

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 118 (1967)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Zur Behandlung überalterter Gebirgswälder  
**Autor:** Mayer, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764296>

### **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:** 21.02.2026

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

# Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen Journal forestier suisse

118. Jahrgang

Juni 1967

Nummer 6

## Zur Behandlung überalterter Gebirgswälder<sup>1</sup>

Von H. Mayer, Wien

Oxf. 228.81

(Aus dem Waldbau-Institut der Hochschule für Bodenkultur in Wien)

Der Fachausschuß Waldbau des Österreichischen Forstvereins und das Wiener Institut für Waldbau werden sich in den nächsten Jahren mit diesem Fragenkomplex näher beschäftigen. Eine umfassende Problemdarstellung ist deshalb jetzt noch nicht möglich. Doch können anhand eines ersten untersuchten Beispiels einige Teilaspekte angeschnitten werden. Das untersuchte Fichten-Naturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach wurde im Sommer 1965 von der Schlußexkursion des Zürcher Institutes für Waldbau nach Österreich berührt. Es eignet sich auch für schweizerische Verhältnisse als Besprechungsbeispiel, da sowohl standörtlich und auch strukturell eine gewisse Ähnlichkeit zum Fichtenwaldreservat Scatlè-Huonder bei Brigels in Graubünden besteht. Durch Analyse der zerfallenden Fichtenbestände des Reservates Rauterriegel wird versucht, zur waldbaulichen Behandlung überalterter Wälder lokale und — wenn möglich — auch allgemeine Folgerungen für vergleichbare Standorte und Waldgesellschaften im ostalpinen Raum abzuleiten.

### I. Waldbauliche Analyse des Fichten-Naturwaldreservates Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach<sup>2</sup>

#### 1. Standörtliche Grundlagen

Das rund vier Hektaren große Reservat liegt im *zentralalpinen Lungau* in einem Seitental des oberen Murtales unweit der Turracher Höhe zwischen 1780 und 1920 m Höhe an einem sehr steilen Südhang mit durchschnittlich 30 bis 35° Neigung. Zum Teil hanggleich einhängende klein-

<sup>1</sup> Vortrag am 9. Januar 1967 im Forstwirtschaftlichen Kolloquium der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich und am 10. Januar 1967 beim Tiroler Forstverein in Innsbruck.

Herrn Prof. Dr. Dr. Dr. h. c. J. N. Köstler zum 65. Geburtstag gewidmet.

<sup>2</sup> Eine eingehende Analyse wird im Cbl. f. d. ges. Forstw. 1967 veröffentlicht. Die Darstellung beschränkt sich auf die wichtigsten Punkte, die zur Begründung der waldbaulichen Schlußfolgerungen notwendig sind.

plattige Schiefer der Quarzphyllit-Serie begünstigen keine tiefgründige Verwitterung. Die auftretenden braunen Ranker bis Ranker-Braunerden, selten Semipodsole, sprechen für den Steilhangstandort.

Die 3 km entfernte und 500 m tiefer gelegene meteorologische Station Turrach belegt kühle Sommer und extrem kalte Winter (Januar  $-5,3^{\circ}\text{C}$ ). Bei rund 1000 bis 1100 mm Jahresniederschlag und einem ausgeprägt sommerlichen Niederschlagsmaximum ist das *Allgemeinklima* im Vergleich zum sommertrockeneren schweizerischen Innenalpenraum gemäßigt feucht-subkontinental.

Die *natürliche Waldgesellschaft* kann als subalpiner Hang-Hainsimsen-Fichtenwald angesprochen werden (*Piceetum subalpinum luzuletosum albidae*), der für die Ostalpen auf silikatischer Grundlage für steilere Hanglagen mit weniger weit fortgeschrittener Boden- und Vegetationsentwicklung typisch ist. Darauf weisen die lockere, wenig deckende Grasschicht mit *Luzula albidula*, *Deschampsia flexuosa* und die spärlich vorhandenen Moose hin bei nahezu völligem Fehlen von *Vaccinium myrtillus*. Die vorherrschende *Pinus-cembra*-Variante belegt die Arealrandlage der Gesellschaft und leitet zum fast zwergstrauchfreien Hang-Hainsimsen-Lärchen-Zirbenwald über (*Larici-Cembretum luzuletosum albidae*, *Picea*-Variante), der im obersten Teil des Reservates als Kontaktgesellschaft auftritt (vgl. Hartl, 1963).

Durch Nachbarschaft zu Almen und infolge einer blühenden mittelalterlichen Eisenindustrie und der damit verbundenen Holzkohलगewinnung ist ein gewisser anthropogener Einfluß in früheren Jahrhunderten nicht auszuschließen. Das Naturwaldreservat kann jedoch trotzdem als *Urwald im weiteren Sinne* angesprochen werden, da keine offensichtlichen Auswirkungen des menschlichen Einflusses mehr nachweisbar sind und Nutzungen mehr als rund 200 Jahre zurückliegen müssen.

## 2. Bestandesaufbau

### a) Allgemeine Bestandesstruktur:

Die Aufnahme läßt einen mäßig stammzahlreichen Bestand mittleren Vorrats erkennen (Stammzahl 631/ha, Grundfläche 56,5 m<sup>2</sup>, Vorrat 630 Vfm Derbholz, davon 183 fm Starkholz, 387 fm Mittelholz, 60 fm Schwachholz), dem die Fichte (70%) und noch die Zirbe (21%) das Gepräge geben, während die Lärche (9%) durchweg nur eine geringe Rolle spielt. Sowohl nach der Baumzahl als auch nach dem Vorrat herrschen mittlere Stärkeklassen vor.

In dem standörtlich ziemlich einheitlichen Reservat haben sich kleinlokal wechselnde *Bestandesaufbauformen* herausgebildet, die sich nach Individuenreichtum, Mischung, Schichtung, Vorratsaufbau, Vitalität, Mortalität, Entwicklungstendenz und individueller Ausformung der Baumarten deutlich unterscheiden. Neben mehr oder minder geschlossenen stammzahlreichen Bestandesteilen mit hoher Vorratshaltung kommen aufgelockerte stammzahlarme und gering bevorratete Bestandesteile vor, die langsam zer-

fallen. In kleineren bis größeren Lücken stellt sich nur zögernd Verjüngung ein. Der Besprechung wird der tiefere fichtenreiche Teil des Reservates zugrunde gelegt.

Diese verschiedenen Bestandesaufbautypen kehren im Reservat immer wieder. Ein genetischer Zusammenhang zwischen den einzelnen Strukturformen ist offensichtlich. Im Sinne von Leibundgut (1959) bezeichnen wir diese strukturell deutlich unterscheidbaren Entwicklungsstufen als Phasen. Es prägen sich verschiedene schon physiognomisch auffallende *Entwicklungsphasen* (vgl. Abb. 1) aus, die durch mannigfache Übergänge miteinander verbunden sind und im Reservat mosaikartig gemischt auftreten:

1. *Optimalphasen* mit einer jungen, einer reifen und einer alternden Ausbildung.
2. *Terminal- oder Zerfallsphasen* mit einer beginnenden, einer fortgeschrittenen und einer abschließenden Ausbildung.

Für die waldbauliche Beurteilung wird neben einem Einblick in den gegenwärtigen «statischen» Bestandeszustand vor allem ein Rekonstruktionsversuch der abgelaufenen und eine Prognose der künftigen Entwicklung nötig, so daß der *dynamischen Bewertung* besonderes Gewicht zukommt.

Die Zuordnung der Probeflächen zu bestimmten Entwicklungsphasen bedarf einer überprüfenden Beurteilung der einzelnen Bestandesgefüge-Merkmale (vgl. Abb. 7, 8).

b) *Stammzahl* (Abb. 2):

Durch die mehrgipfelige *Stammzahlverteilung* der beiden Schattensäume prägt sich die *bestandessoziologische Differenzierung* aus. Der Unterschicht gehören die meisten Individuen bis zu einem Brusthöhendurchmesser von 14 cm an und der Mittelschicht Stämme bis 26 cm  $\phi$ . Stärkere Individuen sind in der Regel zur herrschenden Oberschicht zu rechnen.

Die mehrgipfelige Verteilungskurve belegt ferner die noch in vollem Fluß befindliche *Bestandesausscheidung*, wenn man gleichzeitig die toten noch stehenden Individuen mitberücksichtigt. In der Vergangenheit sind vor allem schwache unterschichtige Individuen der inter- und intraspezifischen Konkurrenz zum Opfer gefallen. Durch die in nächster Zukunft zu erwartende Reduzierung der Mittelschicht und die damit verbundene Schichtungsverarmung tendiert bei fast völligem Ausfall der Unterschicht der Bestand immer mehr zur Einschichtigkeit. Bei allen drei Nadelbaumarten fallen einige besonders starke Individuen auf, die als «*Vorwüchse*» schon dem Habitus nach älter als der überwiegende Bestand sein dürften. Von der Lichtbaumart Lärche werden sich auf die Dauer nur überdurchschnittlich starke und daher vitale Bestandesglieder nachhaltig behaupten können.

