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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 106 (1955)

Heft: 9-10

Artikel: Über Unterricht und Forschung auf dem Gebiete der Forsteinrichtung

Autor: Kurth, Alfred

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764551

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: 02.07.2025

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

Über Unterricht und Forschung auf dem Gebiete der Forsteinrichtung

Von *Alfred Kurth*

Einleitung

(Oxf.61)
(6)

In meiner Einführungsvorlesung (1) habe ich gezeigt, wie die Leitung eines Forstbetriebes grundsätzlich dafür sorgen muß, daß die Wirkungen der Naturkräfte und diejenigen der menschlichen Arbeitskräfte in einen sinnvollen Zusammenhang gebracht werden. Ich legte auch dar, wie es dazu spezieller organisatorischer Einrichtungen bedarf, die man als Forsteinrichtung zu bezeichnen pflegt. Dieser Forsteinrichtung kommt die Aufgabe zu, der Betriebsleitung einen Einblick und Überblick in den Produktionszusammenhang der Bäume und Bestockungen zu geben. Darüber hinaus soll sie den erwähnten Produktionszusammenhang in seiner Bewegungsrichtung auf das Ziel einer nachhaltig größtmöglichen Werterzeugung sichern. Während in unserem Lande durch das Bundesgesetz und die kantonalen Gesetze dieses Wirtschaftsziel festgelegt und verbindlich erklärt ist, bleibt es weitgehend dem einzelnen Betriebsleiter und dem Waldbesitzer überlassen, je nach Auffassung, Willen und Können, in der Richtung dieses Zieles mit dieser oder jener Methode, mit großem oder kleinem Einsatz, mit reichlichen oder geringen Mitteln zu streben. Auf dem Gebiete des Waldbaues, der Arbeitstechnik, des Holzverkaufs und der Verwaltung sind wir daran gewöhnt, daß Methode und Intensität den gegebenen Verhältnissen entsprechend frei gewählt werden. Nicht so in der Forsteinrichtung, in welcher alles bis ins einzelne vorgeschrieben ist, und zwar meist ungeachtet der Gegebenheiten. Durch diese Festlegung und Vereinheitlichung wird oft vergessen, daß zwischen Waldbau, Arbeitstechnik und Verwaltung einerseits und der Forsteinrichtung anderseits ein enger Zusammenhang bestehen muß. Er wird dann auch übersehen, daß Waldbau und Einrichtung vor allem aufeinander abzustimmen sind. Wie es aber beim Waldbau verschiedene Methoden und verschiedene Intensitäten gibt, so bestehen notgedrungen auch verschiedene Verfahren mit zahlreichen Intensitätsgraden bei der Forsteinrichtung. Je höherstehend eine örtliche Betriebsleitung ist, um so besserer organisatorischer Einrichtungen bedarf sie! Und je vollkommener ein Betrieb im Laufe der Zeit gestaltet wird, um so nötiger wird die Weiterentwicklung der Einrichtungsverfahren.

Für die *Forschung und den Unterricht* auf dem Gebiete der Forsteinrichtung darf es deshalb keinen Stillstand und keine Dogmatik geben. Die Forschung hat dauernd nach neuen Möglichkeiten zu suchen, welche geeignet sind, den Einblick in den Produktionsvorgang zu verbessern. Die Grundlagen der Methoden sind zu studieren, um ihre Eignung zu erken-

nen und die Grenzen ihres Anwendungsbereiches klarzulegen. Im Unterricht ist die Einsicht zu vermitteln, daß ein gesetzlich dekretiertes Verfahren noch keine Gewähr für eine sachgerechte und zeitgemäße Waldbewirtschaftung gibt, daß vielmehr zunächst der innere Zusammenhang zwischen Waldbehandlung und Waldeinrichtung hergestellt werden muß (2). Erst damit kann das Verständnis dafür entstehen, daß das Einrichtungsverfahren den Gegebenheiten gemäß gewählt werden muß, daß es mit der *Weiterentwicklung* der Behandlungsmethoden ebenfalls weiter zu entwickeln ist oder durch ein anderes Verfahren zu ersetzen bzw. zu ergänzen ist (3). Eine grundlegende Aufgabe des Unterrichts ist es auch, die Überzeugung zu wecken, daß jedes forstliche Handeln einer prüfenden *Kontrolle* bedarf und daß diese um so eingehender und häufiger erfolgen muß, je intensiver, je großzügiger, je freier die Tätigkeit ausgeübt wird. Dadurch soll das Verantwortungsbewußtsein gehoben werden, derart, daß Kontrollmessung, Rechenschaftsablage und Selbstkritik zur Selbstverständlichkeit werden und als Grundlage für jede Planung und jedes Vorgehen dienen. In diesem Sinne sollen die folgenden Ausführungen verstanden werden. Leider vermögen sie, der kurzen Zeit wegen, nur einen generellen und unvollständigen Überblick über den Stoff zu geben, der in Vorlesungen und Übungen an der ETH vermittelt wird. Die Betrachtungen sind auch auf die Einrichtungsverfahren von zwei intensiv betriebenen waldbaulichen Betriebsarten beschränkt, nämlich den Plenterbetrieb und den Femelschlagbetrieb.

