

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	134 (1983)
Heft:	2
Artikel:	Stichproben-Inventur im Mittelwald
Autor:	Grünberger, Martin / Auer, Luzius
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-767215

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>

Stichproben-Inventur im Mittelwald

Von *Martin Grünberger, Rorschach, und Luzius Auer, Renens*

Oxf.: 524.6

1. Untersuchungsobjekt

Untersuchungsobjekt ist der Revierteil «West» der Waldungen der Bürgergemeinde Kreuzlingen. Er zerfällt nach seiner natürlichen Gliederung und einer vorgängig der Stichprobenaufnahme vorgenommenen Stratifizierung in zwei Betriebsklassen.

Betriebsklasse I	:	Abt. 1–3	=	35 ha
<u>Betriebsklasse II</u>	:	Abt. 4–10	=	88 ha
Gesamtwald	:	Abt. 1–10	=	123 ha

Die beiden Betriebsklassen sind durch Wies- und Ackerland sowie dem EMD gehörende Befestigungsanlagen getrennt. Die Betriebsklasse II wird im südlichsten Teil durch die Trassee der projektierten Nationalstrasse T 13 durchschnitten (gegenwärtig noch bestockt). 90 Prozent des Gesamtwaldes liegen zwischen 495 und 550 m ü.M. Der hohe Laubholzanteil (89 Prozent des Vorrates) verlangt eine intensive Bewirtschaftung (Nutzung: 6,5 Tm³/Jahr und ha).

1.1 Mittelwald

Der Mittelwald ist mit einem Anteil von rund 70 Prozent der Waldfläche dominierender Bestandestyp.

Als Mittelwald wurde ausgeschieden:

- mehrschichtiger, stufiger Wald, stockausschlagreich, wenig Kernwüchse, mit mehr oder weniger ausgesprochenem Überhalt;
- aus früherer Mittelwaldbewirtschaftung hervorgegangener Laubmischwald, in Überführung begriffen.

Demnach sind alle Bestände, die noch an die Mittelwaldbewirtschaftung erinnern, sei es durch periodische Nutzung der Hauschicht, durch Stockauschläge, Überhälter oder einen stufigen Bestandesaufbau sowie niederwaldähnliche Partien auf feuchteren Standorten, dem Mittelwald zugerechnet

worden. Es handelt sich generell um reich gemischte Bestände, wobei Baumarten mit ganz ungleicher Lebenserwartung und wirtschaftlicher Hiebsreife nebeneinander vorkommen. Während die aus Stockausschlägen gebildete Hauschicht flächenweise gleichaltrig ist, bestehen im Oberholz des Mittelwaldes erhebliche Altersunterschiede. So sind auf kleiner Fläche zahlreiche Baumarten und sämtliche Durchmesser vertreten: Hagebuche, Esche, Ahorn und Buche bilden die Unter- und Mittelschicht, während in der Oberschicht Eiche, Buche, Esche und vereinzelt Fichte anzutreffen sind. Im Oberholz sind weniger als 20 Prozent aller Stämme; sie bilden aber zusammen über 60 Prozent des Vorrates im Mittelwald.

Die Vertretung der Eiche selbst ist im Mittelwald nur auf grösserer Fläche ausgeglichen; je kleiner die betrachtete Flächeneinheit ist, desto mehr macht sich die Tendenz der Eiche zur Horst-Bildung bemerkbar.

1.2 Hochwald

Der Hochwald – aus Kernwüchsen entstanden – zeigt einen gleichförmigen, mehr oder weniger gleichaltrigen Aufbau, weshalb er sich leicht in Entwicklungsstufen einteilen lässt (Jungwuchs bis starkes Baumholz). Er umfasst heute den gesamten Jungwald, alle Nadelholzbestände sowie einige Laubholzbestände, welche bereits mittels Durchforstung oder Verjüngung in den Hochwald integriert worden sind.

Die Zusammensetzung des Hochwaldes bezüglich Altersstruktur und Baumartenmischung ist sehr viel heterogener als im Mittelwald; kleinflächige Wechsel sind häufig und gehen aus der Bestandeskarte augenfällig hervor.

2. Vollkluppierung

2.1 Methode

In den beschriebenen Waldungen wird in der Regel alle 15 Jahre eine Vollkluppierung durchgeführt. Gleichzeitig wird mit Hilfe von Luftbildern und einer terrestrischen Kartierung der Wald in Bestandestypen aufgeteilt.

Der Zuwachs wird durch die bekannte Formel $Z = V_2 - V_1 + N$ berechnet.

Die Vollkluppierung gibt keinerlei Aufschluss über die Bestandesverhältnisse innerhalb der Abteilung – es sei denn, die Abteilung sei eindeutig von einem einzigen Bestandestyp beherrscht – und über Bäume, welche die Kluppierungsschwelle noch nicht erreicht haben.

2.2 Interpretations- und Planungseinheiten

Alle Daten werden abteilungsweise erhoben, womit die Abteilung die kleinste Aussageeinheit ist. In den meisten Fällen ist diese aber bezüglich waldbaulicher und ertragskundlicher Merkmale heterogen zusammengesetzt. Eine weitergehende Verwendung der abteilungsweisen Resultate (Vorrat und Stammzahl) über die reine Zustandserfassung hinaus führt deshalb zu Schwierigkeiten. Das ist mit ein Grund, warum bei Vollkluppierungen das Schwergewicht auf den Vorrat des Gesamtwaldes gelegt wird, auf dessen Fläche ja im besten Falle nachhaltige Verhältnisse angestrebt werden können.

Für die Planung (waldbauliche Massnahmen, Hiebsatz usw.) spielen die waldbaulich und ertragskundlich unterschiedlichen Verhältnisse innerhalb der Abteilung eine Rolle. Deshalb werden die Werte für die gesamte Waldfläche indirekt und über Erfahrungszahlen auf die Bestandestypen angewandt, welche anhand der Bestandeskarte ausgeschieden wurden.

2.3 Folgerungen

Jeder Wechsel der Inventurmethode bringt Nachteile mit sich, da die Vergleiche nicht mehr auf denselben Grundlagen beruhen. Es ist deshalb notwendig, die Aussagen der bisherigen und der neuen Methode zu werten und zu vergleichen. Im wesentlichen geht es darum, die reichen Erfahrungen der bisherigen Inventare mit den Vorteilen der neuen Methode zu verbinden.

Aus den gesetzlichen Grundlagen ergibt sich kein Zwang, die Inventurmethode zu wechseln. Ein Wechsel soll dann ins Auge gefasst werden, wenn

- a) die Kosten gesenkt werden können,
- b) bessere Grundlagen erbracht werden können, welche dem Waldbesitzer und Waldbauer praktische Entscheidungshilfen in die Hand geben und
- c) bessere Aussagen über die künftige Waldentwicklung erarbeitet werden können.

3. Stichproben-Inventur

3.1 Aufnahmeverfahren

Vor der Aufnahme müssen folgende Entscheide getroffen werden:

1. Festlegung des Inventarperimeters auf der Karte.
2. Festlegung der Bewirtschaftungsintensität für die folgende WP-Periode (Beispiel: intensiv, normal, Reserve, ausser Bewirtschaftung).

In unserem Fall handelt es sich um eine intensiv bewirtschaftete Waldfläche von 123 ha.

3. Wahl der Stichproben-Methode.

Jede Methode, die geeignet ist, eine oder mehrere Aussagen über den Zustand und die voraussichtliche Entwicklung eines Waldes zu liefern, hat ihre Vor- und Nachteile. Bei der Wahl der Methode sollen folgende Kriterien einzeln und gesamthaft überprüft werden:

- a) Liefert die Methode die Angaben, welche ich für die Planung und die Kontrolle wirklich brauche?
- b) Erlaubt sie den Vergleich mit früheren Erhebungen?
- c) Was kostet sie, und wer führt die Aufnahmen durch?
- d) Was bringt sie für weitere Möglichkeiten?

Nicht alle Forsteinrichter benutzen die wertvollen Angaben und Möglichkeiten der Stichproben-Methoden in vollem Masse. Meist werden sie bloss als Ersatz der Vollkluppierung verwendet. Es gibt aber keine Einheitsmethode, die allen Interessenten auf ihre Fragen antworten kann. Die eine Methode eignet sich besser für die periodische Beobachtung von Versuchsflächen, ist aber den Waldbesitzern zu teuer; andere Methoden wiederum geben gute Angaben für den Waldbesitzer, aber zuwenig Informationen für den praxisbezogenen Waldbauer.

