

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 114 (1963)  
**Heft:** 7  
  
**Artikel:** Vergleich von Vollkluppierung und Stichprobenaufnahme  
**Autor:** Schmid, P.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-765352>

### **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:** 16.01.2026

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

# Vergleich von Vollkluppierung und Stichprobenaufnahme<sup>1</sup>

Von *P. Schmid*,

Oxf. 622

Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Birmensdorf / Zürich

## Einleitung

Während in der ganzen Schweiz mit der Kontrollmethode gearbeitet wird, werden im Ausland seit langem fast durchwegs Stichprobenerhebungen empfohlen und durchgeführt. Da diese unterschiedliche Entwicklung teilweise durch unsere besonderen Verhältnisse, vor allem die Kleinheit unserer Forstbetriebe, erklärt werden kann, wäre es trotz bedeutenden Schwierigkeiten mit der Kontrollmethode nicht gerechtfertigt, die neuen Verfahren einfach vom Ausland zu übernehmen.

Sicher aber war die Versuchsanstalt verpflichtet, die ausländischen Verfahren zu studieren und ihre Tauglichkeit unter unseren Verhältnissen zu prüfen.

## Aufgabe der Waldaufnahme

Die Waldaufnahme soll einen Wald mit bescheidenem Aufwand möglichst genau und treffend erfassen. Da schon der einzelne Baum mit seiner individuellen Form und Holzqualität und seinem unregelmäßigen Wachstum nicht einfach zu beschreiben ist, muß sich die Erfassung eines ganzen Waldes, also einer Vielzahl von einander gegenseitig beeinflussenden Bäumen, auf einige leicht feststellbare und gut interpretierbare Daten beschränken. Die Wahl der zu erfassenden Daten und der Methode der Aufnahme wird dabei weitgehend vom speziellen Zweck abhängig sein.

Wir wollen uns darauf beschränken, die Waldaufnahme im Rahmen des Forstbetriebes zu betrachten und auf andere Aspekte, zum Beispiel auf die einer Landesinventur, nicht eingehen. Die Ergebnisse der Waldaufnahme sind die Grundlagen der betrieblichen und waldbaulichen Planung. Eine der wichtigsten Interpretationsaufgaben besteht darin, die Nutzung nach Größe und Zusammensetzung festzulegen. Eine auch nur annähernd optimale Bestimmung der Nutzung ist aber nur dann möglich, wenn man den Aufbau des Waldes, also seine Zerlegung in Bestände und die Struktur der einzelnen Bestände, kennt. Dazu müssen vor allem die Zusammensetzung der Stammzahl nach Holzarten und Brusthöhendurchmesser, Vorrat und Zuwachs in den einzelnen Beständen bekannt sein. Andere Angaben können im Einzelfall ebenso wichtig werden.

<sup>1</sup> Referat, gehalten an einem Vortragsabend der Abteilung für Forstwirtschaft an der ETH in Zürich.

## Aufnahmemethoden

### *Gesamtaufnahme*

Das Waldareal kann ganz oder teilweise erfaßt werden. Über die Erfassung der gesamten Waldfläche sind nicht viele Worte zu verlieren, da Sie alle mit der Kontrollmethode gut vertraut sind. Die Vollkluppierung liefert die am meisten benötigten Angaben, und zwar, abgesehen vom Zuwachs, mit großer Genauigkeit.

In Waldungen mit wesentlichen Standorts- und Bestandesunterschieden sollte der Vollkluppierung allerdings eine Bestandesausscheidung vorangehen. Die Resultate der Vollkluppierung sollten dann für die einzelnen Bestände errechnet werden können. Aus Zahlen für den gesamten Wald oder für oft ebenso inhomogene Abteilungen kann in diesen Fällen unmöglich ein waldbaulich und betrieblich vernünftiger Hiebsatz bestimmt werden, obwohl das mit Hilfe aller möglichen und unmöglichen Formeln immer wieder versucht wird. Auch für andere Planungsaufgaben sind die Ergebnisse für Konglomerate verschiedenartiger Bestände nicht viel wert. Selbst in Gebieten mit gleichförmigen Plenterwaldungen wird man die Resultate abteilungs- oder mindestens regionsweise interpretieren. Natürlich sollte auch der Zuwachs für die einzelnen Bestände errechnet werden können, aber die Stehendkontrolle der Nutzung ist nur schwierig bestandesweise durchführbar.

Auf alle Fälle werden wir die bestandesweise Vollkluppierung zum Vergleich mit Stichprobenerhebungen heranziehen.

### *Stichprobenerhebung*

Wenn nicht die gesamte Waldfläche erfaßt werden soll, will man nachträglich von der aufgenommenen Teilfläche auf die ganze Waldfläche schließen. Dieser Schluß vom Teil auf das Ganze ist nur dann statthaft, wenn die aufgenommenen Teilflächen nach einem mathematisch-statistisch erfaßbaren, objektiven Auswahlverfahren bestimmt werden.

Stichprobenerhebungen gibt es in großer Mannigfaltigkeit. Es ist die Aufgabe von Spezialisten der mathematischen Statistik und Arbeitstechnik, die unter gegebenen Verhältnissen am besten geeigneten Verfahren auszuarbeiten. Wesentlich ist dann, daß sehr sorgfältig gearbeitet wird und daß die Instruktionen genauestens befolgt werden.

In den letzten Jahren wurden zahlreiche im Ausland angewendete Verfahren studiert und zum Teil in unseren Verhältnissen ausprobiert. Es wurden zwei Verfahren ausgearbeitet, die sich unter unseren Bedingungen am besten zu bewähren schienen.

### *Stichproben mit Bohrspanentnahmen*

Das erste Verfahren, das wir vergleichen wollen, wurde in den Grundzügen von Schweden übernommen und in leicht abgeänderter Form schon bei den Aufnahmen im Schweizerischen Nationalpark verwendet.

