

Zeitschrift:	Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber:	Schweizerischer Forstverein
Band:	134 (1983)
Heft:	2
Artikel:	Die Nachhaltigkeit und ihre Kontrolle
Autor:	Kurt, Alfred
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-767213

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>

Die Nachhaltigkeit und ihre Kontrolle

Von *Alfred Kurt*, CH-8142 Uitikon-Waldegg

Oxf.: 611

Das Bestreben, den Wald derart zu nutzen, dass er dauernd und ungeschmälert die menschlichen Ansprüche zu erfüllen vermag, ist im Forstwesen seit langem festzustellen. Vielenorts ist dieses Bestreben zum allgemein gültigen Grundsatz geworden. Da und dort ist dieser Grundsatz auch gesetzlich verankert worden und bestimmt somit die staatliche Lenkung oder Aufsicht des Geschehens im Walde. So unbestritten dieser Grundsatz in der «forstlichen Ethik» zu sein scheint, so unsicher ist man aber, wenn es darum geht, dieses Dauern und Optimieren, eben diese *Nachhaltigkeit* im Forstbetrieb und im gesamten Forstwesen konkret zu definieren und vor allem die Kriterien zu nennen, mit denen sie eindeutig überprüft werden kann. Alles deutet darauf hin, dass hier eine Diskrepanz zwischen Erwünschtem und Durchführbarem besteht, die zur Frage nach dem Möglichen hinführt.

Ausweitung und Beschränkung

Der Grundsatz der Nachhaltigkeit wurde in Gebieten und Zeiten entwickelt, in denen sich eine Holznot abzeichnete. Die Sorge um die Zukunft der Holzversorgung liess eine Regelung der Holznutzung angezeigt erscheinen. Die Kontrolle solcher Regelung zeigte die Bedeutung der Nachhaltigkeit der Holzerzeugung. Diese wieder lenkte das Augenmerk auf den Standort. Die seither eingetretene allgemeine wirtschaftliche Entwicklung liess es angezeigt erscheinen, anstelle der Holzmasse vermehrt den Holzwert zu betrachten. Die Notwendigkeit einer Regelung lenkte den Blick zunächst auf den Zustand des Waldes, dann aber immer deutlicher auf die Entwicklung desselben. Es entstand eine Vielzahl von Nachhaltigkeitsformen. *Zürcher* (1965) und *Speidel* (1972) haben solche Formen beschrieben und sie systematisch geordnet. Zur Sicherung der Fortdauer eines Zustandes nennt Speidel (1972) die Fläche, die natürlichen Hilfsquellen, den Vorrat, den Wert, das Betriebsvermögen, das Kapital, die Arbeitskräfte – zu jener der Fortdauer einer Leistung den Zuwachs, die Holzerträge, die Gelderträge, die

Rentabilität, die Wertschöpfung, das Erfolgskapital, die Infrastrukturleistungen. Zürcher (1965) befasst sich mit den Kriterien der Prüfung, wie der Sicherung der betriebsäusseren und -inneren Grenzen, der Kreislaufsituation der Entwicklungsstufen, der Erneuerung des Waldes, der Zusammensetzung und Qualität der Bestockungen. Allen Kriterien liegen notgedrungen Modelle, also Abstraktionen erwünschter Waldentwicklungen im langfristigen Zeitablauf zugrunde. Nun ändern sich in solch langen Zeiträumen sowohl die Zielsetzungen als auch die Verfahren und die verwendeten Einrichtungen. Diesen Änderungen müssen sowohl die Modelle wie die Kriterien zur Prüfung der Nachhaltigkeit angepasst werden. Jedem Forstmann ist das Modell des Normalwaldes vertraut. Obwohl die diesem Modell entsprechenden Waldbauverfahren längst überholt sind und nicht mehr angewendet werden, haben sich zur Prüfung der Nachhaltigkeit wesentliche Elemente des Normalwaldmodells erhalten. Das kann ein Zeichen besonderer Eignung oder ein solches mangelnder Anpassung sein. Mit dieser Nennung bestimmter Denkmodelle ist aber bereits eine bestimmte Form der Nachhaltigkeit festgelegt worden. Nach Speidel (1972) wäre dies die Nachhaltigkeit der Holzerträge (nach der Masse beurteilt). In der Schweiz steht aber heute doch mehr und mehr die Nachhaltigkeit der Wertproduktion im Vordergrund (*Bolley* 1927, *Schädelin* 1936). Es ist begreiflich, dass in unserem Gebirgsland neben dieser Wertproduktion oft auch die Schutzwirkung in das Streben zur Nachhaltigkeit einbezogen wurde (*Leibundgut* 1949, *Hess* 1950, *Kurt* 1954). Bisher hat man sich aber kaum um die Entwicklung von Modellen bemüht, die eine konkrete Kontrolle ermöglichen. Es wurde wohl angenommen, dass durch die heute üblichen Verfahren der Waldbewirtschaftung, vor allem aber durch die Abkehr von Kahlhieben und von gleichförmigen Bestockungen die Fortdauer und die Verbesserung der Schutzwirkung gewährleistet sei und dass die übliche Forstaufsicht eine besondere Kontrolle unnötig macht.

In neuester Zeit sind Formen umfassender Nachhaltigkeit als erstrebenswert erachtet worden, die weit über das bisher Übliche hinausführen. Man will nicht nur die Produktionsfunktion und die Schutzfunktion nachhaltig und optimal erfüllt wissen, sondern die Gesamtheit aller Funktionen, die der Wald auszuüben vermag (Zürcher 1965, Speidel 1972, *Tromp* 1971). Im Zeitalter eines stärker werdenden Umweltverständnisses ist dies verständlich und angezeigt. *Prodan* (1977) sieht in der Beachtung einer ganzheitlichen Nachhaltigkeit nicht nur eine forstliche Pflicht, sondern möchte sie, neben andern Prinzipien, als Grundlage aller Wirtschaftstheorien wissen. Der gleiche Autor weist (1976) darauf hin, dass sich heute durch die Anwendung der Systemtheorie und mit Hilfe sozialökonomischer und ökologisch orientierter Modelle, ferner mit Modellen der Unternehmensforschung Erkenntnisse auch von überaus komplexen Systemen (einschliesslich des ökologischen und ökonomiebezogenen Systems Wald) gewonnen werden können, die eine sinnvolle Steuerung im Sinne des Grundsatzes Nachhaltigkeit erleichtern.

