

Stichprobenkonzepte für das zweite Schweizer Landesforstinventar

Autor(en): **Köhl, Michael**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal
= Journal forestier suisse**

Band (Jahr): **141 (1990)**

Heft 9

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-765012>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Stichprobenkonzepte für das zweite Schweizer Landesforstinventar

Von *Michael Köhl*
(Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft,
CH-8903 Birmensdorf)

Oxf.: 524.6:(494)

1. Einleitung

Obwohl nach der Veröffentlichung der Ergebnisse des ersten *Landesforstinventars (LFI)* Spezialauswertungen dauernd angefordert werden und bei weitem nicht alle Informationen aus dem umfangreichen Datenmaterial gewonnen sind, wird am WSL bereits intensiv am Stichprobenkonzept für das zweite LFI gearbeitet. Das erste LFI konnte zwar nur den Zustand des Schweizer Waldes beschreiben, war aber von Anfang an als permanente Inventur konzipiert und auf die Beobachtung von Veränderungen ausgelegt. Im zweiten Landesforstinventar wird neben der Zustandserfassung erstmals eine grossräumige Beschreibung von Zustandsveränderungen möglich sein.

Zur Durchführung einer Zweiterhebung bietet die Inventurstatistik verschiedene Möglichkeiten, die beschrieben und den Anforderungen an das zweite LFI gegenübergestellt werden.

2. Stichprobenkonzepte für Folgeinventuren

Wiederholte Stichprobeninventuren haben drei verschiedene Ziele:

- den Zustand des Waldes zum *ersten* Inventurzeitpunkt zu erfassen sowie quantitativ und qualitativ darzustellen,
- den Zustand des Waldes zum *zweiten* Inventurzeitpunkt zu erfassen sowie quantitativ und qualitativ darzustellen,
- und die in der Zwischenzeit aufgetretenen Zustandsveränderungen aufzuzeigen.

Die Wiederholung der Inventur kann in angemessenen Zeitintervallen beliebig oft wiederholt werden, so dass schliesslich eine Folge von Inventuren entsteht und Veränderungen im Zeitablauf beschrieben werden können. Hier werden fünf mögliche Konzepte für ein erstes Folgeinventar vorgestellt.

(1) Die Folgeinventur kann unabhängig von der Erstaufnahme erfolgen. Charakteristisch für dieses Vorgehen ist, dass keine permanenten Stichprobenflächen angelegt werden und somit die Aufnahmeorte zu beiden Inventurzeitpunkten nicht koinzidieren. Bei Stichprobeninventuren mit systematischer Verteilung der Probeflächen wie zum Beispiel dem Schweizer Landesforstinventar kann dies durch eine Netzverschiebung bei Beibehaltung der Aufnahmemethoden erfolgen. Es kann aber auch ein vollkommen neues Stichprobendesign ohne Beachtung des ersten Inventars entwickelt werden und zur Anwendung kommen. Zwischen diesen beiden Extremen sind alle erdenklichen Übergangsformen möglich. Mittelwerte, Gesamtwerte und Standardfehler werden für jeden Inventurzeitpunkt getrennt hergeleitet, die Schätzung von Veränderungen oder Zuwachs erfolgt über die Differenz der beiden Mittelwerte. Die Varianz dieser Differenz s^2_d ist

$$s^2_d = \frac{s^2_x}{n_1} + \frac{s^2_y}{n_2}$$

mit

s^2_x = Varianz der ersten Inventur

s^2_y = Varianz der zweiten Inventur

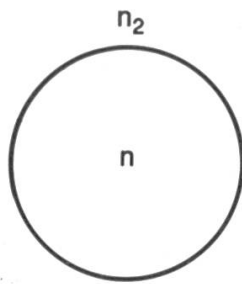
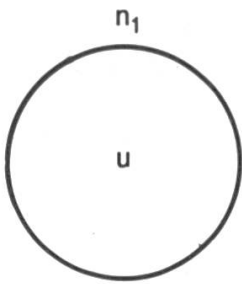
n_1 und n_2 = Stichprobenumfang der ersten bzw. zweiten Inventur

Bei der schwedischen und finnischen Nationalinventur wurde das Inventurdesign bei den ersten Aufnahmezyklen (20er bis 50er Jahre) jeweils geändert (Köhl, 1987), was hauptsächlich auf die damals noch wenig entwickelten statistischen Methoden für Folgeinventurkonzepte zurückzuführen ist.

