Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 134 (1983)

Heft: 2

Artikel: Hiebsatzweiser in der Praxis

Autor: Rüsch, Willy

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-767214

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: 12.07.2025

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

Hiebsatzweiser in der Praxis

Von *Willy Rüsch,* Kölliken AG Oxf.: 624.1

Dank der Verbreitung der waldbaulichen Planung durch *Leibundgut* (1960, 1973) werden Hiebsatzfestlegungen in den allermeisten Fällen auf eine Einzelplanung abgestützt. Um die Konsequenzen dieser waldbaulichen Einzelplanung auf das Waldgefüge und auf dessen Entwicklung gesamthaft überblickbar zu machen, ist es zweckmässig, diese einer Gesamtplanung zu unterziehen (*Kurt,* 1976). Je nach Gewichtung kann die Gesamtplanung verschiedene Grössen der waldbaulichen Einzelplanung überprüfen oder nur als Rahmengrösse ohne Einzelplanung Verwendung finden. Gesamtplanerische Überprüfungsgrössen werden als Weiser oder als Gesamtweiser bezeichnet.

Hiebsatzweiser haben eine ausgesprochene Übersichts- und damit auch Nachhaltigkeitsfunktion. Sie können jedoch nicht nur für Gesamthiebsätze, sondern auch für Hiebsatzteile (Durchforstung, Räumung usw.) verwendet werden. Weiser für Hiebsatzteile sind auf den schlagweisen Hochwald beschränkt, während solche für Gesamthiebsätze auch die Betriebsformen der stufigen Wälder einbeziehen.

1. Hiebsatzweiser im Schlagwald

Aufgrund von eindeutig differenzierbaren Massnahmen besteht die Möglichkeit, Hiebsatzweiser für einzelne Hiebsatzteile sowie für den Gesamthiebsatz zur Anwendung zu bringen. Dieses Unterfangen wird von der zu erwartenden Tragweite der jeweiligen Massnahmen sowie von Aussagefähigkeit, Zweckmässigkeit und Handhabungsaufwand der einzelnen Weiser abhängen.

Mit den Hiebsatzweisern wird danach getrachtet, die Zielvorstellung der optimalen Waldstruktur im langfristigen Rahmen anzustreben. Als Zielvorstellung wird in der Regel ein Altersklassen-Normalwald definiert, dessen Vorrat nach Baumarten, Masse und Qualität der standörtlichen Ertragsfähigkeit entspricht und stabil bleibt, das heisst nachhaltig ist.

Die Behandlungsformen der waldbaulichen Einzelplanung werden anhand adäquater Gesamtweiser überprüft und gegebenenfalls korrigiert. In der Praxis haben eindeutig Gesichtspunkte der Gesamtplanung Vorrang. Dabei gilt der Grundsatz, dass klar zum Ausdruck kommen muss, wo welche Bestände im Gegensatz zur Einzelplanung mehr beziehungsweise weniger genutzt werden sollen. Erst danach kann das entsprechende Zu- oder Mindermass an Holzmasse ermittelt werden. Ein umgekehrtes Vorgehen (Schluss von der Masse auf die Fläche) ist infolge von oftmals wenig genauen Vorratsangaben weniger ratsam (*Rüsch,* 1979 I).

1.1 Durchforstungs-Hiebsatz

1.11 Flächenweiser

$$\boxed{F_{DF} = (F_{Tot} - F_{DA} - F_{DE} - F_0)\ \frac{T}{t}} \qquad (1)$$

F_{DF} = Durchforstungsfläche pro Planungszeitraum (ha)
F_{Tot} = Gesamte bestockte Waldfläche (ha)
F_0 = Blössenfläche (ha)
F_{DA} = Fläche mit noch nicht zu durchforstenden Beständen (ha)
F_{DE} = Fläche mit nicht mehr zu durchforstenden Beständen (ha)
T = Planungszeitraum (Jahre)
t = Durchforstungsturnus (Jahre)

Der Quotient $\frac{T}{t}$ kann weggelassen werden, wenn nur die Fläche der Durchforstungslokalitäten, nicht aber die absolut zu behandelnde Fläche interessiert; ebenso wenn der Durchforstungsturnus t der Periodenlänge T entspricht.

Die geplanten Durchforstungsflächen der Einzelplanung werden mit der Modell-Durchforstungsfläche F_{DF} verglichen. Allfällige Differenzen können auf Additionsfehler oder auf nicht zu durchforstende Flächen hinweisen.

Dieser Flächenweiser besitzt lediglich Orientierungs- beziehungsweise Kontrollcharakter, da über die Flächensumme der zu durchforstenden Bestände in der Regel keine Unklarheit besteht und durch die waldbauliche Planung die entsprechenden ertragskundlichen Kriterien bereits appliziert wurden. Sofern jedoch ein Teil der Bestände mit aufschiebbarer Durchforstungsdringlichkeit versehen wurde, kann der Flächenweiser F_{DF} zur Korrektur der ursprünglichen Flächensumme herangezogen werden.

1.12 Massenweiser

$$M_{DF} = \frac{1}{T} \sum_{X=DA}^{DE} F_X \cdot M_X \qquad (2)$$

M_{DF} = Durchforstungsmasse pro Jahr (Tm^3)
F_X = Fläche des Bestandestyps X (ha)
M_X = Durchforstungsmenge des Bestandestyps X (Tm^3/ha): diese Mengen können auf Erfahrungszahlen oder auf (mittels Durchforstungsprozent) relativierte Ertragswerte abgestützt werden
DA = erster Bestandestyp beziehungsweise Alters- oder Durchmesserklasse mit Durchforstung
DE = letzter zu durchforstender Bestandestyp beziehungsweise Alters- oder Durchmesserklasse
T = Planungszeitraum (Jahre)

Dieser Durchforstungs-Massenweiser dient ausschliesslich zu Orientierungs- und Kontrollzwecken, kann jedoch immerhin über die Plausibilität der aufgrund der Einzelplanung ermittelten Durchforstungsmasse Aufschluss geben.

Sollte hingegen auf eine einzelbestandesweise Planung der Durchforstungen verzichtet worden sein, ergibt der Massenweiser M_{DF} direkt einen Richtwert für die jährliche Durchforstungsmasse.

1.13 Empfehlungen zum Durchforstungs-Hiebsatz

In der Praxis wird man in der Regel die Durchforstungsvorgaben der waldbaulichen Einzelplanung ohne Überprüfung durch einen Gesamtweiser direkt für die Hiebsatzbemessung übernehmen. Sollte jedoch ein Hiebsatz ohne Einzelplanung ermittelt werden, kann mit beiden Weisern (1) und (2) ergänzend gearbeitet werden.