Die Probeflächen sind gitterförmig über die Waldfläche verteilt, wobei die Distanz in der allgemeinen Marschrichtung kleiner ist als die Distanz zwischen den Marschlinien. Je nach dem gewünschten Aufnahmeprozent betragen die Distanzen 40 bis 100 m in den Linien und 60 bis 300 m zwischen den Linien. Mit Hilfe von Schrittmaß und Bussole wird eine Probefläche nach der andern aufgesucht. Ihre ungefähre Lage wird auf der Bestandeskarte eingetragen. Im Laufe der Aufnahme können sich größere Verschiebungen der wirklichen Lage einer Probefläche vom theoretischen Gitterpunkt ergeben. Diese Verschiebungen werden von Zeit zu Zeit wieder ausgeglichen, wenn der Aufnahmetrupp in die Nähe von auf der Karte oder auf dem Luftbild gut erkennbaren Fixpunkten kommt.

An jedem Probepunkt werden von allen Bäumen über der Kluppierungsschwelle, die sich innerhalb eines Kreises vom Radius 6,63 m befinden, Holzart und Brusthöhendurchmesser bestimmt. Je nach der verlangten Genauigkeit für den Zuwachs wird jedem zehnten bis jedem vierten dieser Bäume in Brusthöhe ein Bohrspan von etwa 5 cm Länge und 5 mm Durchmesser entnommen. Die Jahrringbreiten können sofort oder erst im Büro gemessen werden.

Diese Erhebung stellt ein in sich abgeschlossenes Verfahren dar. Da der Zuwachs aus den Jahrringbreiten und der Stammzahlverteilung berechnet werden kann, ist dazu weder eine zweite Aufnahme noch eine Kontrolle der Nutzung notwendig.

Das Verfahren wurde zur Erstellung eines Wirtschaftsplanes für die Gemeindewaldungen von Orsières im Unterwallis verwendet, die bisher nicht eingerichtet worden waren. Die Gesamtfläche der erfaßten Waldungen beträgt 2700 ha, und sie erstreckt sich von 900 bis auf 2000 m ü. M. Insgesamt wurden die Ergebnisse von 2500 Stichprobeflächen ausgewertet, also von etwa einer Stichprobe pro Hektar.

Da sich das Verfahren für große Gebirgswaldkomplexe gut zu eignen schien, wurde es danach auf ein extrem verschiedenes Beispiel angewendet, auf die Gemeindewaldungen von Steinhausen im Kanton Zug. Der gesamte Wald ist 70 ha groß und die Geländeverschiedenheiten haben sich als nicht sehr wichtig herausgestellt. In Steinhausen wurden etwa drei Proben pro Hektar verlegt.

#### *Stichproben mit periodischer Messung*

Mit der zweiten Stichprobenmethode wollen wir das Anbohren der Stämme vermeiden. Sie ist erst in den letzten Jahren, zum Teil in der Schweiz entwickelt worden.

Das Vorgehen ist ähnlich wie bei der ersten Methode, indem auch jetzt gitterförmig über die Fläche verteilte Probekreise vermessen werden. Da die Probeflächen bei der nächsten Aufnahme wieder aufgefunden werden müssen, ist ein genaueres Einmessen nötig. Man arbeitet mit einem genaueren Kompaß und mit dem Meterband. Um mit möglichst wenigen Probeflächen

auszukommen, wählen wir vorläufig einen Probekreisradius von 10 m. Die Bäume über der Kluppierungsschwelle werden nach ihrer Lage zum Probestflächenzentrum eingemessen (Azimut und Distanz) und ihr Durchmesser wird in Richtung zum Probestzentrum in genau 1,30 m Höhe gemessen.

Durch periodische Vermessung dieser Probestflächen wird es möglich sein, den Durchmesserzuwachs jedes einzelnen Baumes zu berechnen. Die fehlenden Bäume geben Aufschluß über die Art und Größe der Nutzung in der Probestfläche, so daß auch bei dieser Methode auf die Stehendkontrolle der Nutzung verzichtet werden kann.

Es ist sehr wesentlich, daß keinerlei Kennzeichen in der Probestfläche oder an den Bäumen angebracht werden, denn nur so darf man annehmen, daß die Probestflächen gleich wie der umliegende Bestand behandelt werden. Um die Probestflächen trotzdem ganz genau wieder zu finden, wird im Zentrum ein Stück Eisenrohr völlig in die Erde eingeschlagen. Dieses kann mit einem Minensuchgerät auf kurze Entfernung rasch gefunden werden.

Eine Erstaufnahme mit dieser Methode wurde letztes Jahr in Neuendorf im Kanton Solothurn durchgeführt. Das ist ein Wald von 200 ha und ähnlicher Bestandeszusammensetzung wie der Wald von Steinhausen. Es wurde ungefähr 1 Probestfläche pro ha verlegt. Das Wiederaufsuchen von Probestflächen wurde wiederholt geübt und ist auf Distanzen bis zu 150 m immer gelungen.

### **Ergebnisse**

#### *Art der Ergebnisse*

Da bei der Stichprobenerhebung die gleichen Größen erfaßt werden wie bei der Vollkluppierung, bekommt man auch die gleiche tabellarische Übersicht über die Bestände mit dem Unterschied, daß die Ergebnisse weniger genau sind.

Oft sind aber noch andere Messungen von Bedeutung, und es ist ein sehr großer Vorzug der Stichprobenerhebungen, daß diese sehr leicht in das Verfahren eingebaut werden können, während es bei der Vollkluppierung praktisch nicht möglich ist, weitere Messungen damit zu kombinieren. In diesem Fall wäre eine zusätzliche Erhebung von Stichproben nötig.

Ich denke dabei in erster Linie an die Messung von Höhen und Messungen zur Bestimmung der Schaftform. Die gewöhnlich verwendeten kantonalen Tarife weichen oft 30 und mehr Prozent vom wirklichen durchschnittlichen Wert der Volumina ab. Solche Diskrepanzen können eine waldbauliche Interpretation der Ergebnisse verunmöglichen, denn ein Wald sollte sicher anders bewirtschaftet werden, wenn er 600 Kubikmeter Vorrat pro ha enthält, als wenn sein Vorrat 350 Kubikmeter beträgt. Zur Erstellung von Lokaltarifen oder anderer Volumentafeln sind Höhenmessungen und Formbestimmungen dringend notwendig. Die Versuchsanstalt ist im Begriff, für schweizerische Verhältnisse gültige Volumenfunktionen auszuarbeiten, die handlicher sein sollten als die Massentafeln. Ohne großen Mehraufwand

kann auch die Kluppierungsschwelle gesenkt werden. Die Höhe der Kluppierungsschwelle wurde ja eher durch die praktischen Schwierigkeiten bestimmt, als durch die Bedeutung von Vorrat und Zuwachs in den weggelassenen Dimensionen.