Die Stammzahlverteilung charakterisiert auch den *Waldaufbautyp*. Die Kurve mit einem Maximum bei etwa 20 bis 40 cm Brusthöhendurchmesser

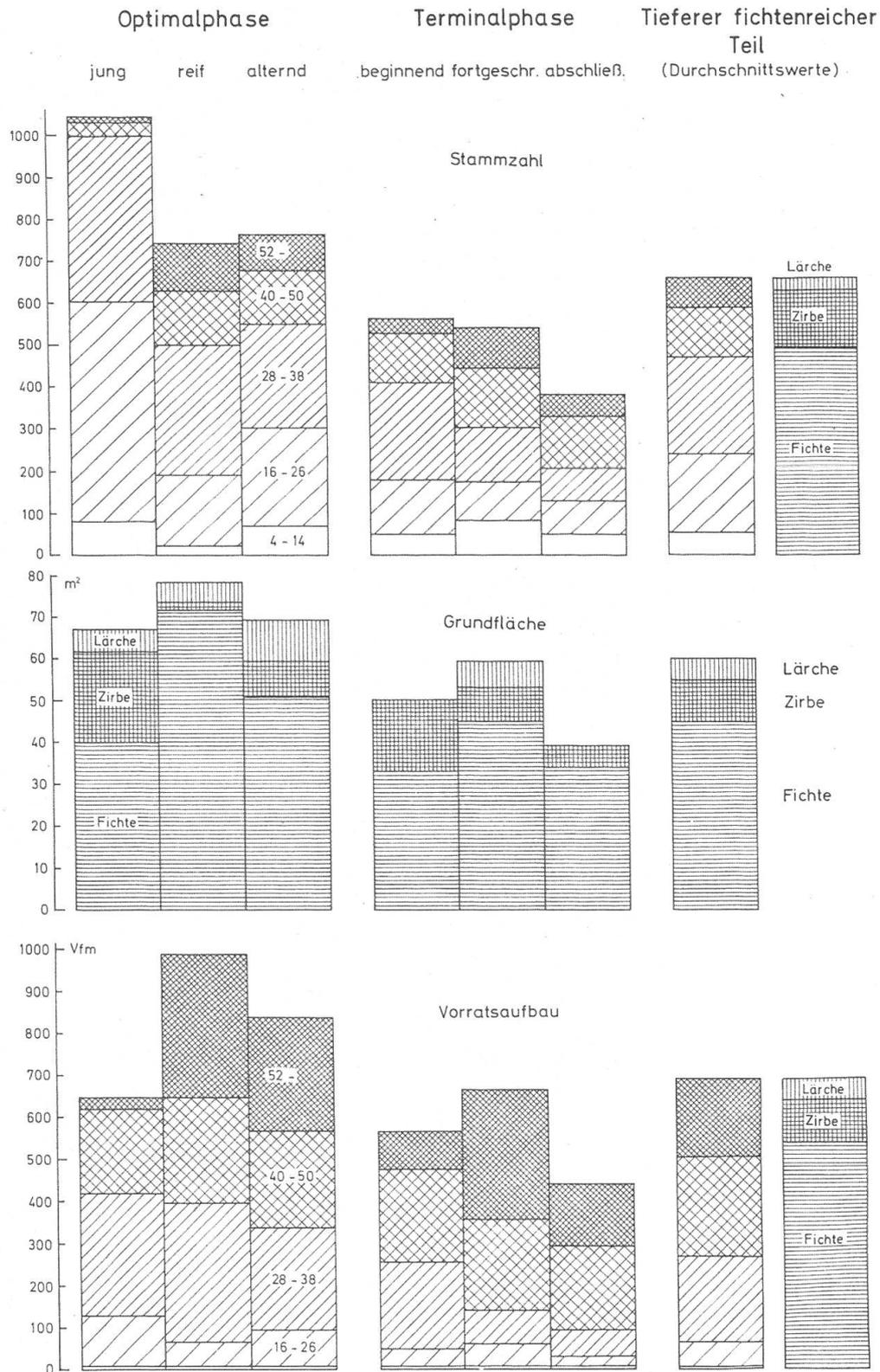


Abbildung 1

Baumzahl, Grundfläche und Vorratsaufbau in den Optimal- und Terminalphasen des tieferen fichtenreichen Teiles im Naturwaldreservat Rauterriegel.

spricht für einen mehr gleichaltrigen Hochwaldcharakter. Auch die Aufgliederung der Individuen (in Prozent der Stammzahl) auf die Bestandesschichten weist darauf hin. Mit 64% dominieren bereits der Zahl nach Bäume der Oberschicht, deren Anteil durch zunehmenden Ausfall der Mittelschicht mit 24% und Unterschicht mit 12% immer mehr ansteigt. Der

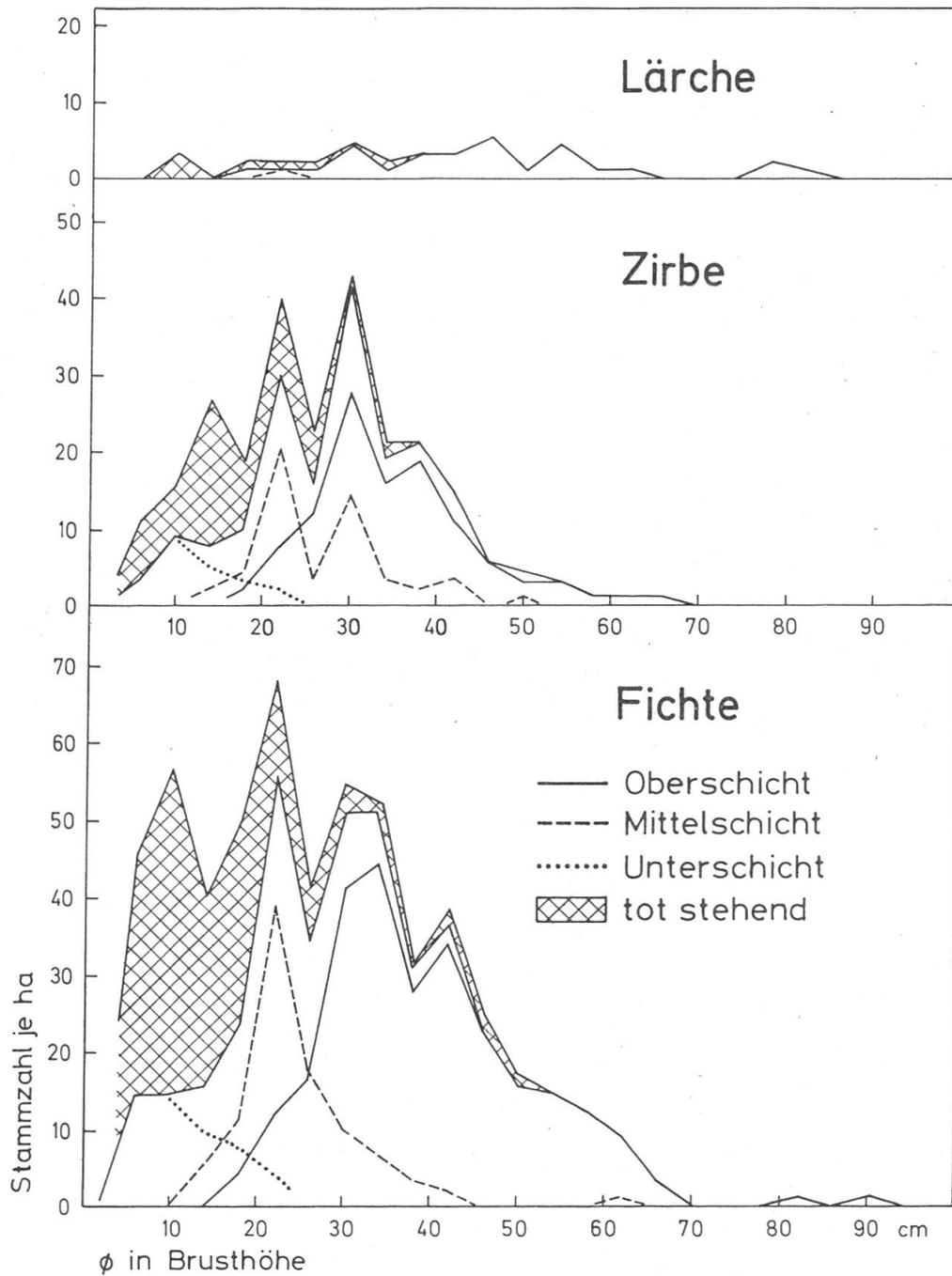


Abbildung 2

Stammzahlverteilung der Bestandesschichten von Fichte, Zirbe und Lärche sowie der toten stehenden Individuen.

zunehmende Hochwaldcharakter wird physiognomisch noch deutlicher, wenn die heute noch stehenden toten Individuen durch Schnee, Wind oder Vermorschung zu Boden gedrückt werden. Die Bestände des Reservates befinden sich also in einem sehr weit fortgeschrittenen Entwicklungsstadium von einem vorübergehend plenterartig aufgebauten Bestand zu einem mehr oder minder ausgeprägt gleichförmigen Hochwaldbestand geringer Schichtung und Durchmesserdifferenzierung.