Die Einrichtung des Plenterbetriebes

Der Plenterbetrieb fußt auf der allgemein gültigen Grundidee, daß ein größtmöglicher Nutzeffekt nur durch die Harmonie aller wirkenden Kräfte erreicht werden kann. Gleichzeitig wird als feststehend angenommen, daß diese Harmonie durch eine bestimmte Aufbauform der Bestockung gewährleistet sei. Das Streben, diese Form in allen Bestockungen eines Betriebes herzustellen und zu erhalten, beherrscht deshalb das Handeln (4, 5). Die Aufbauform schafft dem einzelnen aufwachsenden Baum eine sehr günstige Umwelt, wodurch die Bedeutung der Auslesemaßnahmen zurücktritt. Charakteristisch für die Plenterform ist, daß sie schon auf kleiner Fläche verwirklicht werden kann und vom Betrachter (auch vom ungelernten) überschaubar und erfaßbar ist. Der zeitliche Ablauf, bedingt durch das Entstehen, Wachsen und Vergehen der einzelnen Bäume, führt nicht zu einem grundsätzlich andern Aufbau. Die typische, übersehbare Einheit charakteristischer Form ändert lediglich allmählich und kaum merklich ihre Lage im Gelände. Die Eingriffe des Wirtschafters, sei er nun Forstmann oder einfacher Landwirt, können sich darauf beschränken, im Laufe der Zeit eine in der Vorstellung verankerte «beste» Form zu erzielen. Eine derartige Tätigkeit wird somit

lediglich durch das Gefühl geleitet (6). Je größer jedoch die Bedeutung des Waldes und der Holzproduktion ist, desto mehr entsteht das Bedürfnis, das «Gefühl», sachlich zu überprüfen, was durch *Kontrollieren mit Hilfe der Messung und Rechnung* geschieht (7). Das Bestreben, die Wirkung der waldbaulichen Tätigkeit zu verfolgen, ergibt sich auch aus der Tatsache, daß innerhalb der Plenterform beträchtliche Unterschiede bestehen können und es nicht feststeht, was im einzelnen den größten Nutzeffekt gewährleistet. Das Beste muß erst noch experimentell in jedem Walde gefunden werden. Die Erfassung und Kontrolle der Produktion und der Aufbauform stehen somit im Plenterbetrieb im Vordergrund. Die *Kontrollmethode* (7) sucht Einblick und Überblick in die Aufbauform durch Auszählen der Bäume nach Baumart und Durchmesserstufe, mit nachfolgender Bestimmung einer relativen Volumengröße, zu erhalten. Aus der Häufigkeit der *Stammzahlen* pro Stufe läßt sich beurteilen, ob in einem Betrieb oder Betriebsteil ein nachhaltiger Nachschub von jungem Material gewährleistet ist oder nicht. Jede Bestockung einer gewissen Ausdehnung, welche die charakteristische Aufbauform des Plenterwaldes zeigt, weist auch eine charakteristische, durch eine Exponentialfunktion wiederzugebende Stammzahlabnahmekurve auf. Hingegen darf aus einer ausgeglichenen Kurve allein *keineswegs* auf das Vorhandensein der Plenterverfassung geschlossen werden. Dasselbe gilt auch von den Meßergebnissen über *Vorräte, Stärkeklassen- und Mischungsverhältnisse.* Dieselben ergeben wohl Durchschnittszahlen, die sehr geeignet sind, die Aufbauform in ihrer gewollten Entwicklung auf die Plenter-Idealform hin laufend zu kontrollieren, hingegen kann umgekehrt aus den Zahlen allein nur in beschränktem Maße auf die Art der Aufbauform geschlossen werden. Vorräte sind somit lediglich vergleichbar, weil auch die Aufbauform vergleichbar ist, d. h. auf der betrachteten Abteilungs- oder Betriebsfläche dauernd ein Plentergefüge und eine charakteristische Anordnung des Vorrates besteht. Vergleichende Aussagen über die Stärkeklassen, Stärkestufen- und Mischungsverhältnisse haben nur deshalb einen Wert, weil die Bäume verschiedener Art und verschiedener Dimension bereits in der für die Plenterform charakteristischen Art und Weise auf die ganze Waldfläche verteilt sind und in der Bestockung immer ungefähr dieselbe soziologische Stellung innehaben. Eine überragende Bedeutung wird im Plenterbetrieb der Kontrolle des Zuwachses beigemessen (4, 7). Der *Zuwachs* gilt als bestes Indiz für die Beurteilung der Produktion. Die Größe des Volumenzuwachses wird für den Betrieb und für die Abteilung ermittelt. Die Eignung dieser Größe ist unbestritten, es gelten jedoch auch hier dieselben Einschränkungen. Der Zuwachs ist nur deshalb ein gutes Indiz für die Produktion, weil die Abteilung, für welche er berechnet wird, durch die vorausgesetzte Plenterform bereits den Charakter eines nachhaltigen Betriebes hat. Erst dadurch ist der Zuwachs zusammen mit dem

Einwachs im Plenterbetrieb auch geeignet, die künftige Nutzung zu budgetieren. Daß er auf kleineren Flächeneinheiten beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist und nicht direkt zur Hiebsatzbestimmung geeignet ist, dürfte einleuchtend sein.

Alle üblichen Meßgrößen der Kontrollmethode (Stammzahl, Vorrat, Stärkeklassen- und Mischungsangaben, Zuwachs) sind also geeignet, Aufbauform und Produktion zu kontrollieren, aber nur unter der Voraussetzung, daß die Bestockung die Plenterform bereits aufweist oder mindestens die waldbauliche Tätigkeit eindeutig auf ihre Herstellung gerichtet ist.

