Ertragstafelforschung und Wachstumsmodellierung — sind wir imstande, auf der Basis einer soliden Inventurtechnik und mit Hilfe anspruchsvoller Prognosemodelle Informationen zu liefern, die z. T. weit über das hinausgehen, was man bisher von Großrauminventuren erwarten durfte. In diesem Zusammenhang sei die Bayerische Großrauminventur genannt, die unter der Leitung von Prof. FRANZ durchgeführt wurde und die zusammen mit der darauf aufbauenden Holzaufkommensprognose jene Informationen lieferte, die für eine zielstrebige forst- und forstwirtschaftliche Planung innerhalb des Landes Bayern notwendig waren.

Infolge der speziellen Fragestellung erscheint jedoch eine Übertragung der für Bayern entwickelten Inventurmethode auf eine eventuell durchzuführende bundesweite Großrauminventur nicht zweckmäßig zu sein, obwohl die bei der Bayerischen GRI gemachten Erfahrungen ausgenutzt werden sollten.

Ich will daher im Folgenden einige Möglichkeiten aufführen, die bei der Entwicklung einer optimalen Methodik für forstliche Großrauminventuren — speziell für eine Bundes-Forstinventur — beachtet werden sollten. Lassen Sie mich der Einfachheit halber einige dieser Möglichkeiten in zehn Punkten zusammenfassen:

1. Anwendung der Satellitenstichprobe.
2. Systematische Verteilung der Probeeinheiten.
3. Permanenz der Erhebungen.
4. Exakte Probebaummessungen.
5. Erfassung des Holzeinschlags und der Nutzungsmöglichkeiten.
6. Ausnutzung der Luftbildtechnik.
7. Entwicklung eines Inventur- und Prognosesystems.
8. Aktuelle Zuwacherhebung durch Bohrung.
9. Inventur des Standorts und
10. Integration von Großrauminventur und Forsteinrichtungsinventur.

1. NACH INTERNATIONALEN ERFAHRUNGEN KANN DIE SATELLITENSTICHPROBE EMPFOHLEN WERDEN

Die Entwicklung in den skandinavischen Ländern führte von der ursprünglichen Linientaxation in gleichmäßig breiten Waldstreifen über perlschnurartig verteilte Probeflächen entlang von Linien zum sogenannten Inventurtrakt, der eine geometrische Anordnung von Probeflächen oder Winkelzählproben in Form von Quadraten oder Rechtecken darstellt. LOETSCH, ZÖHRER und HALLER (1973) schlagen in Anlehnung an die US-Literatur vor, derartige Stichproben als Satellitenstichproben zu bezeichnen.

Nach MATÉRN (1966) muß bei systematischer Verteilung das gesamte Netz der Probeeinheiten als Cluster aufgefaßt werden. Bei einer Inventur wird also im Grunde genommen nur ein einziger Cluster ausgewählt. Eine nach herkömmlichen statistischen An-

forderungen solide Fehlerberechnung müßte also auf zahlreichen solchen Clustern (sprich: Inventuren) aufbauen, eine Forderung, die natürlich praktisch unerfüllbar ist. Dennoch gibt es hinreichend verlässliche Methoden der Fehlerberechnung über „Paardifferenzen“, „Quadruplets“ und dergleichen, die zum größten Teil durch MATÉRN angezeigt wurden, auf die wir hier jedoch nicht näher eingehen können.

Ein Inventursatellit sollte so beschaffen sein, daß bei gegebenen Inventurkosten ein Maximum an Informationen mit einem Höchstwert an Genauigkeit gewonnen werden kann. Was die Genauigkeit anbelangt, sind beide Arten von Fehlern zu beachten: Stichprobenfehler und einseitige Fehler (Bias). Streng genommen gibt es zwischen beiden Fehlerarten fließende Übergänge. Während der Stichprobenfehler in Form des Standardfehlers bei den meisten Inventuren unter Kontrolle gehalten wird, gibt es erst wenig Ansätze für die Quantifizierung oder Standardisierung maximal zulässiger einseitiger Fehler, wie von LOETSCH, ZÖHRER und HALLER (1973) gefordert wird. Als Beispiele können einige Inventuren in Nordamerika (British Columbia Forest Service, 1970) und in der Sowjetunion (ANTANAITIS, ZAUNIENE, KULIEŠIS und JUKNYS, 1975) genannt werden.

Es ist zwar richtig, daß mit zunehmender Größe der Satelliten der Anteil der produktiven Aufnahmezeit gegenüber den unproduktiven Wegzeiten zum Erreichen der Aufnahmeorte zunimmt, auf der anderen Seite wird der Stichprobenfehler bzw. Standardfehler der Inventurresultate aber durch eine Erhöhung der Anzahl der Proben gesenkt. Demgegenüber ist zu beachten, daß bei Verkleinerung der Satelliten die Variationskoeffizienten erhöht werden. Bei diesen Überlegungen sind einseitige Fehler noch unberücksichtigt, die bei größeren Satelliten bzw. Satelliten im Vergleich zu einzeln verteilten Probeflächen infolge von

- besseren Kontrollmöglichkeiten,
- größerer Konzentration der Messungen und
- vermutlich exakterer, da nicht so monotoner Arbeit

leichter bekämpft werden können. Unberücksichtigt ist auch ferner die Möglichkeit, mit Hilfe eines Satelliten bestimmter Größe ein vielfältigeres Informationsspektrum zu erhalten, als dies mit Einzelproben möglich wäre.

Aus diesen sicherlich noch unvollständigen Ausführungen ist zu erkennen, daß die Optimierung auf dem Gebiet der Satellitenstichprobe zwar mathematisch kein Problem sein dürfte, aber höchste Anforderungen an Grundlageninformationen stellt, wie sie nicht einmal durch aufwendigste Forstinventuren gewonnen werden können. Wir wollen dieses Problem in den nächsten Jahren mit Hilfe von Großraum-Stichprobensimulatoren lösen. Der dafür erforderliche Aufwand dürfte gering sein im Vergleich zu den Ersparnissen und/oder Steigerungen der Aussagefähigkeit von Inventurresultaten.

Die folgenden Abbildungen zeigen eine Reihe von Inventursatelliten, die bei Großrauminventuren angewendet wurden bzw. bei Nationalinventuren permanent angewendet werden. Der größte Satellit dürfte von LOETSCH (1956) bei der Inventur der Teakwälder Thailands konzipiert worden sein. Die „camp unit“ (Abb. 1) ist ein dreifaches Satellitensystem. Jedes einzelne der dargestellten Quadrate bestand aus 48 Probekreisen von 0,05 ha Größe, was der Tagesleistung eines Inventurteams entsprach. Die sieben Inventurteams bewältigten also pro Tag einen solchen Teiltrakt („unit“). Die Distanz vom Zentrum des Camps bis zum Zentrum einer „unit“ war mit 3,6 km so bemessen, daß die Tagesleistung noch erbracht werden konnte. Die Camps wurden auf zufällig ausgewählten Luftbildern ausgelegt. In zehn Monaten konnte die Inventur abgeschlossen werden, wobei ca. 100 000 Probekreise mit insgesamt 5000 ha aufgenommen wurden.

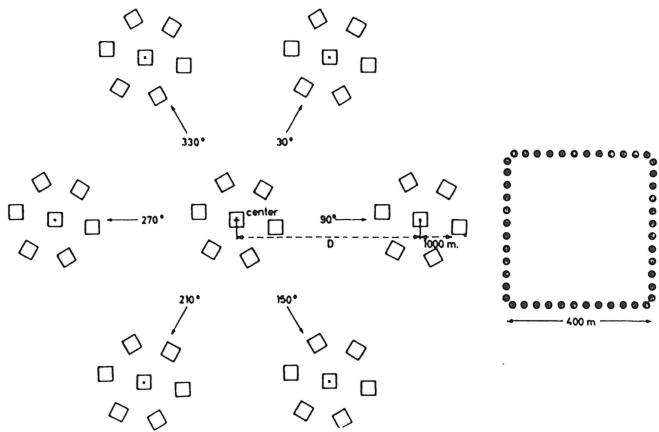


Abb. 1

„Camp-unit system“, angewendet bei der Teakinventur in Thailand (LOETSCH, 1956). $D = 3,6$ km; $48 \times 7 \times 7 = 2352$ Probekreise von 500 m^2 ($= 117,6$ ha).

Abbildung 2 zeigt den klassischen Trakt der Schwedischen Nationalinventur (v. SEGEBADEN, 1969). Traktgröße, Anzahl der Probeflächen pro Trakt und Abstand zwischen den Trakten variieren regional. Jährlich werden ca. 1000 solcher über ganz Schweden verteilter Trakte aufgenommen. Die Traktgröße ist so bemessen, daß ein Inventurteam zu seiner Aufnahme einen Tag benötigt.