Bei der Festlegung der Inventurmethode stützten wir uns auf 15jährige Erfahrungen des Kantonsforstamtes des Kantons Waadt. Wir benutzten weitgehend dieselben Mess- und Auswerteverfahren.

Als Messinstrument verwendeten wir eine Swissperfo-Registrierkluppe. Alle Daten (beschreibende Merkmale und Messdaten) werden in einem einzigen Durchgang durch einen Operateur aufgenommen und direkt auf Lochstreifen registriert (keine Schreibarbeit!). Diese aufnahme- und messtechnischen Vorteile betrachten wir als wichtigen Schritt in der Ausschaltung unnötiger Fehlerquellen.

Die einzelnen Probezentren werden zu Fuss und mit Bussole und Höhenmesser angegangen (Schrittmass, ohne Messband). Dieses Vorgehen setzt genaue Kartenunterlagen im Massstab 1:5000 oder grösser sowie zuverlässiges Arbeiten im Gelände voraus.

3.1.1 Anzahl Probeflächen

Auf Grund der früheren Inventare und der Luftbildinterpretation sind im Wald der Bürgergemeinde Kreuzlingen etwa 70 Prozent der Fläche ehemaliger Mittelwald und 30 Prozent Hochwald.

Im Mittelwald unterscheiden wir drei, im Hochwald sieben Bestandestypen. Andererseits möchten wir Aussagen über 5 verschiedene waldbauliche Massnahmen pro Waldtyp (Mittelwald, Hochwald) machen.

Darüber hinaus wollten wir versuchsweise wissen, wie genau die Resultate dieser Methode mit denjenigen der Vollklippierung für den Gesamtwald sowie für einzelne Abteilungen übereinstimmen.

Aus diesen Überlegungen heraus wählten wir eine Stichprobendichte von 2 SP/ha.

3.1.2 Stichprobennetz

Von den herkömmlichen mathematisch-statistischen Methoden her muss jeder Baum mit derselben Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe fallen. Diese Bedingung würde nur eine streng zufällige Stichprobennahme erfüllen; d.h. die Lage einer Stichprobe darf in keiner Art und Weise durch die Lage einer benachbarten Stichprobe beeinflusst werden.

In den weitaus meisten Fällen werden jedoch die Stichprobenzentren *systematisch* festgelegt. Dies vereinfacht das Stichprobennetz und ergibt eine gleichmässige Verteilung der Stichproben über den Aufnahmeperimeter, was das Aufsuchen der einzelnen Stichprobenzentren wesentlich erleichtert.

Den Stichprobenzentren liegt das Koordinatennetz der Eidgenössischen Landestopographie zugrunde.

Im Gegensatz zu permanenten Stichproben, die nach 10 bis 15 Jahren wieder aufgesucht werden müssen, werden unsere Stichproben nicht versichert, da sie nur einmal angegangen werden. Kontrollen haben eine Treffsicherheit von 5 bis 10 m ergeben. Die Folgeinventur benutzt in unserem Falle dasselbe Stichprobennetz wie die Erstaufnahme.

Es ist äusserst wichtig, dass der Operateur die Stichprobenzentren nach einer einfachen Regel anläuft und sich nicht von subjektiven Eindrücken davon abbringen lässt.

Wir haben das Stichprobennetz so gelegt, dass wir mit einfachen Mitteln *zwei gleichgerichtete, aber verschobene Netze mit einer Dichte von je 1 SP/ha* (beide kombiniert: 2 SP/ha) in einem einzigen Durchgang aufnehmen konnten (*Abbildung 1*).

3.1.3 Grösse der Probefläche

Vorerst stand ein variabler Probeflächenradius von 8 bis 14 m zur Diskussion. Dabei hätte man, um im Mittelwald genügend Bäume der Oberschicht zu erhalten, einen Radius zwischen 11 bis 14 m, in den gleichförmigen Stangen- und Baumhölzern des Hochwaldes hingegen 8 bis 11 m und in allen Sonderfällen (Jungwuchs, stufige Bestände, Waldrand usw.) einen medianen Radius (= Radius der mittleren SP-Fläche) von 10 bis 11 m gewählt.

Aus mathematischen Gründen sollte die Fläche der Stichprobe über den gesamten Aufnahmeperimeter konstant sein, weil damit jeder Baum die gleiche Chance hat, aufgenommen zu werden.

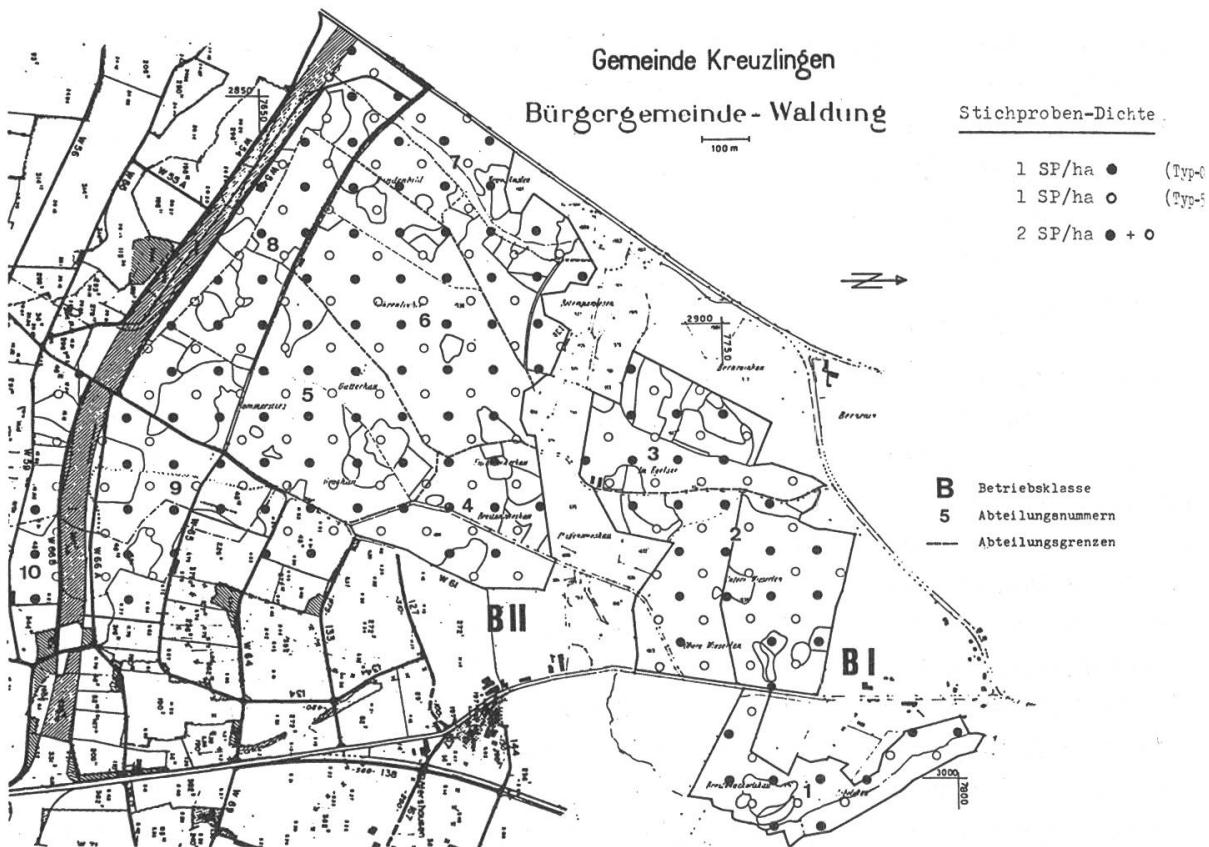


Abbildung 1. Stichproben-Dichte.

Die Grösse der Fläche hängt von der Homogenität der Bestände innerhalb der Probefläche ab.

