

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 122 (1971)
Heft: 3

Artikel: Zur Entwicklung der Landesinventurmethode in Finnland
Autor: Roiko-Jakela, Pentti
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-767273>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Entwicklung der Landesinventurmethode in Finnland

Von *Pentti Roiko-Jokela*, Birmensdorf

Oxf. 624 (471.1)

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen)

1. Einleitung

Die natürlichen Voraussetzungen für die Forstwirtschaft sind in Finnland ausgezeichnet. Die Wälder, über 20 Millionen Hektaren, bedecken etwa zwei Drittel der gesamten Landfläche Finnlands. Die mächtige Holzreserve, 1,4 Milliarden Festmeter, mit einem jährlichen Zuwachs von 47 Millionen Festmeter ohne Rinde, bildet die Hauptgrundlage der Volkswirtschaft. Der Holzreichtum ist in Finnland ein entscheidender Wirtschaftsfaktor. Infolgedessen hat man sich schon sehr früh zur Aufnahme von Landesinventuren entschlossen, um die vernünftige Lenkung dieser wichtigen Exportquelle in der Hand zu behalten, denn heute noch beträgt der Anteil der Holzveredelungsprodukte am Totalexport etwa 60 %, obwohl die Industrialisierung auch anderer Wirtschaftszweige stark angestiegen ist.

Im Verlaufe der letzten 45 Jahre basierte die forst- und holzwirtschaftliche Planung auf den Ergebnissen der in regelmässigen Zeitabständen durchgeführten Landesinventur. Da die Landesinventur aus praktischen Gründen nicht nach der zufälligen Verteilung, sondern nach einer ungleichmässig systematischen Verteilung (Linienaufnahmesystem oder Traktsystem) durchgeführt wurde, hat man sich in Finnland und in anderen skandinavischen Ländern schon zu einer Zeit mit statistischen Probenahmeverfahren der systematischen Stichprobe beschäftigt und brauchbare Lösungen hierfür gefunden, als in der Schweiz diese Methode wegen der praktisch unangefochtenen Vollkluppierung noch völlig uninteressant war.

Obgleich die Linienabschätzung heutzutage der Vergangenheit angehört, verdient sie eine genauere Betrachtung, weil vier Landesinventuren mit dieser Methode durchgeführt worden sind.

2. Die ersten vier Landesinventuren

Die Methode der ersten Landesinventur (1921 bis 1924) beruhte auf zwei Hauptprinzipien:

1. Die vorgenommene Aufnahme wurde in Form einer Linienabschätzung verwirklicht; auf jeder von einer Linie berührten Benutzungskategorie wurden okulare Schätzungen (Schätzungen von blossen Auge) gemacht.

2. In ganz Finnland wurde auf den Linien systematisch eine grosse Anzahl von Probeflächen aufgenommen, die das wichtige Material unter anderem für die Zuwachsuntersuchungen bildeten und mit denen die Okularschätzungen korrigiert wurden.

Das Ziel der Aufnahme war damals hauptsächlich die Bestimmung des Holzvorrates, des Zuwachses sowie der Waldfläche.

Die Hauptpunkte der Planung der Abschätzung und der Anweisung für die Feldarbeit seien im folgenden besprochen.

Die Aufnahme wurde also als Linienabschätzung durchgeführt, mit 26 km Abstand der Linien im Hauptteil Finnlands und 13 km Abstand im südlichsten Teil des Landes. Die Richtung der Linien verlief von Südwest nach Nordost, rechtwinklig zur allgemeinen Längsrichtung der Geländeformen und Gewässer Finnlands (vgl. Abb. 1). Die Aufnahmelinien sowie die an jeder Stelle unter Beachtung des Azimuts und der Deklination zu verwendenden Kompasswinkel wurden in Linienaufnahmekarten eingetragen.

Die wichtigsten Teile der Aufnahmearbeit waren die Beschreibung und Aufnahme der Waldbestände, welche auf der Linie lagen. Sie betrafen in erster Linie den herrschenden Bestand, daneben auch die Überstände und den Unterwuchs. Dabei waren die Holzartenverhältnisse, die Altersklasse, die Dichte, die Oberhöhe und die Kubikmasse sowie der Zuwachs je Hektare festzustellen, die zwei letzteren auf Grund einer okularen Abschätzung, bei der eigens hergestellte Hilfstafeln verwendet wurden und die später nachzuprüfen waren.

Die anderen nötigen Merkmale, die bei der Aufnahme bestimmt wurden, waren unter anderem der Grundeigentümer, die Gemeinde- und Liniennummer, die Aufnahmerichtung und die Fläche der Waldtypen (Waldpflanzengesellschaften) und Entwicklungsphasen.