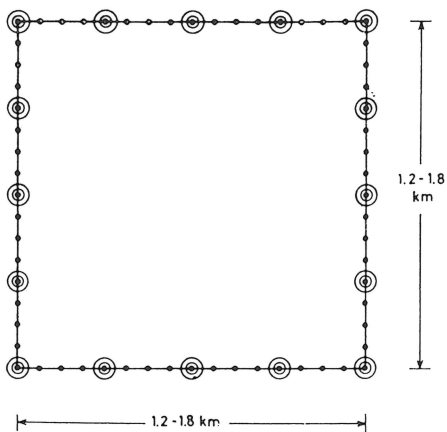


Abb. 2

Trakt der Schwedischen Nationalinventur (v. SEGEBADEN, 1969). 4,8 - 7,2 km Taxationslinie: zur Ermittlung der Stratenflächen; 16 - 28 Probekreise ($r = 20$ m): zur Bestandesbeschreibung; 16 - 28 Probekreise ($r = 6,64$ m): Kluppung und Probebaummessungen; Stockprobeflächen (kleine schwarze Kreise): je 2 Kreise, $r = 6,64$ m, 100 m Abstand.

Nur dadurch können in einem sehr ausgedehnten Land mit oft schlecht zugänglichen Waldungen die Wegezeiten auf ein tragbares Maß reduziert werden. Die Taxationslinie dient zur Herleitung der Flächenstraten mit Linienabschnitten. Außerdem werden drei Probekreistypen verwendet:

- für die Probeaufnahme ($r = 6,64$ m) : Kluppung aller Bäume, konzentrische Kreise : weitere Probebaum-Messungen und Bohrungen;
- für die Bestandesbeschreibung ($r = 20$ m) und
- für die Einschlagsinventur ($r = 6,64$ m) : 2 Doppelkreise.

In der Abbildung 3 ist der bei der Finnischen Nationalinventur (KUUSELA, 1967) angewandte rechteckige Trakt dargestellt, der

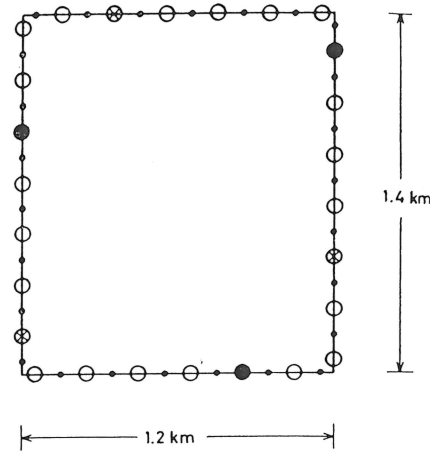


Abb. 3

Trakt der Finnischen Nationalinventur (KUUSELA und SALMINEN, 1969). 5,2 km Taxationslinie: zur Ermittlung der Stratenflächen, 26 Winkelzählproben ($k = 2 \text{ m}^2/\text{ha}$) mit Durchmessermessung, davon 6 mit Voluminierung (h, d_i) und 3 mit Zuwachsbohrung, zusätzlich 26 WZP zur Stockinventur (kleine schwarze Kreise).

ebenso wie der mit 200 m Seitenlänge wesentlich kleinere Trakt der Österreichischen Forstinventur 1971 - 1980 (Abb. 4) anstelle von Probeflächen die Winkelzählprobe von BITTERLICH benutzt. In Nordfinland wird ein L-förmiger Trakt angewendet mit 2,5 bzw. 2,6 km Seitenlänge (KUUSELA und SALMINEN, 1969). Interessant ist in diesem Zusammenhang, daß in Finnland auch die Stockauswahl für die Einschlagshebung mit Hilfe der WZP (Zählfaktor $k = 2$) vorgenommen wird, während in Österreich nur die Probebaumauswahl mit dem Spiegelrelaskop und der WZP ($k = 4$) erfolgt, die Stockinventur aber in rechteckigen Probeflächen entlang der gesamten Taxationslinie durchgeführt wird. Der Trakt

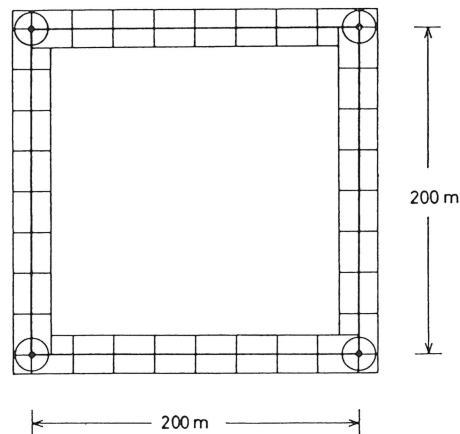


Abb. 4

Trakt der Österreichischen Forstinventur (1971). 800 m Taxationslinie: zur Ermittlung der Stratenflächen; 4 Winkelzählproben ($k = 4$): zur Probebaumauswahl, Messungen: $d, d_{0,3} h, h, i_d$; 4 Probekreise ($r = 9,77$ m) zur Bestandesbeschreibung und Standortsinventur, 32 Stockprobeflächen 25×24 m.

der Österreichischen Forstinventur 1961 - 1970 war variabel (3 Größen) und wurde in vier regional verschiedenen Abständen ausgelegt. Die Anzahl der WZP pro Trakt war größer. Durch die Verkleinerung und Vereinheitlichung der Traktgröße bei der Zehnjahresinventur konnten bei gleichzeitiger Erhöhung der Zahl der Trakte von 940 auf ca. 1100 beträchtliche Kosten eingespart werden. Eine detaillierte Beschreibung der Entwicklung der Österreichischen Forstinventur bringt BRAUN (1974).

Ein weiterer interessanter Satellit ist das ebenfalls auf der WZP aufbauende „ten-point sampling design“ des U. S. National Forest

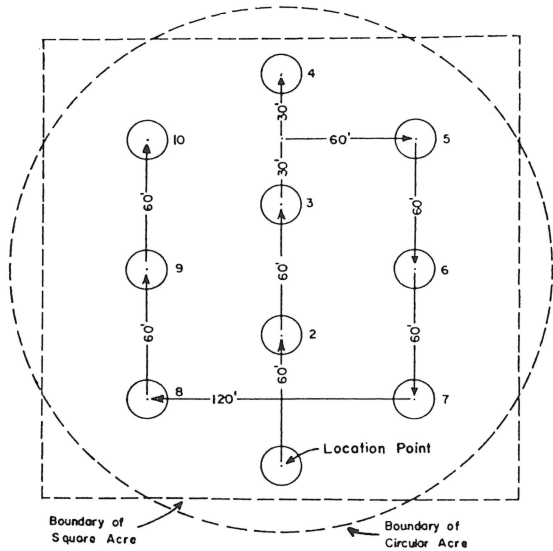


Abb. 5

„Ten-point cluster“ des U. S. Forest Survey (DILWORTH und BELL, 1973). 10 Winkelzählproben, $k = 37,5$ Quadratfuß/Acre ($\approx 9 \text{ m}^2/\text{ha}$), Abstand 70 Fuß ($\approx 21 \text{ m}$) — Northeastern Forest Experiment Station; $k = 50 - 80$ Quadratfuß/Acre ($\approx 11 - 18 \text{ m}^2/\text{ha}$), Abstand 60 Fuß ($\approx 18 \text{ m}$) — Pacific Northwest Experiment Station.

Survey (Abb. 5). Auch in USA wird vorzugsweise die WZP benutzt. Die Zählfaktoren sind bemerkenswert hoch und nach Baumarten-Straten verschieden (DILWORTH und BELL, 1973). Die Pacific Northwest Station verwendet Zählfaktoren von 50 bis 80 (für Quadratfuß pro Acre), das entspricht metrischen Zählfaktoren von ca. 11 bis 18. Die Northeastern Forest Experiment Station benutzt einen analogen „ten point cluster“, der Abstand beträgt jedoch 70 Fuß und der Zählfaktor ist 37,5 ($\approx 9 \text{ m}^2/\text{ha}$). Ob sich derartig hohe Zählfaktoren auch für mitteleuropäische Verhältnisse eignen, kann ohne Stichprobensimulationen und Zeitstudien nicht beantwortet werden.

Der US-Satellit erscheint vor allem im Vergleich mit den skandinavischen Trakten sehr klein, er liegt in der Mitte einer quadratischen oder kreisförmigen 1-Acre-Fläche (1 Acre = ca. 0,4 ha).