Leicht lassen sich in Probekreisen mit kleineren Radien alle Jungwüchse unter der Kluppierungsschwelle nach einigen Größenkategorien auszählen. Jungwuchsauszahlungen sind besonders im Gebirge wichtig. Sehr wichtig können auch Erhebungen über die Qualität werden. Dabei sind heute schon Verfahren bekannt, wie wenigstens gewisse Aspekte der Holzqualität objektiv erfaßt werden können.

In Einzelfällen kann eine Menge von anderen Fragen von Bedeutung sein, etwa die Verbreitung von schädlichen Insekten oder Pilzen. Auch die Erfassung der Vegetation oder der Bodentypen wäre möglich.

#### *Einflüsse auf die Genauigkeit*

Probeflächen dürfen nicht willkürlich ausgewählt werden, sondern die Festlegung der Probeflächen muß strikte dem Zufall überlassen bleiben, sie muß also sozusagen blind vorgenommen werden. Das bewirkt, daß die aufgenommene Fläche zufällig sehr ausgefallene Verhältnisse aufweisen kann. Andererseits wird dadurch verhindert, daß willkürliche Fehlschätzungen möglich sind. Die rein zufälligen Fehler werden sich in den allermeisten Fällen gut ausgleichen, wenn nur genügend viele Proben aufgenommen werden. Der im Durchschnitt zu erwartende oder wahrscheinliche Fehler des Resultats kann nach einfachen Formeln aus den Aufnahmedaten geschätzt werden.

Der wahrscheinliche Fehler ist einerseits vom Wald und andererseits von der Aufnahmemethode abhängig. Er wird um so kleiner sein, je homogener die Bestandesstruktur ist. Der Fehler wird daher in aufgelockerten Gebirgswaldungen und im kleinstflächigen Femelschlagwald, wo die Bestandesauscheidung versagt, am größten sein. Andererseits wird der Fehler um so kleiner werden, je größer die Stichprobenflächen sind, je mehr Stichproben pro ha aufgenommen werden und je besser die Stichproben verteilt sind. Der relative Fehler der Resultate wird vor allem um so kleiner sein, je mehr Probeflächenwerte zu seiner Schätzung beitragen, also je größer die Waldfläche ist, deren Bestockung geschätzt werden muß.

#### *Theoretische Fehler*

Die Genauigkeit der Resultate einer Stichprobenerhebung kann nach einfachen Formeln abgeschätzt werden. Das ist deshalb von Bedeutung, weil man bei der Interpretation wissen muß, auf welche Resultate man sich verlassen kann und welche Resultate sehr unsicher sind.

Die Tabelle soll eine Übersicht geben über die Größe der wahrscheinlichen Fehler in den drei Aufnahmen. Zur Rekapitulation werden noch einmal die Größe der Waldfläche und die Zahl der Stichproben angegeben. Der relative Fehler für den Gesamtwald ist in Orsières weitaus am kleinsten und

Mathematisch-statistische Schätzung der Fehler für den Vorrat.

Aufnahme	Fläche ha	Anzahl Proben	Größe der Proben m <sup>2</sup>	Auf- nahme- prozent	Standard- Fehler für den Gesamtwald %	Teilfläche mit einem Standard-Fehler von 10 %	
						ha	Anzahl Proben
Orsières	2691	2535	135	1,3	1,4	53	50
Steinhausen	73	197	135	3,6	3,2	7	20
Neuendorf	231	197	314	2,7	2,3	13	11

dies trotz dem geringen Flächenaufnahmeprozent und trotz der viel inhomogeneren Gebirgswaldung. Darin zeigt sich der große Einfluß der Gesamtzahl der Stichproben bzw. der Größe der Waldfläche, für welche die Schätzung gültig ist. Zudem wurden auch die kleinsten Flächen angegeben, für die eine Interpretation noch sinnvoll ist. Dabei wurde ein Standardfehler von 10 Prozent als Toleranzgrenze (Limite) angenommen. Hier zeigt sich jetzt deutlich der Einfluß des Aufnahmeprozentes und der Inhomogenität der Waldungen oder, bei Betrachtung der Zahl der nötigen Stichproben, der Einfluß der Probeflächengröße.

Weil Sie diesen errechneten und theoretischen Fehlerangaben mit einem gewissen Mißtrauen begegnen werden — und dieses Mißtrauen ist in Betracht des häufigen Mißbrauchs der Statistik gerechtfertigt — will ich nicht weiter auf diese Schätzungen eingehen, sondern die wirklichen Fehler bei einem der Beispiele besprechen.