Bei diesem Stichprobendesign wirkt sich nachteilig aus, dass nicht nur die Varianz der Veränderung einfließt, sondern auch die Varianz zwischen den Auswahleinheiten der ersten und zweiten Inventur. Ein Vergleich wird genauer, falls die Streuung, die zwischen verschiedenen Auswahleinheiten besteht, vermindert oder ausgeschaltet werden kann. Dies führt zu einem zweiten Inventurkonzept, der Wiederaufnahme der gleichen Auswahleinheiten beim ersten und zweiten Inventurzeitpunkt (siehe *Abbildung 1a*).

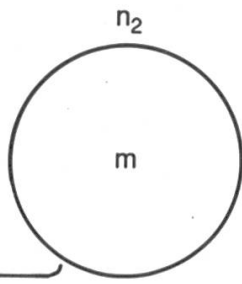
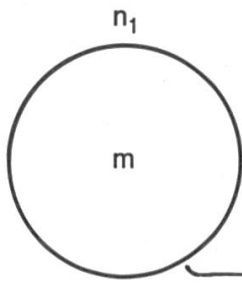
(2) Sämtliche Stichproben der ersten Inventur werden wieder aufgesucht und erneut vermessen. Die Stichproben müssen hierfür permanent markiert und wiederauffindbar sein. Dieses Konzept der permanenten Probekreise wurde in Nordamerika entwickelt und wird als *Continuous Forest Inventory* (CFI) bezeichnet. In der Schweiz haben Schmid-Haas et al. (1978) CFI für Betriebsinventuren eingeführt. Übertragen auf das LFI würde dies eine Wiederholung des ersten LFI bedeuten.

Die Schätzung der Mittelwerte, der Gesamtwerte und der Standardfehler erfolgt wiederum für die beiden Inventurzeitpunkte getrennt; die Herleitung der



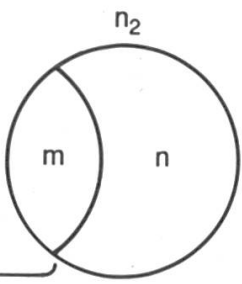
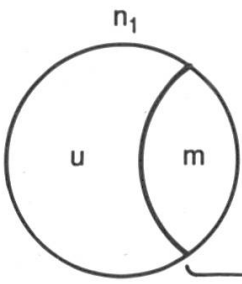
n_2 kann kleiner,
grösser
oder gleich n_1 sein
 $n_3 = 0$

a. neue Stichprobe bei jedem Inventurzeitpunkt



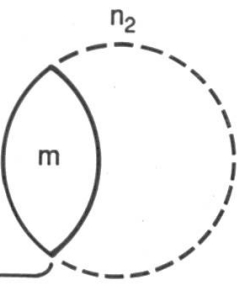
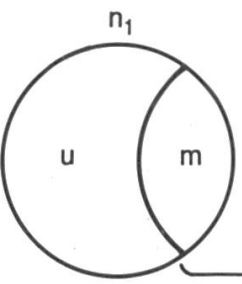
$n_1 = n_2 = n_3$

b. die gleichen Stichproben werden bei jedem Inventurzeitpunkt aufgenommen (CFI)



$n_3 < n_1$
 $n_3 < n_2$
 n_2 kann kleiner,
grösser
oder gleich n_1 sein
 $n_1 = u+m$ $n_3 = m$
 $n_2 = m+n$

c. Folgeinventur mit teilweisem Ersatz von Probeflächen (SPR)