Noch kleiner ist der Satellit der Französischen Nationalinventur (Abb. 6), der nur aus drei Probeflächen besteht (PARDÉ, 1961).

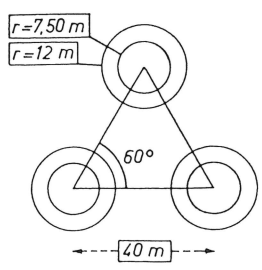


Abb. 6
Aufnahmeeinheit der Französischen Nationalinventur (PARDÉ, 1961). 3 konzentrische Probekreise, Radius abhängig von der Bestockung (aus PRODAN, 1965).

Abschließend seien noch zwei Trakte erwähnt, die bei großräumigen Forstinventuren in Algerien und Malaysia angewendet wurden. Der bei der Aurès-Inventur in Algerien benutzte Trakt (Abb. 7) hat eine Seitenlänge von 100 m. An den Ecken wurden WZP mit dem Zählfaktor $k = 2$ zur Probebaumauswahl angelegt, dazwischen wurden vier WZP nur zur Grundflächenermittlung benutzt, die zur Kontrolle dienten. Um die WZP-Punkte an den Ecken wurden Probekreise mit dem Radius von 20 m zur Ermittlung der Stratenfläche gezogen. Kleinere Probekreise mit $r = 3 \text{ m}$ bildeten die Aufnahmeeinheit der Verjüngungsinventur (ZÖHRER, 1975).

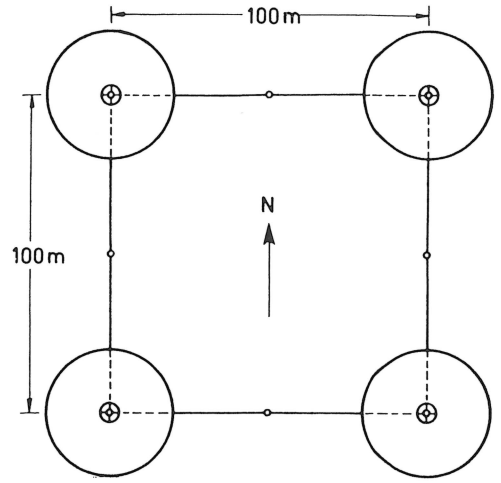


Abb. 7

Trakt der Aurès-Inventur 1975/76, Algerien (ZÖHRER, 1975). 4 Probekreise ($r = 20 \text{ m}$) zur Ermittlung der Stratenflächen, 4 Winkelzählproben ($k = 2 \text{ m}^2/\text{ha}$) zur Probebaumauswahl; $d, h, d_{0,5} h, i_d$; 4 WZP dazwischen zur G-Ermittlung (Kontrolle); 4 Probekreise ($r = 3 \text{ m}$) zur Verjüngungsinventur der Aleppo-Kiefer.

Der in Abbildung 8 dargestellte Satellit der Sarawak-Inventur in Malaysia (FAO, 1974) besteht aus neun in einem Quadratnetz angeordneten WZP mit dem Zählfaktor $k = 10$ Quadratfuß/Acre ($\approx 2,30 \text{ m}^2/\text{ha}$). Der Abstand zwischen den WZP beträgt je 4 chains (= 80,47 m). Während es in Algerien möglich war, die Trakte mit Landrovern und maximal 3 km langen Fußmärschen zu erreichen, mußten die Trakte im tropischen Regenwald von Sarawak mit dem Motorboot und in schwierigen Fällen mit dem Helikopter aufgesucht werden. Zeit und Kosten für das Aufsuchen der Aufnahmeorte ist in jedem Falle in die Optimierungsüberlegungen mit einzubeziehen.

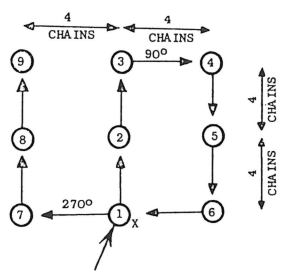


Abb. 8
Inventursatellit der Sarawak-Inventur, Malaysia (FAO, 1974). 9 Winkelzählproben ($k = 10$ Quadratfuß/Acre $\approx 2,30 \text{ m}^2/\text{ha}$), Abstand zwischen den WZP 4 chains (= 80,47 m).

Mit diesen Beispielen wollte ich die vielfältigen Möglichkeiten der Informationserfassung mit Hilfe von Inventursatelliten aufzeigen, die für die jeweiligen Fragestellungen und Waldverhältnisse optimal ausgenutzt werden können.

2. GLEICHMÄSSIG VERTEILTE SYSTEMATISCHE STICHPROBEN BIETEN VORTEILE GEGENÜBER ANDEREN METHODENVARIANTEN

Infolge der für mitteleuropäische Verhältnisse typischen Waldflächengliederung in kleine und kleinste Teile dürfte eine wirkungsvolle Vorstratifizierung und stratenindividuelle Probenverteilung kaum vorteilhaft sein. Anders liegen die Verhältnisse in Skandinavien, wo die geographische Breite und die damit verbundenen klimatischen Bedingungen einen sehr großen Einfluß auf die Höhe der Bestockung und auf die regionalen Variationen aller Meßgrößen haben dürften. Auch zeigt das Beispiel der Österreichischen Forstinventur, daß durch eine Untergliederung in Inventurregionen mit verschiedenen Traktgrößen und Traktabständen nur wenig gewonnen werden kann, auf der anderen Seite aber Erschwernisse

in der Organisation und Schwierigkeiten bei der Zusammenfassung von Trakten zu variablen Befundeinheiten auftreten können.

Mehrstufige Stichproben bei der z. B. die Listenstichprobe (LOETSCH, 1969) und WZP zur Effektivitätssteigerung eingesetzt werden, kommen bei einer bundesweiten Forstinventur nicht in Frage, da entweder äußerst umfangreiche Listen von Beständen oder Waldteilen zusammengestellt werden müssten, was kaum möglich erscheint, oder aber aktuelles Luftbildmaterial für die gesamte BRD oder repräsentative Teile davon zur Verfügung stehen müssten.

Für bestimmte begrenzte Fragestellungen — z. B. Inventur der Fichtenbestände im hessischen Staatswald (WEIMANN, 1975) — dürfte die Listenstichprobe die effektivste Lösung darstellen. Auch bei der Bayerischen Waldinventur (DECKELMANN, 1973) konnte die Listenstichprobe zur Gewinnung von zusätzlichen Informationen vorteilhaft eingesetzt werden.

Ohne diesen Punkt näher vertiefen zu wollen, seien kurz die Vorteile systematischer Stichproben v. a. in Hinblick auf Großrauminventuren zusammengefaßt:

- Erleichterung der Organisation und Überwachung der Feldarbeit,
- Effektivitätserhöhung gegenüber Zufallsstichproben,
- Ideales Stichprobensystem für permanente Inventuren nach skandinavischem Vorbild.

3. NATIONALINVENTUREN ALS PERMANENTE JÄHRLICHE ERHEBUNGEN STELLEN SOWOHL IN ORGANISATORISCHER ALS AUCH IN INVENTURTECHNISCHER HINSICHT EINE OPTIMALLÖSUNG DAR

Während periodische Erhebungen in bestimmten regelmäßigen Zeitabständen (z. B. alle 10 Jahre) infolge der immer wieder neu einzuarbeitenden Mitarbeiterstäbe und Inventurmansschaften aber auch wegen der stets erneut zu diskutierenden Fragestellungen und Methodiken aus organisatorischen Gründen kaum zu empfehlen sind, stehen für eine permanente Bundes-Forstinventur oder für Landes-Forstinventuren grundsätzlich zwei Organisationsvarianten zur Verfügung.

Bei der ersten Variante wird jährlich das gesamte Inventurgebiet mit Stichproben aufgenommen. Von Jahr zu Jahr wird das Stichprobennetz dichter, wodurch Aussagen für immer kleinere Befundeinheiten möglich werden. Nach 10 Jahren ist ein Inventurturnus beendet. Diese Vorgehensweise ist das Charakteristikum der Schwedischen „Riksskogstaxering“ und der Österreichischen Forstinventur. Der Vorteil dieser Variante liegt in der Möglichkeit der ständigen Überwachung des Gesamtwaldes, wodurch frühzeitig Entwicklungstrends aufgezeigt werden. Auch die gleichmäßige jährliche Organisation und Einsatzplanung ist vorteilhaft. Nachteilig sind die vergrößerten Anfahrts- und Anmarschwege.