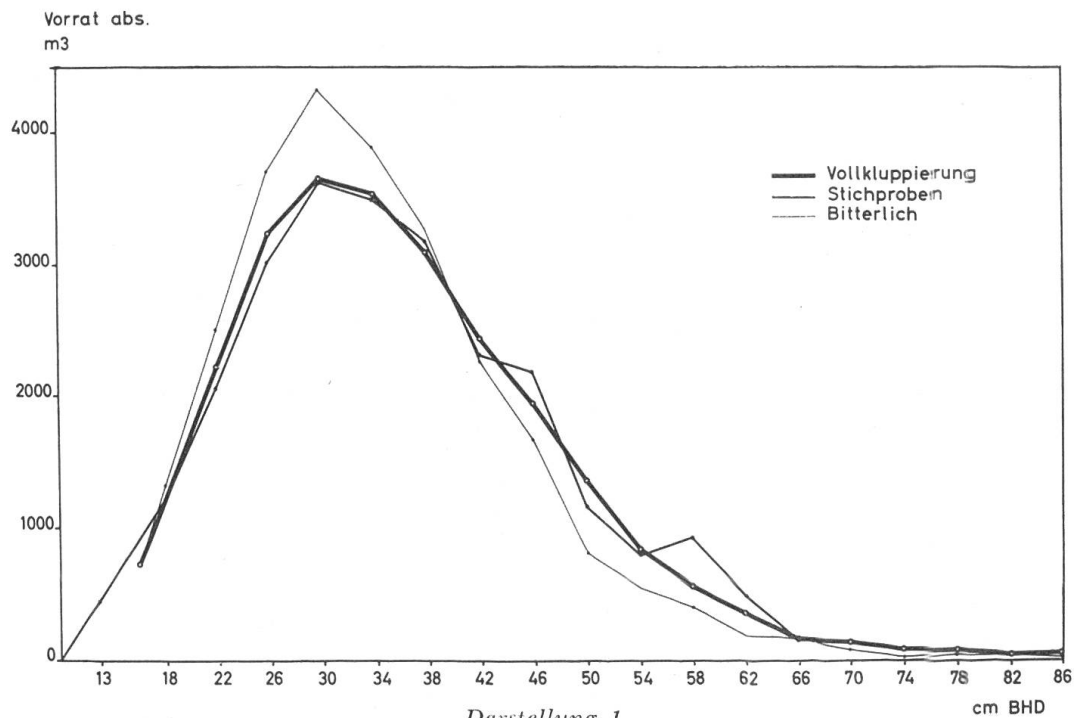
*Fehler für den Gesamtwald Steinhausen*

In Steinhausen und in Neuendorf wurde gleichzeitig mit der Stichprobenerhebung auch eine sorgfältige bestandesweise Vollkluppierung durchgeführt. Dies gibt uns nun die Möglichkeit, die wirklichen Fehler zu bestimmen, indem wir annehmen, daß die Vollkluppierungsergebnisse genau sind. Wir beschränken uns bei diesem Vergleich auf das extremere Beispiel Steinhausen.

Darstellung 1 zeigt die Verteilung des Vorrats nach Durchmesserstufen für den gesamten Wald Steinhausen. Wenn man bedenkt, daß insgesamt nur etwa 2,7 ha Waldfläche aufgenommen wurde, muß die genaue Übereinstimmung der beiden Kurven verblüffen. Für die Interpretation, zum Beispiel in bezug auf Fragen der Nachhaltigkeit, sind die Resultate der beiden Erhebungen gleichwertig.

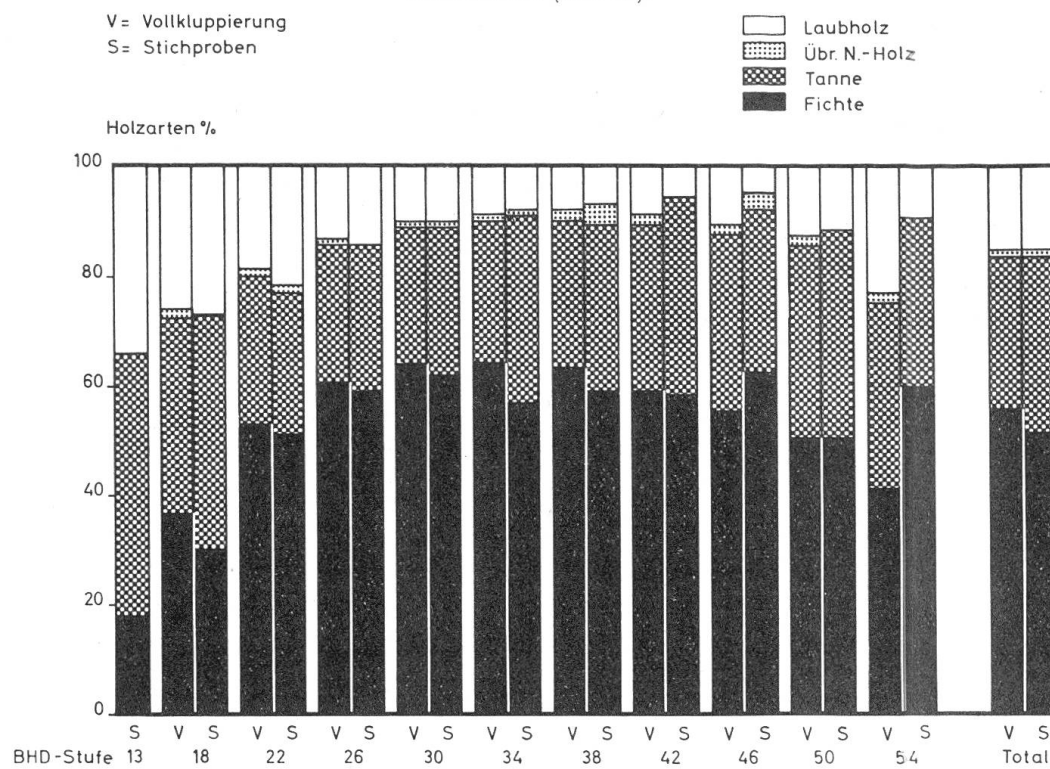
Als Warnung möge die dritte Kurve dienen. Sie entstammt einer Winkelzählprobe mit dem Relaskop von Bitterlich, könnte jedoch ebenso gut einer gewöhnlichen Stichprobenerhebung entstammen. Das mittlere Aufnahmeprozent war bei dieser Aufnahme sogar erheblich größer als bei der andern Stichprobenerhebung. Bei der Durchführung der Erhebung wurden





Darstellung 1

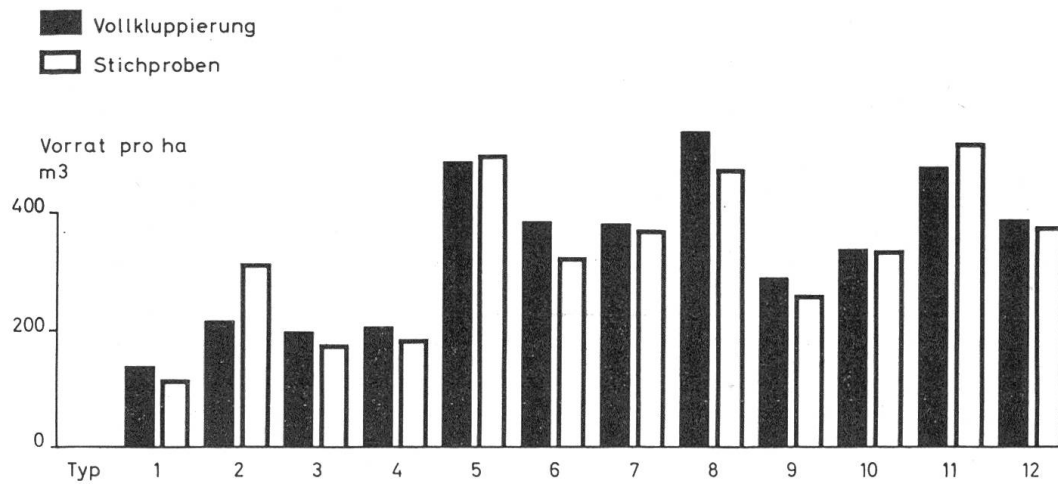
Stammzahlverteilung nach drei verschiedenen Aufnahmemethoden für den Gesamtwald Steinhausen (72,5 ha).