Diese *Tendenz* wird im einzelnen durch die aufeinanderfolgenden Entwicklungsphasen bestätigt. Mit gewissen Schwankungen nimmt in der Optimalphase des fichtenreichen Teiles von der jüngeren zur älteren Ausbildung die Stammzahl von rund 1050 auf 750 ab. Sie liegt in der Terminalphase deutlich niedriger und sinkt je nach Fortschritt des Zerfalls von 550 bis schließlich auf 400 ab. Gleichzeitig erfolgt eine Umstrukturierung durch zunehmend größeren Anteil der höheren Stärkeklassen. Da Optimal- und Terminalphasen nach der unterschiedlichen Bestandessoziologie auch wechselnde Lebensabschnitte der Bestände darstellen, sind zwischen den Entwicklungsphasen auch Altersunterschiede zu erwarten.

c) *Grundfläche:*

Von den Optimalphasen mit 65 bis 80 m<sup>2</sup> zu den Terminalphasen mit 40 bis 60 m<sup>2</sup> erfolgt ein allmählicher Grundflächenverfall mit größeren Schwankungen in den einzelnen Ausbildungen. In der reifen Optimalphase kulminiert die Grundfläche mit 85 m<sup>2</sup>. Sie kann mit Einschränkung — möglichst gleichmäßiger Standraum vorausgesetzt — als ungefähre, dem Standort entsprechende maximale Grundflächenhaltung im Sinne von Assmann (1961) angesprochen werden. Sie liegt im ökologischen Optimum der Fichte relativ hoch mit Spitzenwerten bei etwa 100 m<sup>2</sup> (vgl. Mayer, 1966).

d) *Vorratsaufbau:*

Mit 650 bis 1000 Vfm ist die *Vorratshaltung* in der Optimalphase deutlich höher als in der Terminalphase mit 450 bis 650 Vfm. In der stammzahlreichen, relativ geschlossenen Optimalphase nimmt der Vorrat von der jüngeren zur reiferen Ausbildung noch deutlich zu, in der er mit rund 1000 Vfm kulminiert. In der Terminalphase erfolgt mehr oder minder schnell und stark ein natürlicher Vorratsabbau. Dominieren in der jungen Optimalphase noch Schwach- und Mittelholz, so erreicht in der reifen bis alternden Optimalphase das Starkholz den absoluten Höchstwert. Zum wesentlichsten Teil geht aber der Vorratsschwund in der Terminalphase auf den sukzessiven Ausfall von Starkholzbäumen zurück, die altersbedingt Stammfäule, Wind oder Schnee erliegen. Durch den Vorratsabbau von zerfallsanfälligerem Starkholz her ist — von Katastrophen abgesehen — nicht mit einem raschen weiteren, sich flächig ausdehnenden Zerfall zu rechnen, da neben einer ausgeglicheneren Vorratsstruktur durch reichlich Mittelholz in der Zerfallsphase auch ein mosaikartiger Vorratsaufbau des Bestandes

durch die verschiedenen Entwicklungsphasen gegeben ist. Im Hinblick auf eine nachhaltigere Schutzwirkung des Steilhangbestandes ist die durch Stammzahl und Vorratsaufbau gegebene vielfältige Bestandesstruktur selbst in den Zerfallsphasen nicht ungünstig.

e) *Natürliche Sterblichkeit (Mortalität):*

Im Reservat spielt die konkurrenzbedingte Bestandausscheidung der einzelnen *Baumarten* noch eine wesentliche Rolle, wenngleich das für hochwaldartige Strukturen typische Maximum der *natürlichen Mortalität* in reifen Anwuchs- und späten Initialphasen (vgl. Mayer, 1966) längst überschritten ist. Nach der stehenden *Dürrholzinventur* trat in den letzten Jahrzehnten keine wesentliche Baumartenumschichtung ein (Tabelle 1). Die Stammzahlabnahme war in der unmittelbar vergangenen Periode noch beträchtlich mit 35% der heute noch lebenden Individuen. Das Dürmaterial fällt aber nicht besonders ins Auge, da es sich in den tieferen soziologischen Schichten konzentriert und nur einen bescheidenen Vorratsanteil mit 7,5% erreicht. Knapp zwei Drittel der Dürrlinge gehören der Unterschicht, rund ein Drittel der Mittelschicht und etwa 5% der Oberschicht an. In Zukunft fällt die Unterschicht nahezu ganz aus, und die Mittelschicht wird weiter reduziert, so daß sich der Bestand zunehmend einschichtiger ausformt.

Tabelle 1  
Stehende Dürrholzinventur (Mortalität)

Stärkeklasse	Baumart						Bestand	
	Fichte		Zirbe		Lärche		Stz.	Vorrat
4–14 cm	99	3	33	2	3	1	135	6
16–26 cm	46	14	23	6	3	1	72	21
28–38 cm	4	4	3	2	2	1	8	7
40–50 cm	4	9	—	—	—	—	5	9
52 cm und mehr	—	—	—	—	1	4	1	4
	153	30	59	10	9	7	221	47

Von der jüngeren Optimalphase zur älteren Terminalphase nimmt die absolute Zahl der abgestorbenen Bestandesglieder von über 300 bis 400 auf etwa 150 ab, wobei gleichzeitig die Mortalität von den schwächeren Stammklassen zu den stärkeren zunimmt. Ursächlich spielt die Konkurrenz (abiotisch) eine immer geringere, das Alter (biotisch) eine immer größere Rolle. Wenn in der Optimalphase 20 bis 46% der stehenden Stämme abgestorben sind, so sind es in der Terminalphase bereits 27 bis 54%. Das tote stehende Material nimmt von 4 bis 7% Anteil in der Terminalphase zu und weist damit im Verein mit dem liegenden Material auf den fortschreitenden Zerfall des gesamten Bestandes hin.

Im Reservat Rauterriegel klingt in der Optimalphase lediglich die Konkurrenzbedingte Bestandesausscheidungsintensität allmählich ab, um in der stammzahlärmeren Terminalphase altersbedingt bestandesentscheidend zu werden. In Jungwuchs- und Initialphasen dagegen ist durch die sich erst langsam verschärfende Konkurrenz die hauptsächlich abiotisch bedingte Mortalität noch sehr gering (rund zwei Individuen/ha; etwa ein Tariffestmeter/ha), wie Fischer (1966) im Reservat Aletschwald feststellte.

f) *Altersstruktur:*

Die gesicherte Aufstellung von kausalen Strukturfolgen der natürlichen Urwalddynamik (Leibundgut, 1959) erfordert den Nachweis der gesetzmäßigen Entwicklung (vgl. Huse, 1965). Ein Einblick in das Altersgefüge ermöglicht die genauere Fixierung der zunächst strukturell ausgeschiedenen Bestandesentwicklungsphasen nach ihrer (genetischen) Stellung, gibt außerdem Hinweise für die standörtlich bedingte Lebenserwartung der Baumarten und erlaubt schließlich Schlüsse auf die frühere Entwicklung.

Zu diesem Zweck wurde an 319 bestandessoziologisch repräsentativen Bäumen das Brusthöhenalter bestimmt. Ergänzende Hinweise ergaben 18 Stammanalysen an gestürzten Bäumen. Auf eine Umrechnung vom Brusthöhenalter auf das tatsächliche wurde verzichtet. Nach überprüfenden Bohrungen und dem Ergebnis der Stammanalysen sind folgende Zuschläge zum Brusthöhenalter erforderlich: Fichte 6 bis 30 i. D. 17 Jahre; Zirbe 7 bis 35 i. D. 20 Jahre; Lärche 4 bis 13 i. D. 8 Jahre. Auf zwangsläufige Ungenauigkeiten (Jahrringausfall) bei der schwierigen Altersbestimmung unterschichtiger Individuen mittels Bohrspänen wird aufmerksam gemacht.

Wenn auch die *Grenzwerte* mit 50 und 374 Jahren weit gespannt liegen, so haben doch 78% der Individuen ein Lebensalter zwischen 80 und 150 Jahren. Über die Hälfte der Bäume sind zwischen 100 und 130 Jahre alt. Es handelt sich also eindeutig um einen mehr gleichaltrigen Nadelbestand mit einer weiterreichenden, aber begrenzten Altersspanne, wenn auch die tiefergelegenen, geschlosseneren, fichtenreichen Bestände und die lockereren, zirbenreichen Partien an der oberen Grenze im Verein mit den aufgelockerten, zerfallenden Bestandesteilen physiognomisch den Eindruck einer einheitlicheren Altersstruktur erwecken.

Den mehr gleichaltrigen Bestandescharakter bestätigt die *Altersspanne der Bestandesschichten* (Abb. 3).

Oberschicht	90 bis 210 Jahre i. D. 130 Jahre
Mittelschicht	70 bis 170 Jahre i. D. 130 Jahre
Unterschicht	70 bis 150 Jahre i. D. 110 Jahre.

Die Bestandesschichten sind annähernd gleich alt. Unter- und Mittelschicht entstanden also im wesentlichen durch Konkurrenzwirkung im Zuge der Bestandesausscheidung. Nur in einem unbedeutenden Umfang spielt Nachverjüngung eine Rolle. Dies deutet auf keinen langen oder gar kontinuierlichen Verjüngungszeitraum hin. Für die *Entstehung des Bestandes*

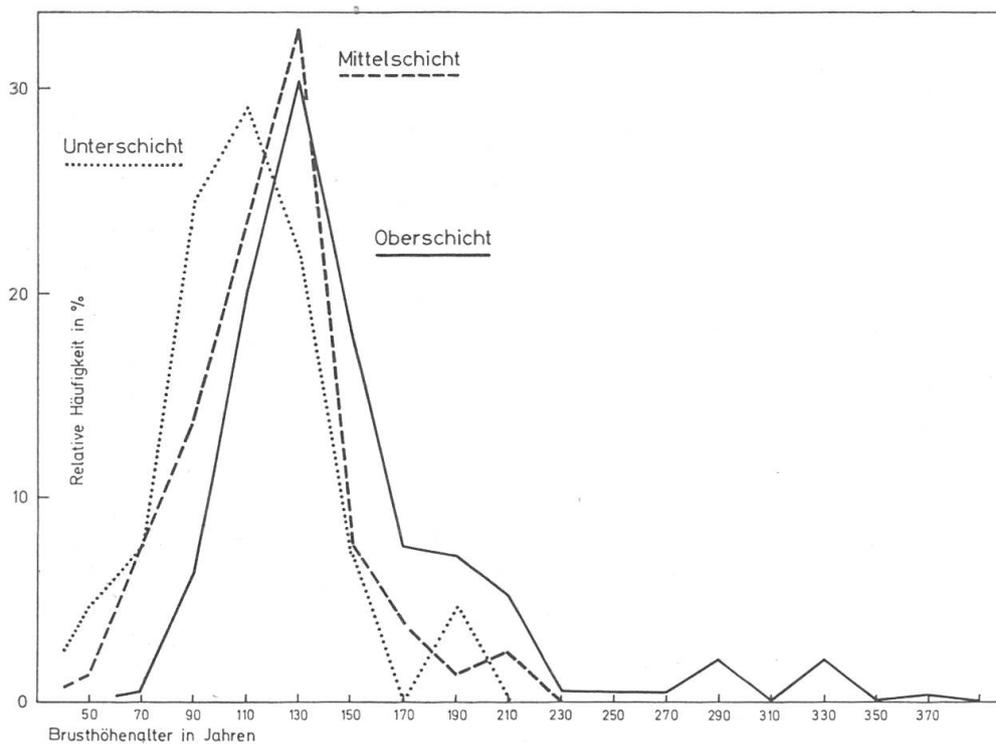


Abbildung 3

Altersstruktur (Brusthöhenalter) der Ober-, Mittel- und Unterschicht im Naturwaldreservat.