Abbildung 9 zeigt die geometrische Anordnung der Jahrestakte bei der Österreichischen Forstinventur 1971–1980. Jede Jahresinventur ist in einem regelmäßigen Quadratnetz angeordnet. Der Abstand zwischen den Trakten beträgt nach 10 Jahren (komplettes Netz) 2,75 km. Man beachte, daß ein Jahresnetz von Trakten gegenüber dem Gesamtnetz um $\arctg(3) = 18^\circ 26'$ verkantet ist. Die Anfälligkeit der systematischen Stichprobe gegenüber regionalen (morphologisch) bedingten wellenförmigen Trends (z. B. Ost-West-Verlauf der Alpenkette) ist also beim Jahresergebnis anders als beim Gesamtergebnis zu beurteilen. Schräges Anschneiden der Trendrichtung verringert die Gefahr der Verzerrung.

Der zweiten Variante — jährliche Erhebung eines Teilgebietes mit voller Stichprobendichte — wird z. B. in Finnland und in

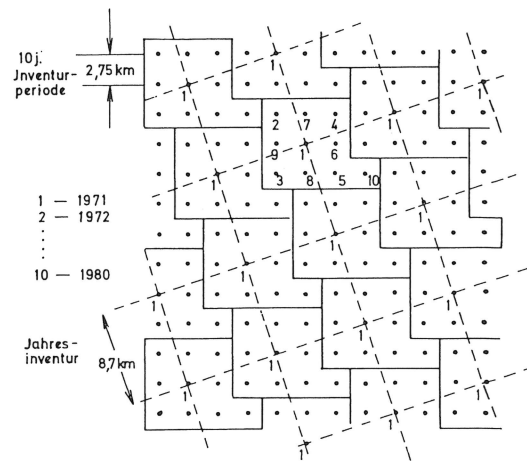


Abb. 9

Verteilungsschema für die in den einzelnen Jahren aufgenommenen Trakte der Österreichischen Forstinventur 1971–1980 (BRAUN, 1974).

USA der Vorzug gegeben. Eine Region oder z. B. ein Land wird alle 10 Jahre inventarisiert. Vorteilhaft ist bei dieser Organisationsform die Verringerung der Traktabstände, nachteilig ist das Fehlen eines einheitlichen Bezugszeitpunktes für das Gesamtgebiet. Auch dürfte es bei der zweiten Variante schwierig, wenn nicht sogar unmöglich sein, bei Berücksichtigung der föderalistischen Struktur der BRD einen permanenten Mitarbeiterstab aufzubauen, der für eine gleichmäßig genaue Informationserfassung unentbehrlich erscheint.

4. BEI GROSSRÄUMIGEN FORSTINVENTUREN SIND EXAKTE PROBEBAUMERHEBUNGEN NOCH WICHTIGER ALS BEI INTENSIVINVENTUREN

Während bei Bestandesinventuren kleine einseitige Fehler eher in Kauf genommen werden können, müssen bei Großrauminventuren mit meist sehr geringer Aufnahmeintensität alle nur erdenklichen Fehlerquellen vom Anfang an bekämpft werden. Aus diesem Grunde ist eine Einzelbaum-Voluminierungstechnik auf der Basis von Volumenregressionen mit drei Eingangsgrößen Brusthöhendurchmesser, Höhe und oberer Stammdurchmesser (z. B. in 30–40 % der Baumhöhe) vorteilhafter als die Anwendung von Formzahlfunktionen in Abhängigkeit von Brusthöhendurchmesser und Höhe. Siehe dazu die Arbeiten von POLLANSCHÜTZ (1965) und SCHMID, ROIKO-JOKELA, MINGARD und ZOBEIRY (1971).

Jedes Voluminierungsverfahren, das größere Verzerrungen bewirken kann, sollte vermieden werden. Dies gilt für Höhenkurven und pauschale Rindenabzüge ebenso wie für nicht repräsentative Volumenregressionen. Es ist zu überlegen, ob die Volumenregressionen für die einzelnen Baumarten nicht im Zuge der Traktaufnahme unter Hinzuziehung benachbarter Hiebe etc. gewonnen werden können. Eine Voluminierung mit Rinde wie in Mitteleuropa traditionell üblich, erscheint mir weder für forstliche noch für holzwirtschaftliche Planungen zweckmäßig zu sein.

Das Ziel sollte die Herleitung von Schaftkurven-Funktionsschemata für alle wichtigen Baumarten sein, ohne die eine hinreichend genaue Abschätzung beliebig zu definierender Holzsortimente unmöglich sein dürfte. Siehe dazu ROIKO-JOKELA (1976). In diesem Zusammenhang ist das Tele-Relaskop von BITTERLICH ein ideales Aufnahmegerät (BITTERLICH, 1972), das zwar hohe Anforderungen an die bei der Inventur tätigen Meßtechniker stellt, auf der anderen Seite aber sehr schnell und wahrscheinlich unerreichbar rationell arbeitet, weil häufig zahlreiche Bäume von einem Standpunkt aus gemessen werden können.

Da Sortiment und Holzqualitäten von Vorräten und potentiellen Nutzungsmengen nur über die in der Stichprobe eingehenden Probebäume hinreichend verlässlich abzuleiten sind, ist die Qualitätsermittlung der Einzelstämme ebenfalls eine Möglichkeit, die Inventurergebnisse wirklichkeitsnäher und flexibler zu gestalten. Die Erfassung objektiver qualitätsbestimmender Größen wie Rotwildschälung, Rückeschaden, Wipfelbruch, Stammfäule, Krümmung, Astigkeit etc. auf der einen Seite und die Herleitung biometrisch einwandfreier Auswertungsmethoden für diese Daten auf der anderen Seite ist daher von allergrößter Bedeutung (siehe LOETSCH, ZÖHRER und HALLER, 1973 bzw. LOETSCH und ZÖHRER, 1973). Infolge der sehr geringen Inventurintensität einer Nationalinventur kommen auch destruktive Stichproben (Probebaumfällungen) in Frage.

5. GROSSRÄUMIGE FORSTINVENTUREN BIETEN DIE MÖGLICHKEIT EINER OBJEKTIVEN ERFASSUNG DES HOLZEINSCHLAGS UND DER NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN

Stockinventuren dürften die einzige Möglichkeit sein, zu verlässlichen Einschlagsgrößen für den Großraum zu gelangen. Andere Methoden der Einschlagserfassung, wie z. B. Fragebogen-Erhebungen oder Holzverbrauchs-Statistiken sind mit derartigen einseitigen Fehlern behaftet, so daß sie nur orientierenden Charakter haben. Der Holzeinschlag des Kleinprivatwaldes ist auf andere Art und Weise überhaupt nicht erfassbar. Außerdem gibt es keinen anderen Weg, die bisherigen Nutzungsgewohnheiten nach Menge und Dimensionen auch nur annähernd quantifizieren zu können. Um zukünftige Einschlagsmöglichkeiten realisieren zu können, muß man zunächst einmal den Istzustand kennen. Siehe dazu ENK und POLLANSCHÜTZ (1977).

Bei der Österreichischen Forstinventur werden entlang der gesamten Taxationslinie eines Traktes insgesamt 32 rechteckige 600 m² Probeflächen ausgelegt, in denen die Stöcke der letzten Einschlagsperiode (vom Vegetationsbeginn des Vorjahres bis zum Vegetationsbeginn des Erhebungsjahres) erhoben und klassifiziert werden (Baumart, Wuchsklasse, Altersklasse, Stockhöhe, Stockdurchmesser und Stockfäule). Die Zuordnung zur Einschlagsperiode erfolgt durch Feststellung der Oberflächenbeschaffenheit des Stockes unter Berücksichtigung der aus dem Einschlag stammenden Wipfel, Äste, Nadeln etc. In Zweifelsfällen werden Stockbohrkerne mit Bohrkernen von Vergleichsstämmen synchronisiert, wodurch die Zugehörigkeit zur Einschlagsperiode festgestellt wird (BRAUN, 1974).

Möglicherweise könnte durch Bohrkernentnahme (oder Foto) sämtlicher Stöcke und Bohrung einer hinreichend großen Anzahl von Vergleichsstämmen bei Anwendung von EDV-Synchronisierungsprogrammen (ECKSTEIN und BAUCH, 1969) die Genauigkeit der Aussage bei gleichem Meßaufwand für die Stockinventur gesteigert werden.

Bei der nationalen Forstinventur in Finnland werden die Stöcke wie die Probebäume mit der Winkelzählprobe ausgewählt.

Die von der WZP erfaßten oder innerhalb eines Probekreises stehenden Bäume können danach beurteilt werden, ob sie entnommen werden sollten oder nicht. Derartige „Probeauszeigen“ sieht z. B. die Österreichische Forstinventur ebenso wie die Schwedische Reichswaldtaxation vor.