Eine weitere Möglichkeit, die Mehrschichtigkeit des Mittelwaldes mit vertretbarem Aufwand zu erfassen — vor allem die wirtschaftlich vorrangige Oberschicht — besteht in einem Durchgang auf zwei Probeflächen mit gleichem Zentrum: Der Operateur misst im ersten Durchgang innerhalb eines Standardradius' von zum Beispiel 8 m alle Bäume ab einer Mindestschwelle von 8 oder 10 cm BHD und markiert dabei alle Bäume in der Oberschicht, die eine wirtschaftlich interessante Durchmesserschwelle von zum Beispiel 36 cm BHD überschreiten. In einem zweiten Durchgang läuft nun der Operateur auf einem grösseren Radius, der die Oberschicht genügend genau erfasst, zum Beispiel 14 m, alle Bäume mit einem BHD grösser oder gleich diesem «Trenndurchmesser», gezielt an und misst sie ein. Dieses Vorgehen läuft auf eine geschichtete Stichprobennahme hinaus, wobei innerhalb von 8 m alle Bäume und zwischen 8 und 14 m nur die dickeren gemessen würden.

Es hat sich dann aber gezeigt, dass der Mittelwaldtyp, wie er im Bürgerwald Kreuzlingen vorherrscht, keine eindeutige Schichtung aufweist, die eine zweischichtige Stichprobenaufnahme nötig gemacht hätte. Vielmehr sind in diesem Wald die Übergänge von den kleinen zu den grossen Durchmessern fliessend, was dem Bestandesaufbau Stufigkeit und Ungleichförmigkeit verleiht.

Die Grösse der Probefläche bestimmt die Wahrscheinlichkeit, dass bei gegebener Stammzahlabnahmekurve die Bäume eines bestimmten Durchmessers in die Stichprobe fallen oder nicht.

Bäume über 10 cm BHD betrachteten wir im Mittelwald noch als bestandesbildend, zumal die Stämme zwischen 10 und 16 cm BHD zu über 50 Prozent Hagebuchen sind, eine wichtige Begleit-Baumart des Eichen-Mittelwaldtyps. Wie schon angedeutet, liegt das wirtschaftliche Interesse an den Furniereichen über 72 cm BHD (= Stärkeklasse V). Etwa jeder 60. Baum, der in die Klappe fällt, ist eine solche Eiche. Auf Grund der Vollklup pierungsresultate – eine Grundlage, die im Normalfall entfällt – konnten wir im Mittel bei Annahme einer homogenen Verteilung folgende Stammzahlen erwarten:

bei 10 m Radius: 10,5 Stämme pro Probefläche,
 bei 11 m Radius: 12,5 Stämme pro Probefläche und
 bei 12 m Radius: 15,0 Stämme pro Probefläche.

In unserem Verfahren haben wir einen fixen Probeflächenradius von 12 m gewählt – als Kompromiss zwischen dem Arbeitsaufwand und der Anzahl der zu erfassenden Starkholzstämme.

Bei 12 m Probeflächenradius fällt durchschnittlich 1 Baum über 52 cm BHD in die Probefläche, ab 24 cm BHD sind es bereits 8 Bäume.

Auf Grund des gewählten Probeflächenradius und der Stichprobendichte erhalten wir die in *Tabelle 1* enthaltenen Aufnahmeprozente (Neigung der Probefläche 0 Grad):

Tabelle 1. Aufnahmeprozent in Abhängigkeit von SP-Dichte und Probeflächenradius.

SP-Dichte	Radius	Probefläche	repräsentierte Fläche	Aufnahmeprozent
1 SP/ha	12 m	452 m ²	1,0 ha	4,5 %
2 SP/ha	12 m	452 m ²	0,5 ha	9,0 %
zum Vergleich:				
1 SP/ha	10 m	314 m ²	1,0 ha	3,1 %

3.2 Interpretation der Schätzwerte, Volumenberechnung

Die Bedeutung des Mittelwertes einer Auswerteeinheit (Beispiel: Stammzahl pro ha für den Eschentyp) kann erst dann richtig beurteilt werden, wenn wir wissen, ob sich die Einzelwerte in einem engen oder weiten Bereich um diesen Mittelwert gruppieren. Dafür ist die Streuung (= Varianz) und die Quadratwurzel daraus (= Standardabweichung) ein geeignetes Mass: je kleiner diese Werte sind, umso homogener kann der untersuchte Bestandestyp angesehen werden und umgekehrt.

Um die Schätzung der Grundgesamtheit mittels Stichproben beurteilen zu können, versucht man, ein Intervall anzugeben, das den wahren, aber unbekannten Wert mit grosser Sicherheit enthält. Die Endpunkte dieses Intervalls bezeichnet man als Vertrauensgrenzen.

Wie werden nun die Vertrauensgrenzen für die Betriebsplanung interpretiert? Meist wird nur mit den Mittelwerten gerechnet. Die daraus gezogenen Schlüsse müssen aber anhand der Vertrauengrenze überprüft werden, indem die gemachten Überlegungen noch einmal mit den unteren und oberen Grenzen des Vertrauensintervalls durchgerechnet und die Schlussfolgerungen daraus miteinander verglichen werden.

Die Stichprobenaufnahme liefert also Resultate, die nicht unmittelbar in eine Hiebsatzformel eingesetzt werden dürfen, da sie mit gewissen zufälligen Fehlern behaftet sind. Letztere sind umso grösser, je kleiner die aufgenommene Fläche und je grösser die Standardabweichung, also die Heterogenität der aufgenommenen Auswerteeinheit, ist.

Die Vorteile einer Stichproben-Aufnahme liegen darin, dass jede Probefläche verschieden klassiert werden kann. Am zweckmässigsten ist es wohl, die gewünschten Planungseinheiten als Auswerteeinheiten zu übernehmen, also eine Aufteilung der Gesamtresultate nach Bestandestypen, Eingriffstypen, Bewirtschaftungstypen usw.

Die Vorschriften für die Planungsperiode können damit von verschiedenen Seiten her angegangen und mit den Kreisforstmeistern als Kenner des ihnen anvertrauten Waldes besprochen und festgelegt werden.

Gewisse Stichprobenverfahren berechnen das Tarifvolumen auf Grund von Stammform-Erhebungen und ermitteln Lokaltarife für verschiedene Auswerteeinheiten. Wir haben bewusst davon Abstand genommen und verwendeten den für alle Baumarten gültigen Einheitstarif des Kantons Thurgau. Wir sind nämlich der Ansicht, dass sowohl Förster wie Holzhändler die lokalen Umrechnungsfaktoren zwischen Tarif- und Verkaufsmasse recht gut kennen und dass Lokaltarife den Vergleich mit früheren Inventuren und die Anwendung der Kontrollmethode eher erschweren.

Bei der Vollkluppierung sorgt das Gesetz der grossen Zahlen dafür, dass die Häufigkeiten der Stämme innerhalb einer Durchmesserstufe mehr oder weniger regelmässig verteilt sind. Dies ist jedoch bei Stichprobenaufnahmen nicht der Fall. Es kann beispielsweise vorkommen, dass alle Bäume einer Probefläche jeweils an die untere Grenze einer Durchmesserstufe zu liegen kommen. Wenn wir aber den Tarif der Stufenmitte einsetzen würden, so erhielten wir eine systematische Überschätzung des Volumens.

Wir benutzen also nicht den Stufentarif, sondern einen aus dem Stufentarif interpolierten cm-Tarif. Dieser kann entweder tabellarisch eingegeben oder als Volumenfunktion aus einer Regressionsrechnung angegeben werden.

Die Abweichung dieses cm-Tarifs gegenüber dem mit dem Stufentarif ermittelten Gesamtvorrat von 256,4 Tm³/ha beträgt nur + 0,6 Tm³/ha.

4. Vergleich Vollkluppierung-Stichproben-Inventur

4.1 Methode

Grundsätzlich gehen wir von der Annahme aus, dass die Vollkluppierung «die richtigen, aber nicht die wahren Werte» liefere. In der Fachliteratur finden sich nur wenige und unterschiedliche Angaben über die Grösse des Vorratsfehlers bei Vollkluppierungen. Die meisten Schätzungen liegen bei $\pm 5\%$ bis $\pm 10\%$.

Als weitere Ungenauigkeit wirken sich die Fehler der Flächenermittlung auf die Hektaren-Werte aus. Der Flächenfehler liegt nach Angaben des zuständigen Vermessungsbüros für die Gesamtfläche von 123 ha bei ± 10 Aren. Ausserdem sind eigene Waldstrassen in der bestockten Waldfläche enthalten.

