

# Landesforstinventar (LFI) als Informationsbasis für die Waldentwicklungsplanung (WEP?)

Autor(en): **Bachmann, Peter / Brassel, Peter / Köhl, Michael**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **146 (1995)**

Heft 12

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-767012>

## **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.

# Landesforstinventar (LFI) als Informationsbasis für die Waldentwicklungsplanung (WEP)?

Von Peter Bachmann, Peter Brassel, Michael Köhl und Daniel Mandallaz

*Keywords:* National forest inventories, forest planning, Switzerland.

FDK 524.6: 624: 911: (494)

## 1. Einleitung

Die Kantone der Schweiz überarbeiten zur Zeit ihre kantonalen Waldgesetze und Planungsvorschriften. Es zeichnet sich ab, dass praktisch überall ein zweistufiges Planungskonzept gewählt wird, das die Ausführungsplanung auf der Ebene Waldeigentümer mit einer strategischen Planung auf der Ebene Forstbehörde überlagert. Die neue Planung wird als Waldentwicklungsplanung (WEP) bezeichnet. Sie ist das forstpolitische Führungsinstrument des staatlichen Forstdienstes und gilt flächendeckend für das Gebiet einer Region, eines Forstkreises oder eines Kantons, also etwa für 3000 bis 12 000 ha (höchstens jedoch für 20 000 ha) Wald. Die Waldentwicklungsplanung legt behördenverbindlich die Prioritäten der Waldbehandlung fest (Gebote, Verbote, Finanzhilfen, Abgeltungen usw.) und kontrolliert die wichtigsten Nachhaltigkeitskriterien (*Bernasconi, 1995*).

Die Vorgaben der Waldentwicklungsplanung werden in der Ausführungsplanung parzellenscharf und eigentümerverbindlich konkretisiert. Dafür kommen beispielsweise Verfügungen, Verordnungen, Verträge, Vorprojekte oder Sondernutzungspläne in Frage. Auch forstliche Betriebspläne sind dafür geeignet; in erster Linie sind diese aber als betriebliches Führungsinstrument gedacht und dienen einer optimierten Leistung im verbleibenden Freiraum des Waldeigentümers.

Mit der Waldentwicklungsplanung ist eine neue Planungsebene geschaffen worden, die der ausserordentlich wichtigen Kontrolle der Nachhaltigkeit aller Waldfunktionen dient. Dafür braucht es bestimmte Informationen, die in genügender Genauigkeit kostengünstig beschafft werden müssen. Neben einer Auswahl aus den bereits vorhandenen Informationen braucht es neue

Erhebungen in Form von Befragungen (z. B. Ansprüche an den Wald), Kartierungen (Standorte, Entwicklungsstufen, Funktionstauglichkeit) oder Stichprobenerhebungen (z. B. Vorrat, Zuwachs, Waldwirkungen). Die geforderte Genauigkeit richtet sich nach dem Verwendungszweck der Informationen.

## 2. Ziele von Regionalinventuren (RI)

RI haben das Ziel, den Zustand und die Entwicklung des Waldes zu erfassen, um damit die in der WEP benötigten Informationen bereitzustellen.

Der Unterschied zwischen Regionalinventuren und dem LFI liegt nicht im Methodischen, sondern einzig in der Grösse der Auswertungseinheiten, in der Stichprobendichte und im Merkmalskatalog. Die Definition der Auswertungseinheiten richtet sich nach den regionalen Bedürfnissen sowie nach der angestrebten Genauigkeit der Schätzung der Zielgrössen und der verfügbaren Mittel.

Das LFI ist primär als forstpolitisches Führungsinstrument des Bundes konzipiert und hat das Ziel, den Zustand und die Entwicklungen im Schweizer Wald repräsentativ und detailliert zu erfassen. Neben der Überwachung der Nachhaltigkeit auf nationaler Ebene werden mit dem LFI die entsprechenden internationalen Verpflichtungen der Schweiz eingehalten.