1.2 Lichtungs-Hiebsatz

1.21 Flächenweiser

$$F_{LI} = F_R \cdot \left(\frac{Z}{T} - 1\right) \cdot Q = \frac{F_{Tot} \cdot T}{U} \left(\frac{Z}{T} - 1\right) \cdot Q \quad (3)$$

F_{LI} = Normallichtungsfläche pro Planungszeitraum T (ha)
F_R = Normalräumungsfläche (ha); vergleiche auch (5)
Z = durchschnittlicher spezieller Verjüngungszeitraum (Jahre)
T = Planungszeitraum (Jahre)
Q = Quotient aus Naturverjüngungsfläche und Gesamtverjüngungsfläche
F_{Tot} = gesamte bestockte Waldfläche (ha)
U = mittlere Umtriebszeit (Jahre)

Die Beziehung (3) beruht auf folgenden Überlegungen und Voraussetzungen:

- der spezielle Verjüngungszeitraum ist für alle entsprechenden Bestände mehr oder weniger gleich und längerfristig konstant;
- die künstliche Verjüngungsfläche (Gesamtverjüngungsfläche minus Naturverjüngungsfläche) wird nicht vorgelichtet;
- das richtige Ausmass an vorgelichteten Beständen ist bereits vorhanden;
- pro Planungszeitraum erfolgt ein Lichtungshieb, damit nach Ablauf des speziellen Verjüngungszeitraumes der (zweckmässig vorgelichtete) Bestand geräumt werden kann.

Daraus wird ersichtlich, dass es sich um einen theoretischen Näherungsweiser handelt, der jedoch immerhin einen Soll-Flächenrahmen für den Normalzustand anzugeben vermag. Der Flächenweiser F_{LI} stützt sich auf die Vorstellung, im Normalwald stets die gewünschte Fläche an richtig vorgelichteten Beständen zur Räumung bereitzustellen. Unter Berücksichtigung der tatsächlichen Bestandesverhältnisse ist es oft zweckmässig, die Lichtungsfläche der Einzelplanung mit F_{LI} zu vergleichen und nötigenfalls anzugleichen.

1.22 Massenweiser

$$M_{LI} = \frac{F_{LI} \cdot T}{Z - T} \sum_{X=1}^{\frac{Z-T}{T}} \frac{T}{Z} \cdot V_{U-(Z-Tx)} \qquad (4)$$

M_{LI} = Normallichtungsmasse pro Planungszeitraum (Tm^3)
F_{LI} = Normallichtungsfläche (ha); vergleiche (3)
T = Planungszeitraum (Jahre)
X = 1, 2 . . . n: Anzahl vorzulichtender T-jähriger Altersklassen
Z = spezieller Verjüngungszeitraum (Jahre)
V_U = Vorrat im Alter der Umtriebszeit (Tm^3/ha)

Die Beziehung (4) ergibt einen Näherungswert, der dieselben Voraussetzungen des Normalwaldmodelles wie Beziehung (3) benützt. Er ist anwendbar, wenn die Vorräte der zu lichtenden Altersklassen bekannt sind. Ausserdem wird davon ausgegangen, dass die Vorlichtungen regelmässig (zum Beispiel wird bei Z = 30 Jahre pro 10jährigem Planungszeitraum etwa $^1/_3$ des Vorrates geschlagen) und auf gleichmässig verteilten Vorlichtungsflächen erfolgen. Dieser Weiser hat den Vorteil, dass der Lichtungszuwachs durch $V_{U-(Z-Tx)}$ berücksichtigt wird.

Bei fehlender waldbaulicher Einzelplanung kann dieser Weiser zwecks Formulierung von Rahmenzahlen gute Dienste leisten (zum Beispiel für Richtplanungen, Kantonsinventare). Als direkter Weiser bei vorhandener Einzelplanung ist der Handhabungsaufwand jedoch oft unerwünscht gross; zudem dürften die notwendigen Angaben vielerorts nicht in den üblichen Inventaren enthalten sein, da in der Regel keine 10jährigen Altersklassen ausgeschieden werden.

1.23 Empfehlungen zum Lichtungs-Hiebsatz

In der Praxis ist es zweckmässig, die Lichtungsflächen der Einzelplanung mit Hilfe des Flächenweisers (3) zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Eine derartige Korrektur müsste logischerweise eine Neufestsetzung der Lichtungsmasse zur Folge haben.

Der Massenweiser (4) kann für spezielle Übersichtsplanungen in grösseren Perimetern (Region, Kanton), in denen keine Einzelplanung vorliegt, Verwendung finden. Sofern die genannten Voraussetzungen erfüllt sind, können damit auch gute Schätzungen von Nutzungsmassen im Rahmen von nachhaltigen Modellüberlegungen erhalten werden. Bei Betriebsplanungen ist er als direkter Weiser infolge kleiner Aussagefähigkeit und verhältnismässig grossem Aufwand eher nicht zu empfehlen.

1.3 Räumungs-Hiebsatz

1.31 Flächenweiser

$$F_R = \frac{F_{Tot} \cdot T}{U} \qquad (5)$$

F_R = Normalräumungsfläche pro Planungszeitraum (ha)
F_{Tot} = Gesamte bestockte Waldfläche (ha)
T = Planungszeitraum (Jahre)
U = mittlere Umtriebszeit (Jahre)

Dieser Flächenweiser beruht auf der klassischen Normalwaldtheorie: Die gesamte Waldfläche geteilt durch die Umtriebszeit ergibt den normalen jährlichen Flächenschlag. Dieser führt (sofern Vornutzungen und Kalamitäten ausgeschlossen werden) innerhalb einer Umtriebszeit zum ausgeglichenen Alterklassenverhältnis des Normalwaldes.

Der Flächenweiser (5) erweist sich in den allermeisten Fällen als überaus einfache und zweckmässige Richtgrösse, mit der die Räumungsfläche der waldbaulichen Einzelplanung verglichen und korrigiert werden kann. Dieser Flächenweiser kann sowohl für grössere Perimeter als auch für kleinere Betriebe Verwendung finden.