Wie bereits angedeutet, verlangt eine Intensivierung der waldbaulichen Tätigkeit auch einen eingehenderen Einblick in den Aufbau und die Produktionsvorgänge einer Bestockung. Insbesondere vermag eine einzige Gesamtzuwachsgröße pro Abteilung nicht voll zu befriedigen, weshalb in vielen Fällen die Zuwachsberechnung stärkeklassenweise erfolgt. Hervorragende Waldbauer sind seit langem noch weitergegangen und bestimmten außerdem für jede Durchmesserstufe die Einwachszeit (temps de passage) bzw. deren reziproken Wert, den *Durchmesserzuwachs*. Aus dessen Größe können wertvolle Schlüsse auf die Leistungsfähigkeit der unter Schirm- und Seitendruck stehenden Bäume gezogen werden. Werden zu geringe Werte festgestellt, so muß der Lichteinfall sowohl aus Gründen der Produktion wie der Mischung wegen verbessert werden. Die Berechnung kann infolge ungleicher Verteilung der Durchmesser innerhalb der einzelnen Stufe sowie der Wirkung des verschiedenen Zeitpunktes der Nutzungen mit systematischen Fehlern verbunden sein. Außerdem verursacht sie eine beträchtliche Arbeit. Dies mag der Grund sein, weshalb die Verfahren in der Praxis nahezu unbekannt geblieben sind. Es sei aber hier ausdrücklich auf das fehlerausgleichende Verfahren von Schaeffer, Gazin und d'Alverny (8, 10) verwiesen, das auch H. A. Meyer (9, 11) neuerdings wieder aufgegriffen hat. Ebensowenig bekannt ist das Tarifdifferenzverfahren (11, 12) zur Berechnung des durchmesserstufenweisen *Volumenzuwachses*. Von den verschiedenen vorgeschlagenen Vorgehen scheint mir dasjenige meines Mitarbeiters A. Weidmann am geeignetsten zu sein (Tabelle). Man wird in Anbetracht dieser Berechnungen gut tun, in Zukunft neben der Beziehung Durchmesser—Volumen auch diejenige Durchmesser—Volumendifferenz in die *Tariftabellen* aufzunehmen. Während der Zuwachs vor allem geeignet ist, den Einfluß der Behandlung und des Klimas herauszufinden, interessiert für die *Nutzungsprognose* (Hiebsatzbestimmung) mehr die sog. *Bruttovorratszunahme*. Im ausgeglichenen Plenterwald ist in jeder nächsthöheren Durchmesserstufe eine kleinere Stammzahl vorhanden. Durch den Durchmesserzuwachs rücken allmählich die Bäume in die nächsthöhere Stufe. Die Anzahl der von unten her

Stufenweise Berechnung von Vorratszunahme und Zuwachs nach A. Weidmann
(Beispiel aus H. Biolley, «L'aménagement des forêts»)

Gruppen	Durchmesserklassen, cm	Anfangsstammzahl 1904, a_i	Endstammzahl 1910, e_i	Nutzung, n_i	e_i+n_i	Zunahme: Stammzahl $(e_i+n_i)-a_i$ b_i	Zunahme: Volumen s v V_{b_i}	Zunahme: % v. V_{a_i} je Jahr % b_i	Zuwachs: Stammzahl Auswachs, Y_i	Zuwachs: Volumen s v V_{y_i}	Zuwachs: % von V_{a_i} je Jahr % Y_i
Einwuchs	—	—	—	—	—	—	—	—	691	186,39	(1,0)
	20	1163	1050	206	1256	93	25,09	1,4	598	109,28	—
	25	772	807	162	969	197	89,14	4,2	401	93,72	—
	30	613	555	130	685	72	49,40	1,9	329	108,51	—
Schwachholz	—	—	—	498	—	362	163,63	2,7	—	311,51	4,8
	35	394	458	61	519	125	127,01	5,3	204	84,22	—
	40	308	314	35	349	41	58,58	2,2	163	76,41	—
	45	219	242	23	265	46	87,29	3,5	117	60,97	—
	50	112	151	15	166	54	130,61	8,0	63	35,89	—
Mittelholz	—	—	—	134	—	266	403,49	4,2	—	257,49	2,8
	55	64	81	6	87	23	68,74	6,0	40	24,59	—
	60	41	54	2	56	15	54,05	6,1	25	16,40	—
	65	23	31	3	34	11	46,85	8,0	14	9,71	—
	70	12	17	2	19	7	34,67	9,7	7	5,10	—
	75	7	10	1	11	4	22,72	—	3	2,28	—
	80	4	5	—	5	1	6,44	—	2	1,57	—
	85	1	3	—	3	2	14,45	—	0	—	—
	90	1	0	—	0	—1	—8,03	—	1	0,83	—
	95	0	0	—	0	0	—	—	1	0,84	—
	100	0	1	—	1	1	9,70	—	0	—	—
Starkholz	—	—	—	14	—	63	249,59	7,2	—	61,32	1,8
	—	3734	3779	646	4425	691	816,71	4,3	—	816,71	4,3
					–3734						
					691						

aufrückenden ist stets größer als diejenige der oben weggehenden, so daß die Aufbauform allmählich verändert wird. Wollen wir diese durch den waldbaulichen Eingriff wieder herstellen, so muß doch das Volumen der heraufrückenden minus dasjenige der wegrückenden genutzt werden, und

nicht der Zuwachs, den die ursprüngliche Stammzahl geleistet hat. H. A. Meyer hat vor Jahren schon auf die Möglichkeit einer Berechnung der Vorratszunahme aufmerksam gemacht (11, 13). Die Berechnung kann in sehr zweckmäßiger Weise mit derjenigen des Zuwachses kombiniert werden.

Der Unterricht wäre unvollständig, wenn nicht auch die eigentliche Durchführung der *Einrichtung in arbeitstechnischer Hinsicht* eingehend besprochen würde. Für die Außenaufnahmen ist allerdings außer der Ermittlung von Fehlern infolge unzuverlässiger Kluppen und nachlässiger Arbeitsweise nur wenig Instruktion nötig. Hingegen ist die Verarbeitung der Kluppergebnisse zu Tabellen aller Art eine zeitraubende Angelegenheit. Die Verwendung moderner Rechen-, Sortierungs- und Tabellierungsmittel drängt sich auf. Ein diesbezüglicher Versuch hat in den letzten Tagen zu sehr befriedigenden Resultaten geführt. Auf Grund des Wirtschaftsplanes von Les Verrières, wo seit 1892 bei unveränderten 54 Abteilungen und dauernder stehender Kontrolle acht Inventare erstellt wurden, konnten sieben Zuwachsberechnungen ausgeführt werden. Wir stellten uns die Aufgabe, aus den Stammzahlen der Inventare und Nutzungen die Vorräte nach Baumarten und Stärkestufen zu errechnen, die zugehörigen üblichen Tabellen zu erstellen und die Zuwachsberechnung stufen-, klassenweise und gesamthaft vorzunehmen, wieder mit allen Tabellen. 8×54 Abteilungen (die Zahl ist etwas geringer, weil einige Abteilungen später dazukamen) entsprechen ungefähr einem normalen Forstkreis. Mit Hilfe von rund 20 000 Lochkarten (IBM) und einem Kostenaufwand von rund 5000 Franken konnte die Aufgabe, Beschriftung der Karten inbegriffen, innert dreier Wochen gelöst werden. Auf diese Anwendungsmöglichkeit werden wir zu gegebener Zeit in einer speziellen Publikation zurückkommen.