Darstellung 2

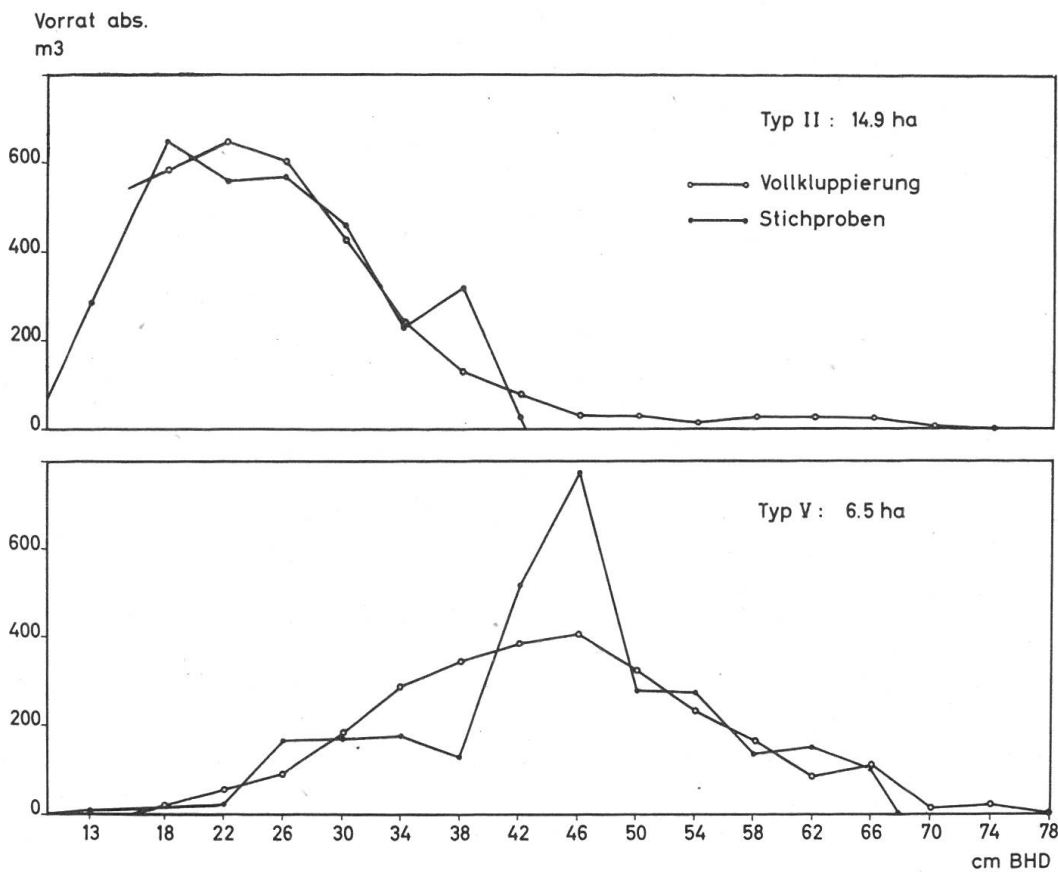
Holzartenzusammensetzung nach Vollkluppierung (V) und Stichprobenerhebung (S) für den Gesamtwald Steinhausen, in Abhängigkeit von den Durchmesserstufen.





Darstellung 3

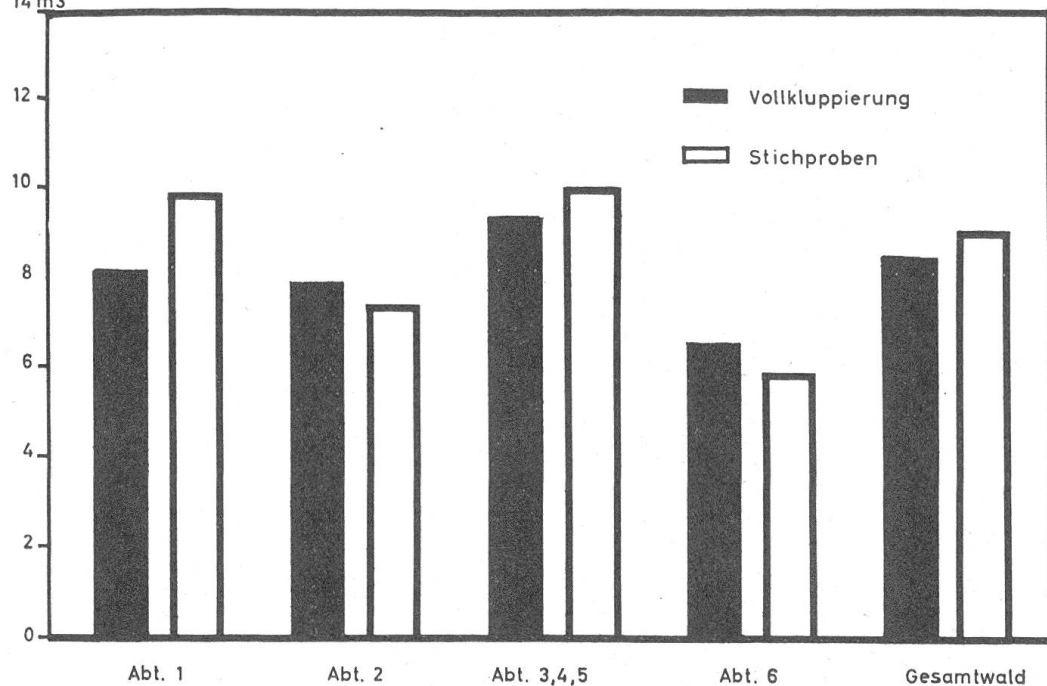
Schätzung des Vorrates pro ha für die Bestandestypen in Steinhausen, nach Vollkluppierung und Stichprobenerhebung.



