

Struktur-, Alters- und Zuwachsunter- suchungen in einem Fichten-Plenterwald der subalpinen Stufe

(Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosae)

Abhandlung
zur Erlangung des Titels eines
Doktors der Technischen Wissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von
Martin Paul Indermühle
dipl. Forsting. ETH
geboren am 17. März 1944
von Amsoldingen BE

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. H. Leibundgut, Referent
Prof. Dr. A. Kurt, Korreferent

1977

Erscheint als Beiheft Nr. 60 zu den Zeitschriften des
Schweizerischen Forstvereins

7. ZUSAMMENFASSUNG

Im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von Gebirgswäldern taucht immer wieder der Begriff des Gebirgsplechterwaldes auf, und es wird auf seine, alle Funktionen umfassende Nachhaltigkeit und die damit verbundenen Vorteile hingewiesen. Da jedoch diese Strukturform bis heute nur wenig untersucht wurde, verfolgt die vorliegende Arbeit das Ziel, im Fichtenwaldgebiet der Alpen plenterförmig aufgebaute Bestände nach Struktur, Alter und Zuwachs zu untersuchen und auf Grund dieser Analysen und einer einfachen Modellbetrachtung Folgerungen für die waldbauliche Behandlung solcher Wälder zu ziehen.

Die 5 ha grosse Untersuchungsfläche liegt in einem reinen Fichtenwald oberhalb des Dorfes Vals/GR an einem steilen, gegen NNW geneigten Hang zwischen 1400 und 1550 m ü.M.

Die wichtigsten Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Stammzahlen, Kreisflächen und Vorräte pro ha weisen zum Teil erstaunlich hohe Werte auf. Die Stammzahlen ab 16 cm BHD schwanken zwischen 310 und 520 Stk/ha, die Kreisflächen zwischen 33 und 54 m²/ha und die Vorräte zwischen 401 und 755 Tfm/ha. Die Stammzahlabnahmekurven weisen allgemein einen flachen Verlauf auf und zeigen die für plenterförmige Bestände typische grosse Streuung der Durchmesser von 6 bis 70 cm BHD. Die Form der Stammzahlabnahmekurve ist stark vom Anteil der Bäume in den oberen Durchmesserstufen und damit vom Vorrat abhängig: Je höher der Vorrat, desto flacher ist der Kurvenverlauf, desto geringer ist der Anteil an Bäumen mit mittleren und schwachen Durchmessern. Nach der Kreisflächen- und Vorratsstruktur lassen sich starkholz-, mittelstarkholz- und schwachholzreiche Typen unterscheiden.
- Die Baumhöhenverteilungen zeigen, dass auch bei den stufigsten Teilflächen die Oberschicht gegenüber der Mittelschicht und z.T. auch der Unterschicht ziemlich stark vertreten ist und dass die Tendenz zur Bildung einer herrschenden Schicht mehr oder weniger stark vorhanden ist. Im Streben nach Licht durchwächst die Mehrheit der Fichten nach einer unterschiedlich langen Unterdrückungsperiode rasch die mittleren Höhenklassen und staut sich dann in der Oberschicht. Aus den durchschnittlichen Altershöhenkurven geht hervor, dass für das Durchwachsen der Unterschicht bis zu 140 Jahre benötigt werden, dass hingegen die Mittelschicht in etwa 40 Jahren durchwachsen wird. Durch das langsame Jugendwachstum wird die Form der Höhenkurve im Bereich der Mittel- und Oberschicht nicht beeinflusst, wie der Vergleich mit einer Ertragstafelkurve erkennen lässt.

Die vertikale Struktur im subalpinen Fichtenplenterwald ist als Folge des erhöhten Lichtanspruchs der Fichte auf diesen Standorten nicht vollkommen stufig, sondern es stellt sich eine Schichtung ein, wobei die Schichten teils übereinander, teils trupp- bis gruppenweise nebeneinander stehen.