Ein sehr wichtiger Teil der Aufnahmearbeit betraf die Probeflächen, die für eingehendere Untersuchung und zur Nachprüfung der Okularschätzung auf den Aufnahmelinien in 2 km Abstand angelegt wurden. Die Probeflächen waren rechteckig, 10 m breit und 50 m lang.

Die Probeflächen wurden zunächst genau abgegrenzt. Dann wurden die Stämme gezählt und in Brusthöhe gemessen. Zwecks Massen- und Zuwachsberechnung wurden auf den Probeflächen wenigstens 10 stehende Probestämme gemessen, die am nächsten bei der Mittellinie standen. Die Merkmale waren folgende:

- BHD;
- Radialzuwachs der letzten 5 und 10 Jahre;
- Höhenzuwachs bei den Nadelbäumen;
- Alter;
- Scheitelhöhe;
- Durchmesser in 6 m Höhe (seit 2. Landesinventur).

Für das Kluppieren des Sägeholzes (BHD über 20 cm) wurden die Probestflächen um 50 m erweitert, um genauere Resultate der Starkholzmasse zu erhalten.

Alle okularen Abschätzungen wurden vor der endgültigen Berechnung der Ergebnisse nachgeprüft. Eine gute Unterlage boten dabei die auf den Abschätzungslinien gemessenen Probestflächen. Auf jeder Probestfläche schätzte der betreffende Taxator vor dem Messen die Kubikmasse und die Grösse des Zuwachses in Kubikmeter je Hektare okular. Diese Zahlen wurden in das Probestflächenformular eingetragen. Zu diesen kamen später als Ergebnis der Berechnung aus den Probestflächendaten die entsprechenden Zahlen hinzu.

Die Korrelationskoeffizienten für die gegenseitige Abhängigkeit der okularen Abschätzung jedes Taxators und der berechneten Masse sind sehr hoch, was bedeutet, dass mit der Okularabschätzung die wirklichen Verhältnisse in guter Annäherung erfasst werden.

	<i>Korrelationskoeffizient</i>
im Mittel für die Kubikmasse	$0,927 \pm 0,008$
für den Zuwachs	$0,835 \pm 0,017$

Die folgenden Landesinventuren ergaben ein paar kleine Beiträge zur Verbesserung der Methode, prinzipiell aber blieb sie unverändert. Die methodisch vielleicht wichtigste Verbesserung bei der zweiten forstlichen Inventur (1936 bis 1938) betraf die Probestflächen, die jetzt kreisförmig waren und die in 1 km Abstand voneinander lagen. Das Probestflächenareal war 0,1 ha, ausser bei Jungwuchs, wo es 0,05 oder 0,01 ha war. Durch diese Änderung verkleinerte sich der Zeitaufwand auf den Probestflächen, und gleichzeitig reduzierte sich auch die Anzahl der Grenzbäume.

Als zusätzliche Information über den Wald wurden der waldbauliche Zustand des Bestandes und die Hiebsmasse für das erste und zweite kommende Jahrzehnt ermittelt, wobei die Hiebsmasse in Prozenten der ganzen Kubikmasse geschätzt wurde. Auf den Probestflächen wurde zusätzlich jeder Stamm, der einen Sägeblock von mindestens 5,49 m Länge und 15,24 cm Zopfdurchmesser (Laubhölzer 17,78 cm Zopfdurchmesser; umgerechnet aus englischen Massen) enthielt, genauer als üblich gemessen; die Dimensionen und die Qualität der aus ihnen anfallenden Sägeblöcke wurden abgeschätzt (Sortierung). Die Qualität der Bestände wurde auch nach der Astigkeit bewertet und in 3 Klassen eingeteilt.

Als Neuerung für die Geländearbeit wurde das Aufnahmeformular so angelegt, dass das Beschriften im Gelände möglichst mühelos geschehen konnte und überdies den Anforderungen an das Lochkartensystem Rechnung trug. Die nachfolgende Anwendung des Lochkartensystems beschleunigte die Berechnungsarbeit wesentlich.

Die Festsetzung des Flächenaufnahmeprozentes bildete immer einen

wesentlichen Teil der Inventurplanung. Besonders bei der dritten Landesinventur (1951 bis 1953) wurde es für verschiedene Gebiete des Landes nach der Homogenität der Struktur und der wirtschaftlichen Bedeutung des Waldes genauer bestimmt (vgl. Abb. 1). Der Abstand der Linien war in Südfinnland 6,5 km und vergrösserte sich stufenweise von Süden nach Norden bis auf 20 km. Bei dieser Inventur wurde die Anwendungsmöglichkeit der Luftbilder und der Luftbildkarten gründlich studiert. Genügend neues Luftbildmaterial stand jedoch nur von einem kleinen Teil des Landes zur Verfügung, und die vorgesehenen Pläne wurden deswegen nicht erstellt.