Wichtig ist dabei ein praxisnahes und flexibles Beurteilungsschema. In Zukunft wird der für den einzelnen Aufnahmepunkt durchgeführte Vergleich zwischen vorgefundener Durchmesserverteilung und Soll-Durchmesserverteilung für bestimmte Behandlungsprogramme nach fortentwickelten flexiblen Ertragstafeln bzw. Wachstumssimulatoren zu einer noch besseren und aussagefähigeren

Abschätzung der optimalen Nutzungsstrategie herangezogen werden können.

Die Nutzungsmöglichkeiten von Vor- und Endnutzungen sollten vor allem bei Großrauminventuren im Zusammenhang mit der ökonomischen Zugänglichkeit gesehen werden. Als Stichworte seien genannt

- Hindernis-Inventur auf Probekreisen (z. B. entscheidend für Schlepper- oder Seilkran),
- Weginventur auf der Basis des BUFFON'schen Nadelproblems (MATÉRN, 1964): Schnittpunkte von Wegen mit Taxationslinie (Häufigkeit und Klassifizierung),
- Erfassung von Rückungs- und Bringungsdistanzklassen für Inventurtrakte und die damit repräsentierten Holzvorräte auf der Basis von Luftbildern, Karten und/oder Geländeerhebungen bei der Inventur.

Derartige Auswertungen und Erhebungen werden z. B. in Schweden und Österreich durchgeführt (v. SEGEBADEN, 1969; BRAUN, 1974).

6. LUFTBILDER SIND AUCH BEI GROSSRAUMINVENTUREN EINE WERTVOLLE INFORMATIONSQUELLE

Bei den meisten europäischen Nationalinventuren verwendet man Luftbilder zur Einsatzplanung und zum Aufsuchen der Trakte. Stammt das Luftbildmaterial aus einer nicht zu weit zurückliegenden Befliegung, können Nichtwaldtrakte hinreichend sicher ausgeschlossen werden. Interessante Auswertungsmöglichkeiten ergeben sich aus der Kombination von Luftbild und Traktnetz (Flächenstruktur, Transportdistanzen).

Bei zahlreichen Großrauminventuren in Nordamerika und in Entwicklungsländern wird wie bei den Nationalinventuren in Frankreich (Ministère de l'Agriculture, 1972) und Spanien (MARTINEZ, 1973) das Luftbild zur Stratifizierung benutzt. Es ist zweifelhaft, ob bei der kleinflächigen Stratenverteilung, wie sie für unsere Waldflächen typisch ist, diese Vorgehensweise zur Erhöhung der Effektivität beiträgt. Auch dürfte es schwierig sein, ein derartiges Inventursystem für permanente Erhebungen einzusetzen.

Ob das Luftbild in Zukunft verstärkt für Zwecke der Großrauminventur ausgenutzt werden kann, hängt in erster Linie von den weiteren Forschungen ab, wobei mir folgende Fragestellungen wichtig erscheinen:

- Wie können die Kosten für flächendeckende Großraumbefliegungen gesenkt werden, ohne in Maßstabsbereiche zu gelangen, die für unsere Zwecke zu grob sind?
- Welche Informationen können aus repräsentativen (streifenweisen) Befliegungen (die z. B. die Traktreihen abdecken) gewonnen werden?
- Bieten Satellitenaufnahmen und andere moderne Erderkundungstechniken, wie z. B. SLAR (Side Looking Radar) neue Möglichkeiten einer rationellen Erfassung von Flächendaten?
- Inwiefern können großmaßstäbige Stereomodelle, die mit tief fliegenden Helikoptern oder Flugzeugen mit fester Aufnahmebasis gewonnen werden, zur Verbesserung der Informationserfassung herangezogen werden?

Die derzeit im Fachgebiet Waldinventur des Instituts für Weltforstwirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Hamburg laufenden Untersuchungen dürften in nächster Zeit einen wesentlichen Beitrag in dieser Richtung liefern (RHODY, 1976).

Ich bin überzeugt, daß sich hier eine faszinierende Möglichkeit bietet, das zufallskritische Element einer großräumigen repräsen-

tativen Erfassung mit der Wachstumsmodellierung von Einzelbäumen in Abhängigkeit von Standort, Behandlung und Nachbarschaftswirkung zu verbinden (siehe dazu auch ZSILINSZKY und PALABEKIROGLU, 1975; MITCHEL, 1975): Werden die bei der terrestrischen WZP oder Probeflächenaufnahme erfaßten Bäume mit Polarkoordinaten eingemessen und dieselben Positionen durch Stereophotos aus z. B. 100 m über dem Kronendach festgehalten, können die Höhen und Wuchskonstellationen der Einzelbäume im Kronenraum mit großer Genauigkeit rekonstruiert werden. Die vielversprechendsten Anwendungsmöglichkeiten dürften sich dabei bei Dauertrakten ergeben, die z. B. alle 5 oder 10 Jahre terrestrisch und mit Luftaufnahmen beobachtet werden. Um den Aufwand zu senken, müßten sich derartige Intensivinventuren von Biogruppen im Rahmen einer Großrauminventur auf eine ausreichend große Unterstichprobe beschränken.

7. FÜR EINE OPTIMALE INFORMATIONSVERSORGUNG IST EIN GESCHLOSSENES INVENTUR- UND PROGNOSESYSTEM UNENTBEHRLICH

Eine Bundes-Forstinventur sollte so konzipiert werden, daß alle Eingangsdaten für EDV-Prognosemodelle mit hinreichender Genauigkeit erhoben werden. Die wertvollen methodischen Erkenntnisse und umfangreichen Erfahrungen bei der EDV-Auswertung, die bei der Holzaufkommensprognose auf der Basis der Bayerischen Großrauminventur 1970/71 gewonnen wurden, sollten dabei unbedingt genutzt werden (FRANZ, 1976; KENNEL, 1973; FRANZ und KENNEL, 1973).

Da Prognosedaten naturgemäß wesentlich unsicherer sind als z. B. Inventurergebnisse, ist die Permanenz der Erhebung besonders wichtig: jede neue Inventur liefert neue Eingangsdaten für das Prognosemodell, dessen Voraussagen immer wieder überprüft werden. Inwiefern wurden die Nutzungsmöglichkeiten ausgeschöpft? Wie war die Wirkung der forstpolitischen Maßnahmen? Wo lagen die Nutzungsschwerpunkte für spezielle Sortimente? All diese Fragen können nur mit einem integrierten Inventur- und Prognosesystem beantwortet werden (ZÖHRER, 1973 b).

8. FÜR AKTUELLE ZUWACHSERHEBUNGEN IM ZUGE VON GROSSRAUMIGEN FORSTINVENTUREN GIBT ES KEINEN ERSATZ

Zuwachswerte aus Ertragstafeln sind nur ungefähre Richtwerte, die allerdings den Vorteil haben, von kurzfristigen klimatischen Schwankungen frei zu sein. Demgegenüber können nur aus aktuellen Zuwachserhebungen mit Hilfe von permanenten Proben oder von Zuwachsbohrungen regional repräsentative Zuwachsgrößen erhalten werden, die eine Annäherung an den tatsächlich geleisteten Holzzuwachs einer zurückliegenden Periode darstellen. Die Genauigkeit dieser Zuwachsgrößen kann durch den Stichprobenfehler angegeben werden.

Permanente Proben sind zwar hinsichtlich der Fehlerfortpflanzung sehr günstig zu beurteilen, auf der anderen Seite dürfte es aber schwierig sein, ein derartiges Stichprobenkonzept im Großraum zu verwirklichen. Im weitesten Sinn kann zwar auch die schwedische und österreichische Inventur als CFI-System (engl.: Continuous Forest Inventory) bezeichnet werden, weil nach 10 Jahren wieder dieselben Trakte aufgesucht werden, doch wird dies nicht streng eingehalten, was auch sehr schwer möglich sein dürfte. Demgegenüber könnte infolge der geringeren Abstände zwischen den Probeeinheiten diese Methode der Zuwachsermittlung sehr gut bei der Forsteinrichtungsinventur eingesetzt werden (ZÖHRER, 1977).

Die permanente Ermittlung des laufenden Zuwachses mit seiner regionalen, standörtlichen, zeitlichen und behandlungsabhängigen Variabilität auf der Basis von Zuwachsbohrungen im Zuge der

Inventur ist nicht nur für die forstliche Planung von großer Bedeutung, sondern liefert auch gleichzeitig äußerst wertvolles Datenmaterial für die Zuwachsforschung.

An Stichworten seien genannt:

- Verbesserung der Repräsentativität der Wuchsmodelle,
- Erfassung der regionalen und zeitlichen Variabilität (zufalls-kritische Betrachtungsweise),
- Möglichkeit der Adjustierung von Ertragstafelschätzungen,
- Basisdaten für Wachstumssimulatoren,
- Auswirkung klimatischer Einflüsse.