ergeben sich einige Hinweise. Vor rund 150 Jahren, etwa um 1810 bis 1820, hat sich der Hauptteil der Baumarten während einer begrenzten Periode auf einer größeren Fläche angesamt. Eine natürliche Katastrophe oder ein letzter stärkerer kahlschlagähnlicher Kohlholzhieb in diesem damaligen Zentrum der Eisengewinnung, wobei verwertungsuninteressante Reste der Vorbestockung stehen blieben, scheiden als Entstehungsursachen mit einiger Sicherheit aus, da sich nach der Altersstruktur für die Masse des Bestandes immerhin ein 70- bis 80jähriger Verjüngungszeitraum ergibt.

Die festgestellten *Grenzalter* sind beachtlich. Sowohl Fichte und Zirbe als auch Lärche können auf diesen subalpinen Standorten ein Alter von 350 bis 400 Jahren erreichen. Wenn dies auch eine physiologisch obere Grenze darstellt, so ist bis zu einem Alter von 300 Jahren die Vitalität von Einzelbäumen noch durchaus zufriedenstellend.

Die zunächst nach strukturellen Gesichtspunkten durchgeführte Ausscheidung von *Bestandesentwicklungsphasen* läßt von der Optimal- zur Terminalphase einen natürlichen Alterungsvorgang des Waldbestandes erkennen (Abb. 4). Die geschlosseneren *Optimalphase* zeigt trotz relativ breiter Altersspanne und Streuung der Einzelwerte eine deutliche Zunahme des durchschnittlichen Alters von der jungen (mit 110 bis 160 Jahren) über die reife (mit 110 bis 170 Jahren) zur alternden Phase (mit 130 bis 200 Jahren).

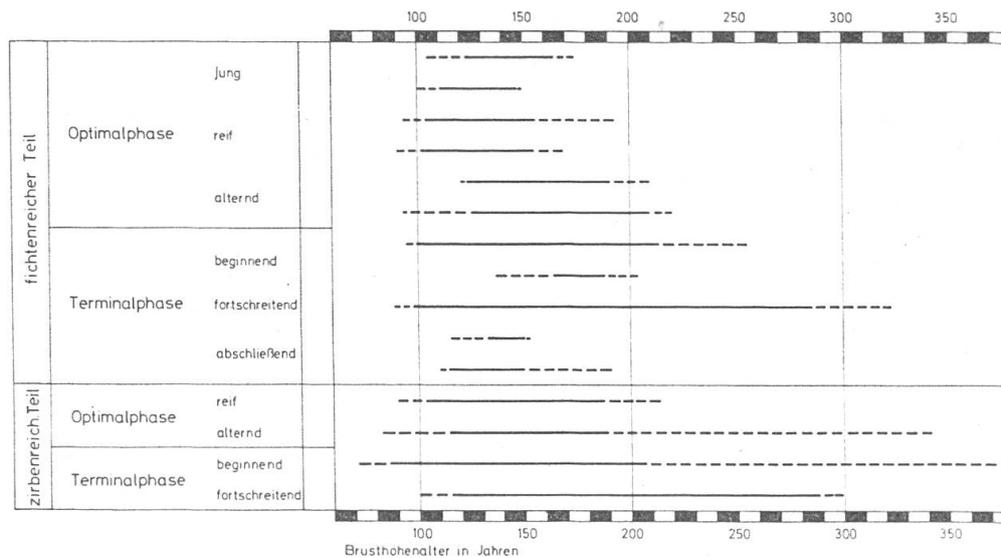


Abbildung 4

Altersspanne der Optimal- und Terminalphasen im fichten- und zirbenreichen Teil des Reservates.

*Terminalphasen* sind durchschnittlich älter. So enthält die beginnende Ausbildung mehr als 200jährige Individuen, und bei weiter fortschreitendem Zerfall zählen die ältesten Bäume 250 bis 300 Jahre und noch mehr. Der zunehmende Alterstrend ist dann nicht mehr so kontinuierlich ausgeprägt, da in der abschließenden Ausbildung die ältesten Bäume mit rund 300 Jahren schon zu Fall gekommen sind und bereits am Boden vermorschen. Gerade stabilere Bestandesteile am Rande derartiger Zerfallsflächen können auch dem Alter nach (130 bis 160 Jahre) noch als Optimalphasen angesprochen werden. Dieser kleinflächige Wechsel von Phasen unterschiedlichen Alters und wechselnder Stabilität erklärt die relative Standfestigkeit des wenig gestuften Nadelmischwaldes und gibt gleichzeitig entsprechende Hinweise für eine zielbewußte waldbauliche Behandlung.

Bei den strukturell ausgeschiedenen *Entwicklungsphasen* handelt es sich um *echte Alterungsstadien*. Besonders die Optimalphasen der Fichtenwaldgesellschaft erwecken einen uniformen Eindruck, da die Tendenz zur Gleichalterigkeit ausgeprägt ist und nachverjüngte Individuen sowie überalterte Vorwüchse zunehmend ausfallen. Eine Entstehung des Bestandes durch ähnlich langsamen Zerfall des Vorbestandes wie gegenwärtig unter gleichzeitiger Naturverjüngung ist möglich, da zwischen dem durch die Altersanalyse ermittelten 70- bis 80jährigen Verjüngungszeitraum und der bestehenden Altersdifferenz der jüngsten und ältesten Entwicklungsphase mit rund 50 bis 70 Jahren keine große Differenz besteht.

#### g) Höhenentwicklung:

Höhenwuchsanalysen konnten an geworfenen, noch nicht vermorschten zehn Fichten, fünf Zirben und drei Lärchen durchgeführt werden. Die Ergebnisse decken sich mit der

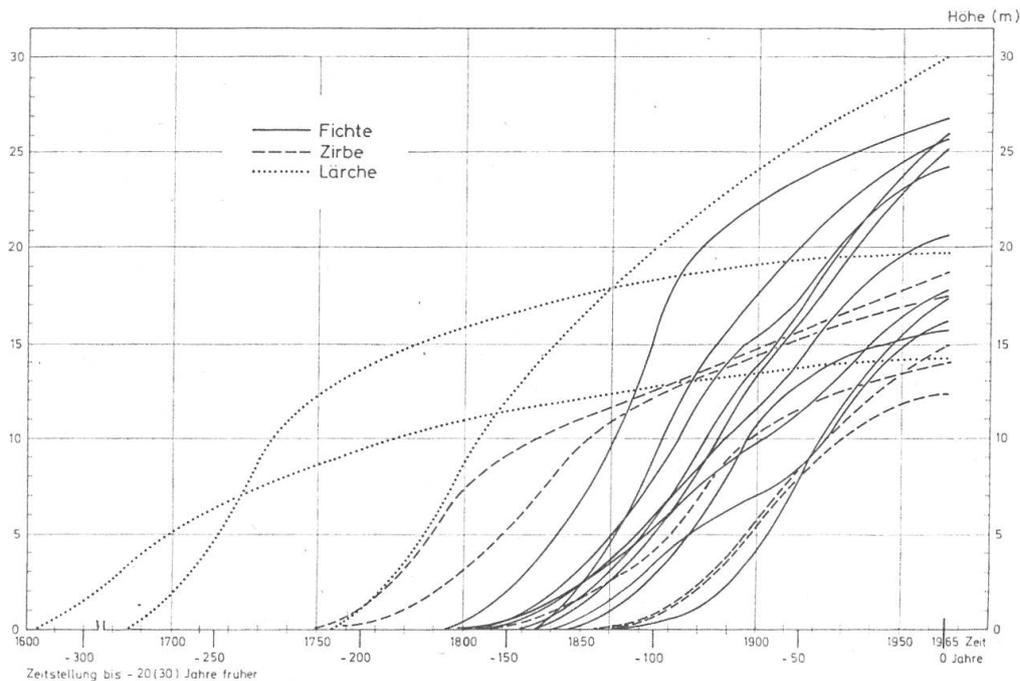


Abbildung 5

Höhenwachstumskurven von Fichte, Zirbe und Lärche, die in jüngster Zeit geworfen wurden. Der Entwicklungsbeginn (zeitliche Datierung) kann bis 20 (30) Jahre früher liegen.

Altersbestimmung nach den Bohrspanuntersuchungen (Abb. 5). Da der genaue Zeitpunkt des Zusammenbrechens der analysierten Stämme unbekannt ist, muß von der zeitlich gleichen Einordnung ausgehend zur «richtigen» Datierung ein bis 20 (30) Jahre früherer Entwicklungsbeginn angenommen werden.

