

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

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 145 (1994)

**Heft:** 4

  

**Artikel:** Ein alternatives Stichprobenkonzept für das zweite schweizerische Landesforstinventar (LFI)

**Autor:** Köhl, Michael

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-766592>

### **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:** 03.05.2026

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

## Ein alternatives Stichprobenkonzept für das zweite schweizerische Landesforstinventar (LFI)

Von Michael Köhl

FDK 524.63: (494)

Der Beitrag gibt einen generellen Überblick über das Stichprobenkonzept des zweiten schweizerischen Landesforstinventars. Für die Entwicklung des Stichprobendesigns hatte die Permanenz und Kontinuität des LFI oberste Priorität. Die Vorgaben aus dem ersten LFI wurden soweit als möglich beibehalten, Änderungen wurden zur Steigerung der Effizienz vorgenommen.

Das erste LFI wurde von 1983 bis 1985 durchgeführt, 1988 erschienen die Resultate (EAFV, 1988). Das Ziel des ersten Landesforstinventars war die «grossräumige Zustandserfassung des gesamten Schweizer Waldes als Entscheidungsgrundlage für forstpolitische Massnahmen» (EAFV, 1988). Der Schwerpunkt lag auf der Beschaffung von Grundlageninformationen, wie Holzvorrat, Waldfläche, Waldzustand, Waldaufbau, Waldverjüngung sowie Erschliessung und Holzernte. Die Aussageeinheiten waren neben der gesamten Schweiz die fünf Produktionsregionen Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite.

Luftbilder (1:25 000, schwarz/weiss), topographische Karten, Feldaufnahmen und Umfragen waren die wichtigsten Datenquellen. Das Luftbild wurde zur Bestimmung der Waldfläche und für die Vereinfachung der Einmessung der terrestrischen Probeflächen verwendet. Über die gesamte Schweiz wurde ein 1 x 1 km Stichprobennetz gelegt, dessen Schnittpunkte im Luftbild nach quantitativen Kriterien den Klassen Wald und Nichtwald zugeteilt wurden (Sutter und Neustaedter, 1985). Etwa 29 % der 40 000 Gitterpunkte fielen auf Waldflächen. Die Waldflächen wurden in Normalwald und Gebüschwald klassiert, Feldaufnahmen fanden nur im Normalwald statt. Da Gebüschwald vor allem in schlecht erreichbaren Berggebieten vorkommt, hätte ein Waldentscheid ohne die Verwendung von Luftbildern einen wesentlichen Mehraufwand für die Felderhebungen erfordert.

Neben dem Waldentscheid und der Bestimmung von Normalwald und Gebüschwald wurden im ersten LFI aus den Luftbildern Referenzpunkte herausgemessen, die den Feldequipen zum Auffinden der Probeflächen dienen. Im Vergleich zu Referenzpunkten, die aus Landeskarten entnommen wurden,

konnte mit den Luftbildreferenzpunkten die Einmessdistanz im Durchschnitt halbiert werden. Die kürzeren Einmessdistanzen erlaubten eine genauere Bestimmung der Probezentren, was sich für das Wiederauffinden der Proben in Folgeinventuren positiv auswirken wird.

Knapp 11 000 Luftbildproben wurden als Normalwald klassiert und terrestrisch aufgenommen. Die terrestrische Stichprobeneinheit besteht aus zwei konzentrischen Probekreisen von 5 respektive 2 Aren und einer 50 x 50 m grossen Interpretationsfläche. Auf der letzteren wurden Daten zur Flächen- und Bestandesbeschreibung erhoben. Auf dem kleinen Probekreis wurden alle Bäume mit einem BHD ab 12 cm, auf dem grossen Probekreis alle Bäume mit einem Durchmesser von mindestens 36 cm registriert. Einige der Bäume auf der Probefläche wurden als Tarifprobebäume ausgewählt. Bei diesen Bäumen wurde neben dem BHD die Höhe und der Durchmesser in 7 m Höhe bestimmt. Im Probenzentrum wurde auf einem Probekreis mit 3 Meter Radius der Jungwald aufgenommen.