Um die bei der Inventur an den einzelnen Probebäumen erhobenen Zuwachswerte aussagefähigen und wirklichkeitsnahen Straten zuordnen zu können, ist eine mit der Forstinventur integrierte umfassende Standortsinventur erforderlich.

9. STANDORTSERHEBUNGEN SIND AUCH BEI GROSSRAUMINVENTUREN VON GRÖSSTER BEDEUTUNG

Während es bei Intensivinventuren kaum zweckmäßig sein dürfte, an jedem Stichprobenpunkt aufwendige Standortserhebungen durchzuführen, liegen die Verhältnisse bei Großrauminventuren anders, da die zusätzliche Messung bzw. Beobachtung von Boden- und Geländemerkmale bei der geringen Inventurintensität und dem relativ hohen Anteil der Anfahrts und Anmarschzeiten keine so große Rolle spielt.

Die im Zuge der Österreichischen Forstinventur gleichzeitig durchgeführte Standortserhebung innerhalb der Trakt-Probeflächen erbringt wertvolle Aufschlüsse über die standörtlichen Gegebenheiten in den einzelnen Wuchsgebieten.

BRAUN (1974) nennt folgende Standortmerkmale, die bei der Österreichischen Forstinventur 1971/80 auf den vier 300 m²-Probekreisen erhoben werden.

- Wuchsraum,
- Meereshöhe, Exposition, Hangneigung,
- Relief, Geländehindernisse,
- Wasserhaushalt, Gründigkeit, Humus,
- Bodengruppe, Vegetationstyp.

Die Anweisungen zur Standortsansprache bei der Österreichischen Forstinventur umfassen etwa 50 Seiten und sind in der Instruktion für die Feldarbeit zusammengestellt. Der praktischen Forstwirtschaft und Forstwissenschaft werden durch die Standortsinventur großräumig repräsentative Standortdaten zur Verfügung gestellt.

10. ALS OPTIMALE LÖSUNG SOLLTE EINE INTEGRATION VON GROSSRAUMIGEN FORSTINVENTUREN UND FORSTEINRICHTUNGSINVENTUREN ANGESTREBT WERDEN

Da in einem Land mit intensiver Forstwirtschaft sowohl Großrauminventuren als auch Intensivinventuren erforderlich sind, stellt sich die Frage nach der Vermeidung von methodischer Doppelgleisigkeit und nach der Effektivitätserhöhung durch gegenseitige Abstimmung (siehe ZÖHRER, 1977). Dabei gibt es z. B. folgende Möglichkeiten.

- Verwendung von standardisierten Erhebungs- und Volumierungstechniken und EDV-Routinen.
- Konventionelle Forsteinrichtungsergebnisse innerhalb der Befundeinheiten der Großrauminventur können adjustiert und in das großräumige Informationssystem eingehängt und eingepaßt werden (siehe ZÖHRER, 1973 a).

- Anwendung von Zuwachs-, Schaffform- und Holzqualitätsmodellen aus der Großrauminventur bei der Forsteinrichtungsinventur etc.

Die Entwicklung von fortschrittlichen Methoden für die Großrauminventur in der BRD und für die Forsteinrichtungsinventur (Abb. 10) sollen daher nicht als isolierte Vorhaben betrachtet werden (ZÖHRER, 1977).

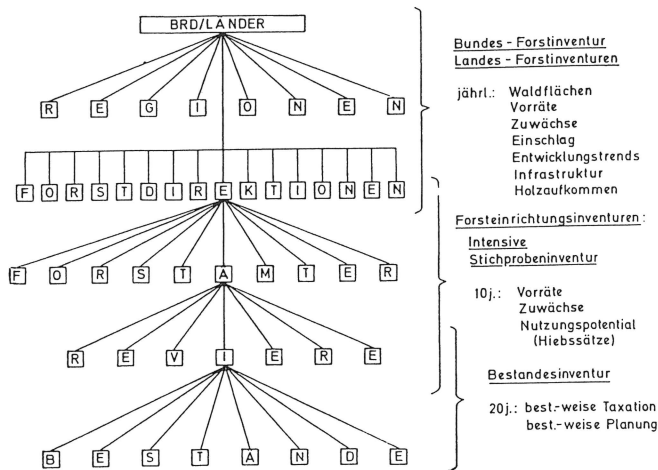


Abb. 10

Durch gegenseitige Abstimmung von Großrauminventur und Forsteinrichtungsinventuren könnte ein integriertes Forstinventursystem in der BRD entwickelt werden, das ständig aktuelle Informationen für die gesamte Hierarchie von Befundeinheiten bereitstellt (ZÖHRER, 1977).

ZUSAMMENFASSUNG

Unter Berücksichtigung der internationalen Erfahrungen werden für die Durchführung einer bundesweiten Forstinventur zehn Möglichkeiten aufgezeigt, die zu einer Erhöhung der Effektivität und zu einer verbesserten Aussagefähigkeit beitragen können:

1. Anwendung der Satellitenstichprobe.
2. Systematische Verteilung der Probeeinheiten.
3. Permanenz der Erhebungen.
4. Exakte Probebaummessungen.
5. Erfassung des Holzeinschlags und der Nutzungsmöglichkeiten.
6. Ausnutzung der Luftbildtechnik.
7. Entwicklung eines Inventur- und Prognosesystems.
8. Aktuelle Zuwacherhebung durch Bohrung.
9. Inventur des Standorts und
10. Integration von Großrauminventur- und Forsteinrichtungsinventur.

Summary

Title of the paper: *Proposals for the development of an effective design for a national forest inventory in the Federal Republic of Germany.*

Under consideration of the international experience in the field of large scale inventories ten possibilities for the development of an effective national inventory system are briefly discussed in this paper:

1. Application of satellite sampling.
2. Systematic distribution of sampling units.
3. Continuous inventory system.
4. Accurate volume determination based on sample tree measurements.

5. Determination of harvested volume by stump inventories and recording of the possible amount of cut.
6. Use of recent developments in aerial photography and remote sensing.
7. Development of an integrated inventory and forecast system.
8. Estimation of increment by increment boring.
9. Survey of forest sites integrated with tract enumeration.
10. Integration of national forest inventory and inventories for management purpose.

(A.)

Résumé

Titre de l'article: *Développement en Allemagne Fédérale d'une méthodologie optimale relative aux inventaires forestiers portant sur de grandes surfaces.*

En tenant compte des expériences internationales, on a dégagé dix possibilités pour la réalisation d'un inventaire forestier sur l'ensemble du territoire fédéral Allemand qui pourraient concourir à en augmenter l'efficacité et à en améliorer les possibilités d'interprétation.

1. Utilisation d'un échantillonnage par satellite.
2. Répartition systématique des unités d'échantillonnage.
3. Permanence de la collecte des données.
4. Mensurations exactes des arbres-échantillons.
5. Détermination des volumes exploités et des possibilités d'utilisation.
6. Recours à la technique de la photographie aérienne.
7. Développement d'une méthode d'inventaire et de prévision.
8. Evaluation de l'accroissement courant par des sondages à la tarière.
9. Inventaire des stations.
10. Intégration des inventaires portant sur de grandes surfaces et des inventaires réalisés en vue des aménagements.

J. M.

Literatur

- ANTANTAITIS, V. V., ZAUNIENE, KULIEŠIS, A. A., u. JUKNYS, R. A., 1975: The accuracy standards and estimation methods of growing stock volume. Kaunas, Litauen — UdSSR, 75 S.
- BITTERLICH, W., 1972: Das Tele-Relaskop. Allg. Forstztg. 83, 6, 138 - 141.
- BONNOR, G. M., 1975: Field sample plots: a review of types and applications. Canadian Forest Inventory Methods; 214 - 223. Univ. of Toronto Press.
- BRAUN, R., 1974: Die methodische Entwicklung der österreichischen Forstinventuren. 100 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt, 173 - 222, Wien.
- BRAUN, R., 1975: Verfahrensmerkmale der österreichischen Forstinventuren. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 146, 1, 2 - 6.
- British Columbia Forest Service, 1970: Forest classification and sampling manual. Victoria B. C., Canada, 310 S.
- CAJANUS, W., 1913: A method for ocular estimation of the growing stock of forests. Tapio 6, 77 - 79.
- CUNIA, T., 1975: Current inventory designs in Europe and the United States. Canadian Forest Inventory Methods, 43 - 61, Univ. of Toronto Press.
- DECKELMANN, B., 1973: Bayerische Waldinventur 1970/71. Inventurabschnitt III: Listenstichprobe. Forschungsbericht der Forstlichen Versuchsanstalt München, Nr. 18, 181 S.
- DILWORTH, J. R., u. BELL, J. F., 1973: Variable probability sampling — variable plot and three-P. Corvallis, Oregon, 130 S.
- ECKSTEIN, D., u. BAUCH, J., 1969: Beitrag zur Rationalisierung eines dendrochronologischen Verfahrens und zur Analyse seiner Aussagesicherheit. Forstw. Cbl. 88, 4, 230 - 250.
- ENK, J., u. POLLANSCHÜTZ, J., 1977: FPP-Studie: „Prognose über zukünftige Vornutzungsmengen“. Allg. Forstztg. 88, 1, 3 - 7.
- FAO, 1974: A description of methodology and techniques used in the inventory of selected areas of mixed Dipterocarpforests in Sarawak. FO: DP/MAL/72/009, Working paper 24, 139 S.
- FISHER, R. A., 1954: Statistical methods for research workers. 12. Auflage, Edinburgh.
- FRANZ, F., 1972: Ertragskundliche Prognosemodelle. Forstw. Cbl. 91, 65 - 80.
- FRANZ, F., 1975: Verfahrensmerkmale der Bayerischen Großrauminventur 1970/71. Allg. Forst- und Jagdztg. 146, 1, 6 - 10.