Es ist zu befürchten, daß diese Einschaltung der Maschine manchem Forstmann unsympathisch ist; sie erfolgt aber nur, um ihm Gelegenheit zu geben, seine ganze Zeit und volle Arbeitskraft dem Objekt seiner Berufung, dem Wald, zu widmen.

Die Einrichtung des Femelschlagbetriebes

Auch im Femelschlagbetrieb wird grundsätzlich nach einer Harmonie der Kräfte gestrebt. Man glaubt aber, diese nicht in der Statik einer einheitlichen Aufbauform, sondern in der Dynamik einer sinnvoll geordneten und im Ablauf koordinierten Waldgenerationenfolge zu erreichen. Der Verzicht auf die einheitliche, übersehbare und an sich schon weitgehend Nachhaltigkeit gewährleistende Aufbauform schafft für Waldbau und Forsteinrichtung gänzlich neue Verhältnisse. Im Femelschlagwald stehen die Bäume im Laufe ihrer Entwicklung unter ganz andern Um-

weltsbedingungen. An die Stelle einer starken Beeinflussung in der Vertikalen durch andere, größere Bäume tritt die Konkurrenz in der Horizontalen. Dadurch wird die Bedeutung der umweltgestaltenden Eingriffe kleiner, diejenige der auslesenden größer. Es wird außerdem eine örtliche und zeitliche Trennung der entwicklungsverbundenen Maßnahmen nötig. Während beim Plenterbetrieb der waldbauliche Eingriff überall und dauernd mehr oder weniger einheitlich und vor allem auf die Erhaltung der Form gerichtet ist, «folgen sich nach Leibundgut beim Femelschlag die Maßnahmen der Jungwuchspflege, Säuberung, Durchforstung, Lichtung und Verjüngung in logischer Entwicklung und auf Grund einer gewissen räumlichen Ordnung» (14). Das waldbauliche Experiment erfolgt hier nicht mehr mit einzelnen Bäumen, innerhalb einer begrenzten und bestimmten Aufbauform, sondern mit ganzen Bestockungen oder Teilen von solchen im weiten Raum und unter weitgehender Handlungsfreiheit. Man glaubt dabei die waldbaulichen Eingriffe derart sinnvoll gestalten und allen örtlichen und zeitlichen Gegebenheiten anpassen zu können, daß die einzelnen Teile eines Betriebes sich durch «einen harmonisch koordinierten Lebensablauf» auszeichnen und die Produktion gesamthaft nachhaltig den größtmöglichen Betrag erreicht. Der *Forsteinrichtung* kommt auch hier die allgemeine Aufgabe zu, die Bewegungsrichtung des Produktionszusammenhanges auf das gesteckte Ziel hin zu sichern. Produziert wird jedoch beim Femelschlag nicht unter relativ dauernd einheitlichen, sondern unter verschiedenen, wechselnden Bedingungen. Ja die Bedingungen werden von Ort zu Ort und teilweise im Laufe der Zeit in breitestem Rahmen bewußt variiert, und zwar um den verschiedenen Eigenschaften der Baumarten und den wechselnden wirtschaftlichen Ansprüchen soweit möglich Rechnung zu tragen. Die Variation wird durch die in praxi herrschende und nie auszuschaltende Verschiedenheit der Art und Intensität der waldbaulichen Eingriffe außerordentlich vergrößert. Dadurch zeichnen sich die einzelnen Bäume und Bestockungen durch eine eigene spezifische Entwicklung der Produktion aus. Auch die Produktionsvorgänge erhalten einen dynamischen Charakter! Die Kontrolle der Forsteinrichtung kann sich unter diesen Verhältnissen nicht darauf beschränken, die Gegebenheiten eines Zustandes zu überprüfen, sondern muß die Bewegungstendenzen überwachen. Die Gesamtheit der in einem Forstbetrieb tatsächlich vorhandenen Tendenzen lassen sich auch nicht mit einem Idealzustand, sondern nur mit Idealtendenzen vergleichen. Das Verfahren einer solchen Kontrolle hat sich diesen Tatsachen weitgehend anzupassen.

Die *Kontrollmethode* ist von ihren besten Kennern und erfolgreichsten Verfechtern stets in engstem Zusammenhang mit der Plenterung angewendet und propagiert worden. Ja die waldbauliche Betriebsart und das meßtechnische Verfahren werden sogar als eine untrennbare