Wenn aufgrund von unterschiedlichen Umtriebszeiten mit verschiedenen Betriebsklassen (zum Beispiel für Fichte, Föhre und Eiche) gearbeitet wird, lautet die Beziehung (5) wie folgt:

$$F_{RT} = T \sum_{x=1}^{n} \frac{F_x}{U_x} \qquad (5a)$$

F_{RT} = gesamte Normalräumungsfläche pro Planungszeitraum (ha)
T = Planungszeitraum (Jahre)
X = 1, 2, 3 . . . n = Anzahl Betriebsklassen
F_X = Fläche der Betriebsklasse x (ha)
U_X = Umtriebszeit der Betriebsklasse x (Jahre)

1.32 Massenweiser

a) ohne Vorlichtungen

$$M_R = F_R \cdot V_R \qquad (6)$$

M_R = Räumungsmasse pro Planungszeitraum (Tm^3)
F_R = Normalräumungsfläche pro Planungszeitraum (ha); vergleiche (5)
V_R = Vorratssumme der zu räumenden Altersklassen oder Entwicklungsstufen (Tm^3/ha)

Der Massenweiser (6) ist sehr einfach zu ermitteln, da die Räumungsfläche F_R lediglich mit der Masse der zu räumenden Entwicklungsstadien zu multiplizieren ist. Als Resultat wird ein Näherungswert für die Räumungsmasse erhalten, wobei allfällige Vorverjüngungen nicht berücksichtigt werden.

b) mit Vorlichtungen

$$M_{RL} = F_R \cdot V_R(1-Q) + F_R \cdot \frac{V_R}{\frac{Z}{T}} \cdot Q \qquad (7)$$

M_{RL} = Endnutzungsmasse an Räumungen und Lichtungen pro Planungszeitraum (Tm^3)
F_R = Normalräumungsfläche pro Planungszeitraum (ha)
V_R = Vorrat der ältesten Altersklasse oder Entwicklungsstufe (Tm^3/ha)
Q = Quotient aus Naturverjüngungsfläche und Gesamtverjüngungsfläche
Z = durchschnittlicher spezieller Verjüngungszeitraum (Jahre)
T = Planungszeitraum (Jahre)

Der Massenweiser (7) ist infolge der Berücksichtigung der Lichtungsmasse etwas komplizierter, jedoch nur geringfügig aufwendiger als der Mas-

senweiser (6). Es wird ein Näherungswert der Räumungsmasse von nicht vorgelichteten *und* vorgelichteten Flächen erhalten. Dabei wird davon ausgegangen, dass der richtige Anteil an vorgelichteten Flächen bereits vorhanden ist (vergleiche Kapitel 1.21).

1.33 Empfehlungen zum Räumungs-Hiebsatz

Bei der Bestimmung der Normalräumungsfläche F_R ist darauf zu achten, dass bei Vorhandensein von stufigen oder in Stufigkeit überzuführenden Beständen diese Fläche von der Gesamtfläche F_{Tot} in Abzug gebracht wird.

Der Flächenweiser (5) ist in der Praxis sehr verbreitet und beliebt. Er darf für übliche Betriebsplanungen als ertragskundlich zweckmässig bezeichnet werden und ist ausserdem schnell und einfach bereitzustellen. Für spezielle Fälle stellt sich allerdings die Frage, inwieweit die Optimierung anderer Ertragskennziffern wie Hiebsatz, Vorrat, Umtriebszeit usw. Vorrang vor einem mehr oder weniger kompromisslosen Anstreben einer ausgeglichenen Altersstruktur haben. Auf diese Fragen wird in Kapitel 1.43 hingewiesen.

Da die Beziehungen (6) und (7) auf die Räumungsfläche F_R abgestützt werden, kommen sie für eine direkte Korrektur des Räumungs-Hiebsatzes weniger in Frage. Es sei denn, man verfüge über schon seit längerer Zeit nahezu ausgeglichene Altersstrukturen und sehr genaue Vorratsangaben. Jedoch auch in diesem eher theoretischen Fall müsste eine Korrektur der Räumungsmasse auf die Räumungsfläche und schliesslich auf die waldbauliche Einzelplanung zurückgeführt werden (vergleiche Kapitel 1). Für grossräumige Übersichtsplanungen und nachhaltige Modellberechnungen vermögen die Massenweiser (6) und (7) demgegenüber gute Schätzungen zu geben.

1.4 Gesamt-Hiebsatz

Die folgenden Hiebsatzweiser äussern sich zum Gesamt-Hiebsatz, das heisst sie schliessen demzufolge Vor- *und* Endnutzungen ein.

1.41 Zuwachsweiser

Die Beziehung $V_2 - V_1 + N$ für einen Planungszeitraum ermittelt, ergibt den betrieblichen Gesamtzuwachs; kann dieser Gesamtzuwachs über mehrere Planungszeiträume ermittelt werden, spricht man von ertragsgeschichtlichem Zuwachs. Sofern die ganze Waldfläche genutzt werden kann, sind im ausgeglichenen Normalwald Gesamtzuwachs und Hiebsatz identisch.