Die vierte Inventur (1960 bis 1963) beendete die Serie der Aufnahmemethoden, für die charakteristisch war, dass die Arbeitsequipe jeweils ungeachtet der Topographie auf der Aufnahmelinie vorwärtsging. Bei dieser Inventur blieb zwar das Liniennetz bestehen, hingegen wurde keine Okularabschätzung mehr gemacht. Die Probeflächen von 3 a lagen in 250 m Abstand voneinander. Die Arbeit auf den Probeflächen blieb ungefähr gleich; nur die zusätzliche Zählung der ein Jahr alten Stöcke und die Beschränkung der Kluppierung auf jede zweite Probefläche ist nennenswert.

Diese vier Inventuren haben viel Ähnlichkeit miteinander, was sich teilweise daraus ergibt, dass alle Aufnahmen unter der Leitung Prof. Ilvessalos durchgeführt wurden. Die Hauptursache liegt doch darin, dass man danach trachtete, die Aufnahmeergebnisse möglichst gut miteinander vergleichen zu können, obgleich die Inventuren mit einmaligen Probeflächen durchgeführt wurden und die Aufnahmemethode sich mit der Zeit entwickelt hat.

3. Die neue Landesinventur

Schon während der vierten Landesinventur war klar geworden, dass das Liniennetzsystem nicht mehr die bestmögliche Lösung für die Aufnahmearbeit war. Die Rationalisierungsmöglichkeiten waren im Rahmen dieser Methode sehr klein, und die arbeitstechnischen Schwierigkeiten wurden mit der Zeit immer grösser. Besonders schwer wurde auch die Beschaffung des kompetenten Personals für die Aufnahmearbeit, die gewissermassen als Saisonarbeit durchgeführt wurde und die einen ständigen Arbeitsplatz nicht einmal für die Gruppenleiter der Arbeitsequipe garantieren konnte. Bezeichnend für diese Übergangszeit war, dass einerseits die praktische Durchführung der in gewissen Zeitabständen wiederholten landesumfassenden Waldinventur mühsamer wurde, andererseits aber die Nachfrage nach umfassenderen Inventurergebnissen wegen des mit offensichtlich zu grossen Holzschlägen verbundenen Aufschwungs der Holzindustrie und der dadurch notwendig gewordenen verbesserten forstwirtschaftlichen Planung wesentlich grösser wurde.

Unter diesen Umständen fiel der Entschluss, eine neue Methode für die Landesinventur zu entwickeln, sehr leicht, und in der kontinuierlichen