Die Zielgrössen sowohl für RI als auch für das LFI sind unter anderem Waldfläche, Waldzustand, Bestandesaufbau, Jungwald, Vorrat, Zuwachs, Stabilität, Artenvielfalt. Es sind beliebige räumliche und thematische Auswertungseinheiten möglich, also auch Kantone, Forstkreise und problemspezifische Gebiete. Das LFI beschränkt sich aber nicht allein auf die Erfassung der Produktionsfunktion. Im ersten und zweiten LFI umfasst der Merkmalskatalog auch ökologische und naturschützerische Informationen (siehe unter anderem *Brändli*, 1995).

RI liefern nicht nur wichtige Informationen für die Waldentwicklungsplanung, sondern können auch für die Betriebsplanung verwendet werden. Die auf Luftbildinterpretation basierenden Bestandeskarten müssen allerdings terrestrisch verifiziert werden. Zudem braucht es Ergänzungen wie Stabilitätsbeurteilungen und waldbauliche Planung. Wo höhere Genauigkeitsanforderungen gestellt werden, kann nicht auf eigentliche Betriebsinventuren verzichtet werden.

Mit RI können Informationen kostengünstig beschafft werden. Das statistische Design, die Aufnahmemethoden und der Merkmalskatalog müssen nicht einzeln entwickelt, sondern können vom LFI übernommen werden. Damit ist auch die Vergleichbarkeit der Resultate aus verschiedenen Regionalinventuren gegeben.

### 3. Methoden

Das erste Landesforstinventar ist die erste gesamthafte Erhebung der Waldressourcen der Schweiz, die auf Stichprobenverfahren basiert. Etwa 48 000 Probeflächen wurden systematisch über die gesamte Landesfläche verteilt. Zunächst wurde auf Luftbildern ein Wald-/Nichtwaldentscheid durchgeführt. Dieser Arbeitsschritt diente einerseits zur Feststellung des Bewaldungsprozentes der Schweiz und der fünf Produktionsregionen (Jura, Mittelland, Voralpen, Alpen und Alpensüdseite), andererseits der Bestimmung der Proben, die von Feldaufnahmeequipen aufzusuchen sind. Durch diese Vorauswahl konnten die unproduktiven Zeiten für das Aufsuchen von nichtbewaldeten Proben drastisch reduziert werden. Versuche, Informationen der Luftbilder und der Waldproben mit Hilfe von statistischen Ansätzen zu kombinieren und damit die Genauigkeit der Resultate zu erhöhen, scheiterten im ersten LFI.

In einer intensiven Pilotstudie zur Vorbereitung des ersten LFI wurden Festkreise, konzentrische Kreise, Linienproben und Winkelzählproben als mögliche terrestrische Stichprobeneinheiten untersucht. Die Wahl fiel auf konzentrische Kreise mit 200 bzw. 500 m<sup>2</sup> Fläche. Ausschlaggebend für diese Wahl war vor allem der Aufwand bei der Datenerhebung (*Mahrer, Vollenweider, 1983*). Im Gegensatz zur von Schmid-Haas entwickelten Kontrollstichprobe (*Schmid-Haas et al., 1993*) wurden keine festen Probekreise verwendet, da die Anzahl aufzunehmender Bäume in stammzahlreichen Beständen mit schwachen Durchmessern ( $d_{1,3}$ ), niedrig gehalten werden sollte. Bei Folgeinventuren stellt sich bei konzentrischen Kreisen allerdings das Problem der Bäume, die zwischen zwei Aufnahmen die Kluppschwelle zwischen dem kleineren und dem grösseren Kreis überwachsen und somit ihre Auswahlwahrscheinlichkeit und damit ihren Hochrechnungsfaktor ändern (siehe hierzu auch *Köhl, 1994*). Dieses Problem tritt bei permanenten Winkelzählproben in allen Durchmesserklassen auf, d.h. die Aufnahmewahrscheinlichkeit ändert sich nicht nur in einem engen Durchmesserbereich, sondern über das gesamte Durchmesserspektrum. Die unterschiedlichen Aufnahmewahrscheinlichkeiten zwischen zwei Inventurzeitpunkten können nur durch komplexe statistische Prozeduren ausgeglichen werden, so dass feste und konzentrische Kreise für Folgeinventurkonzepte aufgrund ihrer einfacheren statistischen Eigenschaften den permanenten Winkelzählproben überlegen sind.