tern und ermöglichen. Prodan (1971) schreibt aber als Fachmann in diesen Wissenszweigen auch nicht davor zurück, die Grenzen solchen Tuns aufzuzeigen. «Sehr leistungsfähige elektronische Rechenanlagen sind unbestreitbar ein Hilfsmittel, ohne das viele Auswertungen und Modellkonstruktionen überhaupt nicht möglich wären. Anderseits ist aber die Anhäufung von Aufnahme- und Versuchsdaten in den praktisch angewandten Wissenschaften – wie zum Beispiel der Forstwissenschaft – so gross, dass eine vollständige Auswertung auch durch die leistungsfähigsten Rechenanlagen illusorisch ist.» Selbst wenn solche Feststellungen nach einem weiteren Jahrzehnt sich überstürzender Entwicklung der Elektronik nicht mehr zutreffen sollten, muss daran gezweifelt werden, ob im einfachen Forstbetrieb eine dem Ganzheitsdenken entsprechende Nachhaltigkeit optimalster Erfüllung sämtlicher Ziele und Anforderungen je in derart umfassender Weise laufend geprüft werden wird. Es würde schon viel bedeuten, wenn dies landesweit oder regional geschehen könnte. Daraus liessen sich Anweisungen ableiten, die für die Betriebe relevant erscheinen. Unsere Forstbetriebe sind ja (glücklicherweise?) noch keine Teile zentral geleiteter Grosskonzerne oder des Staates, sondern einfache Unternehmungen mit vornehmlich handwerklichem Charakter. Durch den äusserst geringen Personalbestand sind sie darauf angewiesen, dass jeder Mitarbeiter im wesentlichen weiß, um was es geht und wie etwas gemacht werden muss. Demzufolge müssen auch alle betrieblich durchzuführenden Kontrollen, auch diejenige der Nachhaltigkeit operabel sein. Methodisch heisst dies, dass man sich auf jene Formen der Nachhaltigkeit beschränkt, die für diesen einfachen Betrieb wesentlich erscheinen und jene Kriterien der Kontrolle wählt, die eine grosse Aussagefähigkeit haben. Es wurde bereits eingangs darauf hingewiesen, dass die Technik der Nachhaltigkeitskontrolle den heute üblichen Betriebszielen und Waldbauverfahren noch keineswegs in befriedigender Weise angepasst ist. Man wird deshalb gut tun, von Ausweitungen vorerst abzusehen, die Kontrolle also auf bisher übliche Formen der Nachhaltigkeit zu beschränken. Die Anpassung der dazu benötigten Modelle und Kriterien an heutige und künftige Ziele und vor allem die praktische Verwirklichung bedingen zweifellos noch grosse Anstrengungen.

Ziel- und betriebsangepasste Nachhaltigkeitsformen mit wirksamen und praktischen Prüfungskriterien

Die als allgemeines Ziel erkannte optimale Wertproduktion bedarf der Konkretisierung und Präzisierung, damit sich ein besonderes Ziel festlegen lässt, das die Voraussetzung für die Wahl geeigneter Verfahren und Betriebsarten bildet. In Mitteleuropa vermochte sich die Ansicht sehr früher

Forstpioniere nur langsam und verspätet durchzusetzen, im Walde in erster Linie starkes, wertvolles Holz zu produzieren. Das lange Zeit vorherrschende Massendenken ist erst infolge neuer allgemein-wirtschaftlicher Veränderungen durch das Wertdenken abgelöst worden. Die Veränderungen äusserten sich in der Waldwirtschaft vor allem in andern Relationen von Arbeitskosten und Holzerlös. Trotz beträchtlicher Fortschritte in der Rationalisierung forstlicher Arbeit durch zweckmässigere Verfahren und Anwendung mechanischer und einrichtungstechnischer Mittel bewegt sich die Grenze kostendeckender Baumdimensionen stetig nach oben. Bäume geringer Dimension vermindern deshalb den Erfolg immer mehr (Günther 1976, Kurt 1982/2). Das Ziel, starkes und wertvolles Holz zu produzieren, muss somit nicht nur möglichst rasch, sondern auch mit einem Minimum von Bäumen geringer Dimension erreicht werden. Man wird sich heute zunehmend bewusst, dass dies nur erreicht werden kann, wenn die natürlichen Voraussetzungen bekannt sind und Baumartenwahl, Mischungsart und Mischungsform aufgrund vegetationskundlicher Grundlagen und Kartierungen erfolgen. Ferner lassen sich grosse Baumdimensionen und Qualität nur durch konsequente Erziehungseingriffe erzielen. Zusammen mit diesen haben schliesslich flexible Verjüngungstechniken durch vorübergehende oder dauernde Überschirmung neuer Waldgenerationen für die Tiefhaltung der Baumdichte zu sorgen. Der Plenterbetrieb und der Femelschlagbetrieb, wie sie Leibundgut (1949 und 1966) eindrücklich beschrieben hat, dürften Betriebsarten sein, in denen all die genannten Grundsätze berücksichtigt sind. Beiden gibt die angewandte Hiebsart beim Verjüngungsprozess den Namen. Zur Differenzierung müssen jedoch auch die verschiedenen Gewichte der oben angeführten Grundsätze beachtet werden. Dies hat aber auf die Wahl von Nachhaltigkeitsformen und von Kriterien zu deren Überprüfung keinen wesentlichen Einfluss. Beiden Betriebsarten ist das Ziel nachhaltiger Wertproduktion eigen, das mit analogen, sich lediglich in der Gewichtung unterscheidenden Massnahmen erreicht werden soll (Bolley 1927, Leibundgut 1949, 1966).

Das Wesentliche ist bei beiden darin zu sehen, dass eine dauernd optimale Wertproduktion durch die fortgesetzte Förderung und Pflege des *einzelnen* Baumes angestrebt wird. «Le but c'est l'individualité parfaite de l'arbre lui-même; on ne l'obtient qu'en le guidant, tout au long de son développement, dans une ambiance constante» (Bolley 1937, S. 59). «Die zielstrebig auf die höchstmögliche Hebung des Wertes des einzelnen Individuums gerichtete Behandlung führt zu einer ausgesprochenen Einzelbaumwirtschaft» (Leibundgut 1949, S. 266). Dies bedingt, dass zur Prüfung der Nachhaltigkeit, hinsichtlich ihres Dauerns und ihrer Optimalität nur die Form der dynamischen Leistung und nur das Kriterium Zuwachs der ausgelesenen und geförderten einzelnen Bäume gewählt werden kann. In der Aufwachphase, beziehungsweise der Durchforstungsphase, dürften Durchmesser- und Volu-

menzuwachs genügen, in der Reifephase hingegen wird zwingend der Zuwachs an Nettowert zu erheben sein. Alle derartigen Prüfgrössen stehen in der Luft, sofern sie nicht mit entsprechenden Grössen von Modellen verglichen werden können. Solche Modelle lassen sich häufig aus Erfahrungsdaten und benachbarten, im Sinne der Zielsetzung schon länger planmässig behandelten Bestockungen gewinnen. Sie stehen aber auch aus Ergebnissen bereits Jahrzehnte dauernder Versuchsreihen und deren Darstellung in Ertragstafeln zur Verfügung. Solche Unterlagen beziehen sich stets auf eine besondere Art und Intensität pflegender Eingriffe. Sie sind unbrauchbar, wenn sie den im Betrieb ausgeführten oder auszuführenden Eingriffen nicht entsprechen. In der Schweiz stehen seit den sechziger Jahren Ertragstafeln zur Verfügung, die für die wichtigsten Baumarten das Wuchsgeschehen im Schlagwald bei intensiver und auslesender Hochdurchforstung wiedergeben (EAFV 1966, 1967, 1968, 1969). Die Tafeln enthalten nicht nur übliche Durchschnittswerte, sondern auch Angaben über das Wachstum von Bäumen verschiedener Durchmesserstufen. Sie eignen sich daher für den Vergleich von Zielsetzung und Wirklichkeit kontinuierlich durchgeföhrter Auslesedurchforstung (Kurt 1982/1).