- Die Vitalitätsverhältnisse zeigen die auch aus Untersuchungen in Fi-Ta-Bu-Plenterwäldern bekannte Tendenz. Mit zunehmendem Brusthöhendurchmesser nimmt im Mittel auch die Vitalität der Bäume zu. Die Vitalitätsverhältnisse sind ein Ausdruck für die Wuchsverhältnisse, die die Bäume im Verlaufe ihres Lebens vorfinden. Erst in der Mittel- und Oberschicht können die Bäume ihre volle Lebenskraft entfalten. Dass der Anteil der üppigen Bäume bei den grossen Durchmessern den höchsten Wert erreicht (kümmernde Bäume nur noch 0 bis 3 %), weist darauf hin, dass auch physisch schon recht alte Bestände nach ihrer Lebenskraft beurteilt noch keineswegs überaltert sein müssen.
- Von den in einer Wegschneise gefällt und untersuchten Bäumen entfallen je 1/4 auf Bäume, die von Jugend an frei aufgewachsen sind und auf solche, die dauernd unterdrückt waren. Die anderen 50 % der Bäume mussten Unterdrückungszeiträume von bis zu 120 Jahren (im Mittel 39 Jahre) überstehen, bevor sie die Möglichkeit zu ungehemmtem Wachstum erhielten. Der Vergleich von ungehemmt aufgewachsenen Bäumen mit den in ihrer Jugend unterdrückten Bäumen zeigt, dass die in der Jugend im Wachstum gehemmten Bäume nach erfolgter Verbesserung ihrer Wachstumsbedingungen in der Lage sind, die Dimensionen ungehemmt aufgewachsener Bäume zu erreichen, und dass der spätere Wachstumsverlauf dieser Bäume in der Mittel- und Oberschicht keine Beeinflussung durch die Dauer der Unterdrückungsphase erkennen lässt.
- Das Gesamtalter der untersuchten Bäume schwankt zwischen 87 und 259 Jahren. Die Altersverteilung lässt über den gesamten Durchmesserbereich eine ausserordentlich grosse Streuung erkennen. Die soziologische Stellung der Einzelbäume wirkt sich bei diesen plenterförmigen Bestandesstrukturen so stark auf deren Wachstum aus, dass der Einfluss des Alters teilweise völlig überdeckt wird. Erst bei Bäumen der Mittelschicht lässt sich beim Höhenwachstum eine straffere Korrelation mit der Zeit erkennen.
- Der Durchmesserzuwachs der Einzelbäume ist sehr gering und weist vor allem in den unteren Durchmesserstufen eine deutliche Abhängigkeit vom Vorrat auf. Je geringer der Vorrat pro ha ist, desto grösser ist der Durchmesserzuwachs der Bäume in den unteren Stärkeklassen.

Die Volumenzuwachsleistung der Bestände ist mit 4,5 bis 4,8 Tfm/ha, J erstaunlich hoch und lässt keine Abhängigkeit von der Vorratshöhe erkennen. Eine Erhöhung des Vorrates wird weitgehend kompensiert durch eine Verminderung der Wachstumsgeschwindigkeit der Einzelbäume.

- Die Verteilung der den Bäumen zur Verfügung stehenden Standräume lässt die stufige und zum Teil lockere Struktur der untersuchten Bestände gut erkennen. Die Grösse der Standräume von Bäumen der gleichen Durchmesserstufe schwankt sehr stark und weist damit auf die unterschiedlichen Wuchskonstellationen der Einzelbäume hin.
- Bezeichnend für die untersuchten Bestandesstrukturen ist die Verschiedenartigkeit des Wachstums der Einzelbäume, geprägt durch die Vielzahl der möglichen soziologischen Stellungen innerhalb des Bestandesgefüges, was die grosse Variabilität sämtlicher untersuchter Argumente bestätigt.

Die Untersuchungsergebnisse und Modellbetrachtungen führen zu den folgenden, für die waldbauliche Behandlung wichtigen Folgerungen:

- Die untersuchten Bestandesstrukturen befinden sich nicht in einem Gleichgewichtszustand. Es ist zu wenig Nachwuchs vorhanden, und die Durchmesserstufen zwischen 26 und 46 cm BHD sind überbesetzt.
- Eine Entwicklungsprognose zeigt, dass sich die bereits heute erkennbare Tendenz zur Bildung einer herrschenden Schicht – am ausgeprägtesten bei den Flächen mit hohem Vorrat – vor allem bei fehlender waldbaulicher Behandlung verstärken wird. Dies führt zu unerwünschten, die Schutzfunktion nicht optimal ausübenden Beständen mit wahrscheinlich späterem flächenweisem Zerfall. Eine dauernd stufige Struktur setzt daher eine gezielte waldbauliche Behandlung voraus.
- Die Berechnung eines provisorischen Gleichgewichtszustandes (Behandlungsziel) lässt erkennen, dass zur Erhaltung dieses Zustandes infolge des sehr langsamen Jugendwachstums der Bäume hohe Nachwuchsstammzahlen notwendig sind.
- Eine nachhaltige Plenterwaldstruktur lässt sich im Fichten-Gebirgswald nur unter starker und kontinuierlicher Verjüngung erreichen oder erhalten. Im Gegensatz zu manchen Fi-Ta-Bu-Plenterwäldern wird hier vom Wirtschaftler ein aktives Eingreifen zugunsten der Verjüngung verlangt.
- Die Einleitung der Verjüngung soll gezielt und in Gruppen erfolgen, wobei sowohl dem Mosaik von Kleinstandorten als auch der Struktur des vorhandenen Bestandes Rechnung zu tragen ist.
- Mit beginnender Differenzierung der Jungwaldgruppen sollten die auslesenden Pflegeeingriffe einsetzen, mit dem Ziel, die in der Naturverjüngung vorhandenen Kleinkollektive herauszuarbeiten und zu begünstigen, wobei das Kriterium der Stabilität im Vordergrund steht.