Die Vollkluppierung wurde im Oktober 1979 durchgeführt, die Stichprobenaufnahme im Mai 1980, so dass keine Vegetationsperiode dazwischen liegt. Um die Vorrats- und Stammzahlwerte der Vollkluppierung auf die gleiche Ausgangslage zu bringen, mussten diese lediglich um die zwischen den beiden Inventuren liegende Nutzung reduziert werden.

Für die Vollkluppierung wurden eine 4 cm-Stufenkluppe benutzt und alle gemessenen Bäume an der Messstelle mit einem Reisserstrich versehen. Das Stichprobenvorfahren benützte eine 1 cm-Registrierkluppe. Die gleichen Bäume wurden wohl an derselben Stelle gemessen, gemäss Instruktion jedoch immer mit dem Kluppenschenkel gegen das Stichprobenzentrum gerichtet, um systematische Abweichungen des Stammquerschnittes von der Kreisform auszugleichen. Allfällige Durchmesserasymmetrien werden bei der Stichprobenaufnahme also ausgeglichen, bei der Vollkluppierung hingegen nicht berücksichtigt. Sämtliche Übermesser (Bäume über 80 cm BHD) wurden wie bei der Vollkluppierung mit dem Umfangmessband aufgenommen.

Obige Beispiele zeigen zumindest, dass ein Methodenvergleich nur beschränkt möglich und sinnvoll ist.

Als Genauigkeitsmass für die Stichprobenerhebung dienten uns die Standardabweichung und die dazugehörigen Vertrauengrenzen für 90 % Vertrauenswahrscheinlichkeit (siehe Kapitel 3.2). Diese Schwelle genügt unseres Erachtens für die Interpretation forstlicher Resultate.

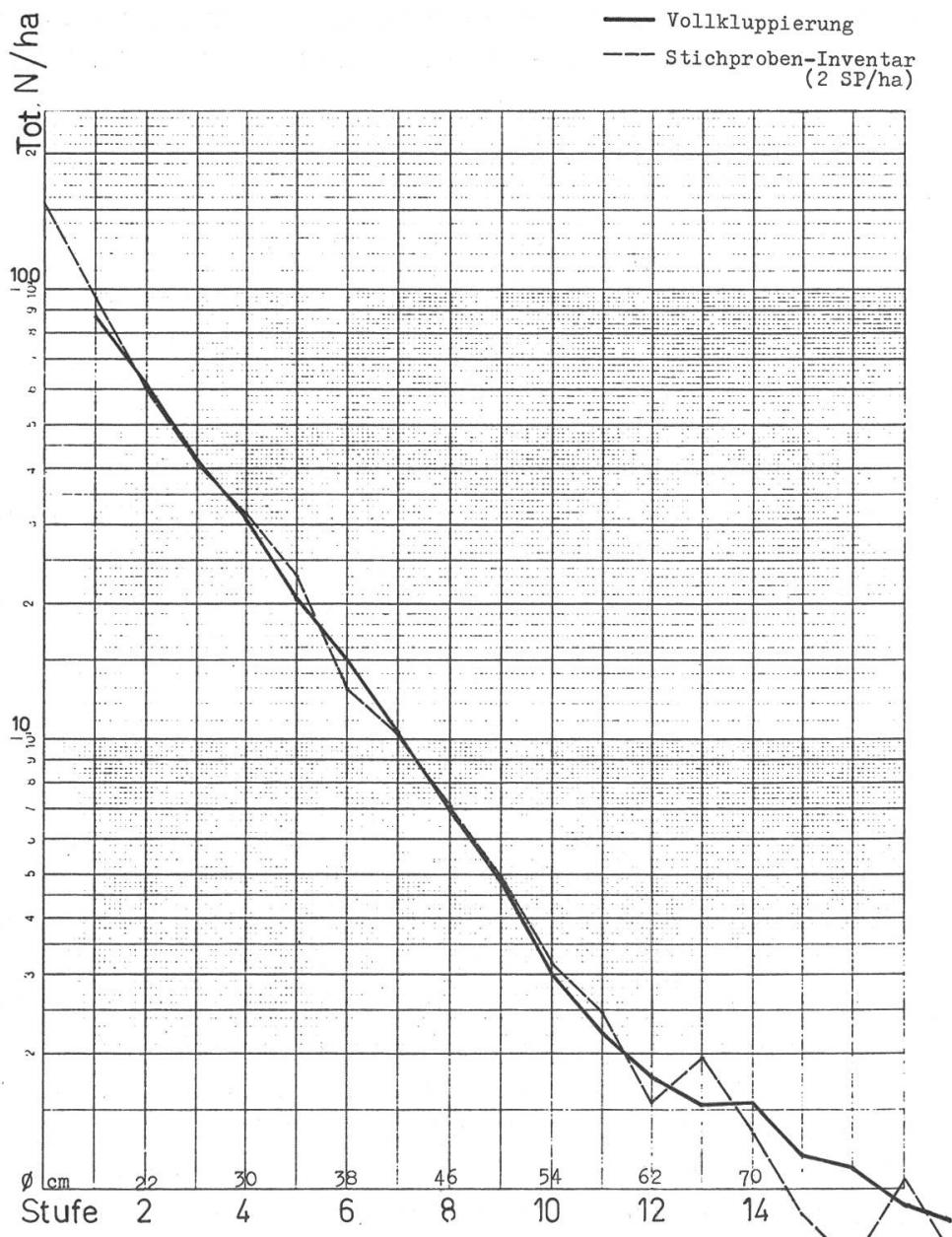


Abbildung 2. Stammzahlabnahmekurve.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Gesamtwald

2 SP/ha: Der Mittelwert des Vorrates ist geringer, erreicht aber mit dem Standardfehler knapp den Wert der Vollkluppierung.

Bei der Stammzahl liegt der Mittelwert etwas höher und der Bereich des Standardfehlers erreicht den Vollkluppierungswert auf der unteren Grenze.