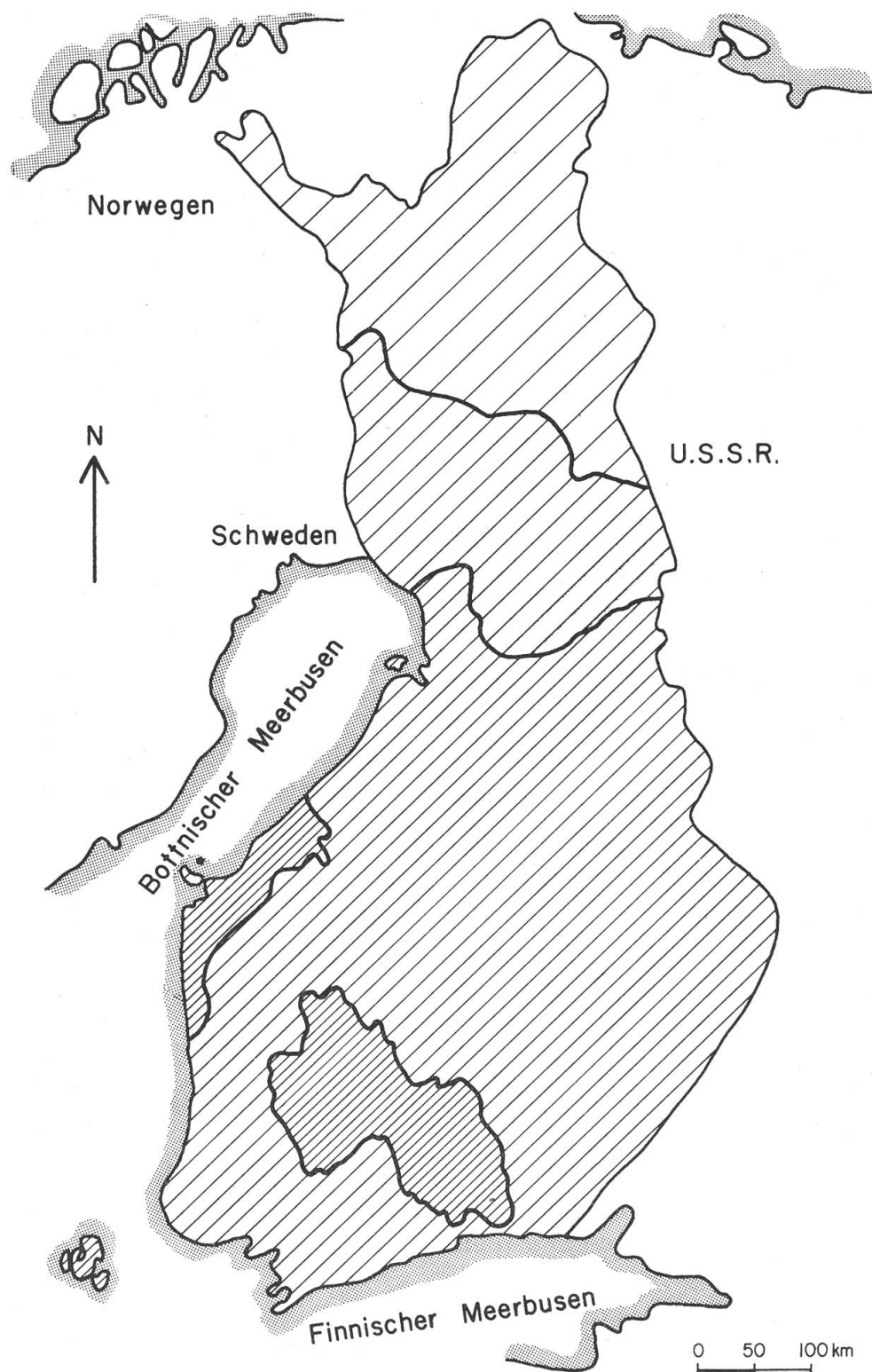


Abbildung 1
Die Aufnahmelinien bei der dritten Landesinventur

Inventur wurde die einzige Möglichkeit gefunden, mit der die unsichere Situation beendet werden konnte.

Vom neuen Direktor der Landesinventur, Prof. Kuusela, der die heutige Methode entwickelt hat, wurde für die Aufnahmearbeit eine Mannschaft gebildet, die jedes Jahr kontinuierlich einen Teil der Landesinventur durchführt, wobei ein Teil der Mannschaft ständige Angestellte sind. Diese Entscheidung bietet die besten Bedingungen für die Rationalisierung der Aufnahmearbeit. Die Schulung der Mannschaft kann jetzt gründlich erfolgen; dies insbesondere, um sie für die Ansprache der subjektiven Merkmale an einheitliche Massstäbe zu gewöhnen. Die Auswertung der Aufnahmen geschieht durch die Messequipe während der Wintermonate an der forstlichen Forschungsanstalt in Helsinki.

Prinzipiell kann man die kontinuierliche Inventurmethode verschieden durchführen:

1. Die Inventur wird kontinuierlich im ganzen Lande durchgeführt, und jedes Jahr bekommt man die für das ganze Land gültigen Inventurresultate. Das Aufnahmenetz ist jedoch so locker, dass die mit genügender Genauigkeit erhaltenen Ergebnisse für die Teilgebiete des Landes erst nach mehreren Jahren zur Verfügung stehen.
2. Die andere Möglichkeit besteht darin, die Inventur vom Kleinen ins Grosse durchzuführen. Mit anderen Worten, die Aufnahme wird jährlich nur in einem gewissen Teil des Landes ausgeführt. Die Ergebnisse der Zusammenfassung bekommt man für das ganze Land mit dieser Methode erst dann, wenn die Teilinventuren überall im Land abgeschlossen sind.

Die Vorzüge der beiden Alternativen wurden im Falle Finnlands von Prof. Nyysönen vorerst genau überlegt und untersucht. Nach diesem Vergleich wurde die sogenannte Teilinventur vorgezogen, von deren Vorteilen folgendes stichwortartig gesagt werden kann:

- Die Kosten der Geländearbeit sind bei der Teilinventur 7 bis 8 % geringer, denn die Arbeitswege sind bedeutend kürzer, und die Rationalisierung der Geländearbeit kann in den Teilgebieten besser verwirklicht werden als im ganzen Land.
- In verschiedenen Gebieten kann man die wirkungsvollste Methode anwenden, ohne die Gesamtergebnisse zu beeinträchtigen. Die lokalen Bedürfnisse werden besser berücksichtigt; diese spielen auch in Finnland eine wichtige Rolle.