Diese Hinweise zeigen, dass im Femelschlagbetrieb im Gegensatz zum Plenterbetrieb sich auf einer bestimmten Teilfläche im Zeitablauf verschiedene Phasen der Bestandesentwicklung folgen. Der Generationswechsel vollzieht sich zwar in ausgedehnten Zeiträumen und vermag im Verlaufe desselben eine plenterwaldähnliche Aufbauform zu ergeben. Diese ist aber ein vorübergehender Zustand und kein Dauerbild. Demzufolge lassen sich in den beiden Betriebsarten Prüfungen der Nachhaltigkeit nicht für Waldteile gleicher Ausdehnung durchführen (Leibundgut 1949). Im Femelschlagbetrieb ist die Betrachtungseinheit im allgemeinen der ganze Betrieb oder mindestens grosse Gruppen von Abteilungen, wohingegen im Plenterbetrieb die Abteilung die Einheit der Nachhaltigkeitskontrolle darstellt.

Nebst der Durchmesser- und Wertleistung der zu fördernden Bäume ist begreiflicherweise auch die Anzahl der in jeder Entwicklungsstufe vertretenen Bäume verschiedener Baumart zu überprüfen. Diese Anzahl wird zum Kriterium zur Sicherung der Nachhaltigkeit des Nachwuchses (Zürcher 1965). Es ist allgemein bekannt, dass eine solche Kontrolle bei Betriebsarten, die auf Normalwaldvorstellungen fussen, mit Flächenanteilen von Altersklassen erfolgt. Da sowohl beim Plenterbetrieb wie auch beim Femelschlagbetrieb eine einwandfreie Bestimmung des Alters undurchführbar ist, wurde mit dem Übergang zur Kontrollmethode nach Gurnaud-Bolley der Brusthöhendurchmesser als Kriterium zur Beurteilung des Anteils von Entwicklungsstufen im Betrieb gewählt. Im Plenterbetrieb konnte nunmehr der Nachwuchs baumarten- und stufenweise an der Form der Stammzahlverteilungen beurteilt werden (*Abbildung 1*). Im Femelschlagwald erwies sich aber ein solcher Test als fragwürdig, werden doch die Bäume verschiedener sozia-

Stammzahlverteilungen im Femel- und im Plenterwald

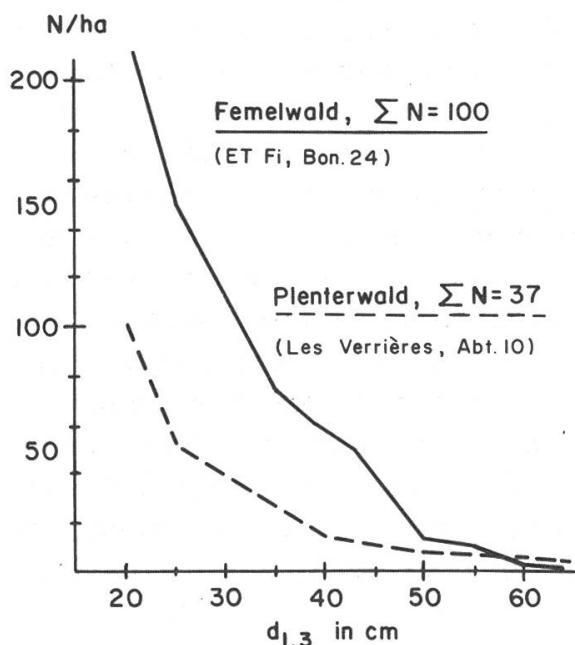


Abbildung 1

Vergleich der Stammzahlverteilung in nachhaltigen Modellen

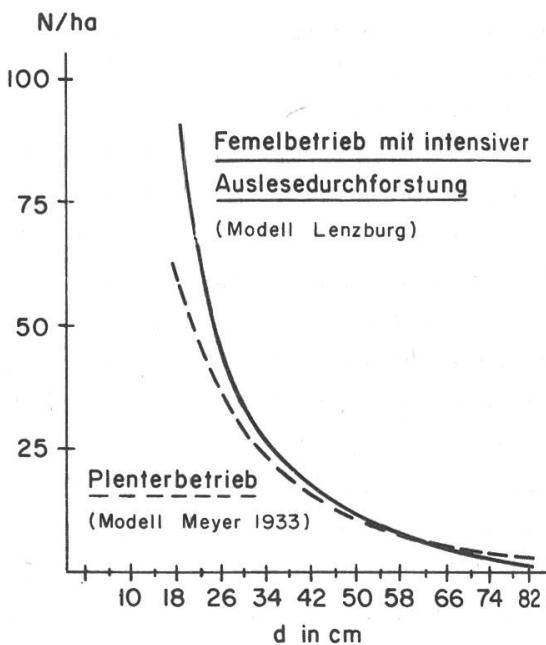


Abbildung 2

ler Schichten nicht auseinandergehalten, so dass aus der Zahl vertretener Bäume pro Durchmesserstufe nicht in befriedigender Weise auf den Nachwuchs geschlossen werden kann. Die Bildung von Entwicklungsstufen aus Durchmesserklassen und der Vergleich von deren Flächenausdehnung im Betrieb mit einem entsprechenden nachhaltigen Modell vermag die Schwierigkeiten nicht voll zu beseitigen, die sich aus der Nichterfassung der sozialen Stellung der Bäume ergibt. Die traditionelle Kontrollmethode mit abteilungsweiser Vollkluppierung und stehender Nutzungskontrolle kann zwar die Einrichtungsaufgabe im Plenterbetrieb recht gut lösen, sie befriedigt aber im Femelschlagbetrieb nicht. Dies gilt auch für die oben erwähnte Kontrolle der Leistung einzelner Bäume, beziehungsweise von Gruppierungen von Bäumen analoger Stellung in der Abteilung oder im Betrieb. Zwar lässt sich der Durchmesserzuwachs, und abgeleitet auch der Volumen- und der Wertzuwachs, für alle Bäume bestimmter Durchmesserstufen im beschränkten Masse sogar baumartenweise feststellen, die erhaltenen Mittelwerte geben aber nur ungenügend Auskunft über die allein wesentliche Leistung der durch Auslese und Pflege geförderten Bäume. Diese Feststellung gilt grundsätzlich auch für den Plenterbetrieb, wird aber dadurch eingeschränkt, dass im Plenterwald der Anteil von Bäumen, die nie in die herrschende Ober- schicht aufsteigen können, beträchtlich kleiner ist als im Femelwald. Dort ist die Zahl dienender Nebenbestandsbäume der Unter- und Mittelschicht bekanntlich ausserordentlich viel grösser als jene herrschender, die Wertpro-