Darstellung 4

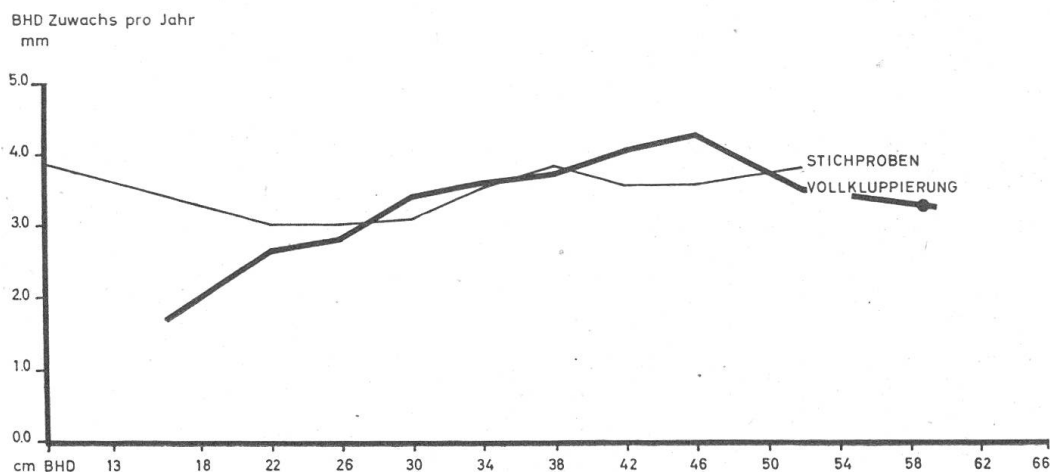
Stammzahlverteilungen nach Vollkluppierung und Stichprobenerhebung in zwei Typen von Steinhausen.

Volumenzuwachs  
pro ha und Jahr  
14 m<sup>3</sup>



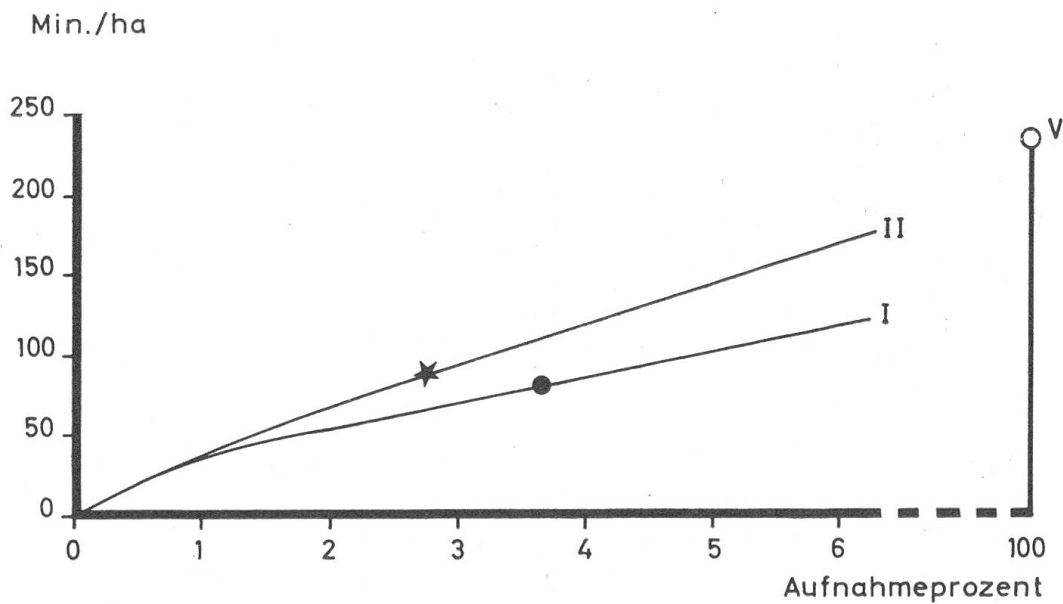
*Darstellung 5*

Schätzung des Volumenzuwachses pro ha in Steinhausen nach der Kontrollmethode und nach der Stichprobenerhebung mit Zuwachsbohrungen, 1945–1959.



*Darstellung 6*

Schätzung des Durchmesserzuwachses in Steinhausen nach der Kontrollmethode und nach den Messungen an den Bohrspänen, 1945–1955.



Darstellung 7

Vergleich der Aufnahmezeiten in Abhängigkeit vom Aufnahmeprozent für eine Stichprobenaufnahme mit Bohrungen (Methode I) und mit periodischer Messung (Methode II) mit derjenigen von vergleichbaren Vollkluppierungen.

relativ geringfügige Vernachlässigungen begangen, indem zum Beispiel einige besonders schwierig aufzunehmende Proben weggelassen und andere verschoben wurden.

Das nächste Bild zeigt die Verteilung der Holzarten in den verschiedenen Durchmesserstufen. Auch dafür liefert die Stichprobenerhebung praktisch genaue Resultate.

#### *Fehler für die Bestandestypen*

Da eine waldbauliche und ertragskundliche Planung nur auf Grund der Resultate für die einigermaßen homogenen Einzelteile des Waldes möglich ist und da andererseits die Stichprobenerhebung für die kleinen Bestände meist nicht genügend genaue Resultate liefert, wurden ähnliche Bestände zu Bestandestypen (im Beispiel Steinhausen nach Alter und Laubholzanteil) zusammengefaßt und die Resultate für diese Typen errechnet. Aber auch für diese Typen werden die Fehler größer sein als für den Gesamtwald.

Darstellung 3 zeigt die Größe der Fehler der Vorratsschätzung. Diese stimmen erstaunlich genau mit den berechneten Fehlerschätzungen überein.