Grundlage der heutigen Landesinventurmethode bildet das sogenannte Traktaufnahmesystem, wobei die Trakte systematisch verteilt sind. Die Methode hat sehr viel Ähnlichkeit mit der Landesinventur Schwedens, Norwegens und Österreichs. Die Stichprobenflächen werden also in ähnlicher Weise auf die Trakte angeordnet, wodurch eine örtliche Konzentrierung der Probeflächen beträchtliche organisatorische Vorteile ergibt.

Auf den Trakten kann der Aufnahmetrupp seine Arbeit an der günstigsten Stelle beginnen und nachher auf denselben Punkt zurückkommen.

Der Trakt ist im grössten Teil des Landes rechteckig, 1,2 km lang in der West-Ost-Richtung und 1,4 km in der Süd-Nord-Richtung. Das entspricht arbeitstechnisch einer Tagesleistung der Aufnahmegruppe.

Von der Gesamtzahl der Trakte werden jährlich nur ein Siebtel, dem Bereich des betreffenden Teils des Landes (Provinz) entsprechend, aufgenommen. Auf diese Weise wird die gesamte Waldfläche Finnlands im Laufe von 7 Jahren erfasst und die Erhebung mit der geforderten Genauigkeit in allen Teilen des Landes durchgeführt. Dabei sind die Trakte nicht gleichmässig über die gesamte Landfläche verteilt. Wegen der Verschiedenheiten der Waldstruktur, der Vorratshaltung und der Bewaldungsdichte, die auf Grund der Ergebnisse der früheren Landesinventuren festgestellt worden waren, wurde das Flächenaufnahmeprozent den Genauigkeitsansprüchen in verschiedenen Hauptgebieten angepasst. Der Abstand der Trakte beträgt in Südfinnland 8 km; das bedeutet, dass ein Trakt 6400 ha repräsentiert. In Nordfinnland wird der Abstand stufenweise grösser.

Grundlage für die Numerierung und Fixierung der einzelnen Trakte bildet die sogenannte Grundkarte Finnlands im Massstab 1:20 000 und ihr Koordinatensystem. Die Trakteckpunkte werden in die Grundkarte und auch auf die Luftbilder eingetragen. In dieser Phase werden alle Trakte ausgeschieden, die auf den Karten oder den Luftbildern eindeutig als Wasserflächen, offene Hochmoore, Fels (Ödland) anzusprechen sind. Nur die Waldflächen werden in das Inventar einbezogen.

Das Aufsuchen des Traktes geschieht zunächst mit Hilfe der Grundkarte zur Vororientierung und zur Ermittlung der Anfahrtswege und dann mit Hilfe des Luftbildstereopaars. Wenn der Trakteckpunkt im Gelände nicht eindeutig gefunden werden kann, so sind markante Punkte des Anmarschweges im Luftbild oder in der Karte zu bestimmen; von diesen Punkten aus ist der Trakteckpunkt mit Messband und Bussole einzumessen.

Auf dem Trakt gliedert sich die Geländearbeit in vier Aufnahmearten, die mittels der folgenden Traktteile durchgeführt werden (Abb. 2).

<i>Traktteil</i>	<i>Aufnahmetypus</i>
1. Aufnahmelinie (Seiten des Traktes 5,2 km)	Linienaufnahme
2. Stockprobeflächen (26)	Holzschlaginventur
3. Kluppierungsprobeflächen (20)	Probeflächenaufnahme
4. Kluppierungsprobeflächen und Massenermittlungsprobeflächen (3)	Probeflächenaufnahme und Probestammaufnahme
5. Kluppierungsprobeflächen sowie Massen- und Zuwachsermittlungsprobeflächen (3)	Probeflächenaufnahme und Probestammaufnahme

