

# Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenurwald Scatlé / Brigels

Abhandlung  
zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der technischen Wissenschaften  
der  
Eidgenössischen Technischen Hochschule  
Zürich

vorgelegt von  
**Franz-Werner Hillgarter**  
dipl. Forsting.  
geboren am 30. Mai 1942  
österreichischer Staatsbürger

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

## 5. ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN

### 5.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die im Naturwaldreservat Scatlè auftretenden Strukturformen lassen sich gut gruppieren, wobei sich für ihre Charakterisierung als besonders gut geeignete Merkmale herausgestellt haben (Fig. 10, 11, 12a):

- Der Durchmessermittelstamm der lebenden Oberschicht,
- die Gesamtstammzahl (alle lebenden und toten, stehenden Individuen),
- die auf das Maximum bezogene Grundfläche,
- das Kreisflächenzuwachsprozent,
- die Schichtung (% Anteil der Stammzahl an den Schichten),
- der Anteil der sehr vitalen (Vitalität 10) und vorwachsenden (dynamische Tendenz 1) Bäume am Bestand,
- die Stammzahlverteilung (getrennt nach lebend und tot) und ihre zeitliche Entwicklung,
- der Anteil der toten (stehend) Bäume an der Gesamtstammzahl.

Folgende Ergebnisse sind besonders hervorzuheben:

- Oertlich werden sehr hohe Vorräte und Zuwächse erreicht. Die maximale natürliche Grundfläche beträgt ca. 110 qm/ha. Sie wird in der Regel am Ende der Optimalphase bzw. in der Altersphase erreicht. Das Kreisflächenzuwachsprozent kulminiert am Ende der Jungwaldphase (Stangenholz) und in der Optimalphase (0.8 - 1.5 %) und sinkt in der Altersphase durch Vitalitätsverschlechterung ab (0.5 - 0.7 %).
- Durch Ausfall oder, beziehungsweise und, Umsetzen der Mittel- und Unterschicht entsteht unterschiedlich schnell eine einschichtige Optimalphase. Diese kann deshalb je nach Entwicklungsgeschichte mehr oder weniger gleichaltrig oder auch sehr ungleichaltrig sein.
- Die physiologische Altersgrenze liegt zwischen 300 - 650 Jahren.

Die natürliche Verjüngung beginnt in der Regel in der Zerfallsphase, wo sich die Fichte anzusamen beginnt.

Die Verjüngungszeiträume, definiert als Zeitspanne zwischen beginnender Zerfallsphase und Jungwuchsstufe, betragen ungefähr 50 - 150 Jahre.

Moderholz und kleintopographische Erhöhungen bilden häufig Ausgangspunkte für die natürliche Verjüngung.

Mit abnehmendem Schlussgrad der Oberschicht des Mutterbestandes nimmt die Zahl der Jungpflanzen (BHD kleiner als 8 cm) zu. Sie ist aber allgemein pro Hektar gering und schwankt örtlich je nach Strukturform zwischen 0 in der einschichtigen Optimal- bzw. beginnenden Altersphase und 2000 in der Verjüngungsphase (Fig. 13). Nur in der Aufnahmefläche Jungwaldphase (Jungwuchs) liegt die Zahl um ein Vielfaches höher (60.000 auf Waldboden und 200.000 auf Moderholz).

Die Gruppe der ein- bis zehnjährigen Pflanzen überwiegt deutlich. In den ersten Jahrzehnten stirbt der Grossteil (80 - 95 %) eines Jahrganges ab. Allgemein ist der Gesundheitszustand des Nachwuchses schlecht. Für die Hälfte bis drei Viertel aller Jungpflanzen werden die Entwicklungsaussichten als schlecht beurteilt. Das Höhenwachstum geht sehr langsam vor sich und beträgt in den ersten 25 Jahren nur 50 cm.

Zustand und Dynamik lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Stammzahlverteilungen, die als Uebergangsformen zwischen einer abnehmenden und Gausschen Verteilung angesehen werden können, zeigen bei breiter Variation der Durchmesser ein stammzahlmässiges Ueberwiegen des mittleren (36 - 50 cm BHD) und ein massenmässiges Ueberwiegen des starken Baumholzes (über 50 cm BHD). Es handelt sich um einen ungleichaltrigen, ungleichförmigen, nach BHD stark differenzierten, stufigen Wald mit normal vitaler Oberschicht, aber wenig vitaler Mittel- und Unterschicht.
- Die Oberschicht ist Trägerin des Zuwachses (75 %) und Vorrates (90 %). Sie zeichnet sich durch eine bis in hohe Durchmesser (BHD 65 - 75) reichende durchschnittliche Vitalität unter 20 und ein mehr oder weniger stationäres soziologisches Gefüge aus.
- Die Zustandsphasen treten überwiegend kleinflächig (kleiner als 200 qm) und in einer Vielfalt von Formen auf.