duktion bestimmender Bäume der Oberschicht. Sobald allerdings intensiv auslesedurchforstet wird und die neue Waldgeneration längere Zeit unter dem Schirm der alten aufwächst, verkleinert sich auch im Femelschlagbetrieb die Anzahl jener Bäume, die nicht kostendeckend genutzt werden können. Die Verteilung von Plenterbetrieb und Femelschlagbetrieb werden ähnlich (*Abbildung 2*).

Die Prüfung des nachhaltigen Nachwuchses ist aber auch aus einem anderen Grund äusserst schwierig. Die Überführung von Betrieben sowohl im Plenterwald wie im Femelschlagwald ist vielenorts erst im Gange und nur selten abgeschlossen. Es wurde bereits betont, dass sich in Zeiträumen, die dazu nötig sind, auch die Auffassungen über die Art und Intensität der Eingriffe wie vor allem über die anzustrebenden Modelle ändern. Ja, Biolley vertrat die Auffassung, dass diese sich zwingend ändern müssen, wenn die Kontrolle eine ungünstige Entwicklung der nachhaltigen Produktionskraft aufzeigt. (Biolley 1916, S. 14) «La pérennité du revenu en matière doit être basée rationnellement sur l'étude de l'accroissement qui est en définitive le but et le critère de la culture, et non sur le matériel qui n'est qu'un moyen.» Damit wird mit letzter Deutlichkeit festgehalten, dass sowohl Alterszusammensetzung wie Vorrat keine Kriterien zur Prüfung der Nachhaltigkeit sein können. Dies ist insbesondere im Femelschlagwald sehr verständlich, in dem die Entwicklungsstufen flächenmässig nebeneinander liegen. Die älteren Bestockungen sind aber in ihrer Jugend nach Gesichtspunkten durchforstet worden, die damaligen Auffassungen entsprachen. Der Zustand eines Betriebes in einem bestimmten Zeitpunkt zeichnet sich deshalb als buntes Gemisch verschiedenartiger Entwicklungen aus. Die Verschiedenheiten lassen sich bekanntermassen nur in beschränktem Masse und nur in langen Zeiträumen ausgleichen. Es kann somit im Sinne der Nachhaltigkeitsprinzipien nicht das Ziel sein, einen solchen Zustand zu erhalten. Nachhaltig kann vielmehr nur das Bestreben sein, den Betrieb zu verbessern. Die Nachhaltigkeit bezieht sich also nicht auf einen Zustand, sondern auf eine Entwicklung. Was eben am Beispiel des Femelwaldes dargelegt wurde, gilt ebensosehr für den Plenterwald. «L'état de perfection n'existe pas; les opérations consisteront, dans la plupart des cas, dans des préparations qui devront s'enchaîner et se développer de période en période.» (Biolley 1928, S. 61)

Die durch heutige wirtschaftliche Gegebenheiten und übereinstimmende Entwicklungstendenzen sich aufdrängenden Ziele der Verbesserung wurden bereits dargelegt. Es geht darum, das Wachstum einzelner, auf Vitalität und Qualität ausgelesener Bäume derart zu fördern, dass bestimmte Dimensionen erreicht werden und dabei stabile Bestandesstrukturen entstehen. Ferner ist der Generationswechsel so zu vollziehen, dass einerseits die stärksten und wertvollsten Bäume der alten Bestockung bis zu ihrer individuellen Hiebsreife produzieren können, anderseits unter dem Schirm der alten eine neue Bestockung möglichst geringer Dichte heranwächst und nachhaltigen

Nachwuchs dauernd gewährleistet. Die Nachhaltigkeitskontrolle solchen Bestrebens hat den Nachweis zu erbringen, dass die wirkliche Leistung geförderter Bäume der erwarteten entspricht, sei dies in der Aufwachphase, Reifungsphase oder Überhaltsphase. Ausserdem hat die Kontrolle Auskunft über Art, Dichte und Qualität des Nachwuchses zu geben. Diese Nachweise müssen sich auf Bäume verschiedener Art, Grösse, Qualität, sozialer Stellung sowie verschiedener Förderung beziehen lassen. Die Lösung einer solch anspruchsvollen Aufgabe lässt sich aus Gründen des Aufwandes bloss mit Stichproben erzielen. Aus Gründen der Identifizierung und der einwandfreien Differenzbildung kommen bei diesen nur permanente Probeflächen in Frage.

Ansätze zur Entwicklung betriebsangepasster Kontrollsysteme

Ein entscheidender Schritt zur Realisierung einer ziel- und verfahrenskonformen Nachhaltigkeitskontrolle wurde mit der Entwicklung des Stichprobeverfahrens mit systematisch verteilten, permanenten Kontrollprobeflächen getan (Kurt 1965, Schmid/ Werner 1969). Diese Stichprobentechnik erlaubt – durch die freie Wahl der Anzahl und Verteilung wie auch der Grösse der Probeflächen – nicht nur die Anpassung an die vorhandene Betriebsart (Plenter- oder Femelschlagbetrieb), sondern auch an die gegebene Eigenart und Intensität der Betriebsführung (Hügelland- oder Gebirgsbetrieb). Die in der Probefläche vorhandenen Bäume werden mit Polarkoordinaten in ihrer Lage erfasst, so dass sich die Messungen an jedem einzelnen Baum ($d_{1,3}$, von einer Auswahl von Bäumen auch d_7 und h) in nachfolgenden Inventuren wiederholen lassen und daraus der so wesentliche Zuwachs (des Durchmessers, des Volumens, des Wertes) mit grosser Genauigkeit erfassbar wird. Alle quantitativen Grössen können durch qualitative ergänzt werden (Baumart, soziale Stellung, Vitalität, Qualität, Beschädigung, Gesundheit und anderes mehr).