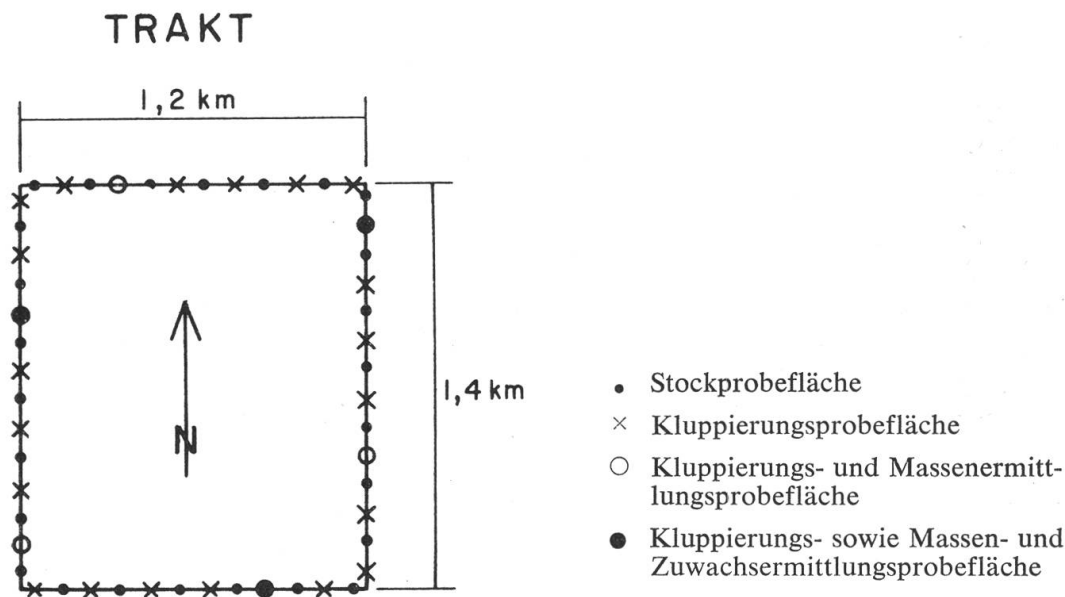


Abbildung 2
Probeflächen auf dem Trakt

Für die Holzschlaginventur stehen 26 eigene Stockprobeflächen, die Hälfte aller Probeflächen, zur Verfügung. Die Haupttätigkeit auf diesen Probeflächen ist die Zählung der ein Jahr alten Stöcke nach der Baumart und dem Durchmesser.

Die anderen Probeflächen sind bei der heutigen Methode sogenannte Relaskopprobeflächen. Sie werden mit Hilfe des Relaskopes begrenzt; bei den Grenzstämmen wird die Entscheidung noch mit Kluppe und mit Messband nachgeprüft. Dieser Probeflächentypus wurde eigentlich nur deswegen gewählt, weil die nach der Grundfläche gemittelten Werte in dieser Methode eine sehr wichtige Rolle spielen, und bei den Relaskopprobeflächen sind diese am leichtesten zu bestimmen.

Ausser den Stockprobeflächen gibt es noch drei Arten von Probeflächen. Auf jeder dieser Probeflächen (26 pro Trakt) werden die Bäume in 1-cm-Durchmesserklassen nach Baumarten kluppiert. Die Probeflächenaufnahme dient dabei hauptsächlich der Flächenzuordnung sowie der Beurteilung der Bestandes- und Bestockungsmerkmale und der Standortsfaktoren. Auf den Massenermittlungsprobeflächen (6) werden die Massenermittlungsdaten wie die Baumhöhe, der Durchmesser in 6 m Höhe und die hauptsächlichsten Sortimente von jedem kluppierten Baum gemessen. Auf den Zuwachsprobeflächen (3) werden zusätzlich die folgenden Merkmale ermittelt:

- Rindendicke in Brusthöhe;
- Radialzuwachs der letzten 5 Jahre (mittels Bohrung);
- Höhenzuwachs der letzten 5 Jahre (Nadelholz);
- Alter (Bohrung).

Beim Laubholz wird der Höhenzuwachs als Funktion des Baumalters und der Schichtung geschätzt.

Wird die Relaskopprobefläche zum Beispiel durch Grenzen der Bestandstypen geteilt, so wird sie in dem Bestandestypus registriert, wo der Mittelpunkt der Probefläche liegt, und die kluppierten Bäume dort, wo sie wachsen. Am Waldrand wird der Probekreis nach dem stärksten Baum bestimmt, damit die Teilprobeflächenmessung möglich ist. Der Teilflächenfaktor wird in Zehnteln des Vollkreises abgeschätzt.

Zwischen den Probeflächen (Abstand 100 m) werden noch die Bodennutzungsarten, die Eigentumsarten sowie die Verteilung der Bestandes- und Waldtypen durch die Linientaxierung ermittelt.

Die Massenermittlung auf den Probeflächen geschieht nach den Baumarten prinzipiell nach dem sehr einfachen Schema:

$$V = G \cdot \bar{h}_G \cdot f$$

V = Kubikmasse, mit Rinde (m^3/ha)
 G = Grundfläche, mit Rinde (m^2/ha)
 $\bar{h}_G$ = Loreyhöhe
 f = Formfaktor

Der kritische Punkt dieser Methode ist die Formzahlbestimmung. Sie wird als Funktion der Loreyhöhe für das betreffende Gebiet von den Merkmalen der Probebäume gerechnet. Wenn das Gebiet ziemlich homogen und dadurch die Schwankung der Formzahl gering ist, kann man genügend zuverlässige Resultate erhalten. Wenn man sich dabei mit der durchschnittlichen Formzahl für jede Region begnügt, werden die Messung und die Auswertung sehr leicht, jedenfalls aber wäre dann die Entscheidung ein Kompromiss zwischen der Genauigkeit und der Einfachheit der Aufnahme.