- FRANZ, F., 1976: Verfahrensgrundlagen der Holzaufkommensprognose für Bayern. Allg. Forstzeitschr. 31, 51/52, 1136 - 1144.
- FRANZ, F., u. KENNEL, E., 1973: Bayerische Waldinventur 1970/71. Inventurabschnitt I: Großrauminventur. Basistabellen, Strukturtabellen, Sondertabellen. Forsch.-Bericht der Forstlichen Forschungsanstalt München, Nr. 12 (344 S.), Nr. 13 (352 S.), Nr. 14 (319 S.).
- GADD, H., 1928: Investigations on the representative characteristics of linear sampling material. Norrl. Skogsv. Förb. Tidskr., 3, 171.
- GIRARD, J. W., u. GEVORJANTZ, S. R., 1939: Timber cruising. U.S. For. Serv., 160 pp.
- GLÜCK, P., 1972: Anregungen für eine bessere Holzzeinschlagsnachweisung. Allg. Forstztg. 83, 11, 285 - 288.
- HARTIG, G. L., 1795: Anweisung zur Taxation der Forsten. Gießen.
- HENNE, A., 1975: Großrauminventuren. Allg. Forst- u. Jagdztg. 146, 1, 1 - 2.
- ILVESSALO, Y., 1923: Untersuchungen über den Zustand der Privatwälder in den mittleren Teilen des Regierungsbezirks Häme (Tavastland). Acta For. Fenn., 26.
- KENNEL, E., 1973: Bayerische Waldinventur 1970/71. Inventurabschnitt I: Großrauminventur. Aufnahme und Auswertungsverfahren. Forschungsbericht der Forstlichen Forschungsanstalt München, Nr. 11, 143 S.
- KRUTZSCH, H., u. LOETSCH, F., 1938: Holzvorratsinventur und Leistungsprüfung der naturgemäßen Waldwirtschaft. Neudamm, 164 S.
- KUUSELA, K., 1967: Die Finnische Reichswaldtaxation. Wiss. Zeitschr. Techn. Univ. Dresden 16, 2, 537 - 540.
- KUUSELA, K., u. SALMINEN, S., 1969: The 5th National Forest Inventory in Finland. Comm. Inst. For. Fenn. 69.4, 72 S.
- LANGSAETER, A., 1926 u. 1927: On the estimation of the standard error of systematic line surveys. Medd. Norske Skogsforsøksv. 2, 7, 5 und 8, 71.
- LANGSAETER, A., 1932 u. 1934: Accuracy in forest strip surveys, I and II. Medd. Norske Skogsforsøksv. 4, 431 - 563 (1932) und 55, 405 - 445 (1934).
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M., 1924: Über die Linientaxierung und deren Genauigkeit. Medd. forstvetensk. försöksanst. 7, 49.
- LINDBERG, J. W., 1923: Über die Berechnung des Mittelfehlers des Resultats einer Linientaxierung. Acta For. Senn. 25.
- LINDBERG, J. W., 1926: Zur Theorie der Linientaxierung. Acta For. Fenn. 31.
- LOETSCH, F., 1956: Report to the government of Thailand of inventory methods for tropical forests. FAO-Rep. No. 545, Part II, 38 S.
- LOETSCH, F., 1969: Großräumige Waldinventur durch Listenstichproben mit variablen Wahrscheinlichkeiten. Forstarchiv 40, 12, 229 - 239.
- LOETSCH, F., 1975: Einige Überlegungen zur Zielsetzung und zur Wahl der Methodenkomponenten für forstliche Großrauminventuren in der BRD. Allg. Forst- u. Jagdztg. 146, 1, 10 - 15.
- LOETSCH, F., u. HALLER, K. E., 1964: Forest Inventory, Vol. I, München-Basel-Wien: BLV-Verlag, 436 S.
- LOETSCH, F., u. ZÖHRER, F., 1973: Methodik der Voluminierung und Beurteilung der Holzqualität bei Waldinventuren. Mitt. Bundesforschungsanstalt Forst- u. Holzw., Reinbek/Hamburg, Nr. 95, 142 S.
- LOETSCH, F., u. ZÖHRER, F., 1974: Einundzwanzig Probleme auf dem Gebiet der Waldinventurmethode, die der weiteren Forschung bedürfen. Allg. Forstzeitschr. 29, 5, 89 - 91.
- LOETSCH, F., ZÖHRER, F., u. HALLER, K. E., 1973: Forest Inventory, Vol. II, München-Bern-Wien; BLV-Verlag, 469 S.
- MARTINEZ, J., 1973: The First Spain National Forest Inventory. IUFRO Subj. Gr. S 4.02-Meeting, June, 1973, Nancy, France.
- MATÉRN, B., 1964: A method of estimating the total length of roads by means of a line survey. Appendix. Stud. For. Suecica 18, 68 - 70.
- MATÉRN, B., 1966: Die statistischen Prinzipien in der landesumfassenden Forstinventur der nordischen Länder. Arch. Forstw. 15, 7, 795 - 806.
- Ministère de l'Agriculture, Service des Forêts, 1972: But et méthode de l'Inventaire Forestier National. Paris, France.
- MITCHELL, K. J., 1975: Stand description and growth simulation from low-level stereo photos of tree crowns. Canadian Forest Inventory Methods, 240 - 245. Univ. of Toronto Press. (Orig. publ.: Journal of Forestry).
- NÄSLUND, M., 1930: On standard error calculation of line and plot surveys. Svenska Skogsv. För. Tidskr., 28 - 309.
- NÄSLUND, M., 1939: On standard error calculation of line and plot surveys. Medd. Statens Skogsförsöksanst., 31, 301.
- NÄSLUND, M., 1957: Die schwedische Reichswaldtaxation. Forstw. Cbl. 76, 321 - 333.
- Osterreichische Forstinventur 1971: Instruktion für die Feldarbeit der Osterreichischen Forstinventur 1971 - 80. Forstl. Bundesvers.anst. Wien, 184 S.
- ÖSTLIND, J., 1914: Report of the commission on inventory of the forest of Värmland. Stockholm, 227 S.
- ÖSTLIND, J., 1932: Necessary percentage of cruise in linear forest surveys. Svenska Skogsv. För. Tidskr. 30, 417 - 514.
- PARDÉ, J., 1961: Dendrométrie. Nancy, 350 S.
- POLLANSCHÜTZ, J., 1965: Eine neue Methode der Formzahl- und Massenermittlung stehender Stämme. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Maria-brunn 69, 186 S.
- PRODAN, M., 1965: Holzmeßlehre. Frankfurt/M.; Sauerländer's Verlag, 644 S.
- RHOBY, B., 1976: Persönliche Mitteilung.
- ROIKO-JOKELA, P., 1976: Die Schaftfunktion der Fichte und die Bestimmung der Sortimentsanteile am stehenden Baum. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. 52, 1, 3 - 84.
- SCHMID, P., ROIKO-JOKELA, P., MINGARD, P., u. ZOBEIRY, M., 1971: Die optimale Volumenbestimmung am stehenden Baum. Mitt. Forstl. Bundesversuchsanstalt Wien 91, 33 - 54.
- SCHMIDT, 1891: Das „Kreisflächen-Aufnahmeverfahren“ des Herrn Oberforst-rath Zetzsche. Allg. Forst- u. Jagdztg. 67, 3, 73 - 76.
- SCHUMACHER, F. X., u. CHAPMANN, R. A., 1942: Sampling methods in forestry and range management. Duke Univ. Press, Durham, North Carolina.
- SEGEBADEN, G. v., 1969: Studies on the accessibility of forest and forest land in Sweden. Studia For. Suecica. No. 76, 84 S.
- SjöSTRÖM, H., 1923: On the precision of systematic linear surveys. Norrl. Skogsv. Förb. Tidskr., 2.
- U.S. Forest Service, 1968: Forest survey manual for the Southeast. USDA, For. Serv., SE.
- WEIMANN, H. J., 1975: Listenrepräsentativaufnahme 1970 der Fichtenbestände im hessischen Staatswald. Allg. Forst- u. Jagdztg. 146, 1, 15 - 23.
- ZÖHRER, F., 1973 a: Ziel, Methodik und Aussagefähigkeit forstlicher Großrauminventuren. Allg. Forst- u. Jagdztg. 144, 12, 236 - 242.
- ZÖHRER, F., 1973 b: Aussagefähigkeit und Grenzen biometrischer Modelle bei der forstlichen Ertragsprognose. Forstw. Cbl. 92, 5, 250 - 261.
- ZÖHRER, F., 1974: Waldinventur als Ingenieurwissenschaft. Mitt. Bundesforsch.-anst. Forst- u. Holzw., Reinbek/Hamburg, Nr. 99, 1 - 14.
- ZÖHRER, F., 1975: IFG-Inventaire forestier général, instruction d'inventaire, Projet de Mise en Valeur Agro-Sylvo industriel des Aurès, Batna, Algérie.
- ZÖHRER, F., 1977: Zur Entwicklung einer optimalen Inventurmethode für die Forsteinrichtung. Forstw. Cbl. 96, im Druck.
- ZSILINSZKY, V. G., u. PALABEKIROGLU, S., 1975: Volume estimates of deciduous forests by large-scale photo sampling. Canadian Forest Inventory Methods, 201 - 213. Univ. of Toronto Press.