Neben der Wahl systematisch verteilter Proben und des (konzentrischen) Festkreises bestehen weitere Ähnlichkeiten zwischen der Kontrollstichprobe von Schmid-Haas und dem LFI. So wurde beispielsweise das Verfahren zur Voluminierung von Einzelbäumen, die Messung des oberen Stammdurchmessers mit der Finnenkluppe und die Baumhöhenmessung mit geringen Modifikationen von der Kontrollstichprobe übernommen.

Im zweiten LFI zwangen vor allem zusätzliche Informationsbedürfnisse und Budgetkürzungen zu einer Überarbeitung des Inventurdesigns. Zur

Erhöhung der Kosteneffizienz wird das Luftbild als Datenquelle stärker als im ersten LFI genutzt. Die Anzahl der Luftbildproben wurde um den Faktor 4 erhöht, so dass nunmehr rund 160 000 Luftbildproben interpretiert werden. Zusätzlich zum Wald-/ Nichtwaldentscheid werden im Luftbild stratifizierende Merkmale wie Mischungsgrad, Deckungsgrad oder Entwicklungsstufe erhoben. Diese Daten werden mit den terrestrisch erhobenen Informationen über den statistischen Ansatz der zweiphasigen Stichprobe zur Stratifizierung verbunden. Hierdurch konnte die Kosteneffizienz des LFI entscheidend verbessert werden. Obwohl die Anzahl der Waldproben um annähernd fünfzig Prozent reduziert wurde, wird für Schlüsselattribute wie Vorrat, Stammzahl oder Basalfläche die gleiche Genauigkeit erreicht wie im ersten LFI. Trotz dieser methodischen Veränderungen bleibt auch im zweiten LFI die Verwandtschaft zur Kontrollstichprobe erhalten: die Zuwachsschätzung basiert ebenfalls nur auf den permanenten Proben. Die Vorteile dieses Ansatzes wurden von Schmid-Haas wiederholt deutlich dargelegt (*Schmid-Haas*, 1989 und 1992).

#### **4. Optimierung des Stichprobendesigns für Regionalinventuren**

Die statistischen Methoden des LFI lassen sich auch für Regionalinventuren verwenden. Da das LFI auf die Herleitung von Resultaten für die gesamte Schweiz und die fünf Produktionsregionen ausgerichtet ist, können Resultate für kleinere Aussageeinheiten nur mit einem vergleichsweise hohen Stichprobenfehler berechnet werden. Daher muss die Aufnahmeintensität bei der Anwendung auf kleinere Aufnahme-regionen erhöht werden, wofür drei Alternativen zur Verfügung stehen:

- a) Erhöhung der Anzahl von Waldproben ohne Verdichtung der Luftbildproben,
- b) Erhöhung der Anzahl Waldproben und der Anzahl Luftbildproben,
- c) Erhöhung der Anzahl Waldproben bei Verzicht auf die Luftbildinterpretation.