Résumé

Analyse de la structure, de l'âge et de l'accroissement dans une pessière jardinée de l'étage subalpin (*Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosae*).

Dans le cadre de la gestion des forêts de montagne, le concept de jardinage en montagne vient toujours à l'esprit; l'on en souligne la pérennité de toutes les fonctions et les avantages qui en découlent. Cette forme structurale étant cependant peu connue, le présent travail a pour objectif d'étudier, dans la zone de la pessière des Alpes, la structure, l'âge et l'accroissement de peuplements à caractère jardiné, et, sur cette base ainsi que par des modèles, d'en tirer des conclusions utiles au traitement sylvicole de ces forêts.

La parcelle étudiée, d'une superficie de 5 hectares, se trouve dans une forêt pure d'épicéa sise au-dessus du village de Vals/GR, sur une forte côte exposée NNW, entre 1400 et 1550 m d'altitude.

Les principaux résultats sont, en résumé, les suivants:

- Le nombre de tiges, la surface terrière et le matériel sur pied par ha atteignent parfois des valeurs étonnamment élevées. Le nombre de tiges dès 16 cm de diamètre à hauteur de poitrine varie de 310 à 520 unités/ha, la surface terrière de 33 à 54 m²/ha et le matériel sur pied de 401 à 755 m³ au tarif/ha. Les courbes du nombre de tiges sont en général assez aplaties et illustrent une caractéristique des peuplements jardinés, savoir la variation très grande des diamètres de 6 à 70 cm à hauteur de poitrine. La forme des courbes du nombre de tiges dépend fortement de la proportion d'arbres ressortissant des catégories de diamètre supérieures, respectivement du matériel sur pied: plus le matériel sur pied est élevé, plus la courbe est aplatie et plus la proportion d'arbres des catégories de diamètre moyenne et inférieure diminue. La structure de la surface terrière et du matériel sur pied permet de distinguer des types riches en gros bois, en bois moyens ou en petits bois.
- Les distributions des hauteurs indiquent que même pour les peuplements les plus irréguliers, l'étage supérieur est fortement représenté par rapport à l'étage intermédiaire et en partie par rapport au sous-étage, et que la tendance à la constitution d'un étage dominant règne plus ou moins fortement. Recherchant la lumière, la plupart des épicéas, après une période de compression de durée variable, traversent rapidement les classes de hauteur moyennes et s'amassent à l'étage supérieur. Il ressort des courbes hauteurs/âge moyennes que pour dépasser le sous-étage, jusqu'à 140 ans peuvent être nécessaires, alors que 40

ans environ suffisent à traverser l'étage intermédiaire. La comparaison avec une courbe d'une table de production permet d'établir que la lenteur du rythme de croissance juvénile n'influence pas la forme de la courbe des hauteurs dans la zone des étages intermédiaire et supérieur.

En ces stations, l'épicéa a des exigences accrues quant à la lumière. Par conséquent, la structure verticale de la pessière jardinée subalpine n'est pas parfaitement étagée, mais au contraire stratifiée; toutefois, les strates se superposent ou se côtoient par touffes et par groupes.