- Die Optimalphasen sind mit 60 % in der I. Höhenstufe und 33 % in der II. Höhenstufe flächenmässig am stärksten vertreten. Sie sind am Vorrat und Kreisflächenzuwachs massgebend beteiligt. In der ersten Höhenstufe überwiegen die mehrschichtige, in der zweiten die einschichtige Optimalphase mit je 43 %. Während die Zerfallsphase in der I. Höhenstufe kaum vorkommt, nimmt sie in der zweiten ein Viertel der Fläche ein. Jungwald- und Altersphasen kommen in beiden Höhenstufen ungefähr gleich stark vor und belegen im Mittel 16 % bzw. 7 % der Fläche. Der Grundflächenanteil der Altersphase ist mit ca. 20 % beachtlich.

- Allgemein hat der Flächenanteil der Optimalphase abnehmende und jener der Altersphase zunehmende Tendenz. Innerhalb der Optimalphasen ist ein Trend zur Einschichtigkeit festzustellen.

Bedingt durch das kleinflächige Auftreten der Altersphasen ist im Normalfall ein grossflächiger (d.h. mindestens in Horstgrösse) Zusammenbruch vorerst kaum zu erwarten.

In der zweiten Höhenstufe besteht die Gefahr einer entscheidenden Verminderung der Bestandesstabilität. Diese ist einerseits bedingt durch den hohen Anteil toter Bäume in der Mittel- und Oberschicht (12 % der Gesamtstammzahl von 556 Stk./ha). Andererseits wird sie dadurch beeinträchtigt, dass die toten Bestandesglieder bei ihrem Sturze gesunde und noch stabile Bestandespartien mitreissen können. Weiters lässt die zunehmende Ueberalterung ein schubartiges Absterben von Individuen der Oberschicht befürchten. Dies könnte, verbunden mit einem geringen Nachwuchs (momentan wachsen 20 Stk./ha über die Kluppschwelle), die Schutzwirkung stark herabsetzen.

- Allgemein besteht die Tendenz des Verschwindens der Unter- und Mittelschicht.

## 5.2 Folgerungen

Aus der vorliegenden Arbeit können folgende Folgerungen gezogen werden, die für die Waldbaupraxis im Gebirge von Interesse sind:

- Das Produktionsvermögen natürlich aufgebaute, unbeeinflusste Gebirgswälder und die Produktionsfähigkeit von Gebirgswaldstandorten werden vielerorts unterschätzt.

- Bei waldbaulichen Eingriffen muss auf die äusserst langfristige Bestandesentwicklung, auf die hohen physiologisch erreichbaren Baumalter, und die bis in starke Durchmesser anhaltende gute Vitalität Rücksicht genommen werden.
- Eine Nichtbewirtschaftung der Schutzwälder stellt ihre Schutzwirkung in Frage, weil die Untersuchungen zeigen, dass
  - Bestände im Laufe ihres phasenmässigen Entwicklungsablaufes stark zur Einschichtigkeit und Gleichförmigkeit tendieren, die Stufung also nur ein vorübergehender Zustand ist,
  - es zum schubweisen Absterben von Individuen der Oberschicht kommen kann und
  - der Nachwuchs nicht ausreichend ist.

Die kontinuierliche Schutzfunktion steht im Gebirgswald aber im Vordergrund. Nach den heutigen Erkenntnissen wird diese am besten durch standortsgemässe, gesunde, stabile, ungleichaltrige und stufige Bestände erreicht. Gezielte waldbauliche Eingriffe sind daher unumgänglich.

- Der natürliche Entwicklungsablauf (von Ansamung bis Ansamung) einer Waldgeneration dauert mehrere Jahrhunderte. Ueberschlagsmässig werden für einen schnellen und einen langsamen Entwicklungsablauf die zur Dauer einer Phase proportionalen Flächenanteile ermittelt und dem heutigen Zustand gegenübergestellt:

Phase	Unterstellte Dauer		Theoretischer		heutiger Flächen-	
	der Phase (Jahre)		Flächenanteil (Prozent)		anteil I. II. Höhenstufe	
Jungwaldphase	80	130	19	20	19	13
Optimalphase	200	260	46	40	61	35
Altersphase	100	160	23	25	5	10
Zerfallsphase	50	100	12	15	3	23

Je länger der Zerfall hinausgezögert wird, je schneller dieser und die anschliessende Verjüngung vor sich gehen, desto geringer sind die unbestockten Flächen und umso besser werden die Schutzwirkungen erfüllt.