Der Zuwachs wird nach dem Prinzip der Differenzenberechnung gerechnet. Die nötigen Daten vor 5 Jahren werden von den Zuwachsmerkmalen bestimmt. Hierauf wird das damalige Volumen mit dem Volumenermittlungsschema geschätzt.

Die Sortimentsverteilung wird auch durch eine mit der Grundfläche gewogene Mittelwertbildung erhalten. Der berechnete Mittelstamm präsentiert in diesem Fall die ganze Probefläche. Nach seinem Zuwachs wird auch die künftige Struktur des geplanten Hiebsatzes bestimmt.

Sowohl die Traktmethode, die durch die Konzentrierung der Aussenarbeit erhebliche organisatorische Vorteile mitgebracht hat, als auch die Anwendung der modernen Computertechnik bei den Auswertungen stellen beträchtliche Fortschritte dar. Ohne den technischen Stand der mathematischen Statistik mit den programmgesteuerten Computern könnte man heutzutage nicht an die Verwirklichung einer Landesinventur denken, so vielfältig sind die Ansprüche an die Aufnahmeergebnisse geworden.

4. Luftbildmethode

Die heutige Landesinventur ermöglicht auch die Anwendung verschiedener Methoden für die Teilinventur. Dabei ist klar, dass in jedem Gebiet die beste Methode angewandt werden sollte, damit die Ergebnisse mit genügender Genauigkeit möglichst billig ermittelt werden können.

Dieses Problem kommt in Nordfinnland in ganz extremen Gebieten vor. Die Wälder werden dort extensiv bewirtschaftet, weil sie wenig erschlossen und wenig produktiv sind. Die Aufnahmekosten würden mit dem gewöhnlichen Traktsystem trotz dem kleineren Planungsbedürfnis noch zunehmen. Daher wurde beschlossen, dort die Luftbildaufnahme anzuwenden.

Auf einem Versuchsgebiet (40 000 ha) wurden zuerst verschiedene Möglichkeiten ausprobiert. So wurde die Erkenntnis gewonnen, dass durch Luftbilder eine Verbesserung der Genauigkeit der prozentualen Waldflächenermittlung erzielt wird. Dabei wurde aber auch klar, dass die Luftbildaufnahme ohne terrestrische Messungen nicht in Frage kommt.

Die Aufnahme in Nordfinnland wurde mit Hilfe der doppelten Stichprobennahme im letzten Jahr durchgeführt. Auf den Luftbildern wurde eine grosse Menge von Probeflächen klassifiziert, von denen man möglichst homogene Gruppen zu bilden versuchte.

Auf die Luftbilder wird zuerst das Aufnahmenetz mit den Probeflächenpunkten photographisch übertragen. Die Aufnahmeeinheit setzt sich zusammen aus zwei Relaskopstichproben, die in einem Abstand von 40 m voneinander liegen. Auf den Luftbildern werden unter anderem Bodenklasse, Baumart, Holzartenmischung, Volumenklasse, Grundfläche, Mittelhöhe, Entwicklungsphase und ihr Identifizierungsgrad angesprochen. Die Luftbildinterpretation wird auf den Aufnahmen sogar im Massstab 1 : 60 000 mit dem Linzstereoskop und ganz einfachen Mitteln durchgeführt. Bei dieser Methode werden die Luftbilder nur für die Klassifizierung benützt. Die endgültige Klassifizierung der Probeflächen wird mit dem speziellen Computerprogramm so geordnet, dass eine Gruppe 30 bis 40 Probeflächen enthält. Die Gruppen bilden dann gewissermassen ein Kleinmodell des Aufnahmegebietes.

Die Ergebnisse der Aufnahme werden nur durch die terrestrischen Messungen ermittelt. Bei der Feldarbeit wird eine Probefläche zufällig von jeder Klassierungsgruppe aufgenommen. Die Wahl der Probefläche kann auch begrenzt subjektiv stattfinden, damit die Aussenarbeit erleichtert wird.

Die Luftbildaufnahmemethode unterliegt in Finnland einer ständigen Überprüfung, was bedeutet, dass noch nicht alle Möglichkeiten der Luftbildaufnahme ausgeschöpft wurden.

5. Zukunftsaussichten

Es ist begreiflicherweise schwer, von der künftigen Entwicklung der Landesinventurmethode in Finnland ein exaktes Bild zu zeichnen. Trotzdem

braucht man kein Prophet zu sein, wenn man behauptet, dass die Luftbildinterpretation eine immer wichtigere Rolle bei den Aufnahmen spielen wird. So ist beispielsweise schon in diesem Jahr in Südwestfinnland eine Luftbildanalyse mit Bezug auf die Wohlfahrtswirkungen des Waldes vorgesehen.