Im letztern Fall geht das statistische Design des zweiten LFI in das Design der Kontrollstichprobe über. Die Entscheidung über die Optimierung des Designs hängt im wesentlichen von den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln und der gewünschten Genauigkeit ab. In der Regel wird die zweite Alternative (Erhöhung der Anzahl Waldproben und der Anzahl Luftbildproben) bei gleichen Kosten zur grössten Genauigkeit führen. Im LFI wurde eigens für die Optimierung von Stichprobenverfahren für Regionalinventuren ein Programm entwickelt (*Scott und Köhl*, 1993), mit dem für verschiedene regionale Waldstrukturen und Aufnahmeaufwände für Felderhebungen die kostengünstigste Variante bestimmt werden kann. Das Verfahren wurde von

Köhl *et al.* (1994) am Beispiel der Kostenoptimierung des LFI beschrieben. Da sämtliche im LFI erhobenen Informationen für Regionalinventuren zu Verfügung gestellt werden können, ist das LFI auch eine Vorinvestition für Regionalinventuren.

## 5. Geostatistische Auswerteverfahren

Die Verwendung geostatistischer (modellabhängiger) Verfahren ist eine zukunftsfrüchtige Alternative zu den klassischen (designabhängigen) Methoden. Der interessierte Leser findet eine kurze Einführung in die Geostatistik in Kapitel 5 des Aufsatzes von D. Mandallaz in dieser Nummer der Schweizerischen Zeitschrift für Forstwesen (Mandallaz, 1995). Gegenüber den klassischen Verfahren bringt die Geostatistik einige Vorteile:

1. Kleinere Schätzfehler, vor allem für kleine Gebiete.
2. Die Auswertung ist weitgehend unabhängig vom Stichprobenplan, so dass allfällige Änderungen des Designs relativ problemlos sind.
3. Die Darstellung der Resultate mit Karten (Kriging and error maps) ist aufschlussreicher als simple Punktschätzungen und kann in GIS weiterverwendet werden.

Die Geostatistik hat leider auch einige Nachteile:

1. Die Modellierung der räumlichen Autokorrelation (Variogramm) jeder Zielvariablen ist keine einfache Aufgabe, welche zudem relativ grosse Stichproben, in der Regel mit Traktstrukturen, erfordert. Man wird daher vermutlich oft auf Erfahrungsvariogramme zurückgreifen müssen.
2. Die Berechnungen sind viel komplexer und aufwendiger.
3. Die optimalen Schätzer liefern keine additiven Tabellen, was bei Nicht-Statistikern meistens auf Ablehnung stösst.

Aus heutiger Sicht scheint deshalb der Einsatz geostatistischer Verfahren auf spezifische, besonders wichtige Anwendungen beschränkt zu bleiben und wird bei Routine-Auswertungen die viel einfacheren klassischen Verfahren kaum verdrängen können.

## 6. Das Landesforstinventar für Regionalinventuren

Mit den Methoden und Daten des LFI in Regionalinventuren können Synergien genutzt und Kosten reduziert werden.

Die LFI-Daten der beiden Inventurperioden 1983 bis 1985 und 1993 bis 1995 stehen für Regionalinventuren zur Verfügung. Damit können bereits bei



einer ersten Regionalinventur Veränderungen des Waldzustandes ausgewiesen und die bezogene Nutzung und der Zuwachs berechnet werden. Netzverdichtungen in Regionalinventuren werden bereits bei einer ersten Erhebung einen höheren Detaillierungsgrad der Zustandserfassung erlauben, als dies mit dem groben Netz des LFI möglich ist. Mit weiteren Inventuren können auch die Zustandsveränderungen, der Zuwachs und die bezogene Nutzung für kleine Aussageeinheiten detailliert berechnet werden.

Von primärem Interesse für Regionalinventuren sind die Wald/Nichtwaldentscheide aus dem Luftbild sowie die Flächendaten und die Einzelbaumdaten aus den beiden terrestrischen Erhebungen (*Tabellen 1 und 2*).