## RESUME

### Recherches sylvicoles et étude de la production dans la pessière vierge de Scatlè/Brigels

#### Exposé du problème

L'étude des structures et de la dynamique des forêts vierges présente un intérêt particulier en montagne pour les raisons suivantes (Fig. 10, 11, 12a):

- Les charges occasionnées par le traitement des forêts devraient autant que possible réduites par une bonne utilisation des facultés d'autorégulation. Ceci nécessite la connaissance fondamentale des formes structurales et de la dynamique.
- Le sur-vieillessement très répandu des forêts de montagne amène une forte réduction de la régénération naturelle. L'étude du rajeunissement naturel pourra permettre de développer des procédés de régénération rationnels.
- Le parcours prolongé du bétail et les hautes densités de gibier ont entraîné en de nombreux endroits une diminution du potentiel de production des forêts de montagne. Les forêts de constitution naturelle et intactes donnent les renseignements les meilleurs sur leur capacité réelle de production.
- L'exploitation peu ou pas rentable de nombreuses forêts de montagne tend à entraîner leur abandon. Seule l'étude approfondie des structures et textures forestières naturelles peut permettre d'estimer si et de quelle façon des forêts non traitées se conservent.

#### Résumé des résultats

Les formes structurales rencontrées dans la réserve de forêt naturelle de Scatlè sont aisément regroupables. Les caractères suivants se sont révélés les plus appropriés:

- Arbre moyen ( $\emptyset$ ) de l'étage supérieur vivant
- Nombre total de tiges (individus debout, vivants ou morts)
- Surface terrière rapportée au maximum
- Pourcent d'accroissement de la surface terrière
- Etagement (% du nombre de tiges des divers étages)
- Proportion d'arbres très vitaux (classe 10) et dominant (tendance dynamique 1) dans le peuplement
- Répartition du nombre de tiges (séparément vivantes et mortes) et son évolution dans le temps
- Proportion d'arbres morts dans le nombre total de tiges.

Les résultats suivants sont à relever:

- Le matériel sur pied et l'accroissement atteignent localement de très hautes valeurs. La surface terrière naturelle maximum

atteint environ 110 m<sup>2</sup>/ha, en règle générale au terme de la phase optimum, resp. dans la phase de vieillissement. Le pourcentage d'accroissement de la surface terrière culmine au terme de la phase initiale (perchis) et dans la phase optimum (0.8-1.5 %) puis diminue dans la phase de vieillissement par suite de la dégradation de la vitalité (0.5-0.7 %).

- Le dépérissement ou, resp. et le changement d'étage amènent plus ou moins vite une phase optimum à un étage. Aussi cette phase peut-elle être selon l'histoire de son développement plus ou moins équienne ou aussi d'âge très inégal.
- La limite d'âge physiologique se situe entre 300 et 650 ans.
- Le rajeunissement naturel débute généralement dans la phase de décomposition du peuplement, lorsque l'épicéa commence à s'ensemencer. La durée de régénération, définie en tant qu'espace de temps s'étendant entre début de la phase de décomposition et stade du rajeunissement, s'élève à environ 50-150 ans. Le bois en décomposition et les élévations du microrelief créent fréquemment des positions de départ de la régénération. Le nombre de jeunes plantes ( $\varnothing < 8$  cm), qui augmente à mesure que diminue le couvert de l'étage supérieur du peuplement, est en général réduit. Il varie entre zéro dans la phase optimum, resp. de vieillissement à un étage, et 2000 dans la phase de régénération (Fig. 13). Il n'atteint un multiple de ce nombre que dans le relevé du stade initial (rajeunissement) avec 60'000 plantes sur le sol, 200'000 sur du bois en décomposition. Le groupe d'âges le plus représenté est celui des plantes d'un à 10 ans. Une grande partie (80-90 %) du recrû annuel disparaît durant la première décennie. L'état de santé du rajeunissement est en général mauvais. Les chances de développement de 1/2 à 3/4 des jeunes plantes sont estimées moindres. L'accroissement en hauteur est très lent et ne dépasse guère 2 cm/an durant les 25 premières années.
- L'état et la dynamique de la forêt peuvent se résumer comme suit:

Les répartitions du nombre de tiges, qui peuvent être considérées comme transitions entre courbes de Gauss et courbes décroissantes, présentent une large variation du diamètre avec une sur-représentation en nombre des bois moyens (36-50 cm dhp), et en masse des bois forts (plus de 50 cm dhp). Il s'agit ainsi d'une forêt d'âge mélangé, non uniforme, très différenciée dans ses diamètres, étagée, avec un étage supérieur de vitalité normale et des étages moyen et inférieur peu vitaux.