Einheit betrachtet. «Die Kontrollmethode stellt eine Verbindung dar von Waldpflege und Zuwachskontrolle zur Erreichung des größten Nutzeffektes», sagt Knuchel (16). Die Zweckmäßigkeit des Verfahrens in Verbindung mit der Plenterung ist bis heute nie ernstlich bestritten worden, die Erfolge sind zu eklatant. Weniger überzeugend wirkte jedoch die Kontrollmethode im Femelschlagbetrieb. Dies beweisen kritische Bemerkungen von Heß (2) und Ergänzungsvorschläge von Leibundgut (15). Auch wenn die Kritik vor allem zulasten einer sogenannt vereinfachten, fragmentarischen, ja häufig unrichtigen Anwendung des Verfahrens geht, ist es nicht schwer, zu zeigen, daß die klassische Kontrollmethode für sich allein im Femelschlagbetrieb nicht voll befriedigen kann. Dies geht schon aus einer sachlich-kritischen Betrachtung der erhaltenen Zahlenwerte hervor. Die Abteilung, als im Plenterbetrieb bewährte Kontrolleinheit, besteht im Femelschlagbetrieb aus einer wechselnden Zahl kaum abzugrenzender Teile, deren Ausdehnung, gegenseitige Beziehung und Aufbauform im Laufe der Zeit wechselt. Eine stammweise Auszählung kann lediglich den momentanen Zustand eines Ablaufs festhalten. Alle Angaben über Vorrat, Baumartenzusammensetzung, Stärkeklassen und Zuwachs sind Durchschnittszahlen einer mehr oder weniger zufälligen Mischung zahlreicher Stadien und verschieden aufgebauter Teile. Eine *Vorratshöhe* kann aus unendlich vielen Kombinationen entstehen, da die Verteilung des Vorrats auf der Fläche nicht, wie im Plenterbetrieb, an eine bestimmte waldbauliche Aufbauform gebunden ist. Dasselbe gilt für den *Zuwachs*. Aus der Größe des durchschnittlichen Volumenzuwachses einer Abteilung auf die Zweckmäßigkeit der Eingriffe schließen zu wollen, erscheint aussichtslos, da der Zuwachs eng an den Ablauf und damit an Schwankungen der einzelnen Teilflächen gebunden ist. Einzig in der Abteilungsgruppe oder im Betrieb als Ganzem, in welchem man eine nachhaltige Produktion anstrebt, könnten die Angaben einen höheren Aussagewert besitzen. In Anbetracht aber, daß dieser «Normalzustand» eher eine Tendenz als ein erreichbarer konkreter Zustand darstellt, können jedoch die Angaben nicht jene Bedeutung erhalten wie in der Abteilung eines Plenterbetriebes.

Aus diesen Hinweisen mag hervorgehen, daß die übliche Kontrollmethode den Anforderungen, welche der Femelschlagbetrieb an die Forsteinrichtung stellt, nur teilweise gewachsen ist. *Eine sachliche Kontrolle und kritische Überwachung der waldbaulichen Tätigkeit ist aber beim Femelschlag wegen der Loslösung von der überschaubaren Anbauform, wegen der zeitlichen und örtlichen Trennung der Maßnahmen und wegen der geforderten Handlungsfreiheit noch viel nötiger als bei der Plenterung.* Die Möglichkeit, auf Grund vager Vorstellungen und Gefühle oder infolge Nachlässigkeit und Unfähigkeit ziellos und unzweckmäßig zu handeln, ist hier groß. Vom Erfolg oder Mißerfolg des «Experimentes»

hängt aber hier nicht nur die Wertproduktion einzelner Bäume, sondern diejenige ganzer Bestockungen und Teile derselben ab. Es steht daher sehr viel auf dem Spiel. *In Anbetracht des Charakters des Femelschlagbetriebes wird die Einrichtung nicht leicht und nicht einfach sein. Sie ist heute auch weder theoretisch fundiert noch praktisch verwirklicht.* Die folgenden Ausführungen vermögen deshalb nur einige wenige Möglichkeiten aufzuzeigen. — Die Kontrolle wird auch hier vom einzelnen Baum auszugehen haben. Während aber im Plenterwald jeder Baum eines bestimmten Durchmessers eine typische, wenig variierende Stellung im Gefüge der Bestockung einnimmt, kann er im Femelschlagwald Auslesebaum, indifferenter Füllbaum oder Nebenbestandsbaum sein. Von entscheidender wirtschaftlicher Bedeutung sind aber nur die *Auslesebäume,* auf deren Förderung ja alle Durchforstungseingriffe hinauslaufen. Die Produktion dieser Auslesebäume ist in ihrer absoluten Größe wie in ihrem relativen Verlauf völlig von derjenigen anderer Bestockungsglieder verschieden, was sich am geleisteten Durchmesserzuwachs leicht zeigen läßt. Um in einem Femelschlagbetrieb die nachhaltige Wertproduktion irgendeiner Baumart sicherzustellen, muß in erster Linie ein dauernder Nachschub von Auslesebäumen gewährleistet sein, ob nun die einzelnen Individuen dieser Baumart einzeln, in Trupps, Gruppen oder Beständen den andern Baumarten beigemischt sind. Bei einer Auszählung werden deshalb zusätzliche *qualifizierende Aussagen* nötig sein.

In unseren Nicht-Plenterwaldungen sind wir gewohnt, Stammscheiben mit allmählich abnehmenden Jahrringbreiten zu sehen. Technologisch hochwertiges Holz hat jedoch möglichst ausgeglichene Jahrringbreiten aufzuweisen. Die Auslesedurchforstung setzt sich zum Ziel, durch häufig wiederkehrende Eingriffe, diese Holzstruktur zu erreichen. Wir können aus der dänischen Ertragstafel (17) entnehmen, daß dies bei intensiver Hochdurchforstung möglich ist. Damit kommt der *Kontrolle der Jahrringbreite* der Auslesebäume eine ganz besondere Bedeutung zu. Infolge der verschiedenen Eigenschaften der Baumarten muß sie jedoch getrennt nach Baumart und Durchmesserstufe erfolgen und außerdem für jenen bestimmten Bestockungsteil gelten, der aus arbeitsorganisatorischen Gründen als Behandlungseinheit ausgeschieden ist. Der absolute Wert der Jahrringbreite ist abhängig von der Fruchtbarkeit des Standorts und vom Klima — aber weitgehend auch von der Größe der Baumkrone und des Wurzelwerkes. Diese beiden und damit auch die Jahrringbreite lassen sich mit der Durchforstung beeinflussen, was sich wieder auf die Bestandesdichte, die Vorratshöhe und den Volumenzuwachs auswirkt. Für den Wirtschafter gilt es nun, bei jeder Baumart jene Intensität der Durchforstung anzuwenden, welche bei gleichmäßiger Jahrringbreite die günstigsten Zuwachsverhältnisse (Volumen oder Wert) verspricht. Dazu bedarf es aber eines Maßes, mit Hilfe dessen die *Leistungsfähigkeit*