*Tabelle 1. Terrestrische Netze LFI-1 und LFI-2.*

<i>Netze</i>	<i>LFI-1</i> <i>1,0*1,0 km</i>	<i>LFI-2</i> <i>1,4*1,4 km</i> <i>4,0*4,0 km</i>
Flächendaten	*	*
Einzelbaumdaten	*	*
Jungwalddaten	*	*
Waldrand	—	*
Erschliessung	*	*

*Tabelle 2. Luftbildnetze LFI-1 und LFI-2.*

<i>Netze</i>	<i>LFI-1</i> <i>1,0*1,0 km</i>	<i>LFI-2</i> <i>1,4*1,4 km</i> <i>4,0*4,0 km</i>	<i>LFI-2</i> <i>0,5*0,5 km</i>
Wald-/Nichtwald	*	*	*
Fixpunkte	*	*	—
Mischungsgrad	—	*	*
Entwicklungsstufe	—	*	*
Kleingehölze	—	*	—

Die terrestrische Inventur ist aufwendig. Der Gesamtaufwand ist von der Netzdichte, den topographischen Verhältnissen, der Erschliessung des Waldareals, der Erfahrung des Personals, vom Lohn, vom Ersatz von Auslagen und vom Merkmalskatalog abhängig.

Im LFI werden für Ausbildung, Training, Kontrolle, Dienstfahrten rund 20%, für Vorbereitung, Anmarsch, Einmessung, Versicherung rund 40% und für die Aufnahme rund 40% der Zeit verwendet. Somit vermindert eine Reduktion des Merkmalskataloges den Gesamtaufwand nur unwesentlich. Auf der Probefläche fallen die Erhebungen am Einzelbaum, die Jungwaldaufnahme und die Waldrandbeschreibung am stärksten ins Gewicht.

Trotz der erwähnten Flexibilität des LFI hinsichtlich Design und Merkmalskatalog muss für einen Einbezug der Daten der landesweiten Inventur in

die RI eine Voraussetzung erfüllt sein: die Merkmalsdefinitionen müssen vom LFI übernommen werden, da sonst die Vergleichbarkeit nicht gegeben ist.

## **7. Folgerungen und Ausblick**

Waldentwicklungsplanung ist grundsätzlich auch ohne neue Stichprobenerhebungen möglich, wie einzelne Fallbeispiele zeigen. Man kann Daten aus vorhandenen Betriebsinventuren zusammentragen (und die damit verbundenen Nachteile in Kauf nehmen) oder für die strategische Planung auf viele quantitative Grössen verzichten. Normalerweise bedingt eine neue Planungsebene aber neue Informationen und folglich neue Inventuren. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn wichtige Nachhaltigkeitsgrössen auf der Ebene WEP kontrolliert werden sollen.

Die Verdichtung des LFI zu Regionalinventuren ist eine sichere und kostengünstige Lösung für viele Informationsprobleme der Waldentwicklungsplanung. Der Merkmalskatalog und die Methoden für die Aufnahme, die Auswertung sowie für die Datensicherung sind entwickelt und werden stets auf dem neuesten Stand gehalten. Überregionale Vergleichsmöglichkeiten erhöhen die Sicherheit bei der Interpretation der Resultate.

Die Einführung von RI kann in vielen Fällen zum Verzicht auf Betriebsinventuren führen. Einerseits ist die notwendige Begrenzung der Planungskosten dafür verantwortlich, andererseits dürften die Daten der RI gerade in den zahlreichen kleinen bis mittelgrossen Betrieben für die Betriebsplanung genügen. Wo allerdings eine intensive Bewirtschaftung auf genaue Planungs- und Kontrollgrössen angewiesen ist, braucht es eigentliche Betriebsinventuren.

So ist eine wichtige Aufgabe der WSL, die methodischen Fragen der RI abzuklären und bei deren Einführung in den Kantonen beratend mitzuwirken. Erste diesbezügliche Arbeiten sind im Gange. Wieweit die Kantone selbst oder Dritte bei der Durchführung zu beteiligen sind, muss noch diskutiert werden.