Ein Beitrag zur Geschichte des Pfälzerwaldes und der Forstschule Rheinland-Pfalz

dargestellt am Beispiel des Lehrforstamtes Trippstadt/Kaiserslautern

(Mit 4 Abbildungen)

Von E. BAUER

1. VOM WASSICHIN ZUM PFÄLZERWALD

Das Gebiet des Pfälzerwaldes gehörte im Frühmittelalter zu dem ausgedehnten Vogesen-Forst, der von der Mosel bis zum Südsaß reichte. Er umfaßte also Hunsrück, Saarland, Westrich, Pfälzerwald und die jetzigen Vogesen. Dieses große wald- und erzreiche Gebirge hieß bei den Kelten „Wassichin“ in der Bedeutung von Auerochsengebirge¹⁾. Bei den Römern hieß es Vosagus. Und das Nibelungenlied nannte dieses Gebirge den Wasgenwald. Der noch heute vergleichsweise hohe Staatswaldanteil der Pfalz von 51 % kann als Folge der fränkischen Einforstung gewertet werden²⁾. „Silva regis“ — Wald des Königs — nennt GREGOR

VON TOURS, der 594 gestorbene Geschichtsschreiber, die Vogesen. In einer Urkunde von 822 erscheinen sie dann mit dem Rechtsbegriff „forestis“ = Forst verbunden. Nach H. KASPERS bedeutet es „das draußen liegende“ und meinte das außerhalb bisheriger Nutzung befindliche herrenlose Gebiet. Der Begriff entwickelte sich aus dem germanischen Rechtsdenken mit der Vorstellung der Banngewalt des Königs und dem auf römisch-gallisches Provinzialrecht zurückgehenden Recht des fränkischen Königs an allem herrenlosen Land und Gut³⁾.

Auf Grund seines Rechtes erklärte der König bestimmte, wenig besiedelte Einöden, Waldlandschaften und Gewässer zum Forst

Allgemeine Forst- und Jagdzeitung

Unter Mitwirkung der
Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten von Freiburg i. Br. und Göttingen

herausgegeben von

Dr. G. Mitscherlich

o. Professor der Forstwissenschaft an der Universität
Freiburg im Breisgau

Dr. R. Schober

em. o. Professor der Forstwissenschaft an der Universität
Göttingen

148. Jahrgang
1977

Bibliothek
Institut für Waldwachstumskunde München
FV.
Stand: <u>IIA</u>
Nr. <u>480a</u>



J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main

Seite	Seite
Probleme der vegetativen Vermehrung. Von Landforstmeister Dr. J. KLEINSCHMIT	81
Ergebnisse des internationalen Fichten-Provenienzversuches 1962. Teil II. Weitere Entwicklung bis zum Alter 13. Von Landforstmeister Dr. H. WEISGERBER, Oberforst- meister Dr. W. DIETZE, Landforstmeister Dr. J. KLEIN- SCHMIT, Dr. J. RACZ, Dr. H. DIETERICH und Dr. R. DIMPFLMEIER	217
Photosynthese, Transpiration und Atmung in einem Misch- bestand im Schwarzwald. IV. Teil: Bilanz. Von Akad. Oberrat Dr. E. KÜNSTLE und Prof. Dr. G. MITSCHERLICH	227
Forstzoologie und Forstschutz	
Ips typographus: Erhöhung der Lockwirkung begifteter und unbegifteter Fangbäume durch synthetische Pheromone. Von Dr. D. KLIMETZEK und Dr. K. G. ADLUNG	120
Erprobung von Chemikalien zur Verhütung einer Infektion frischer Fichtenstöcke durch Fomes annosus. Von Dr. S. SCHÖNHAR	181
Kiefernstockfäule auf grundwasserfernem, trockenem, kiesi- gem Sand. II. Die Pilzflora im Wurzel- und Stammkern- holz. Von Prof. Dr. H. COURTOIS	239
Standortskunde und Düngung	
Düngungsversuche zu Fichte auf großflächig vertretenen Standorten der Württembergischen Alpenvorlandes. Teil 1	21,
Teil 2	48
Von Landforstmeister Dr. h. c. K. HAUSER	
Nachweis eines Magnesium-Düngungseffekts in einem Bu- chenbestand auf mittlerem Buntsandstein des Odenwaldes. Von Forstdirektor Dr. E. ALTHERR und Forstdirektor Dr. F. H. EVERS	45
Bodenentwicklung und Standorteigenschaften im Gebiet des Bärhaldegranits (südl. Hochschwarzwald) Von Prof. Dr. W. ZÖTTL, Dr. K. STAHR und K. KEILEN	185
Forsteinrichtung und Betriebswirtschaft	
Zur Bonitierung der Tanne im Vergleich zur Fichte. Darge- stellt aus der Sicht der Forsteinrichtung im Bereich der Jungmoräne des Südwestdeutschen Alpenvorlandes. Von P. SIEDER	97
Zur Entwicklung einer optimalen Methodik für großräumige Forstinventuren in der Bundesrepublik Deutschland. Von Prof. Dr. F. ZÖHRER	157
Forstliche Biometrie	
Vom Formquotienten zum Sägebrett. Holzmeß- und ertrags- kundliche Beiträge zur optimalen Rundholzverwertung. Teil II: Schätzhilfsmittel zur Ausbeutekalkulation, Weiter- entwicklung der Log Rules, waldbaulich-ertragskundlichen Modellprüfungen. Von Prof. Dr. W. SCHÖPFER	87
Zur Entwicklung einer optimalen Methodik für großräumige Forstinventuren in der Bundesrepublik Deutschland. Von Prof. Dr. F. ZÖHRER	157
Forstliche Biometrie zwischen Ökologie und Ökonomie. Von Dozent Dr. A. ROEDER	175
Forstwirtschaftspolitik und Forstverwaltung	
Forstgesetzgebung als Grundlage moderner Forstpolitik in Entwicklungsländern. Untersuchungen zum gegenwärtigen Stand des Forstrechtes in den französisch-sprachigen Staaten Westafrikas. Von Dr. F. SCHMITHÜSEN	8

Literarische Berichte

Forstwissenschaft im allgemeinen, Forstgeschichte, Biographien	Georg Ludwig Hartig im Kreise seiner Familie. Von K. HASEL. Besprochen von Z. ROZSNYAY	215
Forstliche Biographie vom 14. Jahrhundert bis zur Gegen- wart. Von K. MANTEL und J. PACHER. Besprochen von E. BAUER		144
Heresbach, Konrad. Von J. BLUSCH. Besprochen von J. PACHER		183
Waldbau, Ertragskunde und Ökologie	Wald, Wachstum und Umwelt. Von G. MITSCHERLICH. Besprochen von R. SCHOBER	20