der Bestockung unabhängig von den Veränderungen der Stammzahl und des Vorrats beurteilt werden kann. Vorrat und Stammzahl sind deshalb schlechte Bezugsgrößen, weil sie sich in Nicht-Plenterwaldungen ständig ändern. (Dies wird bei der Anwendung von Zuwachsprozenten stets offensichtlich, wo trotz gleichmäßiger Jahrringbildung das Prozent mit zunehmendem Alter dauernd sinkt und zu falschen Interpretationen Anlaß gibt.) Von Lescaffette (18) und gleichzeitig in einer Semesterarbeit von Weidmann (19) ist die Verwendung der *Kambium-Mantelfläche* als solches Maß empfohlen worden. Die Verwendung der Kambiumfläche (bzw. eines Relativwertes derselben) als Ausdruck der statisch gegebenen Leistungsfähigkeit eines Baumes oder einer Bestockung einerseits und der Jahrringbreite, als Meßgröße der vor außen wirkenden Einflüsse anderseits, ist sehr zweckmäßig. Jedermann kann sich unter diesen beiden Werten etwas vorstellen. In der Natur wird tatsächlich auf der Kambiumfläche der Jahreszuwachs angelegt, wie theoretisch der *Volumenzuwachs* durch Multiplizieren der relativen Kambiumfläche mit der Jahrringbreite erhalten wird ($dv = sg \cdot dr$). Das neue Argument eignet sich demnach auch ausgezeichnet für die Volumenzuwachsberechnung. Es wurde schon bei der Besprechung der Einrichtung des Plenterwaldes auf die Tarifdifferenzmethode aufmerksam gemacht. Die oben erwähnte Berechnungsart stellt lediglich eine Variante derselben dar. Wie durch die Tarife ein relatives Volumen in Abhängigkeit vom Durchmesser bestimmt wird, läßt sich die relative Kambiumfläche (surface génératrice) als erste Ableitung der Tariffunktion nach dem Stammradius bestimmen und tabellenmäßig darstellen. Es ist besonders von Meyer (11) und Loetsch (12) betont worden, daß die Ergebnisse dieser neuartigen Zuwachsberechnung nicht mit derjenigen der klassischen Kontrollmethode verglichen werden dürfen, indem nicht eigentlich der Volumenzuwachs einer vergangenen Wirtschaftsperiode, sondern die der heutigen Bestockung innewohnende *Zuwachspotenz* bestimmt wird. Da die Zuwachsverhältnisse im Femelschlagbetrieb einem charakteristischen Wechsel unterworfen sind, erscheint gerade die Bestimmung einer solchen Potenz, also eines vektorartigen Richtungszeigers in die Zukunft, besonders wichtig. Die Größe ist unabhängig von den vergangenen Inventaren und Nutzungen, die Resultate müssen deshalb nicht auf die in Zukunft nötigen unter Umständen ganz anders gearteten waldbaulichen Eingriffe uminterpretiert werden, was beim Femelschlag während des Verjüngungsvorganges wichtig ist. Die Zweckmäßigkeit der Kambiumfläche, als statisch gegebene Bezugs- und Kontrollgröße, zeigt sich auch darin, daß sie offenbar bei intensiver Durchforstung für die so wichtigen *Auslesebäume einer Bestockung dauernd relativ konstant* bleibt.

In einem Bestande bestehen selbstredend zwischen der Jahrringbreite und der Kambiumfläche mannigfache Wechselbeziehungen. Eine große Kambiumfläche eines sehr dichten Bestandes wird nur einen kleinen Durchmesserzuwachs leisten, der Volumenzuwachs kann aber trotzdem groß sein. Umgekehrt ist es möglich, daß eine verhältnismäßig kleine Kambiumfläche einen großen Durchmesserzuwachs und einen hohen Volumenzuwachs aufweist, wie dies in intensiv durchforsteten Bestokkungen und guten Plenterwaldungen zu beobachten ist. Diese Gesetzmäßigkeiten können für die *Erfassung der Entwicklungstendenz* und die Beurteilung der Zweckmäßigkeit waldbaulicher Eingriffe außerordentlich dienlich sein. Für die Ertragsforschung öffnen sich hier neue vielversprechende Zukunftsmöglichkeiten. Durch die Kontrolle der Jahrringbreite und der Kambiumfläche der Auslesebäume wird die Durchforstung in jedem einzelnen Teil eines Betriebes zu einem überwachten Experiment, ähnlich wie die Plenterhiebe durch die Kontrollmethode einwandfrei überwacht werden. Auch die *Hiebsatzbestimmung* ist unter solchen Verhältnissen kein Problem. Dabei ist allerdings stets daran zu denken, daß der Hiebsatz für eine bestimmte Teilfläche zeitlichen Veränderungen unterworfen ist und gegenüber dem Zuwachs in Phasenverschiebung steht. Auch er hat dynamischen Charakter! Für die gesamte Betriebsfläche hingegen gelten dieselben Überlegungen wie im Plenterbetrieb. Die Vorratszunahme ist die beste Grundlage, sie fußt hier auf der Kontrolle der Auslesebäume. Überall dort, wo aber diese Kontrollmöglichkeit noch nicht besteht, ist die Gefahr groß, daß der Hiebsatz über den Unfug sog. Etatformeln erfolgt. Knuchel (16), Leibundgut (15) und Roth (20) haben deshalb die Bestimmung nach waldbaulichen Gesichtspunkten gefordert. Aber auch dazu bedarf es Zahlungsgrundlagen, die in den meisten Fällen für die einzelnen eine waldbauliche Behandlungseinheit bildenden Teile der Bestockungen nicht verfügbar sind. Hier kann die von Bitterlich (21) entwickelte Winkelzählprobe ganz hervorragende Dienste leisten. Sie beruht auf dem Gesetz, daß die Anzahl der im Umkreis über einen konstanten Gesichtswinkel (Grenzwinkel) hinausragenden Brusthöhendurchmesser proportional zur relativen Stammkreisfläche ist. Wir lassen nun die gezählten Bäume jeder Probe bezeichnen, machen eine Holzanzeichnung unter ihnen und zählen die wegkommenden Bäume ebenfalls. Das Verhältnis der beiden Werte ergibt das nach waldbaulichen Gesichtspunkten wünschenswerte Nutzungsprozent. Da durch die Proben auch die Kreisfläche pro Hektar ermittelt ist, kann über die Bestandesfläche und ein mittleres v/g rasch und verhältnismäßig genau auf das anfallende Volumen geschlossen werden.