Im Plenterbetrieb ermöglicht die Kenntnis der Anzahl und der relativen Lage erfasster Bäume die Zuteilung zu verschiedenartigen Strukturen, die sich nicht nur kartieren lassen, sondern auch Hinweise für die Art und das Ausmass von Eingriffen zu geben vermögen. (Bürki 1981, Kurt 1981) Im Femelschlagwald kann für die herrschenden Bäume (aufgrund qualitativer Ansprache oder als Oberhöhenbäume ausgezählt) in der Durchforstungsphase (bis $h_{dom} = 25$ m) ein Vergleich des erreichten gegenüber dem anzustrebenden Durchmesser nach dem Ertragstafelmodell angestellt werden. (Abbildung 3) Dabei wird der Stand der Baumentwicklung nicht etwa nach dem Alter, sondern nach der aussagekräftigeren und im Gelände sichtbaren und schätzbareren Oberhöhe festgestellt. Mit der Wahl der Oberhöhe verwischen sich

Durchmesser der 100 stärksten Bäume
in Beziehung zur Oberhöhe nach der
Ertragstafel der EAFV 1967

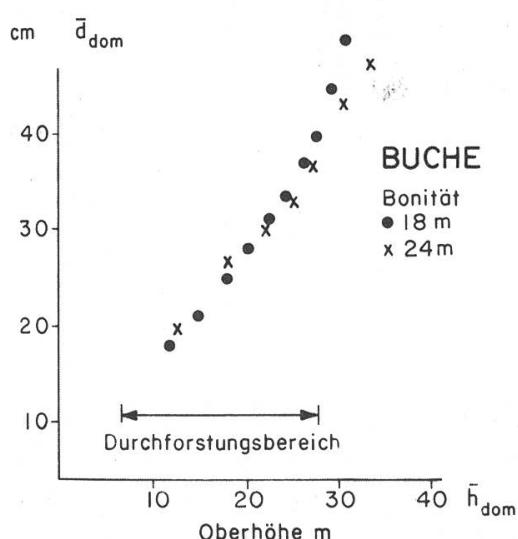


Abbildung 3

BUCHE Minimaler BHD- Zuwachs
für maximalen Waldreinertrag

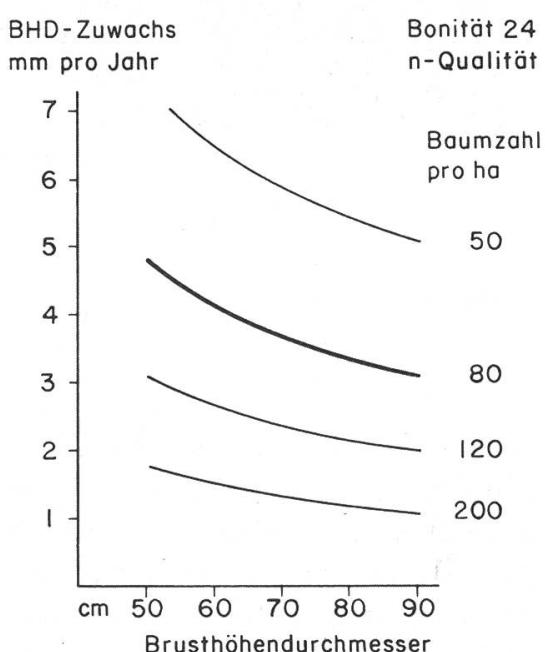


Abbildung 4

Unterschiede benachbarter Ertragstafelbonitäten. In analoger Weise lässt sich auch in der Lichtwuchs- und Überhaltsphase für die noch vorhandenen Wertträger feststellen, ob deren Durchmesserzuwachs noch genügt, um maximalen Waldreinertrag zu gewährleisten. Aufgrund dieses Testes lässt sich ein fundierter Entscheid über die individuelle Hiebsreife (*Abbildung 4*) fällen. Einzelheiten dieser Testmöglichkeiten sowie ihre Ergänzung zu einer Schätzung des Holzanfalles einer künftigen Durchforstung sind aus einem publizierten Beitrag über «Ziel, Voraussage und Kontrolle von Nutzungen im Forstbetrieb» zu entnehmen (Kurt 1982/1).

Die Oberhöhe erweist sich aber auch als zweckmässige Bezugsgrösse zur Beurteilung des Nachwuchses. Im Femelschlagbetrieb muss ein bestimmter Anteil von Flächen verschiedener Entwicklungsstufen dauernd gewährleistet sein, um einen nachhaltigen Nachwuchs sicherzustellen. Das Alter ist dazu ungeeignet, denn während des Verjüngungszeitraumes stehen ja junge Bestockungen sehr verschieden lang und verschieden stark unter dem Schirm der alten Bestockung, so dass gleiche Oberhöhen während sehr verschiedener Zeit und gleiches Alter bei sehr verschiedener Oberhöhe erreicht wird. Die Entwicklungsstufen sind demzufolge in sich äusserst verschiedenartig. Im Gegensatz zum Alter vermag die Oberhöhe unter solchen Verhältnissen den Entwicklungszustand der Bestockung treffend zu charakterisieren. Sie ist ausserdem im Gelände von jedermann erkennbar und schätzbar (*Abbil-*