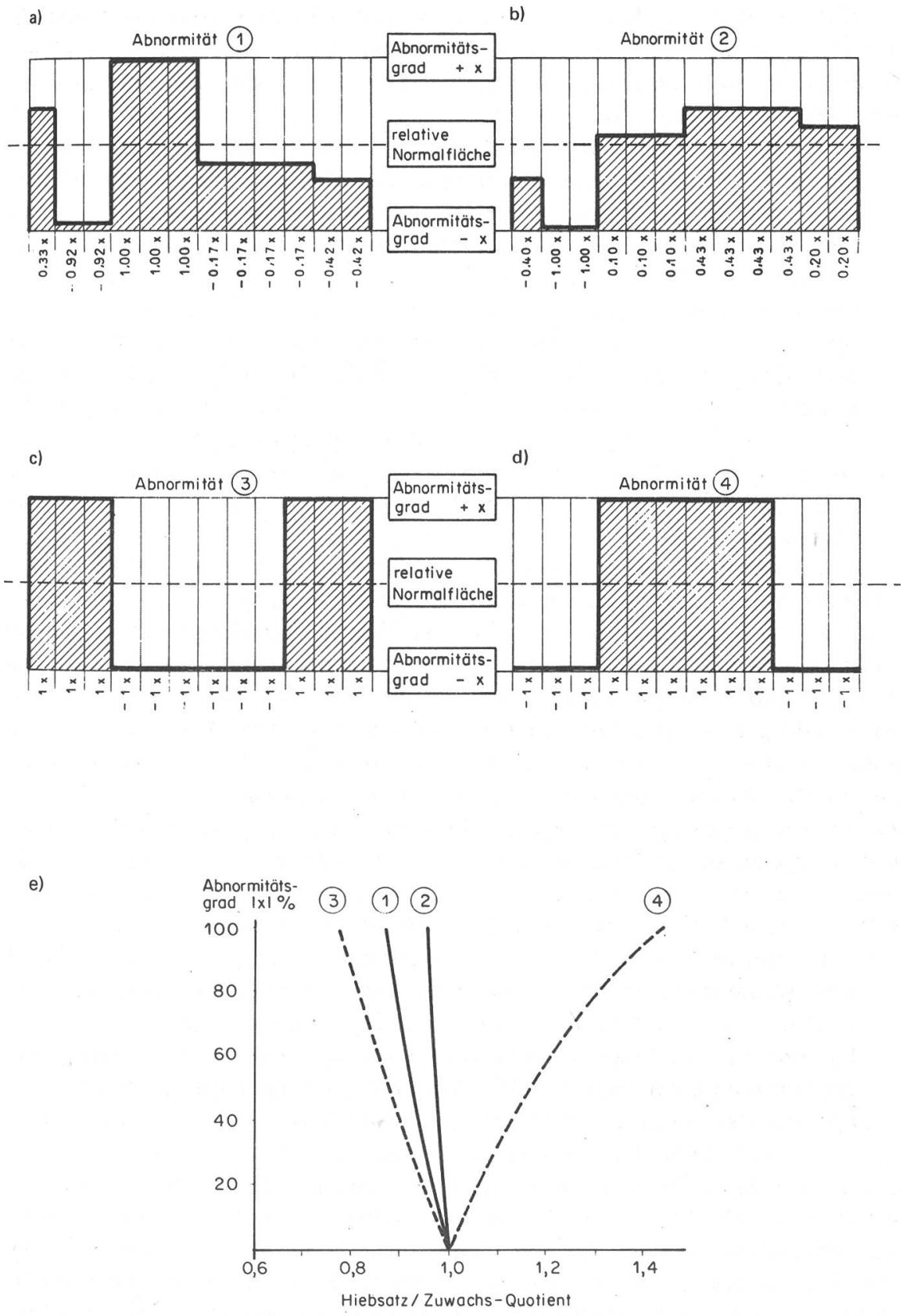

Abbildung 1. Hiebsatz/Zuwachs-Quotient bei verschiedenen Abnormitätsgraden.

Hat der fragliche Wald hingegen keine ausgeglichene Struktur, so weicht der Hiebsatz (bei Realisierung der Normalräumungsfläche F_R,5 und der Normaldurchforstungsfläche F_{DF},1) mehr oder weniger vom Gesamtzuwachs ab. Dazu zwei Beispiele:

- Ein Wald hat einen Überschuss an Jungwuchs, Stangenholz und Altholz und dementsprechend praktisch keine Baumhölzer. Die Normalnutzung von F_R und F_{DF} ergibt einen Hiebsatz, der zwischen 85 % und 90 % des Gesamtzuwachses liegt. Daraus folgt eine leichte Vorratserhöhung (vergleiche Abnormität 3, *Abbildung 1e*).
- Ein Wald besteht praktisch nur aus Baumhölzern, bei denen Jungwald und Altholz beinahe fehlen. Der Gesamtzuwachs liegt somit nahe am laufenden Zuwachs der Baumhölzer und eine Nutzung desselben würde (da dieser unter dem Normalzuwachs liegt) das Strukturungleichgewicht fördern und den Durchschnittsvorrat weiter erhöhen. Die Normalnutzung von F_R und F_{DF} ergibt daher einen Hiebsatz, der zwischen 120 % und 130 % des Gesamtzuwachses beträgt (vergleiche Abnormität 4, *Abbildung 1e).*

Die Interpretation dieser zwei Beispiele ist nicht ohne weiteres vorzunehmen und erfordert eingehende Modellüberlegungen. Dazu sind in *Abbildung 1* vier typische Fälle von Entwicklungs-Ungleichgewichten dargestellt. Unter Voraussetzung einer Altersklassenschlagwirtschaft bildet ein Normalwaldmodell mit zwölf Altersklassen von je 10 Jahren die Ausgangsbasis. Die gestrichelte Linie hält die Normalfläche fest. Die Abnormitäten gemäss *Abbildung 1a* und *Abbildung 1b* wurden gemäss *Ott* (1972) für zwei Regionen des Mittellandes übernommen; bei *1c* und *1d* handelt es sich um die zwei oben beschriebenen theoretischen Fälle. Der Abnormitätsgrad x (Abweichung gemäss Altersklasse von der Normalfläche in %) wird in Schritten von je ± 10 % bis ± 100 % variiert. Daraus können für das Hiebsatz/Zuwachs-Verhältnis folgende Schlüsse gezogen werden:

- bei Abnormität wie im Beispiel Mittelland (zuwenig Stangenholz, mehr oder weniger grosse Überalterung; *Abbildungen 1a* und *1b*) liegt die Hiebsatzmasse zwischen 85 % und 100 % des Gesamtzuwachses
- bei abermals gesteigerter Abnormität wie in *Abbildungen 1c* und *1d* liegt die Hiebsatzmasse zwischen 75 % und 145 % des Gesamtzuwachses

Demzufolge kann der betriebliche Gesamtzuwachs als Hiebsatzweiser nur dann verwendet werden, wenn der entsprechende Relationsfaktor bekannt ist. Daher ist es ratsam, wenn sich der Forsteinrichter bei klar definierter Verjüngungs- und Durchforstungspolitik, einer Reihe von lokal üblichen Abnormitätsgraden sowie den vorhandenen Baumarten und Bonitäten eine Tabelle mit den relevanten Relationsfaktoren Hiebsatz/Zuwachs erstellt. Wenn der Gesamtzuwachs als treffender ertragskundlicher Weiser für den Hiebsatz verwendet werden soll, wird man somit um recht aufwendige Modellrechnungen nicht herumkommen.

1.42 Nutzungsprozent

Das Verhältnis zwischen dem jährlichen Normalzuwachs (= Hiebsatz) und dem Absolutwert des Normalvorrates wird als Nutzungsprozent bezeichnet. Dessen Verwendung ist schon vor rund 150 Jahren von Paulsen und von Hundeshagen entwickelt worden und seither in vielen Lehrbüchern der Forsteinrichtung behandelt worden.

Die Ertragstafel der EAFV liefert für Fichte folgende Werte des normalen Nutzungsprozentes:

Bonität \ U	90	100	110	120
8	4.96	4.30	3.77	3.33
16	4.14	3.69	3.33	3.03
20	4.08	3.66	3.32	3.03
24	4.02	3.62	3.30	3.04
28	4.02	3.64	3.33	3.07
30	4.03	3.66	3.35	3.10

Tabelle 1. Normales Nutzungs-% in Abhängigkeit von Umtriebszeit und Bonität (Fichte).