Bei der Besprechung der Kontrollmöglichkeiten im Femelschlagbetrieb haben wir bis jetzt immer stillschweigend angenommen, daß die einzelnen Teile der Bestockungen in ihrer *Ausdehnung* und in ihrem

Aufbau erfaßbar seien. Ferner betonten wir, daß die ledigliche Auszählung der Stämme nach Durchmesserstufen nicht genüge, sondern daß besondere qualifizierende Angaben nötig sind. Beides führt bei Vollaufnahmen zu großen Schwierigkeiten. Immerhin eröffnen sich bei der Anwendung von Lochkarten auch hier neue Möglichkeiten, was die dänischen Wirtschaftspläne zeigen, in welchen selbst kleinste Beständchen und Gruppen gesondert erfaßt werden. Unsere auf verschiedenste Weise gemischten Bestockungen schließen wohl auch diese Möglichkeiten aus, und eine Ergänzung der Aussagen der klassischen Kontrollmethode scheint rationell nur über die Stichprobenverfahren der mathematischen Statistik möglich. Für die Erfassung der räumlichen Ausdehnung, der gegebenen Verschiedenheiten im Aufbau, der Ausscheidung verschieden entwickelter und zusammengesetzter Teile der Bestockung und die Verfolgung ihres Lebensablaufes sind alle terrestrischen Aufnahmen ungenügend. Einzig das stereoskopische Bildpaar vermag hier einen brauchbaren Einblick in die Verhältnisse zu geben (Haerry [22], Spurr [23]). Die Anwendung beschränkt sich nicht auf eine bloße Betrachtung; aus den Bildern lassen sich vielmehr eine große Zahl konkreter Zahlenangaben ermitteln. Allerneueste Aufnahmen mit Weitwinkelkamera und Infrarotplatten, die uns von der Firma *Wild Heerbrugg AG* zur Verfügung gestellt wurden, lassen einen Einblick in die Waldungen zu, wie man es noch vor kurzem für unmöglich gehalten hat. Eigene Forschungsarbeiten und eine Ausbildung auf diesem Gebiet bestehen bei uns noch nicht, sie sollen aber in Zukunft begonnen werden.

Aus all diesen Hinweisen dürfte hervorgehen, daß die Einrichtung des Femelschlagbetriebes noch weitgehend entwickelt werden muß. Viele der angedeuteten Möglichkeiten scheinen kompliziert und kostspielig zu sein. Die Kompliziertheit wird nicht mehr als solche empfunden, wenn die Methoden vertraut geworden sind. Die Kosten sind stets Relativwerte. Je bedeutsamer die forstliche Produktion wird und je mehr sie sich durch eine intensive Kontrolle in Richtung des gesteckten Zieles steigern läßt, um so unbedeutender werden die Einrichtungskosten. Vorausgesetzt muß allerdings stets werden, daß die Notwendigkeit einer Prüfung, einer Überwachung und Kontrolle und damit eine Vervollkommnung der forstlichen Tätigkeit eingesehen wird. Für den Unterricht und die Forschung ist dies selbstverständlich.

Literaturverzeichnis

1. *Kurth, A.:* Forschungs- und Lehrziele auf dem Gebiete der Forsteinrichtung. SZF, 1954.
2. *Heß, E.:* Die Nachhaltigkeit im Bundesgesetz betr. die eidg. Oberaufsicht über die Forstpolizei. SZF, 1950.
3. *von Greyerz, H.:* Mehr Freiheit dem Wirtschafter. SZF, 1953.
4. *Favre, E.:* Fünfzig Jahre Anwendung der Kontrollmethode im Wald von Couvet (Neuenburger Jura). SZF, 1944.