Zur Interpretation wird auch die Aufteilung des Vorrats nach Durchmesserstufen und Holzarten benötigt. Als Beispiel werden die Resultate eines relativ großen und eines sehr kleinen Typs gezeigt (Darstellung 4). Es wird deutlich, daß wir für die kleineren Typen an die Grenze der Inter-

pretierbarkeit gekommen sind. Die Verteilung für den Bestandestyp von 6 $\frac{1}{2}$  ha Größe könnte zur Fehlentscheidung in der Interpretation führen. Wenn das auch für die kleinsten Bestandestypen verhindert werden soll, müßten in diesen mehr Probeflächen angelegt werden. Besonders interessante Kleinbestände können natürlich zusätzlich vollkluppiert werden.

#### *Fehler der Zuwachsbestimmung*

Der Zuwachs weist leider sowohl bei den Stichprobenerhebungen als auch bei der Kontrollmethode größere Fehler auf. Wir können hier nur die beiden Ergebnisse vergleichen, wissen aber nicht, wo die wahren Werte liegen (Darstellung 5). Wenn man annehmen könnte, daß die wahren Werte irgendwo zwischen den beiden Schätzungen lägen, würden die Abweichungen weder für die Kontrollmethode noch für die Stichprobenerhebung zu Fehlentscheidungen führen.

Besonders groß sind die Unsicherheiten der Kontrollmethoden bei der Bestimmung der Durchmesserzuwüchse (Darstellung 6). Hier verdienen die Ergebnisse der Bohrungen eher mehr Vertrauen. Die großen Unterschiede für kleine Durchmesser sind durch ungenaue Einwuchszahlen zu erklären.

Zuwachsergebnisse für die Stichprobenerhebung mit periodischer Messung der Probebäume werden erst bei der zweiten Aufnahme in Neuendorf erhalten. Diese Methode sollte mindestens so genaue Zuwachsschätzungen liefern.

### **Aufwand**

#### *Organisatorische Voraussetzungen*

Nach der Besprechung der Art und Genauigkeit der möglichen Ergebnisse müssen wir jetzt zur Frage übergehen, was diese Resultate kosten. Dabei kann es sich weniger um die absolute Größe der Kosten als vielmehr um einen Vergleich der Kosten für die verschiedenen Methoden handeln.

Es ist für die Durchführung einer Stichprobenerhebung von größter Bedeutung, daß die Beteiligten auf jeder Stufe, also der Leiter der Erhebungen, die Gruppenführer und die Meßgehilfen ganz genau über ihre Aufgabe Bescheid wissen.

Die grundlegenden Entscheide über die Methode der Stichprobenerhebung können nur nach gründlichen Untersuchungen getroffen werden und werden daher die Aufgabe von Forschungsstellen sein. Der Leiter der Erhebung muß aber genau im Bild sein, wie diese Aufnahmepläne in die Praxis umzusetzen sind. Zu diesem Zweck werden Kurse für Versuchsleiter stattfinden. Gruppenführer kann ein zuverlässiger Unterförster sein. Er muß in praktischen Demonstrationen mit seinen Aufgaben vertraut gemacht werden, wobei jede Eventualität besprochen werden soll. Die Gruppenführer werden vor Beginn der Erhebungen die Messungen während einiger Stunden mit ihren Gehilfen genau besprechen und einüben.

Es ist äußerst wichtig, daß die Erhebungen von Anfang an reibungslos funktionieren, und es lohnt sich daher, am Anfang einen größeren Aufwand in Kauf zu nehmen. Da bedeutende Mehrkosten verursacht werden, wenn bei jeder Aufnahme ein anderer Leiter und andere Gruppenführer eingesetzt werden, erscheint eine gewisse zentrale Organisation in den Kantonen wünschenswert.

Wie Sie alle wissen, bringt auch die Kontrollmethode organisatorische Schwierigkeiten mit sich. Die exakte Durchführung der Stehendkontrolle der Nutzung ist mancherorts scheinbar eine unlösbare Aufgabe.

#### *Durchführung der Aufnahme*

Für die Erhebung im Nationalpark und in Orsières besitzen wir leider keine auswertbaren detaillierten Zeitprotokolle. Nur ganz generell läßt sich abschätzen, daß bei großen Gebirgswaldungen der Zeitaufwand für eine Stichprobenerhebung mit Zuwachsbohrungen und ohne Spezialmessungen auf etwa 20 bis 30 Prozent desjenigen einer Vollkluppierung gesenkt werden kann.

Für die Aufnahmen in Steinhausen und in Neuendorf liegen detaillierte Zeitangaben vor (Darstellung 7). Da Vollkluppierung und Stichprobenerhebung in Steinhausen von der gleichen 3-Mann-Equipe durchgeführt wurden, sind diese Angaben absolut vergleichbar. In Neuendorf sind die Waldverhältnisse vergleichbar, und wenigstens der Gruppenführer war schon bei der Erhebung in Steinhausen dabei.

Die Gesamtarbeitszeit pro ha betrug bei der Vollkluppierung 236 Minuten pro ha, bei der Stichprobenerhebung mit Bohrungen 83 Minuten pro ha und bei der zweiten Erhebungsmethode 86 Minuten pro ha. Das sind 35 bzw. 36 Prozent der Vollkluppierungsarbeit.

Die in Darstellung 7 eingetragenen Kurven zeigen die ungefähre Abhängigkeit der Aufnahmezeit vom Aufnahmeprozent. Bei gegebenem Aufnahmeprozent muß eine bedeutend größere Arbeitszeit in Kauf genommen werden, wenn auf das Anbohren der Bäume verzichtet werden soll. Das ist vor allem dadurch bedingt, daß die Probeflächen sehr genau eingemessen werden müssen und daß innerhalb der Probeflächen ein Situationsplan erstellt wird. Immerhin sind in Neuendorf auch so noch 64 Prozent der Arbeitszeit eingespart worden.

Bei beiden Stichprobenverfahren fällt zudem die Arbeit für die Nutzungskontrolle weg, soweit sie nicht aus anderen Gründen beibehalten wird. Der Gesamtaufwand für die Kontrolle der Nutzung ist nicht leicht abzuschätzen.