Aus *Tabelle 1* kann für das normale Nutzungsprozent folgender Zusammenhang abgelesen werden:

- es *sinkt* bei zunehmender Umtriebszeit und damit bei zunehmender Vorratshaltung (geringerer Anteil an zuwachskräftigen Beständen);
- es *steigt* bei abnehmender Umtriebszeit beziehungsweise bei abnehmender Vorratshaltung (höherer Anteil an zuwachskräftigen Beständen);
- es ist bei gleicher Umtriebszeit und nicht extremen Bonitäten praktisch *konstant.*

Die früher üblichen Hiebsatzformeln (Rüsch, 1981) verwendeten das normale Nutzungsprozent zur direkten Hiebsatzableitung, indem der wirkliche Vorrat damit multipliziert wurde (*Landbeck,* 1953). Die Erfahrung zeigte aber, dass damit wohl eine ausgleichende, dem Normalvorrat zustrebende Wirkung, jedoch keine Normalität des Altersklassenaufbaus, der Vor-

ratsstrukur und der Ertragsverhältnisse erreicht werden konnte (*Speidel*, 1966). Der Grund liegt in der zu geringen Berücksichtigung der inneren Struktur der Wälder, da lediglich mit dem Gesamtvorrat und einer Relationszahl zur Normalnutzung gearbeitet wurde. Diese Tatsache konnte zu Hiebsätzen führen, die entweder schlagreife Bestände vernachlässigten oder aber auch vorzeitige Verjüngungen in noch nicht schlagreifen Beständen zur Folge hatten.

Aus der Sicht der heutigen Praxis vermag das Nutzungsprozent viel mehr im Rahmen eines Plausibilitätstestes des Hiebsatzes als zu dessen Korrektur oder Herleitung gute Dienste zu leisten. Es können folgende drei Fälle unterschieden werden:

1. Nach abgeschlossener Hiebsatzbestimmung wird die jährliche Hiebsatzmasse dem absoluten Vorrat gegenübergestellt. Dieses (nicht normale) Nutzungsprozent des Gesamtvorrates (eventuell auch pro Abteilung) kann Aufschluss geben über[1]:
   - Zeitbedarf für das Umsetzen des gesamten stehenden Vorrates (zum Beispiel 25 Jahre bei einem Nutzungsprozent von 4 %),
   - Hiebsatz-, Vorrats- oder Tariffehler (bei wesentlichen Abweichungen von üblichen Nutzungsprozenten),
   - langfristige Beurteilung von Waldstrukturen (bei langfristigen Nutzungsprozent-Reihen; siehe unten).
2. Sofern Nutzungsprozente pro Stärkeklasse vorliegen, kann folgendes Vorgehen zur Anwendung gelangen[2]:

Betriebsdaten

– Waldfläche:	43,25 ha
– Höhenlage:	600–900 m.ü.M.
– Baumarten:	81 % NdH, 19 % LbH (Vorrats-%)
– Vorrat/ha:	305 Tm^3
– Umtriebszeit:	125 Jahre
– Planungszeitraum:	10 Jahre

Bewertung der Verjüngung

43,25 ha: 125 = 0,35 ha/Jahr (vergleiche Kapitel 1.31)
0,35 ha à 545 Tm^3 190 Tm^3
(Abzug von 1900 Tm^3 in den Stärkeklassen III und IV)

[1] Keller, K., Abteilung Forstwirtschaft des Kantons Aargau: Mündliche Mitteilung 1981

[2] Naegeli, G., Kantonsforstamt St. Gallen: Schriftliche Mitteilung vom 7. April 1981

Bewertung der Durchforstung

Stärkeklasse	*Vorrat*	*N-%*	*N-Anfall*
I	600	2,0	12 Tm^3
II	3300	2,0	66 Tm^3
III (6500 – 1070) =	5430	1,5	81 Tm^3
IV (2800 – 830) =	1970	0,9	18 Tm^3
Richtwert des Jahreshiebsatzes			367 Tm^3

Dieses Vorgehen wird insbesondere im Kanton St. Gallen vor der definitiven Festlegung des Hiebsatzes angewendet, wobei das Ergebnis mit demjenigen der Forsteinrichters abgestimmt wird. Die Zweckmässigkeit wird davon abhängen, mit welcher Genauigkeit die Nutzungsprozente pro Stärkeklasse vorliegen oder gutachtlich festgelegt werden können. Dabei kommen die zu Tabelle 1 genannten Zusammenhänge zur Anwendung.

3. Zur Fortsetzung beziehungsweise Erstellung von langfristigen Nutzungsprozentreihen (des Gesamtvorrates und je Stärkeklasse) werden die Nutzungsprozente der laufenden WP-Revisionen gemäss Standortsklassifikation, Durchschnittsvorrat und Waldstruktur laufend aufgezeichnet. Bei genügend Daten können später mathematisch ausgeglichene Werte gefunden und bei genau definierten Wuchsbedingungen direkt als Hiebsatzweiser verwendet werden.

1.43 Prognoseprozesse

Eine Prognose stellt das Ergebnis von Beobachtungen und logischen Schlussfolgerungen dar, mit denen künftige Waldentwicklungen im voraus erkennbar gemacht werden (*ETHZ,* 1979). Die Prognoseprozesse werden meistens für langfristige Zeiträume (20 Jahre und mehr) durchgeführt, wobei Kalamitäten in der Regel ausgeschlossen werden.

Zur Zeit existieren verschiedene mechanisierte Prognosetechniken, namentlich das Programm «Langfristprognose» der Forschungsabteilung 1 (Inventar und Ertrag) der EAFV (*Schmid-Haas, P., Keller, W., Gadola, C.,* 1979) sowie das Programm «Forsim» am Fachbereich für Forsteinrichtung der ETHZ (*Bartet, H.H., Pleines, W.,* 1972). Es besteht jedoch auch die Möglichkeit einer manuellen Durchführung der Prognosetechniken mittels Tischrechner oder Mikrocomputer (Rüsch; 1979 II, 1980). Ausgangsdaten für solche Prognoseprozesse sind die in der waldbaulichen Einzelplanung vorgesehenen Massnahmen sowie Waldzustandsinformationen. Die Waldentwicklung kann nur unter Einbezug von globalen Zielsetzungen prognostiziert werden. Ebenso werden ertragskundliche Wachstumsmodelle benötigt,

wozu man sich in der Regel auf die Ertragstafeln der EAFV abstützt. Der Bewirtschafter hat sich alsdann unter anderem über folgende Kriterien zu entscheiden:

- Verjüngungspolitik
  - Strategie: Bestände, Flächen, Alter, Umtriebszeit
  - Vorverjüngungen
  - Baumarten
  - Bestockungsgrad
  - Pflanzenwahl
- Durchforstungspolitik
  - Art und Stärke pro Altersklasse
  - Turnus pro Altersklasse beziehungsweise Entwicklungsstufe
- Jungwaldpflege
  - Anzahl zu entnehmender Stämme pro Altersklasse beziehungsweise Entwicklungsstufe
  - Anzahl zu entnehmender Stämme pro Altersklasse beziehungsweise Entwicklungsstufe

Die Ergebnisse der Prognoseprogramme zeigen die mutmasslichen langfristigen Entwicklungen von Hiebsatz, Altersstruktur, Vorrat, Zuwachs, Stammzahlen sowie Umtriebszeit. Entspricht beispielsweise die Hiebsatzentwicklung nicht den Erfordernissen der Betriebskontinuität, so kann das Programm mit veränderter Verjüngungspolitik (eventuell mehrmals) wiederholt werden, bis die optimalen Massnahmen vorliegen (vergleiche Kapitel 1.33).