Oberhöhenkarte aus allen Messungen

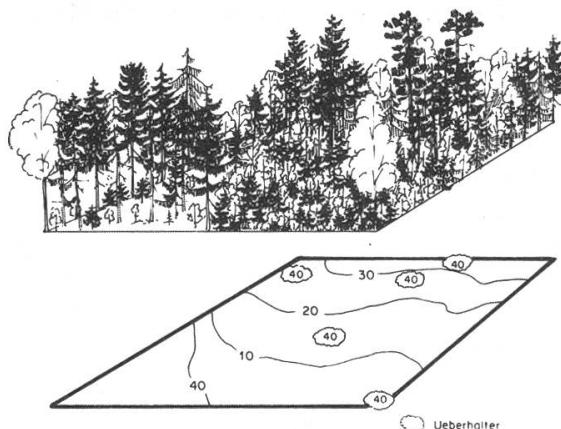


Abbildung 5

Oberhöhenkarte aus Stichproben

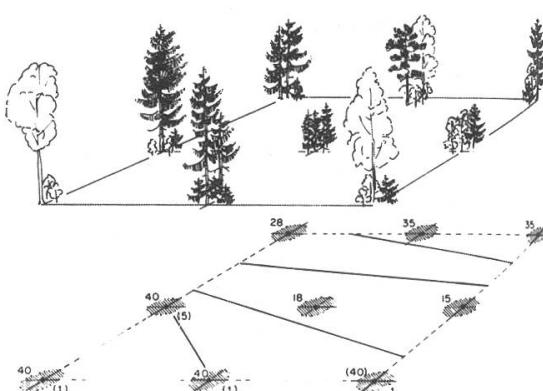


Abbildung 6

dung 5). Ein zusätzlicher Vorteil der Oberhöhe zeigt sich bei der Erstellung von Oberhöhenkarten. Dazu dienen einmal die gemessenen Oberhöhen in den einzelnen Probeflächen. Für 300 m² Probefläche sind dies bei 100 stärksten Bäumen pro Hektar 3 bis 4 Bäume (Abbildung 6). Da wohl für alle intensiv geführten Betriebe periodisch aufgenommene Luftbilder vorhanden sind, lässt sich bei stereometrischer Auswertung eine ergänzende, die Flächenerfassung verbessernde Abgrenzung der Oberhöhenstufen erzielen. Da die gesamte Betriebsfläche doch recht ausgedehnt ist, vermag aber die Zahl der Probeflächen der Stichprobe die Wirklichkeit meist gut zu repräsentieren. Im übrigen geht es ja bei der Feststellung von Flächenanteilen von Entwicklungsstufen bloss um Größenordnungen und sicher nicht um sehr genaue Angaben. Die Benützung der gemessenen Höhe von 4 herrschenden Bäumen innerhalb der Probefläche gibt auch die Möglichkeit in allen Höhenstufen eine Kontrolle über die vertretenen Baumarten in der Oberschicht vorzunehmen. Die Verschiedenheit des Höhenwachstums von Nadelholz und Laubholz macht es in Mischbeständen aber nötig, in der Probefläche die Höhen von je 2 herrschenden Nadel- und Laubbäumen zu messen.

Bei der Bildung der Altersklassen hat man übersehen, dass die zugehörigen Bäume diese Klassen verschieden rasch durchwachsen und somit bei Nachhaltigkeit im Betrieb gar nicht gleich grosse Flächenanteile vorhanden sein müssen (Abbildung 7). Betrachtet man die Entwicklung der Oberhöhe im Modell der Schweizer Ertragstafel, so ist diese Tatsache leicht zu erkennen. Man vermeidet deshalb diesen Fehler bei der Benützung von Oberhöhenstufen zur Nachhaltigkeitsprüfung, indem man je nach der Wachstums geschwindigkeit im Modell verschieden grosse Prozentanteile festlegt.

Im Femelschlagbetrieb wird je nach Baumart, Standort und Bestockungszustand eine verschieden lange und starke Überlappung der Generationen angestrebt (Abbildung 8). Das Oberhöhenprüfsystem ist von dieser Doppelschichtung unbeeinflusst, lässt sich doch bei der Probeflächen-

**Prozentanteile der Höhenstufen
im nachhaltigen System**

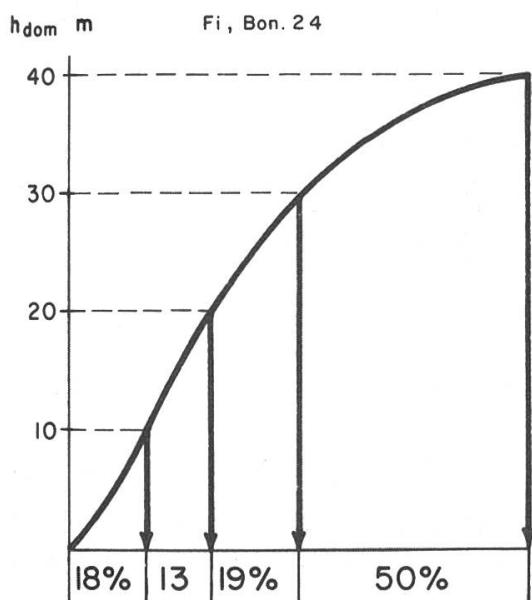


Abbildung 7

**Gewinn produktiver Betriebsfläche
durch Ueberlappungseffekt**

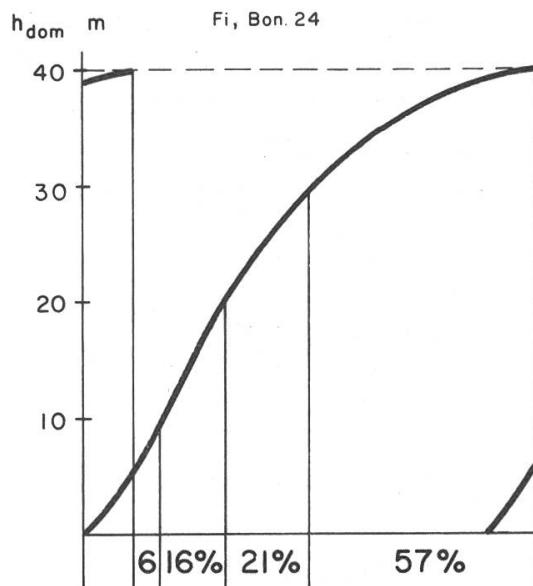


Abbildung 8

aufnahme sowohl die Oberhöhe der alten wie diejenige der neuen Generation feststellen. Die Überlappung führt bekanntermassen zu einem Betriebsflächengewinn. Wird dies im Modell zur Prüfung des Anteils der Oberhöhenstufen mit berücksichtigt, so verändern sich die nachhaltig nötigen Prozentanteile der Stufen zusätzlich. Im Betrieb werden deshalb die hochproduktiven, werterzeugenden Entwicklungsstufen gröserer Oberhöhe in ihrem Flächenanteil nicht mehr durch falsche Ansätze in den Prüfmodellen diskriminiert, wie dies bei der Altersklassentechnik der Fall ist. Die Verwendung derartiger Oberhöhenprüfmodelle bedingt eine einwandfreie Bonifizierung der im Betrieb vorhandenen Standorte und allfällig eine getrennte Betrachtung stark unterschiedlicher Bonitäten. Auch dies bietet bei Anwendung systematisch verteilter Probeflächen einer Inventur keine Schwierigkeiten, lassen sich doch die Proben gleicher Bonität beliebigen Standortsstraten zuteilen.

Aus Gründen der beschränkten Repräsentationskraft können im Forstbetrieb für kleine Straten keine statistisch gesicherten Werte erhalten werden. In flächenmäßig grossen Straten und im Gesamtbetrieb ist dies aber der Fall. Die Betriebsdaten zeigen dem Wirtschafter eindeutig und unmissverständlich, ob die gesteckten Ziele gesamthaft erreicht worden sind oder nicht. Es wird nun auf anderem Wege festzustellen sein, ob dies auch in kleinen Teilen des Betriebes der Fall ist. Dazu können die Resultate der Erhebung in den einzelnen Probeflächen herangezogen werden. In den im Freien sichtbar bezeichneten Flächen lässt sich die Wirkung von unterlasse-