Die Aufnahmemethode ist hauptsächlich von den Ansprüchen der Planungsinstanzen abhängig. In Zukunft wird das Bedürfnis nach forstwirtschaftlicher Planung immer mehr zunehmen, denn die finnische Holzindustrie braucht mehr Holz, als die heutigen Wälder produzieren können. Diese Situation hat schon Pläne zur Leistungssteigerung in der Forstwirtschaft gebracht, aber die Ergebnisse sind trotz Rieseninvestierungen für Verbesserungen in der Forstwirtschaft noch nicht ausreichend.

Aus den immer grösser werdenden Investitionen folgt sicher das Bedürfnis nach einer genaueren Leistungskontrolle, die einige Mängel bei der heutigen Landesinventurmethode ans Licht zieht. Anstatt mit permanenten Kontrollstichproben, mit denen man sich in der Schweiz schon seit 10 Jahren mit gutem Erfolg beschäftigt, arbeitet man in Finnland meistens mit temporären Stichproben. Sie geben gute Resultate über den momentanen Zustand der Wälder. Das genügt aber nicht, denn die Waldentwicklung und die Faktoren, die die Änderungen verursachen, werden mit der Zeit immer wichtiger.

Es gibt schon einige schöne Versuchsaufnahmen in Finnland, bei denen mit permanenten Stichproben gearbeitet wurde. Sie könnten ein gutes Vorbild für die künftige Landesinventur sein.

Diese Untersuchungen wurden schon 1958 in den Wäldern zweier Holzgesellschaften mit Waldflächen von 355 000 und 85 000 ha begonnen. Die erste Inventur war eine systematische Stichprobenaufnahme mit 3 a grossen Stichproben, von denen jede fünfte als permanent angelegt wurde.

Bei der zweiten Inventur (1965) wurden nur die permanenten Stichproben gemessen. Die Resultate der zweiten Inventur wurden mit den Ergebnissen der ersten Inventur und mit den von permanenten Stichproben berechneten Entwicklungsschätzungen ermittelt. Die Untersuchungen bewiesen eindeutig die Vorteile der permanenten Stichproben und zeigten ausserdem, dass diese Methode unter finnischen Verhältnissen sehr brauchbar ist.

Es ist interessant, festzustellen, dass sowohl in Finnland als auch in der Schweiz die Tendenz besteht, einerseits die Möglichkeiten des Luftbildes immer besser auszunützen und andererseits zu permanenten Stichprobeflächen überzugehen. Obgleich die äusseren Verhältnisse in beiden Ländern verschieden sind, haben die methodischen Probleme sehr viel Ähnlichkeit. Da die Methode der Landesinventur einen entscheidenden Einfluss auf die Aussagekraft der Resultate und auf die Kosten hat, drängt sich eine Zusammenarbeit zwischen den beiden Ländern auf.

Résumé

Le développement des méthodes d'inventaire national en Finlande

Depuis l'année 1921, les forêts finlandaises ont été inventoriées périodiquement au moyen d'inventaires nationaux. Ces relevés ont contribué à mieux connaître les volumes sur pied et les tendances de leur développement ainsi que les possibilités.

Les quatre premiers inventaires nationaux furent basés sur un principe très semblable. Pour chacun d'eux, les estimations et les mesures furent faites sur des lignes d'inventaire ininterrompues et parallèles traversant entièrement le pays du sud-ouest au nord-est (v. fig. 1). Dans les trois premiers inventaires, les caractéristiques du peuplement furent obtenues par la combinaison des observations oculaires et des mesures dans la placette d'échantillonnage. Lors du quatrième inventaire, on ne s'en tint plus qu'aux mesures dans la placette.

En 1963 commença le cinquième inventaire national. Celui-ci se distingua des précédents du fait qu'il fut effectué par province, avec la main-d'œuvre à disposition; de cette manière, le pays fut entièrement inventorié dans une période de 8 ans environ. De plus, les lignes d'inventaire ne parcourent plus le pays sans interruption, mais sont réparties systématiquement sur le terrain, en forme de rectangle dit « trakt » (v. fig. 2).

Etant donné que la méthode de l'inventaire national a une influence décisive sur le genre et l'exactitude des résultats et sur les frais, il est nécessaire de l'avoir constamment à l'examen. En Finlande, la nécessité d'un contrôle plus exact de la production est apparue depuis quelques années. Des recherches récentes ont prouvé de façon évidente les avantages des placettes d'échantillonnage permanentes pour le contrôle efficace de la production; elles ont en même temps montré que la méthode peut être appliquée aux conditions spéciales de la Finlande. Il ressort également que les relevés terrestres peuvent être précieusement complétés par l'interprétation de photos aériennes. (*Traduit par M.-N. Frei-Pont*)