$n_1 = u+m$
 $n_2 = m$
 $n_3 = m$
 $n_1 > n_2$

d. Folgeinventur ist eine Unterstichprobe der ersten Aufnahme

n_1 = Stichprobenumfang Zeitpunkt 1

n_2 = Stichprobenumfang Zeitpunkt 2

$n_3 = m$ = Stichprobeneinheiten, die bei beiden Zeitpunkten aufgenommen werden

n = Stichprobeneinheiten, die nur beim zweiten Zeitpunkt aufgenommen werden

u = Stichprobeneinheiten, die nur beim ersten Zeitpunkt aufgenommen werden

Abbildung 1. Folgeinventurkonzepte.

Differenzen zwischen den Mittelwerten dient zur Beschreibung von Veränderungen. Da verbundene Stichproben aufgenommen werden, ändert sich die Berechnung der Varianz der Differenz s^2_d .

$$s^2_d = \frac{s^2_x + s^2_y - 2r_{xy}s_x s_y}{n}$$

Je grösser die Korrelation r_{xy} zwischen der ersten und zweiten Messung ist, desto geringer wird der Standardfehler der Differenz. Da die Korrelation für kurze Zeiträume erfahrungsgemäss hoch ist, wird durch die Verwendung von permanenten Proben ein beträchtlicher Genauigkeitsgewinn erzielt.

(3) Bei der zweiten Inventur müssen nicht alle Probekreise der Erstaufnahme erneut aufgenommen werden. Eine Alternative ist die Wiederaufnahme einer Teilmenge der Probeflächen, das heisst die zweite Inventur ist eine Unterstichprobe der ersten. Die nicht aufgenommenen Probeflächen können durch Regressionsbeziehungen oder durch Projektionen aktualisiert werden. Die North Central Forest Experiment Station des USDA Forest Service hat bei der vierten Forstinventur in Wisconsin zum *updating* der nicht wieder aufgenommenen Probeflächen einen Wachstumssimulator (STEMS) eingesetzt (*Hahn J., Hansen M., 1983*). STEMS modelliert den Einzelbaumzuwachs unabhängig von der Distanz zwischen den Bäumen. Die Effizienz eines Projektionsmodells hängt von vielen Faktoren ab. So spielen die Projektionsperiode und die Eignung der Eingabedaten ebenso eine Rolle wie Nutzungen oder unvorhersehbare Ereignisse wie Windwurf und Feuer.

(4) Eine vierte Variante ist die Herleitung von Ergebnissen für einen zweiten «Inventurzeitpunkt» nur durch Projektionen unter gänzlichem Verzicht auf Feldaufnahmen. Die Ergebnisse der Erstinventur werden durch Wachstums-simulatoren, Ertragstafeln oder aufgrund von Erfahrungswerten fortgeschrieben. Da hier keine Überprüfung der Ergebnisse durch aktuelle Daten erfolgen kann, ist die Genauigkeit des Verfahrens nur schwer quantifizierbar und hängt allein von der Gültigkeit der verwendeten Fortschreibungsmodelle ab.

(5) Die aus statistischer Sicht eleganteste Methode wurde Anfang der sechziger Jahre von *Ware und Cunia (1962)* vorgestellt und stellt eine Weiterentwicklung der CFI dar. Im Gegensatz zur CFI, bei der sämtliche Probeflächen erneut erhoben werden, wird bei der zweiten Inventur nur ein Teil der ursprünglichen Probekreise wieder aufgenommen, ein anderer Teil wird durch neue, temporäre Stichproben ersetzt. Dieses Konzept wird als *Sampling with Partial Replacement (SPR)* bezeichnet und bei verschiedenen forstlichen Nationalinventuren (zum Beispiel USA, Schweden, Finnland, Österreich) angewendet. Bei der ersten Folgeaufnahme liegen drei Arten von Probeflächen vor:

u = Probeflächen, die nur bei der Erstinventur aufgenommen werden (*unmatched plots*)

- n = Probeflächen, die nur bei der Folgeinventur aufgenommen werden (*new plots*, temporäre Stichproben)
- m = Probeflächen, die sowohl bei der Erst- als auch bei der Folgeinventur aufgenommen werden (*matched plots*, permanente Stichproben).