**Nettowerte von Sortimenten
verschiedener Oberhöhenstufen**

Fichte

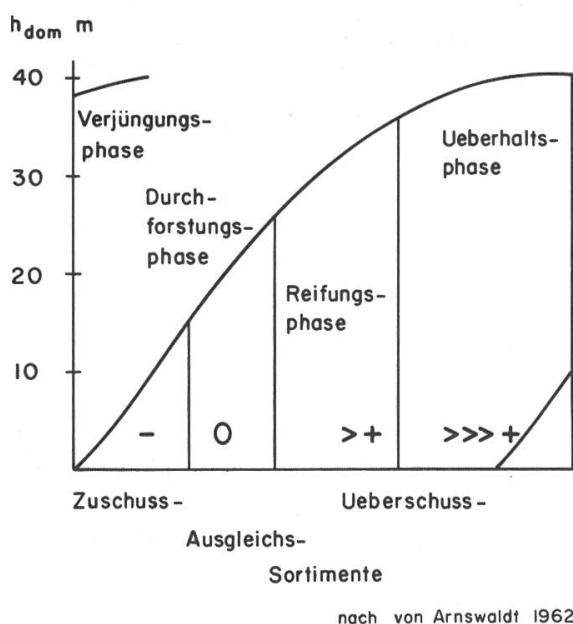


Abbildung 9

**Kontrolle der Wertnachhaltigkeit
bei Buche**

nach von Arnswaldt

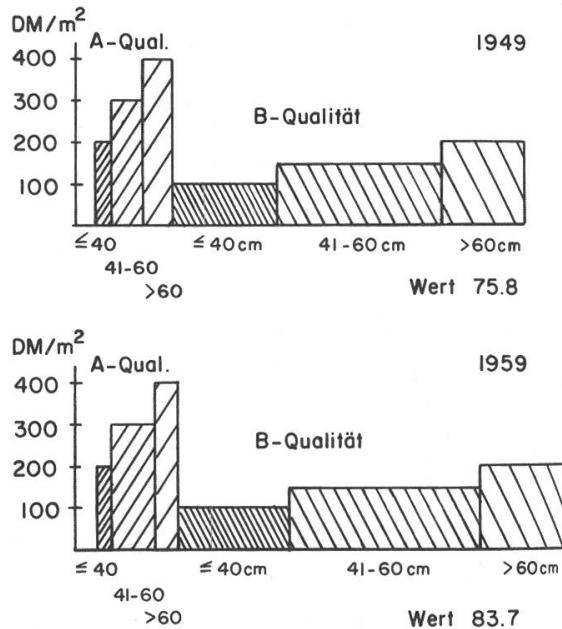


Abbildung 10

nen oder doch falsch ausgeführten Durchforstungseingriffen jederzeit durch Nachmessen ermitteln. Die einzelnen Probeflächen der Stichprobeninventur werden dadurch zu Versuchsflächen des Betriebsleiters (Kurt 1982/1).

Die Beschäftigung mit dem einzelnen Baum wird mit zunehmender Entwicklung umso nötiger, als doch das bei richtiger Pflege mit dem Alter kaum wesentlich erlahmende Wachstum die angestrebte Wertproduktion ermöglicht. Überlegungen hinsichtlich zweckmässiger Umtriebszeit stellen sich deshalb höchstens bei der Wahl des Durchforstungsmodells (Kurt 1982/2), aber sicher nicht bei einer einmal auf ein Modell ausgerichteten Betriebsführung. Sofern bei der Inventur in den Probeflächen nicht nur quantitative Messungen, sondern auch qualitative Ansprachen vorgenommen werden, lassen sich sehr bedeutungsvolle Wertbetrachtungen anstellen (von Arnswaldt 1962). Zunächst zeigen die Nettowerte der verschiedenen, im Laufe der Baumentwicklung mit zunehmender Oberhöhe anfallenden Sortimente erneut deutlich, dass oft bis zum Ende der Durchforstungsphase bei Nutzungen kaum ein Gewinn erzielt werden kann (Abbildung 9).

Dies ist allerdings sowohl von der Baumart als von der Bonität abhängig. Die pfleglichen Nutzungen in der Verjüngungsphase erfordern Zuschüsse, die die Durchforstungsphase nicht oder selten, sondern nur die Reifungsphase und vor allem die Überhaltsphase zu geben vermögen.

Alle bisher dargestellten Teste und Wertbetrachtungen bezogen sich auf Normalqualität. Sie gelten deshalb für Fichte und Tanne, allenfalls auch für

Douglasie, Föhre und Lärche. Bei Laubholz hingegen sind Sortimente mit Überschuss nicht nur viel später zu erwarten, sondern es entscheidet sehr wesentlich die Qualität über die Grösse des Überschusses. Man wird deshalb die Qualität durch Ansprache in den Probeflächen zu erfassen und in ihrer Entwicklung zu verfolgen trachten (von Arnswaldt 1962). Nur eine derartige Erfassung vermag eine Prüfung der Wertnachhaltigkeit zu gewährleisten, die dem in jedem schweizerischen Wirtschaftsplan stolz verkündeten allgemeinen Ziel «einer grösstmöglichen Wertproduktion» entspricht (*Abbildung 10*).

Zu Beginn dieser Studie wurde der Beschränkung der Nachhaltigkeitskontrolle auf traditionelle Bereiche das Wort geredet. Eine Ausweitung wurde zwar nicht gerade in den Bereich forstlicher Utopie verwiesen, aber doch für den Forstbetrieb als unrealistisch abgetan. Dabei sind auch Ansätze zur Kontrolle der Standortsgüte übergangen worden. Diese Standortsgüte wird seit langem an Bodenpflanzen und an besonderen Zeichen des Bodenzustandes beurteilt. Versuche, besondere Kriterien zu Überprüfung der Standortsgüte bzw. deren Veränderung zu finden, sind bisher selten geblieben, so dass es bei gutachtlicher Beurteilung qualitativer Anzeichen blieb. Ein möglicher Weg wurde von *G. Jahn* (1975) aufgezeigt, der mindestens als Idee erfolgversprechend ist, obwohl die Untersuchung der Art und der Anteile der Humuszusammensetzung, an denen die Nachhaltigkeit des Standortes geprüft wurde, noch keine befriedigende Lösung darstellt. Die Tatsache, dass nun doch sehr viele Forstbetriebe über Standortskartierungen verfügen, drängt zur Verwirklichung solcher Prüfverfahren, denn das Ziel der Wertproduktion zwingt zur Lösung dieser Aufgabe.

Zusammenfassend sei nochmals daran erinnert, dass die Entwicklung des Verhältnisses von Kosten und Erlös die Bedeutung der Wertholzproduktion in Mitteleuropa erhöht hat. Damit gilt es in den Forstbetrieben die Wertnachhaltigkeit anzustreben. Diese setzt aber voraus, dass die nachhaltige Pflege und Förderung des einzelnen Baumes zur Erreichung wertversprechender Dimensionen noch deutlicher in den Vordergrund des Handelns im Walde tritt. In weiteren Entwicklungsphasen ist die Nachhaltigkeit der Erhaltung und Förderung des den grössten Wert produzierenden Starkholzes zu sichern, und schliesslich muss gesamthaft die Nachhaltigkeit des Nachwuchses erreicht werden. Die dargestellten Möglichkeiten bei Verwendung von Ergebnissen aus Kontrollstichproben mögen zeigen, dass einer Prüfung des Erfolges solcher Absichten keine unüberwindlichen Schwierigkeiten im Wege stehen.