Für die Tarifprobebäume wurde das Volumen mit Volumenfunktionen berechnet, in die der BHD, die Höhe und der Durchmesser in 7 m Höhe als unabhängige Variablen einfließen. Mit diesen Einzelbaumvolumen wurden Tariffunktionen abgeleitet, bei denen der Vorrat der Einzelbäume eine Funktion des BHD ist. Diese Vorratstarife wurden zur Berechnung des Volumens aller Nichttarifprobebäume verwendet.

Die Stichprobeneinheit des ersten LFI wird im zweiten LFI nahezu unverändert übernommen. Lediglich der Jungwald wird nicht mehr im Zentrum der Probefläche aufgenommen, da dieser Bereich der Probefläche durch die Feldaufnahmegruppen gestört ist und dadurch Schäden an der Verjüngung nicht auszuschliessen sind.

Die wichtigsten Zielgrössen des zweiten schweizerischen Landesforstinventars werden der Zuwachs, bezogene Nutzung, Änderungen in der Waldfläche und der stehende Holzvorrat sein. Bei Beachtung der Ergebnisse des ersten LFI, dem Gesundheitszustand der schweizerischen Wälder und Naturkatastrophen in den Alpen wird die Erfassung der übrigen Funktionen intensiviert werden müssen (*Brassel, 1991*).

### **Stichprobenverfahren in Grossrauminventuren**

Das Stichprobendesign des zweiten LFI wird durch zwei Gesichtspunkte charakterisiert: (a) Die Anwendung der zweiphasigen Stichprobe zur Stratifizierung, die eine effizientere Verwendung des Luftbildes erlaubt und (b) die Erhebung von permanenten, bereits im ersten LFI aufgenommen Proben und den Ersatz eines Teils der permanenten Proben durch neue Proben.

Ursprüngliche Pläne, das Luftbild auch für die Erfassung des Vorrats zu verwenden, konnten im ersten LFI nicht realisiert werden. Die wachsenden

Informationsbedürfnisse, die mit dem Landesforstinventar abgedeckt werden müssen, sowie die hohen Personalkosten für die Feldaufnahme legen eine intensivere Verwendung des Luftbildes im zweiten LFI nahe. Kombinierte Inventuren können mit zwei verschiedenen Stichprobenverfahren realisiert werden:

1. Zweiphasige Stichprobenverfahren mit Regressionsschätzern und
2. Zweiphasige Stichprobenverfahren zur Stratifizierung

Bei zweiphasigen Stichprobenverfahren wird eine grosse Phase-1-Stichprobe aus den Luftbildern gezogen, auf denen eine kostengünstig zu erfassende Hilfsvariable erhoben wird. Innerhalb der Luftbildproben wird eine Unterstichprobe oder Phase-2-Stichprobe gezogen. Diese Proben werden im Wald aufgesucht und dort die Zielvariablen erhoben. Die dazu erforderlichen Schätzprozeduren werden bei *Cochran* (1977) beschrieben.

Zur Bestimmung des Zustandes und der Veränderungen bei Stichproben zu aufeinanderfolgenden Zeitpunkten führten *Stott* und *Ryan* (1939) das sogenannte Continuous Forest Inventory (CFI) System ein. CFI benutzt Beobachtungen auf den gleichen, wiederholt aufgenommenen Probeflächen zu beiden Zeitpunkten. Eine spezielle Anwendung dieses Verfahrens ist die von *Schmid* (1967) entwickelte Kontrollstichprobe. *Ware* und *Cunia* (1962) entwickelten eine Technik, die auf dem teilweisen Ersatz von Probeflächen (Sampling with Partial Replacement, SPR) beruht. Ein Teil der Probeflächen des ersten Zeitpunktes wird wieder aufgenommen, und eine unabhängige Stichprobe von neuen Proben zum zweiten Zeitpunkt erhoben (*Köhl*, 1990). Falls keine neuen Proben ausgewählt werden, geht SPR in CFI über.

Die Schätzprozeduren bei SPR können in drei Schritten zur Schätzung des Zustandes unterteilt werden (*Bickford et al.*, 1963):

1. Ein Schätzwert basierend auf den neuen Probeflächen.
2. Ein Schätzwert basierend auf einem Regressionsupdate aller Probeflächen des ersten Zeitpunktes.
3. Kombination der beiden Schätzwerte.