Durch die Erfassung dieser Stichprobeneinheiten sind Angaben über den Zustand an beiden Inventurzeitpunkten und über Veränderungen möglich. Die Zustandsbeschreibung am ersten Zeitpunkt stützt sich auf die (u) und (m) Probeflächen. Die zu beiden Zeitpunkten aufgenommenen (m) Probeflächen dienen der Erfassung von Veränderungen. Über die permanenten Probeflächen (m) kann eine Regression hergeleitet werden, die zur Schätzung der Werte der (u) Probeflächen am zweiten Inventurzeitpunkt dienen. Somit beruht die Zustandsbeschreibung zum zweiten Inventurzeitpunkt auf drei Quellen: den neu aufgenommenen Probeflächen (n), den Werten der wiederholt aufgenommenen Probeflächen (m) zum zweiten Zeitpunkt und den aktualisierten, nicht wieder aufgenommenen Probeflächen (u).

Die Probeflächen, die nur bei der Folgeinventur aufgenommen werden, können permanent versichert werden, und damit bei weiteren Folgeerhebungen zu permanenten Probeflächen werden. Bei der Auswertung der Inventur haben sie allerdings den Charakter von temporären Stichproben, gleichgültig, ob sie permanent markiert wurden oder nicht.

Da (a) permanente und temporäre Probeflächen Werte mit gleicher Genauigkeit für Zustandsvariablen liefern, (b) nur permanente Stichproben direkte Informationen über Zustandsveränderungen liefern, (c) die Genauigkeitsanforderungen für die Erfassung des Zustandes und der Veränderungen nicht die gleichen sind und (d) temporäre Probeflächen weniger aufwendig aufzunehmen sind als permanente, sollten genügend permanente Stichproben zur Erfassung von Veränderungen zur Verfügung stehen. Falls notwendig, können durch zusätzliche Proben die höheren Genauigkeitsanforderungen an die Zustandsvariablen sichergestellt werden. Mit der Aufteilung in permanente und temporäre Stichproben ist auch die Repräsentativität der Erhebung gewährleistet.

3. Anforderungen an das Stichprobenkonzept im zweiten LFI

Als langfristiges Ziel des Schweizer Landesforstinventars wurde die grossräumige Überwachung von Zustand und Entwicklung des Waldes formuliert. Mit der Planung und Durchführung des ersten LFI wurden einerseits inventurmethodische Randbedingungen geschaffen, die für die Aufnahmemethode der Folgeinventare bindend sind. Andererseits werden sich die Anforderungen an das LFI ändern – so gewinnt zum Beispiel die Erfassung der Waldfunktionen an Bedeutung. Zusammen mit der Fortentwicklung der Inventurstatistik und

den Einsatzmöglichkeiten der Fernerkundung muss das Folgeinventar eine Synthese aus Vorgaben und aktuellen Anforderungen unter Einbeziehung eines optimalen Inventurkonzeptes sein.

Aus dem langfristigen Ziel des Landesforstinventars können verschiedene Randbedingungen abgeleitet werden. Das Folgeinventar muss flächendeckend Aussagen mit vorgegebener Genauigkeit für die gesamte Schweiz und die Produktionsregionen ermöglichen, die Kantone müssen bei Bedarf das Stichprobenetz verdichten können, um Aussagen auch auf Kantonsebene herleiten zu können. Sowohl die Genauigkeitsanforderungen an die Erfassung von Zustands- und Entwicklungsvariablen als auch die Repräsentativität der Aussagen müssen sichergestellt sein.