#### *Bohrschäden*

Zum Aufwand müssen auch die von den Erhebungen verursachten Schäden gerechnet werden. Um die Frage der Holzschäden bei Zuwachsbohrungen

abzuklären, hat Herr Dr. L e n z , unser Holztechnologe, schon vor 6 Jahren einen langfristigen Versuch angelegt. Um die möglichen Schäden besser untersuchen zu können, wurde bis ins Zentrum gebohrt und die Bohrung wies zudem einen größeren Durchmesser auf. Trotzdem wird es möglich sein, die Größe der Verluste abschätzen zu können. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, daß die Baumarten sehr verschieden reagieren. Eichen und Buchen werden trotz der Desinfektion des Bohrers von Pilzen befallen, und das Holz wird dadurch deklassiert. Ähnlich schlimme Wirkungen sind für andere Laubhölzer zu erwarten. In wertvollen Laubholzbeständen fällt daher das Bohren vorläufig außer Betracht.

Bei der Tanne werden an sich harmlose Verfärbungen festgestellt, die aber Erstklass-Trämel unter Umständen deklassieren können. Bei der Fichte können solche Verfärbungen zwar auftreten, praktisch müssen Verluste bei der Fichte aber nicht in Betracht gezogen werden. Als nicht anfällig haben sich Föhre, Lärche und Douglasie erwiesen.

### *Datenverarbeitung*

Bei normaler Auswertung der Aufnahmeblätter wird die Stichprobenerhebung bedeutende Mehrarbeit verursachen. Dies ist deshalb besonders schwerwiegend, weil meist nicht genügend Hilfskräfte für solche Arbeiten zur Verfügung stehen.

Immer häufiger wird die Auswertung von Vollkluppierungen und desto mehr die von Stichprobenerhebungen maschinell durchgeführt. Die kantonalen Verwaltungen besitzen häufig zentrale Datenverarbeitungsanlagen, und zwar nicht nur einen mechanisch arbeitenden Lochkartenmaschinenpark, sondern eine elektronische Großrechenanlage, einen Computer. Die meisten dieser Anlagen sind nicht voll ausgelastet und könnten die bescheidenen Aufgaben der Forstdienste ohne weiteres übernehmen. Häufig sind auch Privatbetriebe in der Lage, solche Aufträge zu übernehmen.

Problematisch ist meistens nur der Anfang. Ein fruchtbare Zusammenarbeit zwischen Förstern, die nichts von einem Computer, und Fachleuten der Datenverarbeitung, die nichts von Forstwirtschaft verstehen, ist schwierig. Daher werden an der Versuchsanstalt gewisse Rahmenprogramme für die Auswertung von Vollkluppierungen und von Stichprobenerhebungen erstellt. Die einzelnen Forstdienste müssen dann nur noch ihre Sonderwünsche beifügen und diese Rahmenprogramme der Lochkartenabteilung abgeben.

Die elektronische Datenverarbeitung ist nicht teuer, sofern schon von Anfang an die ganze maschinelle Rechnerei zur vollen Befriedigung geplant wird. Für Vollkluppierung und für Stichprobenerhebungen sind die Kosten fast gleich groß.

Eine weitgehende Entlastung der Forstdienste von Rechnerarbeiten ist sehr erwünscht. Aber sogar die Interpretationsarbeit kann erleichtert werden, weil bei maschineller Verarbeitung viel übersichtlichere Tabellen verlangt werden können.

## **Folgerungen**

Zusammenfassend darf festgestellt werden, daß meist sowohl die Kontrollmethode als auch die Stichprobenerhebungen Resultate liefern können, die zur waldbaulichen und betrieblichen Planung genügen. Weder die Genauigkeitsunterschiede noch die Kosten sind derart, daß nur die Vollkluppierung oder nur eine der beiden Stichprobenmethoden in Frage käme.

Im ausgesprochenen Gebirgswald sind die Vorteile einer Stichprobenerhebung mit Zuwachsbohrungen groß. Einerseits, weil ein sehr großer Teil der Außenarbeit eingespart werden kann und andererseits, weil die hier besonders wichtigen Jungwuchsuntersuchungen ohne großen Mehraufwand hinzugefügt werden können. In besonders wertvollen Beständen wird man auf Bohrungen verzichten.

In denjenigen Waldungen, in denen die Kontrollmethode zu befriedigenden und interpretierbaren Resultaten führt, wird man sie mindestens vorläufig beibehalten.

Vielerorts aber genügt die Kontrollmethode, wie sie heute durchgeführt wird, den Erfordernissen der Planung nicht. Dort stellt sich die Frage, ob die Kontrollmethode ausgebaut werden kann oder ob es nicht schon heute eher möglich ist, die Anfangsschwierigkeiten bei der Einführung von Stichprobenerhebungen zu überwinden.

Diese Entscheidung wird mancherorts durch organisatorische Schwierigkeiten oder durch Vorurteile zugunsten dieser oder jener Methode gefällt werden. Doch vergessen wir nicht, daß weder die Kontrollmethode noch Stichprobenerhebungen zum Selbstzweck werden dürfen!

## **Résumé**

### **Comparaison de l'inventaire total et du relevé par échantillonnage**

Les conditions d'organisation, les frais, les possibilités et l'exactitude des résultats des relevés par échantillonnage d'une part, et des inventaires totaux pratiqués jusqu'à présent d'autre part, sont comparés à l'aide d'exemples concrets. Le problème est volontairement limité aux conditions suisses et à des relevés entrepris dans le cadre de l'entreprise forestière.

On constate qu'aussi bien les relevés par échantillonnage que les inventaires totaux livrent des résultats qui suffisent à la planification sylvicole et à la planification de l'entreprise. Cependant la méthode du contrôle, telle qu'elle est appliquée à l'heure actuelle, ne satisfait souvent pas aux exigences de la planification. Dans ce cas, on est placé devant le problème de savoir s'il est possible de réaliser les modifications d'organisation qui sont nécessaires à l'introduction des relevés par échantillonnage.

Les avantages d'un relevé par échantillonnage sont particulièrement grands dans la forêt de montagne, d'une part parce qu'il est possible de diminuer dans une large mesure les travaux à exécuter sur le terrain, et d'autre part parce que des études du rajeunissement, qui sont très importantes en terrain de montagne, peuvent y être incorporées sans grandes dépenses supplémentaires. Traduction *Farron*