5. *Leibundgut, H.:* Femelschlag und Plenterung. SZF, 1946.
6. *de Coulon, P.:* Jardinage cultural et méthode du contrôle, Neuchâtel 1928.
7. *Biolley, H.:* L'aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle. Paris/Neuchâtel 1920.
8. *Schaeffer, A., Gazin, A., D'Alverny, A.:* Sapinière. Le jardinage par contenance. Paris 1930.
9. *Meyer, H. A.:* Berechnung und Auswertung des Stärkezuwachses. SZF, 1949.
10. *Knuchel, H.:* Planung und Kontrolle im Forstbetrieb. Aarau 1950.
11. *Meyer, H. A.:* Forest Mensuration, Penns Valley Publishers, Inc. State College, Pennsylvania.
12. *Loetsch, F.:* Das Tarifdifferenzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. SZF, 1954.
13. *Meyer, H. A.:* Vorratszunahme und Nutzung im ungleichaltrigen Wald. SZF, 1951.
14. *Leibundgut, H.:* Grundzüge der schweizerischen Waldbaulehre. Forstwiss. Centralblatt, 1949.
15. *Leibundgut, H.:* Rolle und Grundlagen der Planung beim schweizerischen Femelschlag- und Plenterbetrieb. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1952.
16. *Knuchel, H.:* Planung und Kontrolle im Forstbetrieb. Aarau 1949.
17. *Møller, C. M.:* Bonitetsvise tilvaekstoversigter for bøg, eg og rødgran i Danmark. Kopenhagen 1933.
18. *Lescaffette, J.:* Une propriété des arbres et des peuplements, la surface génératrice. Bull. de la Soc. for. de Franche-Comté, 1951.
19. *Weidmann, A.:* Die waldbauliche Bedeutung von Untersuchungen über Kambiumfläche und Zuwachs von Einzelbäumen und Beständen und Vorschlag einer praktischen Methode. Semesterarbeit ETH, 1952, unveröffentlicht.
20. *Roth, C.:* Anpassung der Hiebsätze an waldbauliche Notwendigkeiten. SZF, 1945.
21. *Bitterlich, W.:* Die Winkelzählprobe. (Ein optisches Meßverfahren zur raschen Aufnahme besonders gearteter Probeflächen für die Bestimmung der Kreisflächen pro Hektar an stehenden Waldbeständen.) Forstwiss. Centralblatt, 1952.
22. *Haerry, H.:* De l'importance de la vue aérienne et de la mensuration aérophotogrammétrique pour la forêt. SZF, 1951, S. 20.
23. *Spurr, S. H.:* Die Luftphotographie in der Forstwirtschaft. SZF, 1952.

Résumé

De l'enseignement et de la recherche en aménagement des forêts

En sylviculture, en technique du travail, dans le commerce des bois et dans l'administration, nous sommes habitués à choisir librement la méthode et l'intensité de notre action, en fonction des conditions données. Il n'en est pas de même dans l'aménagement des forêts, où tout est prescrit jusque dans les moindres détails, et en général indépendamment des conditions données. Cette réglementation et cette uniformisation font souvent oublier qu'entre la sylviculture, la technique du travail et l'administration d'une part, et l'aménagement des forêts d'autre part, il existe une étroite relation. La méthode d'aménagement doit s'adapter à l'intensité de la gestion pratiquée dans un cas donné et doit pouvoir se développer avec le temps.

C'est pourquoi il ne doit y avoir dans la *recherche et l'enseignement* en aménagement des forêts ni stagnation, ni dogmatique. La recherche doit s'intéresser continuellement à de nouvelles possibilités qui pourraient améliorer notre connaissance du procédé de production.

Une des tâches primordiales de l'enseignement consiste à provoquer la conviction que chaque intervention en fôrêt nécessite un *contrôle* vérificateur,

et que ce dernier doit être appliqué d'autant plus souvent et d'autant plus en détail que l'activité est plus intense, plus large, plus libre. Ainsi le sens de la responsabilité doit être élevé de façon telle que l'exécution d'un contrôle, la déposition d'un compte rendu et l'autocritique se fassent sans autre et qu'elles servent de base à chaque projet et à chaque intervention.

Le *jardinage* est dominé par la tendance d'obtenir dans toutes les parties de la forêt une structure déterminée et de la conserver. Les interventions sylvicoles ont pour tâche d'expérimenter la meilleure structure jardinée qui produise un rendement maximum d'une manière soutenue. L'aménagement des forêts doit contrôler cette expérience. Les éléments habituellement mesurés par la méthode du contrôle (nombre de tiges, matériel sur pied, proportions des classes de grosseur et des essences, accroissement) permettent de contrôler la structure et la production, mais seulement à condition que le peuplement manifeste une structure jardinée, ou que pour le moins les interventions sylvicoles tendent manifestement à l'établissement d'une telle structure. Un perfectionnement de la méthode du contrôle est possible. On peut donner, sans grand travail supplémentaire, des indications sur l'accroissement de chaque catégorie de diamètre, et calculer aussi les augmentations de volume, particulièrement importantes. (Voir tableaux.) De plus, l'utilisation de cartes perforées permet de réduire fortement le travail lors de l'application de la méthode du contrôle.

L'aménagement d'une *entreprise forestière traitée à l'aide de la coupe progressive* est nettement plus difficile. Alors que dans le jardinage l'intervention sylvicole est partout et toujours plus ou moins uniforme, et qu'elle tend avant tout à la conservation de la structure, «les soins culturaux, les nettoiements, l'éclaircie, la mise en lumière et le rajeunissement se suivent dans la coupe progressive, d'après Leibundgut, d'une façon logique et sur la base d'un certain ordre spatial». On cherche à former les interventions sylvicoles et à les adapter à toutes les conditions de lieu et de temps de façon telle que les différents éléments d'une entreprise se caractérisent par «une évolution harmonieuse et coordonnée» et que pour l'ensemble la production soutenue soit la plus grande possible. Dans ce cas également, la fonction de l'aménagement est d'assurer la direction du complexe de production vers le but fixé. La forêt traitée selon la coupe progressive ne produit cependant pas dans des conditions relativement stables et durables, mais au contraire dans des conditions changeantes et différentes. Les procédés de production se caractérisent eux aussi par un aspect dynamique! — Le contrôle de l'aménagement ne peut pas dans ces conditions se limiter à examiner les données d'un état, mais doit au contraire surveiller les tendances des évolutions. L'ensemble des tendances existant réellement dans une entreprise forestière ne se laisse pas non plus comparer à un état idéal, mais seulement à une tendance idéale. La méthode du contrôle classique ne peut satisfaire que partiellement à cette tâche, et il est nécessaire de la compléter par des éléments importants. Ce sont en particulier des éléments de classification nouveaux qui doivent être créés. Les arbres d'élite doivent être considérés à part. L'utilisation de nouveaux éléments de mesure, telle la surface génératrice, devient nécessaire, et la fixation de la possibilité doit se baser sur les projets sylvicoles locaux. Si l'on veut obtenir à nouveau une vue d'ensemble des forêts d'une entreprise, il est impossible de se passer de la photographie aérienne.

Farron