Dieser letzte Punkt verdient besondere Beachtung. Da 700 der etwa 11 000 LFI-Probeflächen für die Waldschadensinventur jährlich aufgesucht werden, die Lage der Stichprobenzentren durch Farbmarkierungen sichtbar ist, ein Teil der LFI-Probeflächen für kantonale Waldschadensinventuren verwendet wird, die Stichprobenzentren mit dem Gitternetz auf der topographischen Karte übereinstimmen und den lokalen Forstdiensten die Lage der Probeflächen aus der das erste LFI begleitenden Umfrage bekannt ist, kann mitnichten von verborgenen, unsichtbaren Probeflächen ausgegangen werden. Die Gefahr, dass sichtbare, permanente Probeflächen durch eine veränderte Bewirtschaftung im Laufe der Zeit für das Inventurgebiet nicht mehr repräsentativ sind, wurde schon oft beschrieben. So ist nach Schmid-Haas (1983) «no guarantee that visible samples will remain representative». Seines Erachtens kann selbst der erfahrenste Förster nicht sicher sein, dass seine Arbeit unbeeinflusst von dem Bewusstsein bleibt, seine Arbeit könne einer Überprüfung unterzogen werden. Bewusst oder unbewusst könne er somit die Stichprobenflächen anders behandeln als den restlichen Bestand. Eine Stichprobeninventur, die diese Gefahr nicht sicher ausschaltet, ist für Planungszwecke ungeeignet. Hieraus leitet sich klar die Forderung nach einer Ergänzung der permanenten Stichproben durch temporäre Probeflächen ab, um die Quantifizierung systematischer Einflüsse und die Adjustierung der Schätzwerte zu ermöglichen.

Aus inventurstatistischer Sicht sollten die Beobachtungen soweit als möglich auf den gleichen Stichprobenflächen erfolgen, da der Stichprobenfehler bei verbundenen geringer ist als bei unabhängigen Beobachtungen, das heisst, die Folgeinventur muss permanente Probeflächen nutzen (*Ranneby*, 1985). Die Stichprobeneinheit des ersten LFI (konzentrische Probekreise 500 m²/200 m²) muss beibehalten werden, da bei einem Wechsel der Aufnahmeeinheit die Entwicklung von Algorithmen zur Herleitung aktueller Werte und Zustandsveränderungen unnötig erschwert wird. Zudem haben sich die konzentrischen Probekreise bei der Feldaufnahme bewährt und sind bei der Erfassung von Veränderungen weit weniger problematisch als beispielsweise Winkelzählproben.

Neben diesen Forderungen muss das Stichprobendesign des zweiten LFI für weitere Folgeinventuren flexibel sein. Es muss die Möglichkeit zur Einbe-

ziehung des Luftbildes im Sinne einer mehrphasigen Inventur bieten sowie operationell und kosteneffizient sein.

4. Stichprobenkonzept versus Randbedingungen

Stellt man die gegebenen Randbedingungen und die Forderungen an ein Folgeinventar den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten gegenüber, erweisen sich einige der vorgestellten Stichprobenkonzepte als nicht praktikabel.

Ein vollkommen verändertes Stichprobendesign oder eine Netzverschiebung erfordern einen unnötig hohen Stichprobenumfang zur Erfassung von Veränderungen. Beim Übergang zu einem neuen Stichprobendesign werden viele der vorbereitenden Arbeiten für das erste LFI überflüssig und erfordern erneut eine Vielzahl von Entwicklungsarbeiten hinsichtlich der statistischen Grundlagen und der Aufnahmemethoden. Dieser nicht allein in finanzieller Hinsicht enorme Aufwand wäre nur gerechtfertigt, falls eine Erstinventur dermassen unzulänglich ist, dass sie keine Basis für Folgeaufnahmen bilden kann.

Die Fortschreibung der Ergebnisse der Erstaufnahme auf allen oder einem Teil der Probeflächen setzt die Entwicklung von Wachstumsmodellen voraus, die trotz der Heterogenität des Schweizer Waldes auf allen Stichprobeorten zu verlässlichen Ergebnissen führen. Insbesondere das fehlende Datenmaterial schliesst die Herleitung von Wachstumssimulatoren für eine Folgeinventur derzeit aus.