Es sollten genügend permanente Proben zur Bestimmung des Zuwachses verfügbar sein und – falls notwendig – zusätzliche temporäre Proben erhoben werden, damit die höhere Genauigkeit zur Schätzung des Zustandes garantiert werden kann.

Das Konzept permanenter Erhebungen setzt voraus, dass die permanenten Probeflächen repräsentativ für die Befundeinheit sind. Um dies zu garantieren und um mögliche Einflüsse durch die Bewirtschaftung auszuschliessen, sollte die exakte Lokalisation der terrestrischen Probeflächen dem lokalen Forstdienst nicht bekannt sein. Da im LFI kaum von verdeckten Proben ausgegangen werden kann (*Köhl*, 1990), müssen zur Sicherstellung der Repräsentativität der Ergebnisse im zweiten LFI temporäre Proben aufgenommen werden.

Unter anderem haben Scott (1986) und Köhl (1992) verschiedene Probleme bei der Anwendung von SPR beschrieben. Nach mehreren Inventurzeitpunkten werden die Prozeduren sehr unhandlich (Scott und Köhl, 1994). Zum zweiten Inventurzeitpunkt werden drei Gruppen von Probeflächen für die Schätzprozeduren verwendet: neue Probeflächen, wieder aufgenommene Probeflächen und alte Probeflächen. Zum dritten Inventurzeitpunkt müssen sieben verschiedene Gruppen von Probeflächen betrachtet werden. Die Komplexität nimmt somit mit der Anzahl Beobachtungen zu. Scott (1986) schlägt vor, nur die Proben der letzten beiden Inventurzeitpunkte zur Schätzung von Veränderungen zu verwenden.

Resultate von Forstinventuren werden auch für Untereinheiten hergeleitet, zum Beispiel einzelne Baumarten, Besitzkategorien oder Entwicklungsstufen. Diese Resultate werden üblicherweise in Tabellenform dargestellt. Bei der Verwendung der SPR-Schätzer werden die Zellenwerte der Tabellen unabhängig voneinander geschätzt. Die Addition der Zellenwerte führt nicht notwendigerweise zu den Zeilen- und Spaltensummen, d.h. es resultieren nicht-additive Tabellen. Diese Tatsache ist Statistikern durchaus geläufig, wird aber von den Verwendern der Inventurresultate nur schwer akzeptiert werden. Daher müssen die Zellenwerte der Tabellen adjustiert werden. Zur Adjustierung von Tabellenzellen wurden verschiedene Methoden entwickelt (siehe zum Beispiel *Li und Schreuder, 1985, Green, Köhl und Strawderman, 1991*); diese Prozeduren sind aber sehr kompliziert und können zu verzerrten oder unpräzisen Schätzwerten führen.

Die oben gezeigten Probleme führten dazu, dass im zweiten LFI auf die Anwendung von SPR-Schätzprozeduren verzichtet wird. Dennoch werden zur Sicherstellung und Überprüfung der Repräsentativität des LFI neben den permanenten Proben des ersten LFI neue Probeflächen aufgenommen.

Bei zweiphasigen Inventuren werden in der ersten Phase resp. Erhebungsebene Hilfsvariablen erfasst, in der zweiten Phase die Zielvariable, das heisst die eigentliche, interessierende Variable, zum Beispiel der Vorrat. Die Hilfsvariablen aus dem Luftbild müssen einfacher und kostengünstiger zu erfassen sein als die Zielvariable, da in der ersten Phase mehr Proben aufgenommen werden als in der zweiten Phase. Zweiphasige Stichproben erlauben in der Regel gegenüber rein terrestrischen Erhebungen eine kostengünstigere Erfassung der Zielvariablen bei gleicher Genauigkeit.

Bei kombinierten Inventuren zur Holzvorratsschätzung werden in der ersten Phase Luftbildproben aufgenommen; in der zweiten Phase erfolgt die Erhebung des stehenden Holzvorrates durch die Messung von Einzelbäumen auf Waldproben.