Diese Planungsprozesse stellen umfassende und vorzügliche Hiebsatzweiser wie Verjüngungsflächen und -massen sowie Durchforstungs- und Pflegeparameter bereit. Es wird in der Regel allerdings genügen, mit einem oder zwei Flächenweisern konkret zu arbeiten und die andern Ergebnisse als Richtvorgaben für die Waldbewirtschaftung zu verwenden. Eine anschliessende Abstimmung mit der waldbaulichen Einzelplanung für den laufenden Planungszeitraum führt zu jenen Massnahmen, welche die Basis für eine optimale langfristige Waldentwicklung zu begründen vermögen.

1.44 Empfehlungen zum Gesamt-Hiebsatz

Das praktische Arbeiten mit eigentlichen Prognoseprozessen ist ziemlich aufwendig. Schon allein die Bereitstellung der erforderlichen Ausgangsdaten ist oft mit Schwierigkeiten verbunden. Prognoseprozesse können daher eher nur bei speziellen Verhältnissen mit grösserer Tragweite der Waldbehandlung empfohlen werden.

Das Nutzungsprozent als Hiebsatzweiser wird noch ab und zu angetroffen, wobei dessen ertragskundliche Aussagefähigkeit oft überschätzt wird. Wenn bei vorhandener waldbaulicher Einzelplanung beispielsweise ein

Hiebsatz aufgrund von abteilungsweisen Nutzungsprozenten gutachtlich korrigiert wird, kann dies aus politischen Gründen wohl verständlich sein, muss jedoch als ertragskundlich unzutreffend bezeichnet werden, da dies oft ohne zuverlässige Erfahrungswerte hinsichtlich der abteilungsweisen Waldstruktur vorgenommen wird. Es ist ratsam, das Nutzungsprozent nur bei genau definierten Randbedingungen oder als beiläufige Plausibilitätsgrösse für die direkte Korrektur der Einzelplanung zu verwenden.

Der Hiebsatz ist nur im vollständigen Normalwald mit dem betrieblichen Gesamtzuwachs identisch. Für alle andern Fälle ist ein zuverlässiger Hiebsatz/Zuwachs-Relationsfaktor notwendig. Dessen Bestimmung ist etwas zeitraubend, kann jedoch für Übersichtszwecke ohne Einzelplanung sehr nützlich sein.

1.5 Empfehlungen für den Schlagwald

Für den praktischen Forsteinrichter ist der Einsatz von Hiebsatzgesamtweisern stets eine Frage von Zielsetzung und Optimierung. Er wird sich deshalb vor der Anwendung vergewissern, *wozu* er den Weiser einsetzt und wie das Aufwand/Aussageverhältnis lautet. Gestützt auf diese Vorgaben haben sich nachfolgende Erfahrungen ergeben.

Für herkömmliche Wirtschaftspläne wird es in der Regel genügen, die Räumungsfläche mit dem Flächenweiser (5) abzustimmen. Es ist oftmals vorteilhaft, sich mit dem Flächenweiser (3) eine Übersicht über allfällige Lichtungsflächen zu verschaffen. Die Durchforstungsangaben der waldbaulichen Einzelplanung bedürfen normalerweise keiner Überprüfung durch die Gesamtplanung. Für spezielle Planungen mit erhöhter Tragweite liefern die Prognoseprozesse sehr zweckmässige Daten. Es kann aus Aufwandgründen jedoch ratsam sein, sich auf manuelles Vorgehen zu beschränken.

Für regionale und kantonale Richtplanungen, bei denen meistens auf eine waldbauliche Einzelplanung verzichtet wird, ist es zweckmässig, die Massenweiser (2, 4, 6, 7) kombiniert mit den entsprechenden Flächenweisern (1, 3, 5a) zu verwenden. Ebenso vermag der mit dem Relationsfaktor versehene Gesamtzuwachs gute Rahmenzahlen zu liefern.

2. Hiebsatzweiser im Plenterwald

Da im ausgeglichenen Plenterwald mit jedem Eingriff gleichzeitig verjüngt, durchforstet, ausgeformt und geerntet wird (Leibundgut, 1966), sind nur Weiser für den Gesamthiebsatz denkbar, die allenfalls aber lokal (zum Beispiel nach Standortseinheiten oder Abteilungen) differenziert werden

können. Im Gegensatz zum schlagweisen Hochwald versagen im Plenterwald die Zielvorstellungen des Altersklassen-Normalwaldes. Diese werden im Plenterwald durch Strukturangaben wie Schichtverteilung, Normalvorrat, Stärkeklassenverteilung, Baumartenanteile, Stammverteilung sowie Zieldurchmesser bei definiertem Standort charakterisiert (*Langenegger, 1979 I).* Die nachfolgenden Bemerkungen beziehen sich insbesondere auf die seit Jahrhunderten bestehenden, sozusagen ursprünglichen Tannen-Fichten-Buchen-Plenterwälder des Bernbietes.

Im ausgeglichenen, das heisst vollständig der Zielvorstellung entsprechenden Plenterwald ist der Hiebsatz identisch mit dem betrieblichen Gesamtzuwachs. In unausgeglichenen Plenterwäldern bedarf der Gesamtzuwachs zur Verwendung als Hiebsatzgrundlage wie im Schlagwald eines Relationsfaktors. Obwohl seit Jahrzehnten Erfahrungswerte aufgebaut worden sind (unter anderem in den Kantonen NE, BE), ist die Quantifizierung der Zielvorstellungen im Plenterwald infolge Fehlens von eigentlichen Ertragstafeln schwieriger als im Schlagwald, können doch diese Relationsfaktoren meistens nur empirisch gefunden werden. Andere Gesamtweiser als der Zuwachs kommen im Plenterwald kaum in Frage: Das Arbeiten mit dem Zielvorrat hat, da schwierig quantifizierbar, eher flankierende Bedeutung, während dasjenige mit der Fläche nahezu unbrauchbar ist[3]. Weit weniger als im Schlagwald wird im Plenterwald auf die waldbauliche Einzelplanung abgestützt. Sie wird oft nur vollumfänglich durchgeführt, wenn dem Bewirtschafter die verschiedenen Bestandesstrukturen noch nicht gut vertraut sind. Andernfalls kann aufgrund der flächenmässigen Schlagkontrolle und des Eingriffsturnus das Bewirtschaftungsprogramm zusammengestellt werden. In diesem Fall kann der Hiebsatz auch direkt über die nachfolgend diskutierten Gesamtweiser gefunden werden. Der Schritt über die Einzelplanung mit Nutzungsprozenten (Langenegger, 1979 II) würde dabei umgangen.