Somit verbleiben als realistische Folgeinventurkonzepte lediglich die Wiederaufnahme sämtlicher bzw. nur eines Teils der permanenten Proben des ersten LFI oder eine Kombination von permanenten und temporären Probeflächen (= SPR).

Für permanente Probeflächen sprechen eine Reihe von Gründen. Die Erfassung von Zustandsveränderungen und im besonderen Veränderungen des stehenden Vorrats sind vorrangige Inventurziele beim zweiten LFI und können durch permanente Probeflächen am effizientesten erfolgen. Nutzungen und Einwüchse stellen wesentliche Komponenten einer Volumenänderung dar und können auf temporären Probeflächen nicht erfasst werden. Aber auch aus anderen Gesichtspunkten haben permanente Probeflächen wesentliche Vorteile.

Daten, die durch wiederholte Erhebungen an identischen Probeflächen gewonnen wurden, erlauben die Analyse der langfristigen Auswirkungen verschiedener waldbaulicher Massnahmen, die Dokumentation der Bestandesgeschichte, die Herleitung von Zeitserien und die Konstruktion von Wachstumsmodellen oder anderer Hilfsmittel, welche die Vorhersage der Effekte unterschiedlicher Bestandesbehandlungen ermöglichen. Nicht zuletzt können mit diesen Daten Ertragstafeln überprüft und nötigenfalls modifiziert werden.

Die permanenten Probekreise sollten für jedermann – ausser für die Feldequipen des Landesforstinventars – unsichtbar sein. Diese Forderung ist aller-

dings nicht immer praktikabel. Sichtbare Stichproben könnten wie bereits oben erwähnt in einer nichtrepräsentativen Weise behandelt werden und zu verzerrten Inventurergebnissen führen. Entscheidend für die Gefahr einer nichtrepräsentativen Behandlung sind die Häufigkeit und Art der Eingriffe. Unproblematisch sind extensiv bewirtschaftete Bestände, in denen Durchforstungen nicht oder nur nach strikten Vorgaben erfolgen und Endnutzungen ausschliesslich durch flächigen Abtrieb realisiert werden. Die Häufigkeit der Eingriffe ist entscheidend für den Zeitraum, in dem Stichproben repräsentativ bleiben können.

Die Ergebnisse der Erstaufnahme des LFI (1988) vermitteln eine Idee von der Eingriffsfrequenz. Betrachtet man die gesamte Schweiz (siehe *Tabelle 1*), wurden zum Zeitpunkt der Feldaufnahmen des ersten LFI auf 52 Prozent der Probeflächen in den letzten 10 Jahren Nutzungen bezogen, auf 48 Prozent der Probeflächen lag die letzte Nutzung mehr als 10 Jahre zurück. Bei der ersten Folgeinventur wird wegen des 10-Jahres-Turnus somit nur etwa die Hälfte der Stichproben von den Problemen nichtrepräsentativer Nutzungen tangiert. Die Situation stellt sich allerdings anders dar, wenn man den Zeitpunkt der letzten Nutzung nach Produktionsregionen untersucht. Im Mittelland liegt bei 78% der Probeflächen die letzte Nutzung zwischen 1 und 10 Jahren zurück, im Jura bei 66% und in den Voralpen bei 60%. In den Alpen (36%) und auf der Alpensüdseite (16%) kann das Problem einer nichtrepräsentativen Bewirtschaftung zumindest bei der ersten Folgeinventur vernachlässigt werden, vorausgesetzt die Nutzungen erfolgen nicht ausschliesslich in Beständen mit gleichen Bestandscharakteristika oder in räumlich eng begrenzten Gebieten. Tatsache bleibt aber, dass nördlich der Alpen nicht mehr repräsentative Stichproben schneller zu verzerrten Inventurergebnissen führen können als in den Alpen und auf der Alpensüdseite.