- En ce qui concerne la vitalité, les résultats rejoignent la tendance connue de forêts jardinées mélangées d'épicéa, sapin et hêtre. En moyenne, la vitalité des arbres s'améliore avec l'augmentation du diamètre à hauteur de poitrine. La vitalité est une expression des conditions de croissance que les arbres trouvent durant leur existence. Les arbres ne profitent de toute leur vigueur qu'une fois les étages intermédiaire et supérieur atteints. Le fait que la proportion d'arbres vigoureux culmine dans les gros diamètres (0 à 3 % seulement d'arbres chétifs) indique que les peuplements qualifiés de vieux sur la base de leur âge physique ne sont pas forcément sénescents au point de vue de la vitalité.
- Les arbres abattus sur le tracé d'un chemin se répartissent comme suit: le quart des tiges s'est développé sans entraves dès la première jeunesse; un autre quart a toujours vécu sous contrainte; la moitié restante a surmonté une période de compression pouvant atteindre 120 ans (39 ans en moyenne) avant de bénéficier de la possibilité de croître librement. Il ressort de la comparaison entre les arbres qui se sont développés sans entraves et les arbres comprimés durant leur jeunesse, que ces derniers, sitôt leur situation améliorée, sont capables d'atteindre les dimensions des arbres ayant crû sans contrainte; la courbe de croissance de ces tiges aux étages intermédiaire et supérieur ne conserve aucune séquelle de la durée de la phase de compression.
- L'âge des arbres analysés varie de 87 à 259 ans. La dispersion des âges est extraordinairement grande pour tous les diamètres. Dans ces peuplements à caractère jardiné, la position sociologique influence si fortement la croissance de l'individu que l'effet de l'âge en est parfois complètement masqué. Il faut attendre l'étage intermédiaire pour observer une corrélation plus étroite entre la croissance en hauteur des arbres, par exemple, et le temps.
- L'accroissement en diamètre individuel est très faible et dépend nettement du matériel sur pied, dans les catégories de diamètre inférieures surtout. Plus le volume du matériel sur pied par ha est petit, plus l'accroissement en diamètre des tiges des catégories de diamètre inférieures est important.

Par une prestation de 4,5 à 4,8 m³ au tarif par ha et par année, l'accroissement en volume est d'un niveau étonnamment élevé et ne dépend pas du matériel sur pied. Toute augmentation du matériel sur pied est contrebalancée dans une grande mesure par le ralentissement du rythme de croissance des individus.

- La distribution de l'espace vital dont disposent les arbres permet aisément de reconnaître la structure étagée et partiellement entrouverte des peuplements étudiés. L'ampleur de l'espace vital des tiges relevant d'une même catégorie de diamètre varie énormément, ce qui souligne la diversité des conditions de croissance des arbres.
- La variabilité de tous les paramètres envisagés est confirmée par les dissemblances quant à la croissance des individus en raison du nombre élevé de positions sociologiques possibles dans le cadre des peuplements; il s'agit d'un aspect significatif des structures des peuplements étudiés.

Les résultats des recherches ainsi que les modèles ont permis de dégager des conclusions importantes quant au traitement sylvicole:

- Les structures analysées ne se trouvent pas en état d'équilibre. La régénération n'est pas suffisante, alors que les catégories de diamètre de 26 à 46 cm à hauteur de poitrine sont excédentaires.
- Une analyse prospective montre que l'absence de traitement sylvicole, en particulier, accentuera la tendance à la formation d'un étage dominant, décelable maintenant déjà dans les parcelles à matériel sur pied élevé notamment. Les peuplements qui en résulteront nuiront à la fonction de protection, et se dégraderont plus tard par surfaces. Un traitement sylvicole approprié est indispensable pour obtenir une structure irrégulière durable.
- Il apparaît, par le calcul d'un état d'équilibre provisoire (but d'intervention), qu'en raison du rythme de croissance juvénile très lent, un grand nombre de tiges de relève est nécessaire pour maintenir cet état.
- En pessière de montagne, on ne pourra obtenir ou conserver une structure jardinée durable qu'à l'aide d'une régénération importante et continue. Contrairement à bien des forêts jardinées d'épicéa, sapin et hêtre, le gestionnaire devra intervenir activement en faveur du rajeunissement.
- Il faut introduire la régénération à dessein, par groupes, en tenant compte aussi bien du microrelief que de la structure du peuplement en place.
- Dès que les groupes de régénération commencent à se différencier, il y a lieu de

prévoir des opérations de sélection positive dans le but de dégager et de favoriser les petits collectifs composant le rajeunissement naturel; ce faisant, le critère de stabilité doit figurer au premier plan.

Traduction J.-P. Sorg

Abstract

On the Structure, Age and Increment of a Spruce Selection Forest at Subalpine Level (*Sphagno-Piceetum calamagrostietosum villosae*)

Based on a single survey the present study analyses horizontal and vertical structure, age and increment of a subalpine spruce selection forest. The results indicate in particular:—

- that the form of the curve illustrating the decline in the number of stems by diameter classes largely depends on the growing stock;
- that in all subcompartments of the area in question there is a tendency to form a dominant layer;
- that spruce can survive long periods of suppression without prejudice to later growth development;
- that in the case of the subalpine spruce selection forest the physical age of the trees cannot be used as a basis to compare growth performances;
- that the diameter growth of the trees in general is small but that the volume increment of the stands is surprisingly high;
- that the growth development of the trees is highly individual, a fact which is reflected in the large variability of all parameters investigated.

Conclusions are drawn from these investigations and from a discussion of a model situation for the silvicultural treatment of such mountain forests.

Translation R. Louis