Die Kurven spiegeln auch die Bestandesentwicklung wider. Dadurch ergibt sich nochmals ein aufschlußreicher Einblick in die Entstehung des Bestandes. Innerhalb eines etwa 60jährigen Verjüngungszeitraumes von etwa 1790 bis 1850 beginnt die Entwicklung der meisten Individuen. Einzelne Zirben (auch Fichten) und vor allem Lärchen sind wesentlich älter. Auffallend waren zwei besonders alte Lärchen mit geringer Höhe, die im Bestand von den benachbarten Individuen schon stark überwachsen waren. Auch durch ihre Abholzigkeit, Starkborkigkeit und Astigkeit sowie Kurzschaftigkeit können sie als alte «Weidelärchen» angesprochen werden, die zumindest in den ersten Lebensphasen bei extremer Freistellung aufgekommen sind. Der obere bis mittlere, weniger steile Teil des Reservates war in früheren Jahrhunderten zweifellos weidebeeinflusst.

#### h) Verjüngung:

Zur Kontrolle der Walderneuerungsvorgänge wurden in den einzelnen Phasen alle vorhandenen gesichert lebensfähigen Jungpflanzen registriert. Die Zahl der Jungpflanzen mit 82 je Hektare, davon mehr als die Hälfte unter 0,5 m, ist unerwartet gering. Gegenüber der Zirbe (8) ist die Fichte (74) überrepräsentiert, während die Lärche fehlt. Daß der Lichtfaktor und auch

der Wärmefaktor lokal eine begrenzende Rolle spielen, zeigt die Zunahme der Verjüngung mit fortschreitender Bestandesentwicklung. In der Optimalphase treten rund 60 Jungpflanzen je Hektare auf, während in der Zerfallsphase zwischen 60 und 140 Fichten (Zirben) gezählt werden können.

Die *unzureichende Verjüngung* im Reservat gewährleistet keine Kontinuität der Waldgesellschaft. Dazu sind in der fortgeschrittenen Zerfalls- bis Verjüngungsphase etwa 3000 Individuen/ha notwendig. Als Ursachen der mangelnden Selbstverjüngung scheiden besonders biotische und abiotische Faktoren aus, da für die Höhenlage normale Fruktifikation mit allerdings seltenen Vollmasten in dem nur teilweise überalterten Bestand herrscht, genügend große Lücken (1 bis 2 Baumhöhen) mit ökologisch ausreichend differenzierten Anwuchsstellen einschließlich ansamlungsgünstiger Rohbodenkleinstandorte bei Wurzeltellern vorhanden sind und keine verjüngungshemmende Konkurrenz durch Zwergstrauch-, *Calamagrostis*- oder Staudenvegetation besteht. Ein gewisses ungünstiges Milieu mancher Anwuchsstellen kann nicht die so weitgehende Verjüngungslücke erklären, wenngleich offensichtliche ökologische noch ungeklärte Einflüsse auf dieser extremen Südseite einer näheren Untersuchung bedürfen (vgl. Forschungsstelle für Lawinenvorbeugung, Innsbruck, 1961/1963).

Der sonnenseitige Reservatbestand ist von Westen abgesehen von Freiflächen begrenzt und stellt auch geomorphologisch bedingt einen bevorzugten *Rotwildeinstand* dar. Deshalb sind die wenigen vorhandenen besonders kniehohen Jungwüchse extrem stark verbissen. Eine ungewöhnlich intensive Weidetreppenbildung mit Tritzerstörung der obersten Bodenschicht und die extreme Kurzhaltung der selektiv stark verarmten Bodenvegetation belegen die starke zoogene Beeinflussung. Mit einer Dichte von weit über zehn Stück je 100 Hektaren ist der Rotwildbestand äsungsbiologisch und waldbaulich stark übersetzt.

Für eine natürliche Regeneration des Waldes ist der lokale Wildstand viel zu hoch. Gegenwärtig besitzt der aufwachsende Bestand in den obersten Bestandesschichten noch Naturwaldcharakter.

Der Generationenwechsel ist aber bereits gestört, so daß in der bodennahen Aufbau- schicht des Waldes bereits eine naturferne Entwicklung eingesetzt hat. Auch in anderen europäischen Naturwaldreservaten ist die noch weitgehend ungestörte Bestandesstruktur in ihrer nachhaltigen Dynamik stark gefährdet durch nach Zahl und Struktur *naturfern aufgebaute Wildpopulationen*, zum Beispiel Urwald Neuwald am Lahnsattel (Niederösterreich), schweizerischer Nationalpark in Graubünden, polnischer Nationalpark in Bialowies; zum Teil auch jugoslawische Nationalparks, zum Beispiel Biogradsko Jezero.

In unserer heutigen Kulturlandschaft genügt also nicht allein die Schaffung und Erhaltung eines Reservates durch Unterlassung jeglicher Nutzungen. Der Mensch muß gleichwohl aktiv in die *gestörte Gesamtbiozönose* eingreifen zur dauernden Erhaltung des Reservates. Durch Übernahme der Rolle des Raubwildes muß er mit der Büchse das Wild so weit kurzhalten, daß eine natürliche Selbstverjüngung des Waldes möglich wird. Künstliche

Schutzmaßnahmen durch eine technisch schwierige Zäunung in dem Steilgelände zur Sicherung der Verjüngung (Kuoch, Federer, de Fries, 1964) wären deshalb nicht «unnatürlich» und würden den gewünschten Effekt wohl am sichersten erzielen.

### 3. Allgemeine waldbauliche Beurteilung des Reservates

Die waldbauliche Beurteilung des Gesamtbestandes hängt weitgehend von dem *Anteil der einzelnen Entwicklungsphasen* und ihrer flächenmäßigen Verteilung ab. Erst nach ihrer *Kartierung* tritt die *Entwicklungstendenz* klarer hervor (Abb. 6), so daß eine Prognose möglich wird.

Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit wurde in beiden Entwicklungsphasen nur eine frühe und eine späte Ausbildung ausgeschieden. Lediglich die abschließende Zerfallsphase mit unbedeutenden Bestandesresten und Freiflächencharakter wurde als Verjüngungsphase gesondert erfaßt. Der relative Flächenanteil im 4 ha großen Reservat beträgt: frühe Optimalphase 9%, späte Optimalphase 45%; frühe Terminalphase 26%, späte Terminalphase 11% und Verjüngungsphase 9%.

Auffallend ist das *starke Hervortreten der Zerfalls- einschließlich der Verjüngungsphase*. Die Überalterung des Bestandes ist bereits weit fortgeschritten, da die frühe Optimalphase nur noch randlich und kleinflächig vorkommt und die frühe Terminalphase über den ganzen Bestand verteilt den beginnenden Zerfall offenbart, der schon zur kleinflächigen Unterbrechung des Bestandesschlusses und zu Lücken geführt hat. Im mittleren Teil des Reservates mit einer auffallenden Häufung der verschieden weit fortgeschrittenen Terminalphasen ist die Bestandesstabilität durch die Auflockerung schon gefährdet. Durch die mosaikartige Mischung der nach Alter, Stufung und Stabilität sehr unterschiedlichen Phasenausbildungen und vor allem durch die noch zusammenhängende und dominierende späte Optimalphase ist ein flächigerer Zusammenbruch des Bestandes, von extremen Katastrophenlagen abgesehen, vorerst noch nicht zu befürchten.

Bezeichnend ist auch die fast durchweg längliche *Form der einzelnen Terminalphasen*, deren Ausmaße sich in Grenzen halten. Dies ist die Folge des typischen Zerfallsvorganges. Truppweiser Zerfall hangabwärts ist am häufigsten, wobei oft durch die Wucht des Zusammenbruches noch unmittelbar hangabwärts stehende Einzelbäume oder Trupps geringerer Standfestigkeit mitgerissen werden.

Die Bestände des Reservates haben zur Hälfte bereits die stabile Optimalphase der Bestandesentwicklung überschritten. In mosaikartiger Verteilung dominieren auf der anderen Hälfte mehr oder minder weit fortgeschrittene Zerfallsphasen verringerter Bestandesstabilität. Durch die bestehende Überalterung ergeben sich also auf größerer Fläche krisenanfälligere Bestandesstrukturen. Auch bei weitgehendem Fehlen von überschirmenden Vorratsresten hat sich in der Verjüngungsphase erst eine völlig unzureichende Ansamung eingestellt.