Bei zweiphasigen Stichproben mit Regressionsschätzern wird in der ersten Phase, das heisst im Luftbild, der Holzvorrat durch Luftbildvolumenfunktionen geschätzt und diese Hilfsvariable über Regressionsbeziehungen mit dem gemessenen Vorrat der terrestrischen Proben in Beziehung gesetzt.

Bei zweiphasigen Stichproben zur Stratifizierung wird ebenfalls eine Hilfsvariable auf der ersten (Luftbild) und die Zielvariable auf der zweiten Ebene (terrestrische Stichprobe) erfasst. Im Gegensatz zur zweiphasigen Stichprobe mit Regressionsschätzern wird als Hilfsvariable im Luftbild keine quantitative Grösse bestimmt. Die Hilfsvariable dient einzig dazu, eine Stichprobeneinheit einem Stratum zuzuordnen. Dieses Stichprobenverfahren ist der stratifizierten Stichprobe sehr ähnlich, allerdings werden geschätzte Stratengrössen im Gegensatz zu bekannten Stratengrössen verwendet. Dieser Aspekt ist bei der Verwendung des Luftbildes von entscheidender Bedeutung, da die einzelnen Stratengrössen nicht durch die Delinierung und anschliessende Flächenmessung exakt bestimmt werden müssen. Die auf den Luftbildproben bestimmten Stratengewichte werden für die weiteren Berechnungen verwendet.

### **Das vorgeschlagene, alternative Stichprobendesign für das LFI**

Das Stichprobendesign für das zweite Schweizer Landesforstinventar hat verschiedene Anforderungen zu erfüllen. Neben der Kosteneffizienz muss das Design flexibel genug sein, um die Kontinuität der Nationalinventur sowie intensivere, kantonale Inventuren zu gewährleisten. Das vorgeschlagene Stichprobendesign hat zwei wesentliche Gesichtspunkte:

1. Die Anwendung der zweiphasigen Stichprobe zur Stratifizierung wird den effizienteren Gebrauch von Luftbildern ermöglichen.
2. Die terrestrischen Erhebungen werden auf permanenten und neuen (temporären) Proben erfolgen.

#### *Die Luftbildinterpretation*

Im zweiten LFI wird das Luftbild intensiver angewendet als im ersten. Schwarzweiss-Luftbilder in einem Massstab von 1:25 000 werden vom eidgenössischen Bundesamt für Landestopographie angeboten, das Befliegungen für die gesamte Landesfläche in einem 6-Jahres-Zyklus durchführt. Die Flugdaten und die Massstäbe der Luftbilder sind festgelegt und damit eine wichtige Randbedingung für das kombinierte, zweiphasige Inventursystem.

Die Luftbildinterpretation im zweiten LFI wird mit zwei analytischen Stereoauswertegeräten der Firma LEICA durchgeführt. Die Walddefinition des ersten LFI wird unverändert beibehalten, so dass die Basis für flächenbezogene Resultate gleich bleibt und Flächenänderungen nicht durch eine geänderte Erfassungsmethode verfälscht werden.

Durch die Anwendung eines zweiphasigen Stichprobenverfahrens kann die Anzahl Waldproben bei gleichbleibendem Schätzfehler verringert werden (Sutter, 1990, Köhl und Sutter, 1991).

## Felderhebungen

Die Waldproben oder Phase-2-Proben sind eine Unterstichprobe der Phase-1-Luftbildproben innerhalb jedes Stratum. Die Zuteilung der Waldproben zu den einzelnen Straten kann nach verschiedenen Regeln erfolgen. So können beispielsweise die Proben nach der «Wichtigkeit» oder «Bedeutung» der Straten verteilt werden. Bei permanenten Inventuren gibt es Gesichtspunkte, die gegen eine andere als die proportionale Allokation, das heisst die Verteilung nach der Fläche der Straten, sprechen:

- Es ist unklar, ob die Straten über die Zeit konstant bleiben.
- Die Zielvariablen können sich ändern.
- Die Integration von kantonalen Forstinventuren mit einer erhöhten Stichprobenintensität ist schwieriger.
- Die optimale Allokation für eine Zielvariable kann für andere Variablen suboptimal sein.
- Die Flexibilität des Designs für Folgeinventuren ist begrenzt.