Résumé

Le rendement soutenu et son contrôle

Le principe du rendement soutenu a été conçu en des périodes et dans des régions souffrant de disettes de bois. Les craintes qu'engendrait un ravitaillement futur incertain incitaient à réglementer l'exploitation des bois. Les critères de contrôle de ce rendement soutenu étaient, au début, des grandeurs momentanées telles que la surface forestière et le matériel sur pied; par la suite on utilisa aussi des grandeurs évolutives telles que les classes d'âge et l'accroissement. Actuellement, la priorité est accordée au rendement soutenu de la production en valeur qu'on cherche à réaliser en sélectionnant des arbres individuellement. Cela exige qu'aussi bien le recrutement que le traitement efficace de ces tiges d'élites soient assurés d'une façon soutenue, et que la composition et la structure de l'entreprise forestière s'en trouvent améliorées.

Un réseau systématique d'échantillonnage à l'aide de placettes permanentes, où la position de chaque arbre est saisie à l'aide de coordonnées polaires, fournit les bases nécessaires à un contrôle de ce rendement soutenu. En plus des grandeurs quantitatives mesurées habituellement, telles que le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur, des indications qualitatives, telles que l'essence forestière, la position sociale, la vitalité et la qualité, sont également relevées. Il est possible de comparer, à l'aide de modèles, les dimensions visées avec celles effectivement atteintes. De plus, il est possible aussi d'établir les proportions des différentes essences dans la régénération. La hauteur dominante, déterminée à l'aide du mesurage des quelques arbres dominants de chaque placette d'échantillonnage, permet de contrôler les parts nécessaires des stades de développement dans une fraction ou pour l'ensemble de l'entreprise. Il est aussi possible de calculer sans autre l'accroissement en hauteur se modifiant successivement, et de constater l'effet d'une régénération préexistante créée sous l'ancien peuplement. Finalement, à l'aide de l'accroissement en diamètre des arbres d'élite dominants des vieilles futaies et des surréserves, comparé à des valeurs tirées de modèles, on peut contrôler si la culmination du rendement en valeur net a été atteinte ou non. Ce moyen de décision est primordial, car les entreprises forestières sont de plus en plus dépendantes financièrement des gros bois fournissant des rendements nets élevés. Avec ce qui vient d'être énuméré, il est donc possible de satisfaire dans une large mesure aux besoins d'un contrôle de la production en valeur et par là du rendement soutenu en valeur, ainsi qu'à la détermination de possibilités en valeur.

Traduction: *J.-P. Farron*

Literatur

- von Arnswaldt, H. J.*, 1962: Wertkontrolle und Betriebswirtschaft. *Forstarchiv*, 33, 8: 161–165
- Bolley, H.*, 1916: L'anomalisme du «matériel normal». *Journ. for. suisse* 67, 1/2: 1–14
- Bolley, H.*, 1927: L'orientation de l'aménagement des forêts en Suisse. *Journ. for. suisse* 78, 3/4/5: 52–57, 78–81, 107–110
- Bolley, H.*, 1928: La méthode d'aménagement dite «méthode du contrôle». *Journ. for. suisse* 79, 1/2/3: 1–6, 28–35, 58–61
- Bolley, H.*, 1937: Contribution à l'étude de l'influence du traitement sur la forme des arbres. *Journ. for. suisse* 88, 3: 49–59
- Bürki, A.*, 1981: Bestandesstrukturen im Gebirgsfichtenwald. Charakterisierung von Strukturtypen durch Inventurdaten aus Kontrollstichproben. *Beih. Zeitschr. d. Schweiz. Forstvereins*, 69, 181 S.
- Günther, M.*, 1976: Die alte Frage nach der Nachhaltigkeit – neu gestellt. *Allg. Forstzeitschr.* 31, 51/52: 1136–1151
- Hess, E.*, 1950: Die Nachhaltigkeit im Bundesgesetz betr. die eidg. Oberaufsicht über die Forstpolizei. *Schweiz. Z. Forstwes.* 101, 7/8: 317–332
- Jahn, G.*, 1975: Die natürliche Waldgesellschaft – Grundlage der Nachhaltigkeit? *Forstarchiv*, 46, 1: 2–5
- Kurt, A.*, 1954: Die Kontrollidee in der Schweizer Forstwirtschaft. *Allg. Forst- und Jagdztg.*, 125, 4: 130–135
- Kurt, A.*, 1965: Neue Wege zur Verwirklichung des Kontrollgedankens in der Forsteinrichtung. *Allg. Forstztg.*, 76, 1: 1–4
- Kurt, A.*, 1981: Quelques considérations concernant le contrôle des forêts jardinées. Schriftenreihe Informationswesen im Forstbetrieb, ETH Zürich, 4: 1–23
- Kurt, A.*, 1982: Ziel, Voraussage und Kontrolle von Nutzungen im Forstbetrieb. *Schweiz. Z. Forstwes.* 133, 2: 93–114
- Kurt, A.*, 1982: Nutzungsplanung in Verjüngungsbeständen. *Schweiz. Z. Forstwes.* 133, 2: 121–138
- Leibundgut, H.*, 1949: Grundzüge der schweizerischen Waldbaulehre. *Forstwiss. Centralbl.* 68, 5: 257–291
- Leibundgut, H.*, 1966: Die Waldflege. Bern, 192 S.
- Prodan, M.*, 1971: Zu einer Neuorientierung der Forstwissenschaften. *Allg. Forst- und Jagdztg.* 142, 4: 93–97
- Prodan, M.*, 1976: Verpflichtung der Forstwirtschaft und der Forstwissenschaften. *Allg. Forstzeitschr.* 31, 3: 33–35
- Prodan, M.*, 1977: Allgemeingültigkeit forstlicher Prinzipien. *Forstarchiv*, 48, 12: 245–248
- Schädelin, W.*, 1936, 1942: Die Durchforstung als Auslese- und Veredelungsbetrieb höchster Wertleistung. Bern Leipzig, 147 S.
- Schmid, P., Werner, J. u.a.*, 1969 und 1978: Kontrollstichproben: Aufnahmeinstruktion. 1. und 2. Aufl., Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Berichte 27 und 186, 57 S.
- Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen*, 1966, 1967, 1968, 1969: Ertragstafeln für Tanne, Buche, Fichte, Lärche
- Speidel, G.*, 1972: Planung im Forstbetrieb. Grundlagen und Methoden der Forsteinrichtung. Hamburg und Berlin
- Tromp, H.*, 1971: Der Wald als Element der Infrastruktur. *Schweiz. Z. Forstwes.* 122, 11: 528–541
- Zürcher, U.*, 1965: Die Idee der Nachhaltigkeit unter spezieller Berücksichtigung der Gesichtspunkte der Forsteinrichtung. *Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswes.*, Mitt., 41, 4: 91–218