Die vorgestellte Lösung ist nur eine der verschiedenen Möglichkeiten der Informationsbeschaffung für die forstliche Planung. Die Inventurmethode des LFI lassen sich auch für Betriebsinventuren anpassen, und die in der Schweiz verbreitete Kontrollstichprobenmethode nach Schmid-Haas lässt sich ebenfalls bei RI einsetzen. Wichtig für die Lösung der zukünftigen forstlichen Aufgaben ist das Festhalten an der gut verankerten Kontrollidee und die wissenschaftlich einwandfreie Absicherung der angewendeten Inventurverfahren durch qualifizierte Spezialisten.



## Zusammenfassung

Die Revision der forstlichen Planung erfordert neben den bisherigen auch zusätzliche Informationen, die mit neuen Erhebungen beschafft werden müssen. Regionalinventuren (RI) können einen Beitrag zur Grundlagenbeschaffung für die Waldentwicklungsplanung leisten.

Das Landesforstinventar als Grossrauminventur mit beschränkter Aussagekraft für kleine Auswertungseinheiten bietet auf der Basis bestehender Informationen und Methoden Möglichkeiten der Netzverdichtungen für RI; diese stehen zwischen dem LFI und den Betriebsinventuren.

Der Einbezug des Luftbildes als Datenquelle, Netzverdichtungen von terrestrischen Proben und im Luftbild, der Einsatz von geostatistischen Methoden für spezielle Problemstellungen sind Möglichkeiten für die Informationsbeschaffung in der Waldentwicklungsplanung. Mit der Anwendung der Methode LFI in Regionalinventuren können Kosten eingespart werden.

Das Angebot LFI als Beitrag zu RI umfasst neben der Lieferung der bestehenden Daten der beiden Inventuren auch Ausbildung und Training der Aufnahmeteams, Datensicherung und Auswertung.

Die Verdichtung und die Anwendung der Methode LFI ist eine der verschiedenen Möglichkeiten der Informationsbeschaffung. Die weitverbreitete Kontrollstichprobenmethode nach Schmid-Haas lässt sich ebenfalls bei Regionalinventuren einsetzen.

## Résumé

### **L'Inventaire forestier national suisse (IFN), une base d'informations utile à l'élaboration du plan de développement forestier (PDF)**

La révision de la planification forestière implique l'apport d'informations supplémentaires dont la collecte requiert de nouvelles méthodes. Les inventaires régionaux (IR) sont susceptibles de contribuer à l'acquisition de ces renseignements, sur la base desquels s'établira le plan de développement forestier.

L'Inventaire forestier national, un inventaire à large échelle, n'apporte que peu d'informations fiables à l'échelle locale. Mais les données et méthodes dont il dispose permettent de densifier le réseau d'échantillonnage à l'usage des inventaires régionaux (IR). Les IR sont une sorte d'intermédiaire entre l'IFN et les inventaires d'entreprises.

L'intégration de la photo aérienne, la densification des réseaux d'échantillonnage terrestres et aériens, tout comme l'application de techniques géostatistiques dans les cas particuliers, sont autant de sources d'informations utiles à l'élaboration du plan de développement forestier. L'utilisation de la méthode de l'IFN dans l'établissement des inventaires régionaux est également synonyme d'une diminution des dépenses.

La contribution de l'IFN aux IR ne se limite pas à la mise à disposition des données de ses deux inventaires, mais s'étend à la formation des équipes de notateurs ainsi qu'à la maintenance de la base de données et à l'exploitation de ces dernières.

L'application de la méthode de l'IFN sur un réseau densifié est l'un des divers moyens d'acquérir des informations. La méthode de l'inventaire de contrôle par échantillonnage, développée par Schmid-Haas, est également applicable aux inventaires régionaux.

## Summary

### **The national forest inventory as information base for forest evolution planning**

The revision of forest planning, which will be briefly sketched here, requires additional information and therefore new survey techniques. Regional forest inventories can contribute to the information needs of forest evolution planning.