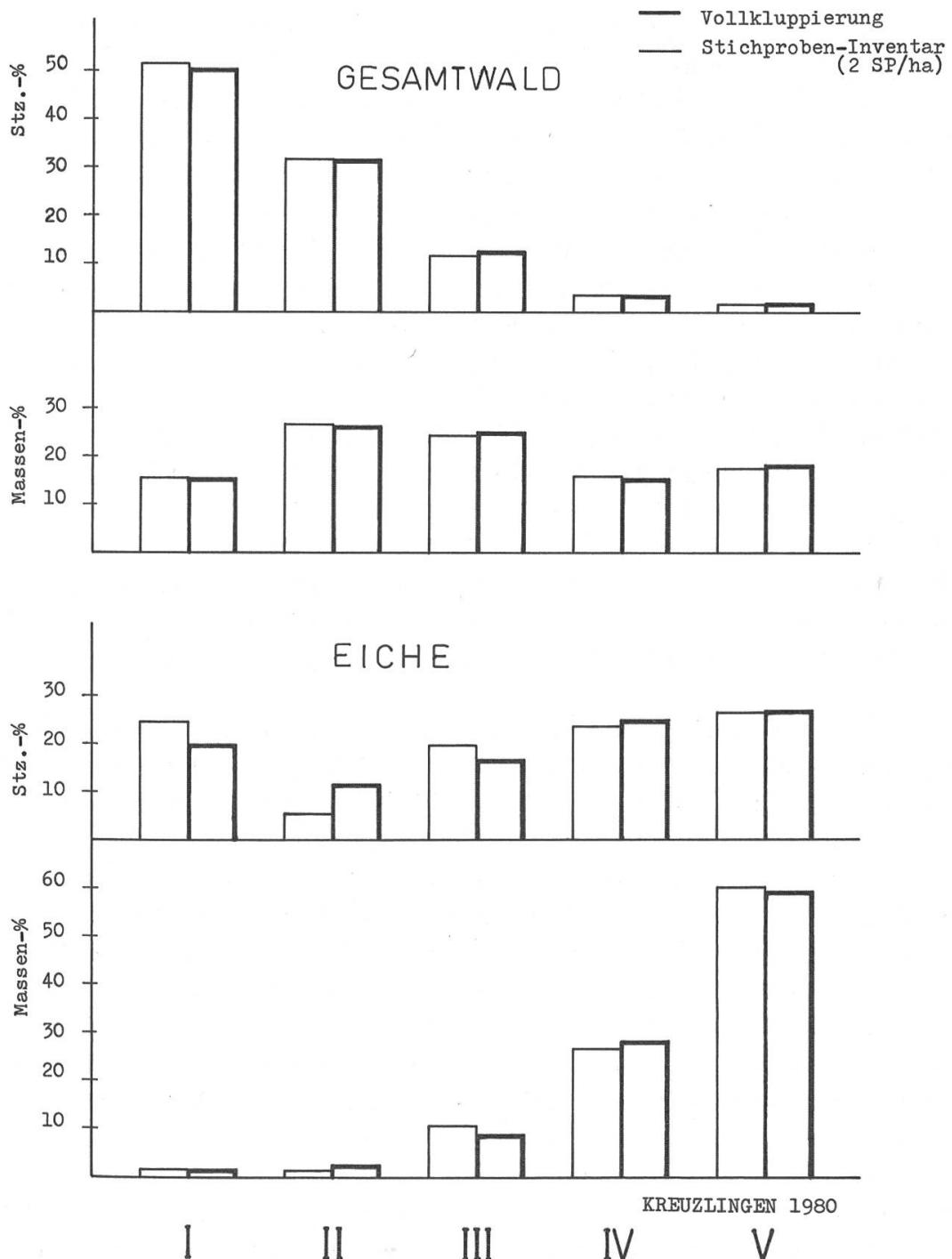


Abbildung 3. Stärkeklassenverteilung.

Die Stammzahlabnahmekurve für den Gesamtwald (*Abbildung 2*) zeigt eine sehr gute Annäherung an die Kurve der Vollkluppierung. Erst ab Stufe 12 (62 cm BHD), wo sich der Einfluss der geringeren Stammzahl pro Probefläche (weniger als 1 Stamm über 62 cm BHD pro Probefläche) bemerkbar macht und sich die zufälligen Fehler weniger ausgleichen, beginnt die Kurve unregelmässig und von den Resultaten der Vollkluppierung abweichend zu

verlaufen. Die Unregelmässigkeiten in diesem Bereich müssten von Hand ausgeglichen werden.

1 SP/ha: Der Standardfehler ist bei der geringeren Stichprobendichte naturgemäß grösser. Beim Typ – 0 trifft der Hektarvorrat den Wert der Vollkluppierung nicht mehr, während umgekehrt der Typ – 5 die Stammzahl pro ha schlecht schätzt, aber eine sehr gute Annäherung an den Vorrat bringt.

Die Stammzahlabnahmekurven für den Gesamtwald ergeben gesamthaft eine gute Annäherung an die Werte der Vollkluppierung. Ab etwa Durchmesserstufe 11 weichen sie allerdings stärker davon ab.

Bei der Aufteilung des Vorrates nach Stärkeklassen erstaunt die gute Übereinstimmung mit den Werten der Vollkluppierung nicht so sehr, da es sich um Relativwerte handelt (*Abbildung 3*). Die Verteilung der Eiche entspricht nur in den oberen Stärkeklassen, in denen sie auf Grund ihrer Stellung im ehemaligen Mittelwald konzentriert ist, in sehr guter Annäherung den Werten der Vollkluppierung. In den unteren Durchmesserstufen sind Eichen fast ausschliesslich im Hochwald anzutreffen. Wegen ihres sporadischen Vorkommens und ihrer heterogenen Verteilung schlüpfen sie hier eher «durch die Maschen des Stichprobennetzes» als im ehemaligen Mittelwald.

Wie die Aufteilung von Eiche und Esche, den beiden wirtschaftlich wichtigsten Baumarten, auf Gesamtvorrat und Stammzahl zeigt, ergeben bezüglich Absolut- und Relativwerten 2 SP/ha die beste Annäherung an die Resultate der Vollkluppierung (*Abbildung 4*).

Noch ein Blick auf die Baumartenzusammensetzung: auch hier ist die Übereinstimmung mit den Werten der Vollkluppierung sehr gut. Auch bei einer Dichte von nur 1 SP/ha weichen die Mischungsanteile der Baumarten nicht mehr als $\pm 3\%$ von den Werten der Vollkluppierung ab.

Für die stammzahlmässig schwach vertretene Eiche (6 % der Gesamtstammzahl) bringt die Dichte von 1 SP/ha keine zuverlässigen Resultate mehr, da die absoluten Vorratswerte bis zu 20 % vom Absolutwert der Vollkluppierung abweichen können (*Abbildung 4: Typ – 0*).

Betrachten wir eine noch kleinere Fraktion der Eichen, die über 72 cm BHD starken Bäume (1,5 % der Gesamtstammzahl!), so sind unseres Erachtens nur noch diejenigen Werte brauchbar, die auf einer Erhebung von 2 SP/ha beruhen (*Tabelle 2*).

Tabelle 2. Inventurresultate für die Eiche (Stärkekasse V).

Stärkekasse V : (> 72 cm BHD)	Vorrat		Stammzahl	
	pro ha	absolut	pro ha	absolut
Vollkluppierung :	38,86	4777	4,81	591
2 SP/ha :	37,83	4650	4,63	569
1 SP/ha(Typ – 0) :	27,74	3410	3,39	417
1 SP/ha(Typ – 5) :	47,76	5871	5,85	719

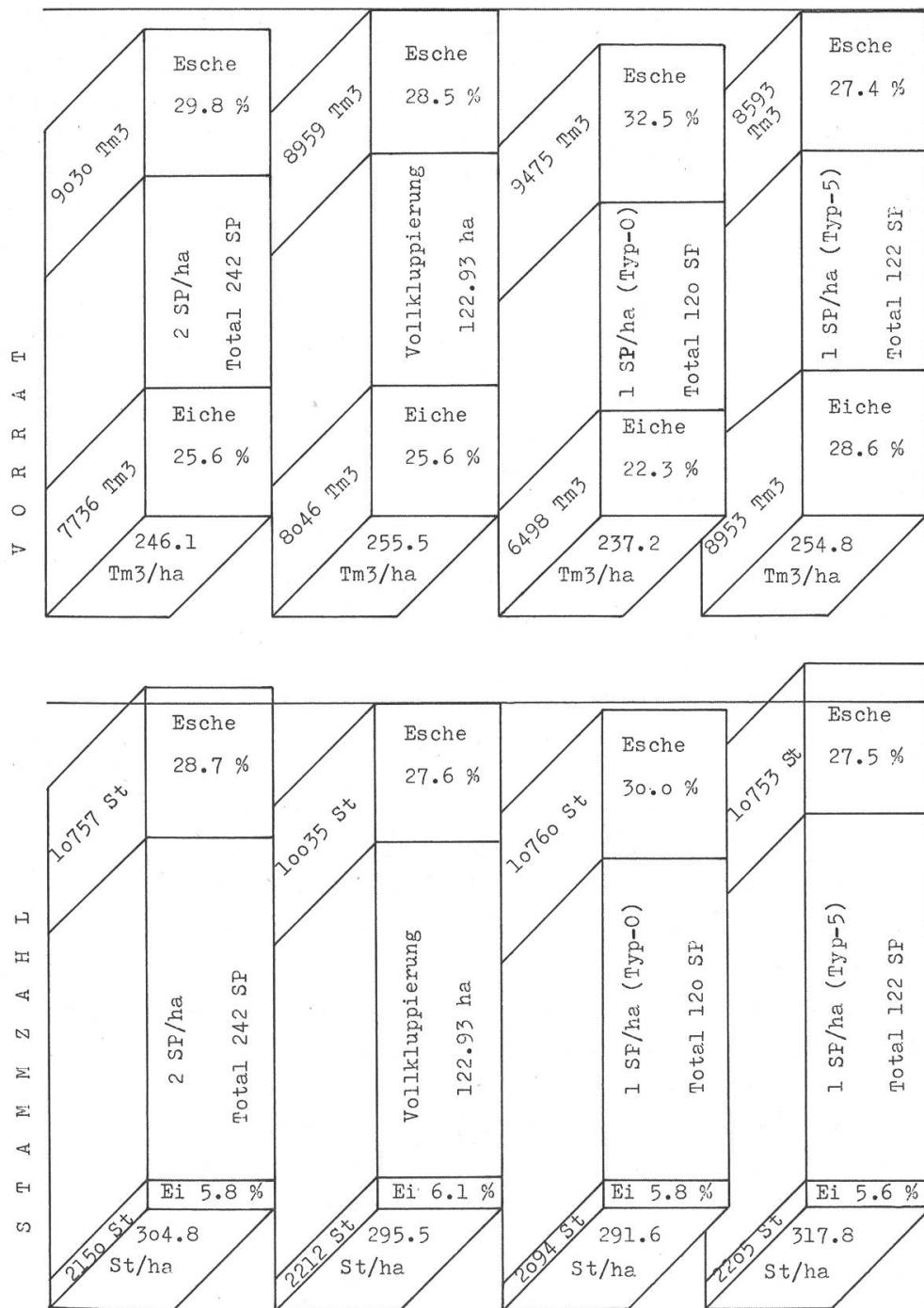


Abbildung 4. Aufteilung von Esche und Eiche auf Gesamtvorrat- und Stammzahl nach Aufnahmemethode (prozentual und absolut).