Die Allokation der terrestrischen Probeflächen in den Straten erfolgt somit in direkter Proportion zu den Stratengewichten, obwohl bei Mehrzweckinventuren eine andere, nicht-proportionale Allokation für einzelne Variablen effizienter sein kann.

Beim Vergleich der Fehlerkomponenten des ersten LFI wurde festgestellt, dass das Stichprobendesign sehr sensitiv auf Verzerrungen ist (Gertner und Köhl, 1992). Verzerrungen können grossteils der Volumenschätzung zugeordnet werden. Daher werden die Methoden zur Volumenermittlung überarbeitet (Kaufmann, 1992).

## Schätzprozeduren

Bei SPR werden alle drei Typen von Probeflächen – neue, alte und wiederholt aufgenommene – zur Schätzung von Zustandswerten und Veränderungen verwendet. Zur Vermeidung der Probleme, die bei der Anwendung von SPR entstehen, werden zur Schätzung des Zustandes nur die wiederholt aufgenommenen und die neuen Proben verwendet. Nur die wiederholt aufgenommenen Proben werden zur Schätzung von Zustandsveränderungen herangezogen. Ein Update von alten, nicht wieder aufgenommenen Proben wird nicht erfolgen. Diese Schätzprozeduren sind weniger effizient als die SPR-Prozeduren. Der Nachteil der geringeren Effizienz wird allerdings kompensiert durch die Einfachheit und Praktikabilität der vorgestellten Schätzprozeduren. Keine Regressionsschätzung und keine Adjustierung von Tabellen ist notwendig, wodurch die Auswertung wesentlich vereinfacht wird. Die Inventurergebnisse werden zuverlässiger und intuitiv einfacher zu verstehen sein.

Die Inventurresultate werden zunächst für die fünf Produktionsregionen hergeleitet und anschliessend zu Gesamtaussagen für die Schweiz zusammengefasst (Köhl, in Vorbereitung).

### *Kantonale Inventuren*

Das Design ist flexibel für eine Intensivierung der Stichproben auf kantonaler Basis. Das Verhältnis zwischen wiederholt aufgenommenen Probestflächen und neuen Probestflächen kann bei kantonalen Inventuren verändert werden, wodurch einzelne Kantone unterschiedliche Genauigkeiten für die Schätzung von Zuwachs oder Veränderungen spezifizieren können. Wird ein Schwerpunkt auf die Schätzung von Zustandsveränderung gelegt, muss der Anteil von wiederholt aufgenommenen Proben gross sein. Resultate für Kantone können auf drei verschiedene Arten realisiert werden:

1. Keine zusätzlichen Proben. Zuverlässige Resultate können nur für grosse Kantone hergeleitet werden.
2. Keine zusätzlichen Feldaufnahmen, nur zusätzliche Luftbildproben. Dieses Vorgehen wird für mittelgrosse Kantone vorgeschlagen und bringt den Vorteil, dass die Kantone keine eigenen zusätzlichen Erhebungen durchführen müssen.
3. Zusätzliche Luftbild- und Feldproben für kleine Kantone.

## **Résumé**

### **Un plan de variantes d'échantillonnage destinées au deuxième inventaire forestier national suisse**

Le plan d'échantillonnage du deuxième inventaire forestier national se caractérise par l'application d'une triple méthode: l'échantillonnage à deux phases destiné à la stratification, le relevé des placettes permanentes du premier IFN et le relevé de placettes temporaires (nouvelles). L'estimation de l'état de la forêt se fonde sur les renseignements fournis par les placettes permanentes et temporaires et les modifications de cet état s'observent sur les placettes permanentes.

La méthode d'estimation utilisant les relevés aériens permet de réduire le nombre de placettes en forêt sans pour autant augmenter la marge d'erreur d'appréciation. Cette méthode améliore considérablement l'efficacité de l'IFN.

Le plan présenté dans cette étude assure une valorisation simple et efficace des données de l'inventaire; il permet d'intensifier l'échantillonnage afin de l'utiliser à titre d'inventaire cantonal; il sera facilement applicable lors des inventaires ultérieurs ce qui signifie que même en cas de modification des variables cibles, la constance et la représentativité de l'IFN subsistent.