The national forest inventory is not adequate for small areas; however, it can provide the data and the tools required for designing regional inventories using higher sampling densities. Regional inventories lie between inventories at the enterprise and the national levels. This paper outlines the use of aerial photographs, higher sampling densities and geostatistical techniques as well as the possibilities of cost savings. It also presents the potential contributions of the national inventory resources for the regional inventories: data bases, backup facilities, training of field crews, and statistical analysis.

Using the national forest inventory methodology, while increasing its sampling density, is one out of many possibilities to provide the required information. It is worth mentioning that the control method of Schmid-Haas (widespread in Switzerland) can also be used in the context of regional inventories.

Translation: *D. Mandallaz*

## Literatur

- Bernasconi, A.*, 1995. Von der Nachhaltigkeit zu nachhaltigen Systemen. Forstliche Planung als Grundlage nachhaltiger Waldbewirtschaftung, Dissertation Nr. 11195 ETH Zürich. Beiheft Nr. 76 Schweiz. Z. Forstwes. (in Vorbereitung).
- Brändli, U.-B., Kaufmann, E., Stierlin, H.R.*, 1995. Survey of biodiversity at the forest margin in the second Swiss National Forest Inventory, in *Köhl, M., Bachmann, P., Brassel, P., Preto, G.* (Editors), the Monte Verità Conference on Forest Survey Designs. «Simplicity versus Efficiency» and Assessment of Non-Timber Resources. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. p. 141–150.
- EAFV* (Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen) und *BFL* (Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz) (Hrsg.), 1988: Landesforstinventar: Ergebnisse der Erstaufnahme 1982–1986. Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 305: 375 S.
- Köhl, M.*, 1994: Statistisches Design für das zweite Schweizerische Landesforstinventar: Ein Folgeinventurkonzept unter Verwendung von Luftbildern und terrestrischen Aufnahmen, (Habilitationsschrift Eidgen. Technische Hochschule, Zürich), Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Band 69, Heft 1, 141 S.
- Köhl, M., Scott, C. T., Brassel, P.*, 1994: Zweites Schweizerisches Landesforstinventar: Optimierung des Stichprobenplans unter dem Gesichtspunkt der Kosteneffizienz, Schweiz. Z. Forstwes. 145 (9): 721–738.
- Mahrer, F., Vollenweider, Ch.*, 1983: Das Landesforstinventar der Schweiz. Eidgen. Anst. Forstl. Versuchswes., Bericht No. 247, 26 S.
- Mandallaz, D.*, 1995. «Le hasard fait bien les choses»: statistische Modelle für die Waldinventur. Schweiz. Z. Forstwes. 146 (12): 1015–1032.
- Schmid-Haas, P.*, 1989: Schweizer Kontrollstichprobenverfahren in der Forsteinrichtung, Schweiz. Z. Forstwes. 140 (1): 43–56.
- Schmid-Haas, P.*, 1992: Temporäre oder permanente Stichproben für die Forsteinrichtung? Österr. Forstzeitung: 13–17.
- Schmid-Haas, P., Baumann, E., Werner, J.*, 1993: Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktion, 3. überarbeitete Auflage, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Bericht No. 186, 143 S.
- Scott, C. T., Köhl, M.*, 1993: A Method for Comparing Sampling Design Alternatives for Extensive Inventories, Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Band 68, Heft 1, 62 S.
- Stierlin, H.R., Brändli, U.-B., Herold, A., Zinggeler, J.*, 1993. Schweizerisches Landesforstinventar, Anleitung für die Feldaufnahmen der Erhebung 1993–1995, Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 204 S.

### Verfasser:

Prof. Dr. Peter Bachmann und PD Dr. Daniel Mandallaz, Professur für Forsteinrichtung und Waldwachstum, Departement Wald- und Holzforschung der ETHZ, CH-8092 Zürich.  
Dr. Peter Brassel und PD Dr. Michael Köhl, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), CH-8903 Birmensdorf.