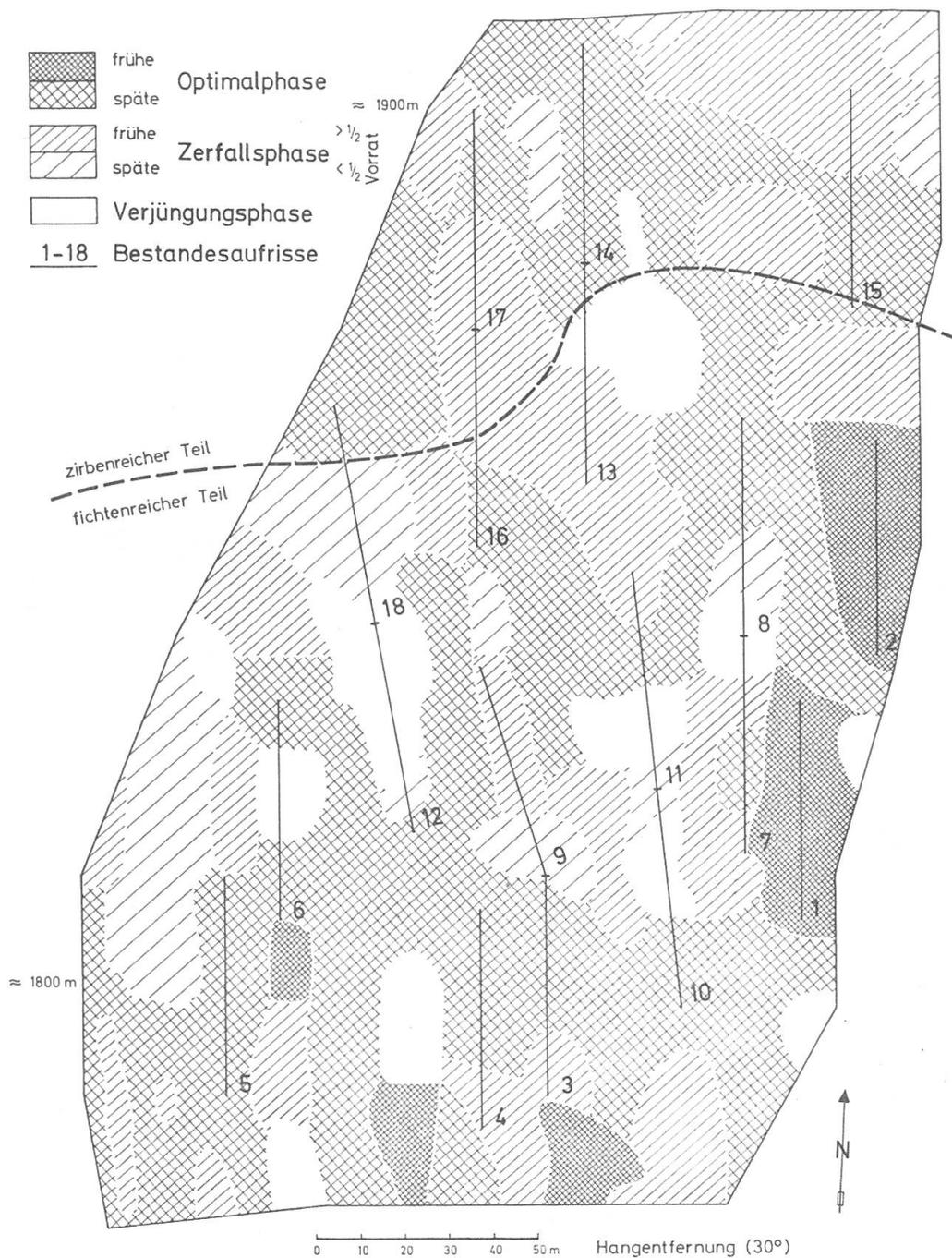


Abbildung 6

Kartierung der Bestandesentwicklungsphasen mit eingezeichneten Bestandesaufrisse.

Die nach strukturellen Einzelmerkmalen, wie Stammzahl, Vorratsgefüge, Vitalität usw., weitgehend vergleichbaren Strukturformen sind, wie aus der bestandesindividuellen Einzelbeurteilung hervorgeht (Abb. 7, 8), waldbaulich insgesamt oder nur in Teilen nicht gleichwertig, da die *Stabilität der Entwicklungsphasen* und damit die Entwicklungsaussichten sehr unter-

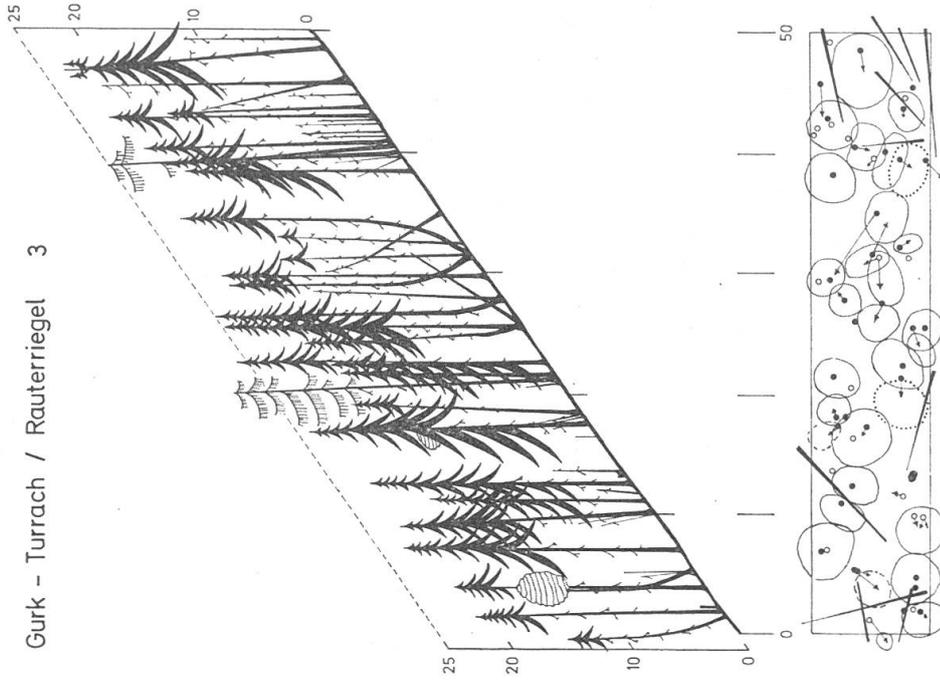
schiedlich sein können, wie Beispiele zeigen (vgl. die Bestandesaufrisse 1, 4, 5, 8, 11, 12 in Mayer, 1967).

In der *reifen Optimalphase* (Probefläche 3) kulminieren maximale Grundflächen und Vorratshöhe bei weitgehendem Bestandesschluß. Entscheidend für die weitere Entwicklung sind Kronenausformung und Standfestigkeit. In der Mitte des Streifens sind Kronenausformung, Vitalität und Stabilität günstiger zu beurteilen als am Anfang und Ende, wo sich im Zentrum noch dichter Gruppen bei nachlassender Vitalität schon Ansatzpunkte des kommenden Zerfalls abzeichnen. Für die Dauer dieser Lebensphase ist zum Teil die unterschiedliche Bestandesstruktur im einzelnen nach Individuenzahl, Kronenausbildung, Vitalität und Standfestigkeit maßgebend, zum Teil aber auch das flächenmäßige Vorkommen dieser waldbaulich ungleichwertigen Typen. Auch hier fällt die Zellenbildung durch vorwiegend trupp- bis gruppenweise Scharung der Baumarten auf, die auch innerhalb von reinen Fichtenpartien für die Pflege und mehr noch für die Verjüngungsprobleme von Bedeutung ist. Im Gebirge herrscht häufig dieser Trupp- und Gruppenstand mit einseitig astreinen Stämmen vor (Kuhn, 1965). Waldbaulich müßte diese natürliche Gruppenbildung gefördert werden.

Die *alternde Optimalphase* (Probefläche 6) kann ebenfalls strukturell unterschiedlich aufgebaut sein. Oft konzentrieren sich auf kleinen Flächen (Trupp, Kleingruppe) begrenzt Zerfallerscheinungen geringeren Ausmaßes, die das Gefüge des Bestandes zunächst noch nicht entscheidend beeinflussen. Nicht selten ist in der alternden Optimalphase ein Zusammenbrechen einzelner oder mehrerer (truppsweiser) Bäume gegeben, das keine auffallende Durchlöcherung des Bestandes bewirkt. Wenn nun der Zerfall von einförmig strukturierten Gruppen unterdurchschnittlicher Kronen-, Wuchs- und Vitalitätsverfassung ausgeht, kann dieser einzelbaumweise Zusammenbruch (40 bis 50 m) bereits zu einer gewissen Instabilität führen, die zukünftig dann einen schnelleren Zerfall bewirkt und zu flächigeren Verjüngungsphasen führt. Die weitere Entwicklung hängt davon ab, wie hoch die Standfestigkeit der geschlosseneren benachbarten Gruppen ist. Dies ist auch von Belang, wenn im Bereich der reifen Altersphase einzelne zusammenbrechende Trupps und Gruppen von besonders älteren Vorwuchsbäumen auftreten (20 bis 35 m). Wenn die der Lücke benachbarten Gruppen in sich stabil, langkronig und vital sind, wird der weitere Zerfall erst nach Erreichung der Terminalphase im gesamten Bestand eintreten.

Auch in der *fortgeschrittenen Zerfallsphase* (Probefläche 9) mit drei Viertel bis die Hälfte der maximalen Vorratshöhe ist keine einheitliche Beurteilung möglich. Bei ausgeprägt trupp- bis kleingruppenweisem Zerfall (40 bis 50 m) ist der Restbestand noch durchaus standfest, wenn Mischung, vorhandene Stufung sowie ausreichende Vitalität und Kronenausbildung der zentralen «Stützbäume» in den konsolidierten Gruppen bis Horsten eine