L'étage supérieur est le support de l'accroissement (75 %) et du matériel sur pied (90 %). Il est caractérisé par une vitalité suffisante (meilleure que 20) même dans les gros diamètres (65-75 cm dhp) et une constitution sociologique plus ou moins stable. Les diverses phases se présentent surtout sur de petites surfaces (moins de 20 m<sup>2</sup>) et sous une multitude d'aspects. Les phases optimums sont en surface les plus représentées; elles

occupent dans le premier niveau altitudinal 60 % de la surface, dans le second 33 %. Elles sont déterminantes des conditions de matériel sur pied et d'accroissement. Les phases optimums à plusieurs étages dominent dans le premier niveau altitudinal, celles à un étage dans le second (toutes deux avec 43 %). Tandis que la phase de décomposition apparaît à peine au premier niveau, elle occupe au second un quart de la surface. Les phases de jeunesse et de vieillissement sont à peu près également représentées dans les niveaux et occupent en moyenne 16, resp. 7 % de la surface. Avec ses 20 %, la part de la phase de vieillissement dans la surface terrière est considérable.

La part de surface de la phase optimum tend généralement à diminuer, celle de la phase de vieillissement à augmenter. On peut noter au cours des phases optimums une tendance à l'uniformité. Vu l'étendue limitée des phases de vieillissement, on ne peut pour le moment s'attendre dans le cas normal à un écroulement du peuplement sur une grande surface (c.à.d. de la taille d'un bouquet au moins). Au second niveau altitudinal, le danger d'une diminution déterminante de la stabilité du peuplement existe, ceci d'une part en fonction de la proportion élevée d'arbres morts aux étages moyen et supérieur (12 % du nombre de tiges total de 556/ha), les arbres morts risquant d'autre part d'entraîner des parties saines et stables du peuplement environnant dans leur chute. L'aggravation de l'état de sur-vieillessement pourrait en outre entraîner le dépérissement par à-coups d'individus de l'étage supérieur, ce qui vu le peu de régénération pourrait amener une forte diminution de l'action protectrice. Les étages inférieur et moyen ont tendance à disparaître.

### Conclusions

- Le potentiel de production des forêts de montagne de constitution naturelle et non influencées et la capacité de production des stations de forêts alpestres sont en de nombreux endroits sous-estimées.
- Les interventions sylvicoles doivent tenir compte de l'extrême durée du développement des peuplements, des âges physiologiques élevés atteints par les arbres et d'une bonne vitalité constante jusque dans les gros diamètres.
- L'abandon du traitement des forêts protectrices porte atteinte à leur effet protecteur. Les recherches présentées ici ont en effet montré que:
  - Les peuplements tendent au cours de leur développement à une structure uniforme à un seul étage, l'étagement n'étant donc qu'un état momentané.
  - Le dépérissement d'individus de l'étage supérieur peut se produire par à-coups.
  - La régénération est insuffisante.



La pérennité des fonctions protectrices est en forêt de montagne un facteur de première importance. Selon nos connaissances actuelles, celles-ci sont le mieux assumées par des peuplements en station, sains, stables, étagés et non équiennes. Des interventions sylvicoles appropriées sont donc inéluctables.

- Le cours du développement (d'ensemencement à ensemencement) d'une génération forestière s'étend sur plusieurs siècles. Les parts de surface proportionnelles à la durée d'une phase peuvent être estimées pour un cours rapide et un cours lent du développement et comparés à l'état actuel:

Phase	Durée supposée de la phase (années)		Part théorique de surface %		Part actuelle de surface ds. étages altitudinaux	
	I	II	I	II	I	II
Phase de jeunesse	80	130	19	20	19	13
Phase optimum	200	260	46	40	61	35
Phase de vieillissement	100	160	23	25	5	10
Phase de décomposition	50	100	12	15	3	23

Plus la décomposition est reculée, plus celle-ci et le rajeunissement la suivant s'effectuent rapidement, plus les surfaces nues sont limitées et meilleur et l'accomplissement des fonctions protectrices.

Traduction: J.-F. Matter