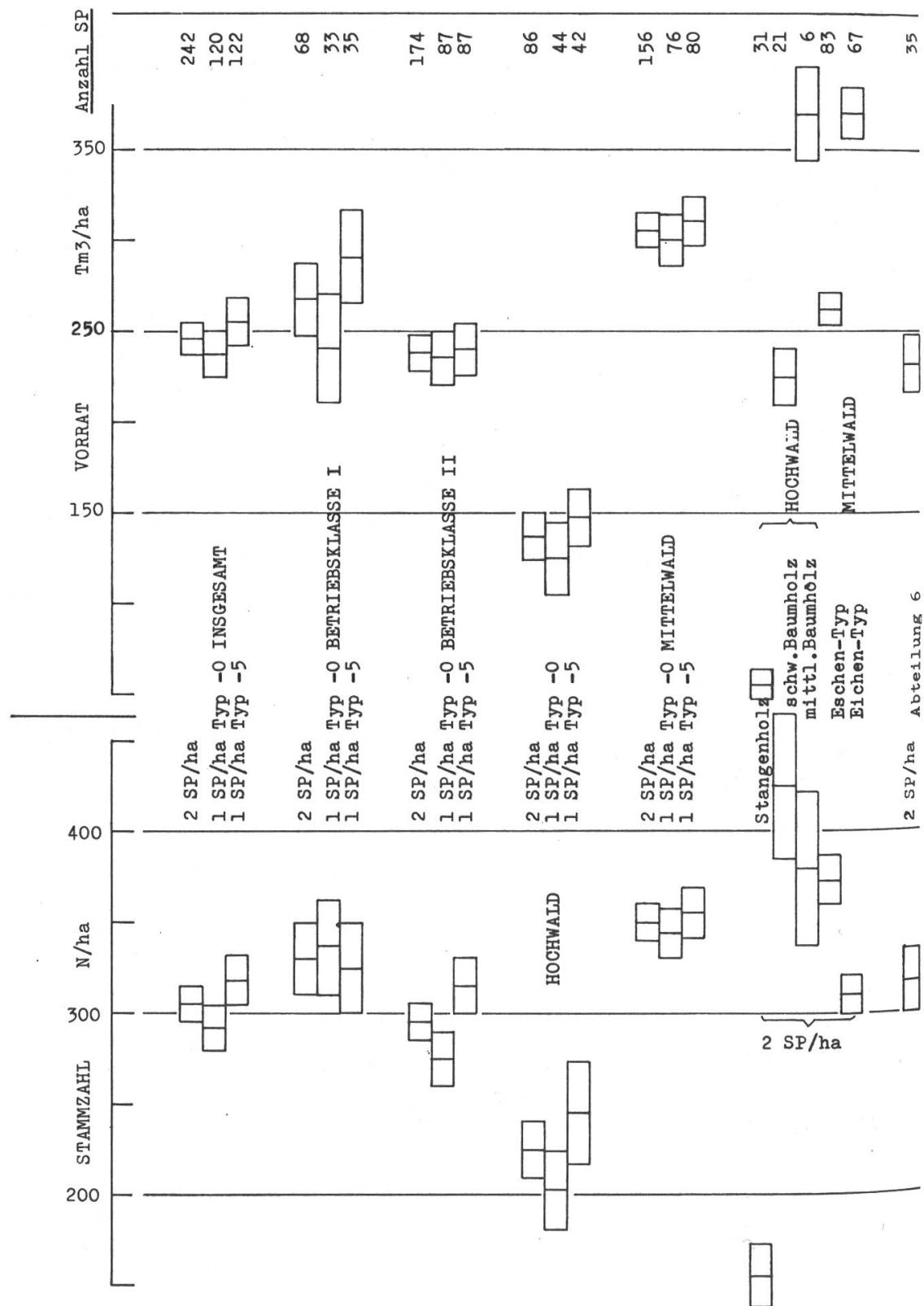


Abbildung 5. Mittelwerte und Standardabweichung.

4.2.2 Betriebsklassen

Die Genauigkeit der Resultate hängt auch hier von der Anzahl der aufgenommenen Stichproben und der Variabilität der gemessenen Merkmale ab (*Abbildung 5*).

Die Betriebsklasse I wird mit 1 SP/ha zu ungenau erfasst. Es zeigt sich hiermit, dass eine Stratifizierung der Stichproben nach Betriebsklassen keine genaueren Resultate gibt.

4.2.3 Abteilungen

Es wurde nur das Inventar mit 2 SP/ha verglichen (*Tabelle 3*).

Tabelle 3. Inventurdaten nach Abteilungen.

Abt.	Vorrat Vollkuppierung	Tm³/ha SP-Inventur	Anzahl SP	Standard- abweichung	Vertrauens- bereich 90 %	Variabilitäts- koeffizient
1	284	302	16	14,50 %	25 %	58 %
2+3	256	266	52	—	—	—
4	258	207	16	13,23 %	23 %	53 %
5	246	230	27	8,73 %	15 %	45 %
6	276	273	35	7,12 %	12 %	42 %
7	240	232	25	12,94 %	22 %	65 %
8	222	224	36	10,35 %	17 %	62 %
9	220	207	26	14,54 %	25 %	74 %
10	423	346	9	9,27 %	17 %	28 %
1–10	255	246	242	9,27 %	6 %	58 %

Die abteilungsweisen Resultate lassen sich gut interpretieren, wenn nur die Gesamtwerte von Interesse sind.

Die homogenste aller Abteilungen ist Abt. 6 (90 % Mittelwald), die heterogenste ist Abt. 9 (50 % Mittelwald, 50 % uneinheitlich zusammengesetzter Hochwald).

In Abteilung 10 erstaunt die schlechte Übereinstimmung angesichts homogener Bestandesverhältnisse. Sie erklärt sich durch die geringe Anzahl Probeflächen (9 Stk.) sowie die einseitige Ausrichtung der Abteilung im Stichprobennetz.

4.2.4 Hochwald/ Mittelwald

Wie *Abbildung 5* zeigt, hat sich die Stratifizierung des Gesamtwaldes in Mittel- und Hochwald sehr positiv ausgewirkt, indem für den über eine grosse Fläche einheitlich strukturierten Mittelwald genauere Resultate als für den Gesamtwald vorliegen, währenddem der Hochwald als heterogenes, aus verschiedenen Entwicklungsstufen zusammengesetztes Gebilde erwartungsgemäss ungenauer erfasst wurde.

Selbst bei einer Dichte von nur 1 SP/ha sind die für den Mittelwald erhaltenen Resultate durchaus brauchbar, sofern keine Aufteilung der Gesamt-werte, etwa in Stärkeklassen, verlangt wird.

4.2.5 Bestandestypen

Es wurde nur das Inventar mit 2 SP/ha mit den Werten der Vollkluppierung verglichen, da mit 1 SP/ha die einzelnen Bestandestypen des Hochwaldes zuwenig genau repräsentiert werden.

Sehr gute Resultate geben wiederum die den Mittelwald bildenden Bestandestypen, deren Werte etwa die Genauigkeit der Gesamtwaldwerte aufweisen (*Abbildung 5*). Für die Interpretation des Eichen- und Eschentyps wäre eine Halbierung der Stichprobendichte sicher noch tragbar. Die Resultate der Erhebung mit 2 SP/ha bringt für diese beiden unterschiedlich strukturierten Mittelwaldtypen gegenüber den Resultaten der Vollkluppierung eine für den Waldbauer willkommene Intensivierung waldbaulich-ertrags-kundlicher Information.