## Literatur

- Bickford, W. G., Mayer, C. E., Ware, K. D. (1963): An Efficient Sampling Design for Forest Inventory: the Northeastern Forest Resurvey. *Jou. For.*, 61: 826–833.
- Brassel, P. (1991): The Second Swiss National Forest Inventory: Retrospect, Aims, Planning. In: M. Köhl, D.R. Pelz, (eds.): Forest Inventories in Europe with Special Reference to Statistical Methods, Proceedings of the Int. IUFRO S.4.02 and S.4.06 Symposium, May 14–16, 1990, Birmensdorf, Switzerland: 20–26.
- Cochran, W. G. (1977): Sampling Techniques, J. Wiley & Sons, New York, 428 p.
- EAFV (1988): Schweizerisches Landesforstinventar: Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986. Eidg. Anst. Forstl. Versuchswes., Bericht No 304.
- Gertner, G., Köhl, M. (1992): An assessment of some nonsampling errors in a national survey using an Error Budget, *Forest Sci.*, Vol 38 (3): 525–538.
- Green, E. J., Köhl, M., Strawderman, W. E. (1992): Improved Estimates for Cell Values in Two-Way Tables, *Biometrie und Informatik in Medizin und Biometrie* 23 (1): 24–30.
- Kaufmann, E. (1992): Tree volume estimation and sample tree selection in the Swiss NFI, Ilvesalo Symposium, National Forest Inventories, Finland, August 17–21, 1992.
- Köhl, M. (1990): Stichprobenkonzepte für Folgeinventuren, *Schweiz. Z. Forstwesen* 141 (9): 745–755
- Köhl, M. (1992): Proposed Sampling Design for the Second Swiss National Forest Inventory, Proceedings of the IUFRO-Conference «Integrating Forest Information over Space and Time», January, 13–17, 1992, Canberra, Australia.
- Köhl, M. (in Vorbereitung): Statistisches Design für das zweite Schweizer Landesforstinventar: Ein Folgeinventurkonzept unter Verwendung von Luftbildern und terrestrischen Aufnahmen, Mitteilungen der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- Köhl, M., Sutter, R. (1991): Verwendung von Luftbildern zur Holz-Vorratsschätzung im Schweizer Landesforstinventar (LFI). *Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung* 59 (5): 165–176.
- Li, H. G., Schreuder, H. T. (1985): Adjusting Estimates in Large Two-Way Tables in Surveys. *Forest Sci.* 31: 366–372.
- Schmid, P. (1967): Die Weiterentwicklung der Leistungskontrolle in der Schweiz, *Wiss. Zeitschrift d. techn. Univ. Dresden*, Jg. 16/2.
- Scott, C. T. (1986): An Evaluation of Sampling with Partial Replacement. In: Use of Auxiliary Information in Natural Resource Inventories, Proceedings, October, 1 and 2, 1985, Blacksburg, Virginia, SAF Publications No. SAF 86–01.
- Scott C. T., Köhl, M. (1994): Sampling with Partial Replacement and Stratification, *Forest Sc.*, 40 (1).
- Stott, C. B., Ryan, E. J. (1939): A Permanent Sample Technique Adapted to Commercial Timber Stands. *Jour. For.*, 37: 347–349.
- Sutter, R. (1990): Increasing Efficiency in Volume Estimation by the Combination of Aerial and Terrestrial Samples in the Swiss NFI, in: R. Sylvander (Ed.), Proceedings of the IUFRO/SNS Workshop, 16–28 February 1990, Umea, Swedish University of Agricultural Science, Report 4.
- Sutter, R., Neustaedter, W. (1985): The Application of Aerial Photographs in the Swiss NFI, in: Pelz, D. R., Cunia, T. (eds.): National Forest Inventories in Europe, *Mitt. Abt. Forstl. Biometrie, Freiburg* 85–3: 225–263
- Ware, K.D., Cunia, T. (1962): Continuous Forest Inventory with Partial Replacement of Samples. *Forest Sci.*, Monograph 3, 40 p.

Verfasser: PD Dr. Michael Köhl, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.