Gurk - Turrach / Rauterriegel 3

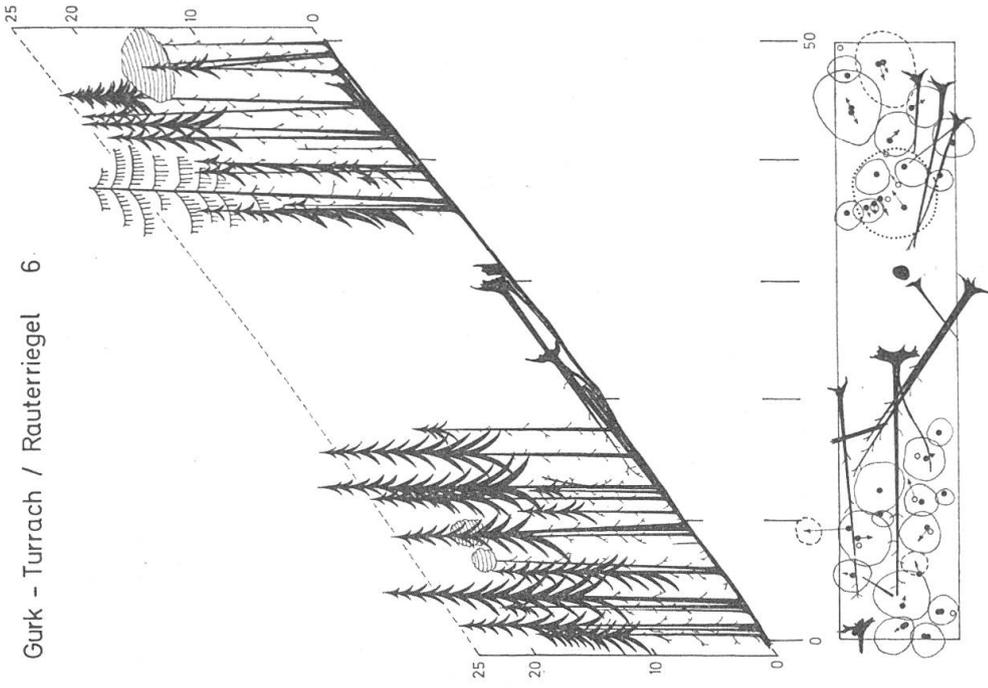


Probefläche 3

Abbildung 7

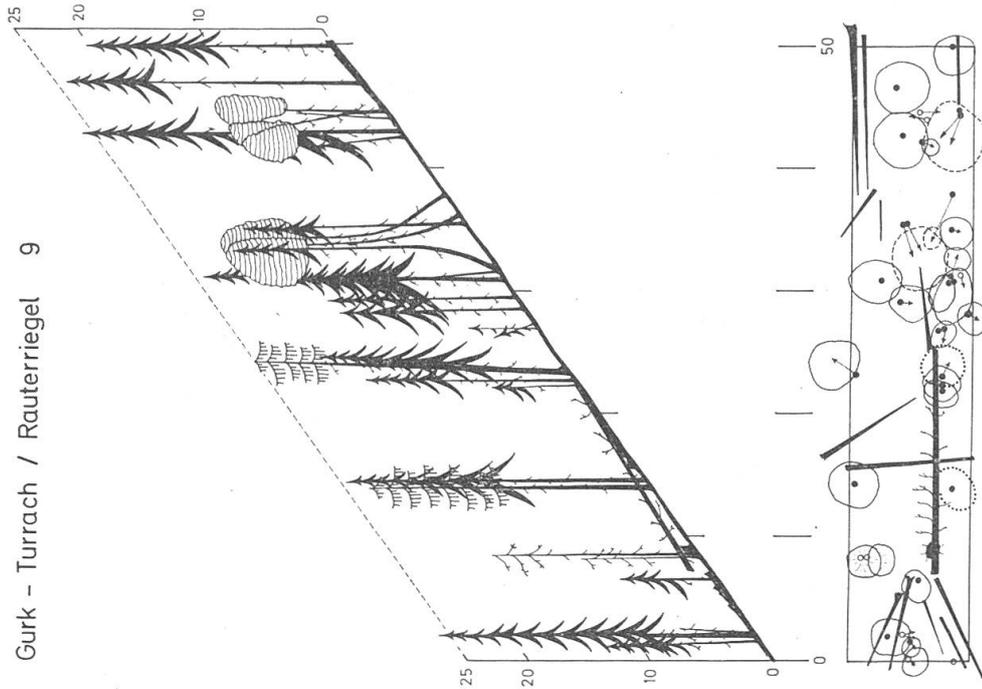
Bestandesstruktur (Grund- und Aufriß) von Probeflächen der reifen (links) und alternen (rechts) Optimalphase.

Gurk - Turrach / Rauterriegel 6



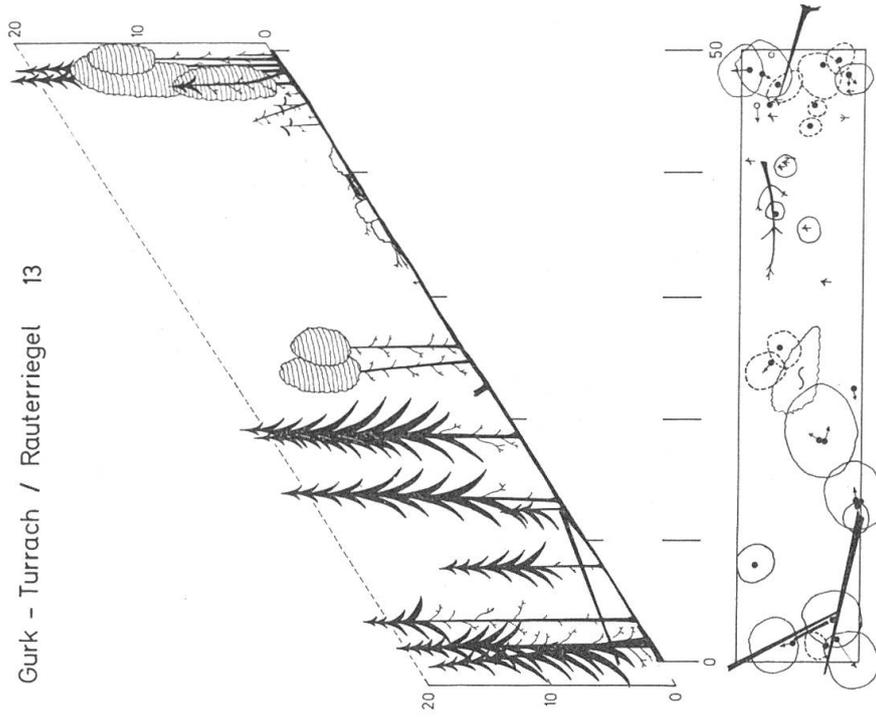
Probefläche 6

Gurk – Turrach / Rauterriegel 9



Probefläche 9

Gurk – Turrach / Rauterriegel 13



Probefläche 13

Abbildung 8

Bestandesstruktur von Probeflächen der fortgeschrittenen (links) und abschließenden (rechts) Terminalphase.

gewisse Selbständigkeit garantieren. Sie erhält sich bei Mischung, vor allem Lärche mit Fichte/Zirbe, auch noch Fichte/Zirbe, länger als bei reinen Gruppen der Schattenbäume. Kritisch ist dagegen die Situation, wenn der natürliche Zerfall auf ganzer Fläche gleichmäßig erfolgt infolge zunehmender Gleichalterigkeit oder struktureller Gleichartigkeit ohne Mischung und Stufung. Eine über die Fläche bestehende diffuse Verteilung nicht auf den isolierten Stand vorbereiteter Einzelbäume oder Kleintrupps schafft für dauernd oder zumindest längere Zeit eine sehr krisenanfällige Strukturform. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber überdurchschnittlichem Wind- oder Schnee-Einfluß, geschweige denn katastrophaleren Bedingungen ist stark herabgesetzt. Zu kleinen Trupps mit genügender Vitalität und Ausformung fehlt die innere selbständige Stabilität.

In der *abschließenden Terminalphase* (Probefläche 13), bei der die Vorratshöhe auf unter die Hälfte der maximalen abgesunken ist, herrschen bereits auf der überwiegenden Bestandesfläche Verjüngungsbedingungen. Die weiteren Lebensaussichten für den Restbestand hängen von der Verteilung, Vitalität, Kronenausformung und Gesundheit der Oberständler ab. Tiefbeastete, vitale Individuen (Mitte des Streifens), insbesondere wenn sie noch truppweise geschart auftreten, können noch Jahrzehnte einen weiteren Zerfall des anschließenden Bestandes verhindern. Stammzahlreiche, hochgewachsene, schlanke und kurzchronige Bestandespartien sind nicht mehr lange standfest und werden bald zerfallen. Selbst in dieser fortgeschrittenen Terminalphase hat der Restbestand unterschiedliche Entwicklungschancen.

In montanen, ebenfalls verjüngungsarmen Fichten-Tannen-Buchen-Naturwäldern herrscht dagegen, wie Magin (1959) nachweisen konnte, eine viel kompliziertere Entwicklungsdynamik. Den drei deutlichen Lebensphasen (Generationen), Jugendphase – Vorratsauffüllung, Vollkraft – Hochleistung und Umschichtung – Zusammenbruch, entsprechen auch drei im 60- bis 100jährigen Rhythmus folgende Mortalitätswellen.

Bei einer *zusammenfassenden Charakteristik der Entwicklungsphasen* (Tabelle 2) tritt die Bestandesdynamik deutlich hervor. Ähnlich wie in nordischen Urwäldern (Plochmann, 1956, Huse, 1965) und auf vergleichbaren Standorten (Fröhlich, 1951, Mayer, 1957, 1966) folgt dem vielschichtigeren Bestandaufbau während der Jugend und Reife im Alter ein Stadium einschichtiger Formen, das zur Auflösung der Bestände überleitet. Der natürliche Generationenwechsel in wüchsigeren, fichtenreichen Naturwäldern vollzieht sich relativ kurzfristig und nur zu Beginn kleinflächiger. Da in der Terminalphase an Steilhängen die Schutzwirkung entscheidend reduziert wird, darf man dieser natürlichen Entwicklung nicht tatenlos zusehen. Man wird sie durch entsprechende waldbauliche Maßnahmen steuern müssen.