Die Bestandestypen des Hochwaldes, auf die 35 % aller Probeflächen entfallen, liefern umso genauere Resultate, je gleichförmiger sie aufgebaut sind und je mehr Probeflächen auf diese jeweils entfallen. Die Bestandestypen Jungwuchs, Dickung, starkes Baumholz und stufige Bestände (zusammen 28 Probeflächen) lassen sich kaum interpretieren. Sie machen aber auch nur gerade 5 % des Gesamtvorrates aus und haben als Planungsgrössen zur Hauptsache wegen ihrer flächenmässigen Ausdehnung eine Bedeutung.

4.2.6 Planungsgrundlagen

Im Bürgerwald Kreuzlingen diente die Vollkluppierung in erster Linie der periodischen Überprüfung der Entwicklung von Holzvorrat, Zuwachs, Nutzung und Verjüngung. Die Inventurdaten bezogen sich auf überblickbare, betriebliche Einheiten (Abteilungen).

Mit der Stichproben-Inventur können die Daten bei gleicher Genauigkeit bestenfalls auf grössere Abteilungen oder auf mehr oder weniger homogene Abteilungsgruppen und Straten bezogen werden. Waldbauliche Einheiten bilden Bestandestypen und – falls angesprochen – auch Eingriffstypen (Art und Intensität der waldbaulichen Massnahmen). Ausdehnung und räumliche Verteilung der Bestandestypen sind auf der Bestandeskarte, der Eingriffstypen allenfalls auf einer Karte der waldbaulichen Planung ersichtlich, so dass sich der Forsteinrichter auch unter den der Stichproben-Inventur zu-grundeliegenden Auswerteeinheiten konkret etwas vorstellen kann.

Die Stichproben-Inventur liefert wesentlich detailliertere Angaben als die Vollkluppierung in bezug auf folgende Merkmale:

- tatsächliche Bestandesverhältnisse,
- Nachwuchs (Untermesser),
- Passagezeiten (Jahre/Durchmesserstufe) pro Baumart, nach Zweitaufnahme,
- Pflege- und Durchforstungszustand,
- Qualität,
- waldbauliche Behandlung (Eingriffstypen).

Pflege- und Durchforstungszustand, Qualität einzelner Baumarten sowie die waldbauliche Behandlung beruhen auf einer mehr oder weniger subjektiven Ansprache, einer groben Einschätzung des Zustandes mittels vor der Aufnahme definierter Kriterien. Dabei können kaum mehr als drei Abstufungen vorgenommen werden. Als Beispiel dafür dient die Qualitätsansprache der gemessenen Bäume: Qualität n (= normal), Qualität + (= besser als n), Qualität – (= schlechter als n). Diese Taxierungen wurden auf der Probefläche während des Kluppierens am stehenden Stamm gemacht.

Als weiteres Beispiel einer Planungsgrundlage waldbaulicher Art sei die Aufteilung der Eingriffstypen nach Stärkeklassen (Tarifvolumen) wiedergegeben (*Tabelle 4*).

Tabelle 4. Stärkeklassenanteile nach Eingriffstypen.

Eingriffstyp	Stärkeklassenanteile in Prozent					Total
	I	II	III	IV	V	
<i>Hochwald</i>						
– normale Durchforstung	29	37	26	6	2	100
– Lichtwuchsdurchforstung	7	18	42	33	0	100
– Abtrieb	8	18	10	64	0	100
<i>Mittelwald</i>						
– normale Durchforstung	23	42	18	5	12	100
– Überführungs durchforstung	13	25	23	17	22	100

Art und Intensität der erforderlichen Massnahmen sowie deren Verhältnismässigkeit lassen sich aus dem Vergleich der Vorratsstruktur der Eingriffstypen zuverlässig abschätzen, vor allem im Hinblick auf die Überführung von Mittelwald in Hochwald. Weitere ertragskundliche Grundlagen zum Thema Überführung liefern die bestandestypenweisen Resultate. Diese zeigen unter anderem, dass die Grundflächenhaltung des Eichentyps im Mittelwald etwa der Leistung eines mittleren Baumholzes (35 bis 50 cm BHD) im Hochwald und diejenige des Eschentyps etwa dem schwachen Baumholz (20 bis 35 cm BHD) im Hochwald entspricht.

In die Behandlung, die der Bewirtschafter aus der Struktur der Bestandes- und Eingriffstypen schliesslich ableitet, muss er selbstverständlich seine

waldbaulichen Erfahrungen integrieren. Solche waldbaulichen Rezepte auszuarbeiten, müsste Gegenstand einer speziellen Untersuchung sein. Wir wollten an diesem Beispiel nur zeigen, dass die zusätzliche und repräsentative Information, welche die Stichproben-Inventur gegenüber der Vollkluppierung liefert, nur dann ihren Zweck erfüllt, wenn sie sich in konkreter waldbaulicher und betrieblicher Tätigkeit niederschlägt.

Die Inventur liefert nur einen Teil der für die Planung notwendigen Grundlagen. Wir betrachten die Bestandesbeschreibung, die Bestandeskarte, die Standortskartierung, die Erschliessungsplanung sowie eine umfassende Betriebsanalyse als gleichwertige Planungsinstrumente.

4.3 Kontrolle des Zuwachses

Der Zuwachs kann nicht einfach aus der Differenz der Gesamtergebnisse zweier mit unterschiedlichen Methoden aufgenommenen Inventare ermittelt werden. Bei wiederholter und systematischer Stichproben-Erhebung sehen wir folgende drei Möglichkeiten der Zuwachsermittlung:

1. Die Stehendkontrolle der Nutzung wird wie bei der Vollkluppierung weitergeführt.

Die Folgeinventur wird auf dem gleichen Stichprobennetz mittels temporärer Stichproben durchgeführt.

Die Zuwachsberechnung erfolgt analog der Vollkluppierung, die Resultate erhält man für den Gesamtwald und nach Baumarten getrennt.

Die Kantone Waadt und Graubünden haben in nicht zu heterogen zusammengesetzten Waldungen befriedigende Erfahrungen mit dieser Art von Zuwachsermittlung gemacht.

2. Erstaufnahme: 1 SP/ha oder 2 SP/ha zur Erfassung des Zustandes (Vorrat, Stammzahl)

1/8 SP/ha als permanente Probeflächen einrichten zur Ermittlung des Zuwachses

Zweitaufnahme: Zustandserfassung auf gleichem Netz mittels temporärer Stichproben

Wiederaufsuchen der Dauerprobeflächen

Die Veränderungen auf den Dauerprobeflächen ergeben Nutzung, Einwuchs und Zuwachs für den Gesamtwald und nach Baumarten.

Da der Zuwachs durch die Differenz identischer Probebäume unter Umgehung der Stehendkontrolle ermittelt wird, ergibt diese Methode wesentlich zuverlässigere Resultate als über den Inventarvergleich.

3. Wie Methode 1, jedoch wird zusätzlich auf jeder der temporären Stichproben eine systematisch angelegte Zuwachsbohrung am stehenden Stamm gemacht und die Werte werden direkt in die Registrierklappe eingegeben.

Der Zuwachs ergibt sich in diesem Falle als Summe der seit der Erstaufnahme zugewachsenen Jahrringe.

Diese Methode kommt im Mittelwald in Anbetracht der zu erwartenden Schädigungen am Wertholz nicht in Frage.

5. Schlussfolgerungen

Aus den verschiedenen Faktoren, welche die Methodik einer Inventurmethode bestimmen, wie Informationsbeschaffung, Genauigkeit, Kosten, Kontinuität, Entwicklungsfähigkeit, soll nun ein konkreter Vorschlag ausgearbeitet werden.

Die untersuchte Inventurmethode lieferte für den Bürgerwald Kreuzlingen im Vergleich zur Vollkluppierung gute (1 SP/ha) bis sehr gute (2 SP/ha) Resultate.

Die Wahl der Stichproben-Dichte ist von Prioritäten waldbaulicher, betrieblicher und forstpolitischer Natur abhängig.