Tabelle 1. Waldfläche nach dem Zeitpunkt der letzten Nutzung.

	<i>letzte Nutzung in % der Waldfläche</i>					
	<i>1–5 Jahre</i>	<i>6–10 Jahre</i>	<i>11–20 Jahre</i>	<i>21–30 Jahre</i>	<i>31–50 Jahre</i>	<i>> 50 Jahre</i>
Jura	44	22	18	6	3	6
Mittelland	56	22	14	3	2	3
Voralpen	41	19	19	7	8	8
Alpen	23	13	17	12	13	21
Alpensüdseite	10	6	12	12	27	34
Schweiz	35	17	17	8	9	14

Temporäre Probeflächen können zur Kontrolle der Repräsentativität herangezogen werden. Durch den Vergleich der Ergebnisse der temporären Probeflächen mit den Ergebnissen der permanenten Probeflächen kann überprüft werden, ob die Inventur die Herleitung unverzerrter Ergebnisse ermöglicht. Ist dies nicht der Fall, kann gegebenenfalls eine Korrektur vorgenommen werden.

Auf jeden Fall gibt die Hinzunahme temporärer Proben die Sicherheit, dass die Repräsentativität der Inventurergebnisse gewahrt ist. Spekulationen, ob die Bewirtschaftung die Probeflächen beeinflusst oder nicht, weichen der Gewissheit, dass «saubere» Daten vorliegen und Planungsfehler aufgrund verzerrter Ergebnisse ausgeschlossen sind.

In vielen Situationen ist es möglich, bessere Schätzungen zu erzielen, falls sowohl permanente als auch temporäre Probeflächen verwendet werden. Die optimalen Anteile hängen davon ab, welche Grössen untersucht werden. Falls ausschliesslich Änderungen zwischen den beiden Inventurzeitpunkten erfasst werden sollen, sollten alle Probeflächen permanent sein. Sollen andererseits Mittelwerte beispielsweise des Volumens zum Zeitpunkt 1 und Zeitpunkt 2 hergeleitet werden, sollten alle Probeflächen temporär sein, da die Aufnahmen weniger zeitintensiv sind. Je nach Gewichtung des Interesses an den Ausprägungen der Zustandsvariablen oder der Veränderungen verändert sich das Verhältnis der permanenten und temporären Probeflächen. Der optimale Prozentsatz der permanenten Probeflächen und der Genauigkeitsgewinn hängen auch von der Korrelation der Werte zu beiden Inventurzeitpunkten ab, und diese Korrelation wiederum von der Länge der Zeitintervalle zwischen den Inventuren. Wird das Zeitintervall zu gross, sinkt die Korrelation und der damit verbundene Genauigkeitsgewinn. Bei zu kurzen Zeitintervallen werden Veränderungen aber leicht von Messfehlern überlagert. So kann der jährliche BHD-Zuwachs kaum durch jährliche Messung mit der Kluppe erfasst werden, da die Streuung der Messwerte die Streuung des BHD-Zuwachses überschreitet.

5. Ausblick

Nach Abwägung der Anforderungen an das zweite LFI, der Randbedingungen und den zur Wahl stehenden statistischen Folgeinventurkonzepten konzentrieren sich die Vorbereitungen für die Folgeinventur auf die Anwendung einer Stichprobenmethode mit teilweisem Ersatz von Probeflächen (*Sampling with Partial Replacement* = SPR). Hierbei wird ein Teil der permanenten Probeflächen der Erstaufnahme nicht wieder aufgenommen, sondern durch neue, temporäre Proben ersetzt. Die Schwerpunkte der Methodenforschung für das zweite LFI liegen einerseits auf der Herleitung des Verhältnisses der permanenten zu den temporären Probeflächen, der Bestimmung der Lage der temporären Probeflächen und dem Auswahlverfahren für die permanenten Probeflächen, andererseits auf der Untersuchung statistischer Methoden zur Beschreibung und Quantifizierung aktueller Werte und Zustandsveränderungen sowie deren Fehlergrössen. Die untersuchten Methoden müssen derzeit noch allgemein gehalten werden und können nicht auf vorab definierte Variablen begrenzt werden, um die Festlegung der Ziele des zweiten LFI nicht zu präjudizieren.