Nachfolgend wird lediglich eine auf die bekannteren Plenterwaldtypen beschränkte Auswahl behandelt, da für die restlichen Typen zu wenig Erfahrungsdaten gesammelt werden konnten.

2.1 Ausgeglichene Plenterwälder

Wie erwähnt, ist grundsätzlich die Beziehung

$$\boxed{HS \cong Z} \qquad (8)$$

[3] Linder, W., Kreisforstamt 6 Emmental: Mündliche Mitteilung 1981

HS = Hiebsatz pro Jahr des kommenden Planungszeitraums (Tm^3/Jahr)
Z = betrieblicher Gesamtzuwachs pro Jahr des vergangenen Planungszeitraums (Tm^3/Jahr)

gültig. Allerdings müssen dabei noch folgende Kriterien angesprochen werden:

- Stabilität der Mittelschicht auch nach Abdeckung zufriedenstellend?
- Vorratshöhe optimal? (Vergleiche Langenegger 1979 I)
- Stärkeklassenverhältnis optimal? (Vergleiche Langenegger 1979 I)
- allgemeine Vitalität?
- ganze Waldfläche nutzbar?

Nur wenn alle Kriterien positiv beantwortet werden können, darf die Beziehung (8) uneingeschränkt Verwendung finden. Andernfalls müsste der Hiebsatz gemäss den nachfolgenden Ausführungen (vergleiche Kapitel 2.2 bis 2.4) bemessen werden.

2.2 Plenterwälder mit Starkholzüberhang

In solchen unausgeglichenen Strukturen sind Oberschicht und eventuell Mittelschicht gegenüber dem Optimum überdurchschnittlich vorhanden. 70 % bis 80 % der Stämme weisen einen BHD von mehr als 40 cm auf. Es besteht die Gefahr des Übergangs zu Gleichförmigkeit oder zu einer irreversiblen Zerfalls- oder Verjüngungsphase. Oberstes Bewirtschaftungsziel ist die Strukturverbesserung: Insbesondere in der Oberschicht ist Vorratsabbau durch Bildung von kleinflächigen Verjüngungszentren zu betreiben. Dieses Unterfangen ist stets eine heikle, sich hauptsächlich auf die erfahrungs- und gefühlsmässige Stabilitätsbeurteilung des Bewirtschafters stützende Optimierungsaufgabe. Die Eingriffe in die Oberschicht dürfen die Mittelschicht nicht gefährden und auch nicht einen Jungwuchsüberhang vorbereiten. Dies kann nur dadurch erreicht werden, dass keine allzu raschen und krassen Veränderungen der örtlichen Strukturen vorgenommen werden. Es gilt erfahrungsgemäss die Beziehung:

$$\boxed{Z + 15\% \leq HS \leq Z + 25\%} \qquad (9)$$

Legende: siehe (8)

Das Zusatzmass zum Zuwachs wird je nach Stabilitätsansprache der Mittelschicht zu bemessen und eventuell über stärkeklassenweise Nutzungsprozente abzusichern sein. Es dürfte in der Mehrheit aller Fälle 15 % bis 20 % betragen.

2.3 Vorratsarme Plenterwälder

Bei diesen Strukturen ist die Oberschicht (gelegentlich auch die Mittelschicht) mangelhaft vertreten, was sich in einem eher lückigen Schlussgrad zeigt. Unter- und Mittelschicht haben demzufolge genügend oder zuviel Licht, wodurch die Gefahr des Übergangs zu Gleichförmigkeit besteht. Die Strukturverbesserung ist als weniger schwierig als bei zu starkholzreichen Plenterbeständen zu beurteilen; ein Erfolg stellt sich jedoch erst längerfristig nach zurückhaltenden Eingriffen in die Mittelschicht ein. Durch die lückige Struktur und jüngere Alter sind die Risiken hinsichtlich Stabilität geringer zu beurteilen als bei Plenterwäldern mit Starkholzüberhang. Es kann folgender Hiebsatzweiser Verwendung finden:

$$Z - 40\% \leq HS \leq Z - 20\% \qquad (10)$$

Legende: siehe (8)

Durch Ansprache des Stärkeklassenverhältnisses, der Stammzahlen und Vorräte pro Durchmesserstufe wird der konkrete Zuwachsabzug gutachtlich festzulegen sein[4].

2.4 Plenterwälder mit mangelhafter Mittelschicht

Bei solchen Strukturen ist die Unterschicht sehr ausgedehnt, während die Oberschicht ungefähr im richtigen Mass vorhanden ist. Zur Strukturverbesserung wird in der Oberschicht eingegriffen, und zwar durch schacht- und schlitzförmige Begünstigung der Unterschicht. Damit kann das Aufsteigen von der Unter- in die Mittelschicht partiell beschleunigt werden. Der entsprechende Hiebsatzweiser lautet:

$$HS = Z + 10\% \qquad (11)$$

Legende: siehe (8)

[4] Neuenschwander, R., Kreisforstamt 5 Thun: Mündliche Mitteilung 1981

2.5 Plenter-Überführungswälder

Unter solchen Überführungswäldern werden zweischichtige Bestandestypen verstanden, wie sie im Voralpengebiet (das heisst im natürlichen Weisstannenareal) etwa durch Einwachsenlassen oder Aufforsten von Weideflächen entstanden sind. Die Oberschicht ist ziemlich gleichaltrig mit hauptsächlich Fichte und die Mittelschicht schwach ungleichaltrig mit fast ausschliesslich Tanne. Eine Überführungsdurchforstung (als Spezialfall der Plenterdurchforstung) wird in die Oberschicht eingreifen und darauf hinarbeiten, die Mittelschicht zu differenzieren und ihre Elemente standfest zu machen. Dabei ist die richtige Dosierung der Eingriffsstärke von erstrangiger Bedeutung: Bei zu starkem Eingreifen wird die Oberschicht der Schneebruchgefahr ausgesetzt und bei zu schwachen Eingriffen gewinnt der Mittelwuchs zu wenig Standfestigkeit, und es bleibt die Zweischichtigkeit bestehen; dies ist insbesondere für Überführungsbestände, die in jüngerem Alter zu schwach durchforstet worden sind, zutreffend[5]. Folgender Hiebsatzweiser kann dabei Verwendung finden:

$$\boxed{Z \leq HS \leq Z + 20\%} \qquad (12)$$

Legende: siehe (8)