Steht die bestandestypenweise Planung im Vordergrund, so genügt eine Dichte von 1 SP/ha nicht; wird die Gewichtung mehr auf eine Fortführung der Zustandserfassung und eine grobe Schätzung der künftigen Waldentwicklung gelegt, so ist eine Dichte von 1 SP/ha ausreichend. Liegt der Schwerpunkt der Bewirtschaftung in einer wertmässig nachhaltigen Eichenproduktion, dann genügt auch eine Dichte von 2 SP/ha nicht mehr.

Es empfiehlt sich deshalb ein differenzierteres Vorgehen:

- Zustandserfassung im Bürgerwald Kreuzlingen mittels temporärer Stichproben: 1 SP/ha, falls nur allgemeine Fragen des Waldzustandes und seiner Entwicklung beantwortet werden müssen, 2 SP/ha, falls in diesem Wald spezielle Probleme der Bewirtschaftung zu lösen sind.
- Zuwachsermittlung
 - a) Durch Inventarvergleich bei der Zweitaufnahme unter Einbezug der Stehendkontrolle der Nutzungen.
 - b) Weitmaschiges Netz von Dauerprobeflächen: Jede 8. Stichprobe (1/8 SP/ha) wird als Dauerprobefläche eingerichtet.

Wir geben der Zuwachsermittlung nach der Methode b) den Vorzug, unter der Voraussetzung, dass sie in eine regionale Erhebung einbezogen werden kann. Als mögliches Einzugsgebiet einer solchen regionalen Erhebung möchten wir die eigentliche «Mittelwald-Region» anführen: rund 3000 ha Laubmischwald, auf 1800 ha noch als relativ ursprünglicher Mittelwald erhalten, die sich längs des thurgauischen Seerückens ausdehnen. Unabhängig von Betriebsform und Eigentumskategorie würde in einem einzigen Durchgang 1 Dauerprobefläche pro 8 ha aufgenommen. Auf den Bürgerwald

Kreuzlingen würden durch diese regionale Bestandesaufnahme 17 Dauerprobeflächen fallen. Eine Zweitaufnahme auf diesen Probeflächen wäre frühestens nach 10 Jahren vorgesehen.

Die Vorteile eines zeitlich koordinierten Vorgehens auf überbetrieblicher Basis liegen auf der Hand:

a) Eine rasche und zuverlässige Informationsbeschaffung über ein traditionell als Mittelwald bewirtschaftetes und daraus hervorgegangenes Laubmischwaldgebiet mit gemeinsamen waldbaulichen Problemen (Eichennachzucht, Überführung in Hochwald, Produktions- und Sortimentsschätzung).

b) Die Auswertung der Resultate ist für die Gesamtregion nach Straten möglich, beispielsweise nach:

- Meereshöhe
- Standort
- Mittelwaldtyp
- Baumarten
- Stärkeklassen
- Grad der Überführung
- Art und Intensität der Eingriffe während der abgelaufenen Periode.

c) Vergleichbarkeit der Zuwachswerte innerhalb der Region, da die klimatischen Einflüsse auf denselben Zeitraum bezogen werden.

d) Kontinuität der Zuwachsermittlung: Die Folgeinventur wird immer auf demselben Stichprobennetz, auf den gleichen Probeflächen und im gleichen Zeitraum (Vegetationsruhe) gemacht.

Für einen einzelnen Betrieb wie den Bürgerwald Kreuzlingen verliert der Durchschnittszuwachs der abgelaufenen Wirtschaftsplanperiode an Bedeutung. Er kann in Zukunft genauer und besser strukturiert aus dem überbetrieblichen Inventar abgeleitet werden. Von grösserem Interesse wird die Erfassung des laufenden Zuwachses in Abhängigkeit von Alter und Bestandesentwicklung unter vergleichbaren Produktionsverhältnissen innerhalb der Region. Eine möglichst genaue Erfassung des Durchschnittszuwachses, die über eine Vervielfachung der Dauerprobeflächen erreicht werden könnte, ist für den Einzelbetrieb ohnehin von untergeordneter Bedeutung, stellt der Durchschnittszuwachs doch nur *ein* Kriterium zur Bestimmung von Bewirtschaftungsrichtlinien dar.

Wir sind deshalb der Meinung, dass dem Bürgerwald Kreuzlingen mit einem weniger dichten, aber regionalen Inventar, in welches er integriert wird, besser gedient wäre.

Wir haben bereits angedeutet, dass eine Verdichtung des Stichprobenumfanges der wertmässigen Stellung der Eiche nicht gerecht wird. Wir halten die Stichprobenmethode als solche nicht geeignet für die Erfassung der Wertholzträger als Einzelindividuen. Unser Vorschlag zielt auf folgendes Vorgehen: Unabhängig von der Zustandserfassung — beruhe sie nun auf

einer Stichproben-Erhebung oder Vollkluppierung – wird eine intensive, individuelle Vollaufnahme des Wertholzes und ein Inventar der mikrowaldbaulichen Massnahmen gemacht, damit die Kontrolle und die Kontinuität des Waldwertes gewährleistet werden kann.

Die Eichen würden stamm- oder sektionsweise ab einer Schwelle von etwa 36 cm BHD kluppiert; das ergäbe im Bürgerwald Kreuzlingen rund 12 Eichen pro ha. Über jeden Eichenwertholzträger müsste Buch geführt werden (Dimension, Qualität, Sortiment, Wert, Alter, soziologische Stellung im Bestand usw.), wie es etwa in Frankreich (Limousin) und in Deutschland (Adelsheim) praktiziert wird.

Eine Inventurmethode soll sich an die verschiedenen forstbetrieblichen Bedingungen anpassen lassen und auf die Bedürfnisse sowohl der Forsteinrichtung als auch der Forstpolitik Rücksicht nehmen. Sie soll aber auch in der Wahl der Auswerteeinheiten und der aufzunehmenden Daten auf die Wünsche des Waldbauers und Bewirtschafter eingehen können. Die beschriebenen Mittelwälder sollen und können nicht wie Hochwälder bewirtschaftet werden. Die Waldinventur soll dem Praktiker zahlenmässige Grundlagen liefern, die seine Entscheide erleichtern und dem Waldbesitzer Angaben über die Konsequenzen seiner Entschlüsse geben; es gibt keine Inventurmethode, die ihm die Entscheide abnimmt.

Auch der Einsatz der Vollkluppierung hat bisher gezeigt, dass die Einflüsse von Natur und Mensch im Walde ungleich grösser sind als mögliche oder tatsächliche Aufnahmefehler. Es genügt auch nicht, mehr über den Wald zu wissen als bis anhin. Das Wissen muss praktisch anwendbar sein.

Der Zweck unseres Versuches, nämlich die Abklärung, unter welchen Bedingungen und wie genau eine Stichproben-Inventur den Mittelwald erfassen kann, muss in diesen grösseren Zusammenhang gestellt werden.

Wir wünschen uns, dass die aus den Inventurdaten gewonnenen Erkenntnisse als Beitrag zur Grundlagenforschung und zum Verständnis für eine waldbauliche Betriebsform verstanden werden, die ungerechtfertigterweise zum Verschwinden verurteilt ist.

Résumé

Inventaire par échantillonnage sur le Plateau

Les forêts corporatives et bourgeoises du Seerücken thurgovien (arrondissement IV) sont dénombrées périodiquement pied par pied. Ces forêts au riche mélange de feuillus ont été soumises jusqu'en 1950 au régime du taillis-sous-futaie. Le chêne y prend la première place sur le plan économique, soit 20 à 40 % du matériel sur pied total. L'exploitation de ces forêts pose des problèmes spécifiques: la conversion et

transformation des anciens taillis-sous-futaie en haute futaie et l'intégration des précieux feuillus nobles dans la futaie plus homogène.

Un inventaire intensif par échantillonnage systématique, effectué en parallèle au dénombrement pied par pied, de la forêt bourgeoisiale de Kreuzlingen avait pour objectif de clarifier les questions suivantes:

a) Quelles sont les données qu'obtient le praticien en inventoriant la même forêt par échantillonnage et pied par pied, et quelle est leur représentativité, leur précision et leur comparabilité?

b) Quelles informations fondamentales pour la sylviculture et l'aménagement obtenons-nous par les résultats de l'inventaire par échantillonnage sur l'ancien taillis-sous-futaie, menacé qu'il est de disparition sous le régime de futaie de plus en plus marqué?

Traduction: *L. Auer*