Neben dem Stichprobenverfahren werden derzeit weitere Projekte im Rahmen der Vorbereitung des zweiten LFI bearbeitet, so zum Beispiel die Einbeziehung verschiedener Fehlerquellen in die Fehlerrechnung, die Optimierung der Volumenfunktionen, die Auswahl der Tarifprobestämme und der Einsatz des Luftbildes im Sinne einer kombinierten Inventur. Nach Abschluss der Vorbereitungsarbeiten wird das Landesforstinventar zwar ein neues Aussehen haben, das aber auf der Basis des ersten LFI gewachsen ist.

Literatur

- EAFV, 1988: *Schweizerisches Landesforstinventar*, Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986, Eidgen. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. Nr. 305.
- Hahn, J. T., Hansen, M. H., 1983: Estimation of Sampling Error Associated with Timber Change Projection Simulators, in: *Renewable Resource Inventories for Monitoring Changes and Trend*, Proceedings, August 15–19, 1983, Corvallis, USA.
- Köhl, M., 1987: Forstliche Nationalinventuren in Europa, AFZ 1/2. Seite 19–24.
- Ranneby, B., 1985: in: *T. Cruse et al.: Designing a New Forest Survey for Sweden*, Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry.
- Schmid-Haas, P., Werner, J., Baumann, E., 1978: Kontrollstichprobe: Aufnahmeinstruktion, Eidgen. Anst. forstl. Versuchswes., Ber. Nr. 186.
- Schmid-Haas, P., 1983: Information on Drain by Forest Inventories, in: *Forest Inventory for Improved Management*, Helsingin Yliopiston Metsänarvioimistieteen Laitos, Tiedonantoja no. 17, Seite 50–61.
- Scott, C. T., 1981: Simplified Estimators for Sampling with Partial Replacement on Multiple Occasions, Univ Minn Coll For, Dept Forest Resour Staff Pap Ser 23, 48 p.
- Ware, K. D., Cunia T., 1962: Continuous Forest Inventory with Partial Replacement of Samples, Forest Science Monograph 3.

Résumé

Mode d'inventaires successifs adopté lors du deuxième inventaire forestier national

Le premier inventaire forestier national suisse, conçu sous forme d'un relevé de placettes d'échantillonnage permanentes, a servi de base à la structure du deuxième inventaire, celui qui permet en premier lieu de décrire les modifications observées sur l'ensemble de la forêt suisse.

Les inventaires successifs peuvent être réalisés selon plusieurs méthodes d'échantillonnage. Il est question par exemple (1) de prélever des échantillons indépendants l'un de l'autre à deux époques différentes; (2) de procéder à un inventaire permanent des forêts (*Continuous Forest Inventory*) qui reprendrait tout le réseau d'échantillonnage du premier inventaire; (3) d'utiliser une partie des placettes du premier inventaire; (4) de renoncer à la méthode de relevés au sol; ou (5) de renouveler une partie de l'échantillonnage (*Sampling with Partial Replacement*), c'est-à-dire d'opter pour une méthode où seule une partie des placettes sont remplacées.

Après examen des exigences imposées par le deuxième inventaire forestier national, des conditions marginales et des différents concepts statistiques déjà établis, les préparatifs des prochains inventaires successifs se concentrent sur la méthode d'échantillonnage à renouvellement partiel (*Sampling with Partial Replacement/SPR*). Cette méthode permet de détecter l'influence de placettes permanentes qui ne sont plus représentatives et d'en tenir compte lors du dépouillement des résultats. Les méthodes étudiées doivent être applicables à des données nominales, ordinales et métriques, afin de suivre les buts formulés dans le deuxième inventaire forestier national.

Traduction: *M. Dousse*