2.6 Weitere Empfehlungen zum Plenterwald

Für alle Plenterwaldstrukturen ist es ratsam, nach der Hiebsatzfestlegung das Nutzungsprozent (vergleiche Kapitel 1.42) kontrollhalber pro Bestandes- oder Standortstyp und Betrieb zu bestimmen. Werden im Vergleich zu entsprechenden Erfahrungswerten abnorme Zahlen erhalten, so müssten diese weiter untersucht werden. Dies kann durch eine Neubestimmung des Hiebsatzes geschehen, oder in ganz extremen Fällen müsste eine Einzelplanung durchgeführt beziehungsweise wiederholt werden[6]. Es muss demzufolge als zweckmässig bezeichnet werden, wenn möglich auf Nutzungsprozent-Reihen über mehrere Planungszeiträume zurückzugreifen. Es wird auch danach gefragt werden müssen, welcher Anteil der Waldfläche in die Hiebsatzbestimmung einbezogen werden kann, da insbesondere im Gebirge oft nur $^1/_2$ bis $^3/_4$ davon erschlossen sind.

[5] Neuenschwander, R., a.a.O.

[6] Linder, W., a.a.O.

Als indirekte Hiebsatzweiser verdienen auch Vorratsveränderungen sowie Baumartenanteile einige Beachtung. Deren Zuwachsbezug ist jedoch oft schwierig und nicht zufriedenstellend quantifizierbar. Immerhin vermögen diese Grössen jedoch wertvolle Relationen zu bisherigen Hiebsätzen aufzuzeigen.

3. Folgerungen

Durch die Möglichkeit der einfachen flächenweisen Differenzierung der Entwicklungsstrukturen stehen im Schlagwald mehr Hiebsatzweiser als im Plenterwald zur Verfügung: Im Schlagwald kann mit Ertragskennziffern wie Bestandesfläche, Nutzungsmasse und Gesamtzuwachs gearbeitet werden, während diese im Plenterwald auf den betrieblichen Gesamtzuwachs beschränkt bleiben.

Es wird aus Übersichts- und Nachhaltigkeitsgründen immer lohnend sein, sich auf Gesamtweiser abzustützen. Je nach Tragweite der vorgesehenen Eingriffe sollen diese einzeln oder in zweckmässiger Kombination Verwendung finden.

Wenn mit den Gesamtweisern nicht nur geplant, sondern deren Vorgaben mittels einer zweckmässigen Nutzungstechnik auch realisiert werden, kann damit eine nicht unwesentliche Grundlage zur Strukturverbesserung der Wälder geschaffen werden.

Résumé

Indicateurs de possibilité dans l'usage pratique

Les conséquences de la planification sylvicole de détail pour l'ensemble des peuplements peuvent être mises en évidence grâce à une planification générale. De telles données de contrôle sont désignées par le terme d'indicateur. Leur relation avec la possibilité fait l'objet de la discussion, dans laquelle il est nécessaire de définir, à côté des indicateurs de possibilité pour la forêt régulière, des indicateurs applicables à la forêt jardinée.

Dans la forêt régulière, l'on peut faire la distinction entre des indicateurs pour les possibilités résultant des éclaircies, des mises en lumière et des réalisations; et ces indicateurs peuvent être à leur tour subdivisées en considérant les surfaces ou les volumes. Avec la possibilité totale, l'auteur traite des indicateurs de croissance, du taux d'exploitation et de processus de pronostication.

Dans la forêt jardinée, seul l'accroissement total pour l'entreprise entre en ligne de compte comme indicateur de possibilité. Celui-ci doit être parfois doté d'un facteur de correction, par exemple dans le cas de forêts jardinées avec excédent de bois forts,

de forêts jardinées pauvres en matériel sur pied, de forêts jardinées avec étage intermédiaire faiblement représenté, ou encore dans le cas de transformations en forêt jardinée.

Pour des raisons de continuité et de clarté, il sera toujours judicieux de se baser sur des indicateurs globaux. Ceux-ci ne devront pas seulement servir de fondement à la planification, mais devront en particulier servir à la réalisation de celle-ci.

Traduction: *E. Zürcher*

Literatur

Bartet, H.H., Pleines, W.: Simulation de l'évolution de forêts régulières en fonction du traitement sylvicole, Schweiz. Z. Forstwes., *123* (1972) 10: 667–695

ETHZ; Institut für Wald- und Holzforschung, Fachbereich Forsteinrichtung: Begriffskatalog über Forstliche Planung beziehungsweise Forsteinrichtung i.w.S. (1979)

Kurt, A.: Planung im Forstwesen, Schweiz. Z. Forstwes. *127* (1976), 12: 820–834

Landbeck, H.: Der Nachhalthiebsatz und die Nutzungsweiser, Der Wald, (1953), 11: 324–328

Langenegger, H.: Forstinspektion Oberland des Kantons Bern, Normalzahlen für Wälder im Gleichgewichtszustand, (1979) (I.)

Langenegger, H.: Forstinspektion Oberland des Kantons Bern, Nutzungsprozente für Wälder im Berner Oberland, (1979) (II.)

Leibundgut, H.: Die waldbauliche Planung als Mittel zur Erhöhung des forstwirtschaftlichen Erfolges, Schweiz. Z. Forstwes., *111* (1960), 11: 548–566

Leibundgut, H.: Die Waldpflege, Verlag Paul Haupt, Bern (1966)

Leibundgut, H.: Grundbegriffe und Technik der waldbaulichen Planung, Schweiz. Z. Forstwes., *124* (1973), 2: 124–144

Ott, E.: Erhebungen über den gegenwärtigen Zustand des Schweizer Waldes als Grundlage waldbaulicher Zielsetzungen, Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitteilungen, Bd. *48*/1 (1972)

Rüsch, W.: Darstellung und Lösungsansätze des Hiebsatzproblems unter spezieller Berücksichtigung des Femelschlagwaldes, Diss. ETHZ 6370 (1979) (I.)

Rüsch, W.: Ertragskundliches Prognosemodell für den Stadtwald Baden, Stadtforstamt Baden (1979) (II.)

Rüsch, W.: Ertragskundliches Prognosemodell für den Stadtwald Baden, Stadtforstamt Brugg (1980)

Rüsch, W.: Zur Entwicklung der Hiebsatzbestimmung, Schweiz. Z. Forstwes., *132* (1981), 11: 933–964

Schmid-Haas, P., Keller, W., Gadola, C.: Integrierte Planung im Forstbetrieb, EAFV, 1. Entwurf (1979, nicht veröffentlicht)

Speidel, G.: Die Auswirkung von Formelhiebsweisern auf die Ertragsentwicklung von Betriebsklassenmodellen, Forst- und Holzwirt, (1966), 3