Tabelle 2  
Zusammenfassende Charakteristik der Entwicklungsphasen

<i>Merkmale</i>	<i>Optimalphase</i>	<i>Terminalphase</i>
Stammzahl	stammzahlreicher schwächere Stämme überwiegen	stammzahlärmer stärkere Stämme dominant
Grundfläche	Kulmination der Grundflächenhaltung	allmählicher Grundflächenverfall
Vorratsaufbau	Vorratsmaximum in der Phasenmitte; allmähliche Vorratsverlagerung vom Schwach- und Mittelholz zum Starkholz	sukzessiver Vorratsabbau; langsamer Starkholzzusammenbruch unter Hervortreten des stehbleibenden Mittelholzes
Schichtung	allmähliche Entwicklung vom mehrschichtigen zum zweischichtigen Bestand unter Ausfall der Unterschicht	Tendenz zur Einschichtigkeit durch Zusammenwachsen der Oberschicht unter Ausfall der Mittelschicht
Vitalität	größte Vitalität der ober- und mittelschichtigen Individuen bei reduzierter Lebenskraft der Unterschicht	abklingende Vitalität der Oberschicht bei teilweise großer Lebenskraft mittelschichtiger Individuen
Mortalität	höhere individuelle Sterblichkeit bei den schwachen Stärkeklassen mit geringem Vorratsanteil nach dem Maximum in der Initialphase	geringere zahlenmäßige Sterblichkeit, überwiegend höhere Stärkeklassen mit größerem Vorratsanteil, bestandesentscheidend in der Zerfallsphase
Altersstruktur	jüngere Lebensphase; relativ ungleichalterig durch jüngere Nachwüchse und ältere Vorwüchse	ältere Lebensphase; zunehmende Gleichalterigkeit durch Ausfall besonders jüngerer und älterer Bestandesglieder
Bestandesstabilität	überwiegend hoch mit Ausnahme überdichter, schwach differenzierter Bestandespartien	überwiegend niedrig durch zunehmende Bestandesauflösung; hohe Gefährdung bei großflächiger Terminalphase, geringere bei kleinflächigem Kontakt zu Optimalphasen
Verjüngung	noch keine Verjüngung	zunehmende Verjüngungsbereitschaft; Verjüngungserfolg durch zu hohen Wildstand vereitelt

## II. Folgerungen für die waldbauliche Behandlung überalterter Gebirgswälder vergleichbarer Standorte mit weitgehendem Schutzwaldcharakter

Aus der Analyse des Reservates, das nach wie vor sich selbst überlassen bleiben soll, ergeben sich einige waldbauliche Folgerungen auch allgemeiner Art. Ihre engere oder weitere Übertragbarkeit bedarf einer vorherigen kritischen Prüfung (vgl. Mayer, 1964). Vorrangiges *Waldbauziel* ist die bestmögliche und nachhaltige Schutzwirkung zur Verhinderung von Lawinenbildung, Muren, Erosion und dergleichen, während die größtmögliche Wert-

erzeugung auf wirtschaftlichem Wege von zweit- oder nur gleichrangiger Bedeutung ist (vgl. Kuhn, 1965). Einzelstammweiser und truppweiser Plenterwaldaufbau wie im Fichten-Tannen-Buchen-Waldgebiet, der optimal die Schutzaufgaben garantieren würde, ist in Fichten-Steilhangbeständen des *Piceetum subalpinum* auf die Dauer aus folgenden Gründen nicht aufrechtzuerhalten: Die Halbschattenbaumart Fichte (ähnlich Zirbe) stellt im subalpinen Bereich – besonders an der oberen Arealgrenze – höhere Ansprüche an Licht und Wärme in der Verjüngungsphase und benötigt zum sicheren Ankommen schon Freiflächen von etwa Gruppen- bis Horstgröße. Die Fichte vermag subalpin nicht in geschlosseneren Partien für längere Zeit die «Wartezeit» in der Unterschicht vital durchzustehen. In den Steilhangbeständen mit vermehrtem Seitenlicht ist die Gefahr des Zusammenwachsens der oberen Schichten besonders groß, so daß dauernde Tendenz zum Schichtungsverlust besteht. Wenn auch die Fichte in Hangschuttböden relativ tief wurzelt, so ist doch die Standfestigkeit unbefriedigend. Auf die Stabilität isolierter Einzelbäume und älterer Bestandesteile in Gruppen- oder Horstform ist deshalb besonders zu achten. Die natürliche Mischbaumart Lärche, die zur Erhaltung der Bestandessicherung unentbehrlich ist, benötigt zum nachhaltigen Einbau in den Halbschattenbaumbestand kleinflächig Verjüngung (vgl. Figala, 1954, und Campell, Kuoch, Richard, Trepp, 1955).

Da subalpine Nadelmischbestände in bringungsgünstigen Steillagen nicht im klassischen Sinne baum- bis truppweise mit dem gewünschten Effekt geplentert werden können, flächigere Verjüngungsverfahren aus schutztechnischen Gründen ausscheiden, kommt nur ein kleinflächig möglichst ungleichaltriger, weitgehend gestufter *gruppen- bis horstweiser Femelschlagwald als wünschenswerte Strukturform* und eine den speziellen Verhältnissen angepaßte modifizierte Schlagführung in Betracht.

Es gilt schon alle Pflegemaßnahmen daraufhin auszurichten, daß während der Verjüngungsphase die Schutzwirkung möglichst aufrechterhalten bleibt, die Standfestigkeit der Altbestandesteile während eines längeren Verjüngungszeitraumes möglichst hoch ist und daß konsequent der natürlichen gesellschaftsspezifischen Entwicklungsdynamik im subalpinen Fichtenwald zur Gleichalterigkeit, zum Schichtungsverlust und zur Entmischung (Ausfall der Lärche) entgegengewirkt wird. Über die Behandlungssituation in Terminal- und Zerfallsphasen überalterter Bestände wird bereits in initialen Aufwuchs- und auch noch in den jüngeren Optimalphasen entschieden. Lediglich waldbauliche Maßnahmen in Terminalphasen zur Behebung der Erneuerungsschwierigkeiten haben nur symptomatischen Charakter. Die Ursachen gehen auf die ungünstige natürliche Entwicklung oder auf unzweckmäßige Behandlung in früheren Lebensphasen zurück. Es sind deshalb die speziellen *Pflegeaufgaben* in den sehr langdauernden Initial- und Optimalphasen *mit Vorrang* zu behandeln. Erst nach Erarbeitung eines auf den natürlichen Entwicklungstendenzen des Bestandes und dem Pflege-

ziel basierenden Behandlungskonzeptes kann umfassend genug zur spezifischen Behandlung überalterter Bestände, also der Terminalphasen, Stellung genommen werden, da alle Erneuerungsmaßnahmen nicht nur auf die Verjüngung allein ausgerichtet sein dürfen, sondern bereits die viel langfristige spätere Entwicklung im Auge behalten werden muß.

#### *A. Pflegeprobleme in Initial- und Optimalphasen:*

1. *Möglichst langfristige Erhaltung der Ungleichalterigkeit:* Da die Bestandesentwicklung zum natürlichen Ausscheiden der älteren Bäume und der jüngsten Individuen durch die Konkurrenz führt, sind konsequente Eingriffe zur Erhaltung des besonders gruppenweise vorhandenen Nachwuchses vorzunehmen. Man darf dabei vor der rechtzeitigen Entnahme auch vitaler Glieder der Mittelschicht oder vitaler Oberständer nicht zurückschrecken, um langfristig eine weitgehende Ungleichalterigkeit zu erhalten.

2. *Förderung der Stufung:* Da die Fichte nur bei ausreichendem Lichtgenuß in den unteren Bestandesschichten aushält und gerade der vitale Mittelständer die Lebensmöglichkeit beschneidet, ist auf die Entnahme des nach oben und unten gefährdenden «intermediären» Individuums (im Sinne der Biolleyschen Plenterdurchforstung) besonderes Augenmerk zu wenden. Die Schichtung kann noch wesentlich mehr gefördert werden durch Erhaltung der Lärche, da sich hier die Möglichkeit ergibt, lokal zweischichtige, besonders leistungsfähige Strukturformen (Zöhrer, 1966) zu erziehen und mit geringem Aufwand für längere Zeit zu erhalten. Im lichten Schirm der Lärche hält die Fichte aus und besitzt auch noch nach Ausfall der Lichtbaumart Entwicklungsaussichten.

3. *Erhaltung der Mischung:* Ein bemessener Anteil von Lärche (und auch Zirbe) erleichtert nicht nur die Schaffung ungleichartiger und ungleichalter Bestandesstrukturen. Durch ihr hohes Alter, das über jenes der Fichte hinausgehen dürfte, ist die Lärche wegen ihres Lichtbaumcharakters die ideale Dauerbestockungsbaumart. Gleichzeitig stellt sie durch ihren tiefgründigen Bodenaufschluß die ideale, für die Verjüngungsphase unerläßliche Stabilisierungsbaumart dar. Auch bei truppweisem Einbau benötigt sie infolge der angespannten Wuchsrelation eine intensive Kronenpflege. Die Kronenlänge muß überdurchschnittlich sein (die Hälfte bis ein Drittel), damit die Lärche das erwünschte Höchstalter erreicht, auch von vitaler, seitlich bedrängender Fichte nicht zu stark beeinflußt wird und sich gegenüber unterschiebendem Fichtenunterwuchs genügend lange behaupten kann.

4. *Schaffung und Erhaltung von gruppen- bis horstweisen Wuchs- oder Pflegezellen:* Aus den Strukturdarstellungen geht immer wieder hervor, daß in Zerfallsphasen die restlichen Bestandesteile in ihrer Standfestigkeit dann nicht gefährdet sind, wenn etwa gruppenweise gescharte Individuen möglichst gemischt, gestuft und ungleichartig sich selbständig entwickelt haben,

gegen benachbarte Gruppen infolge einer gewissen Distanz durch entsprechende vitale Kronenausbildung abgesichert und nicht zuletzt durch eine günstige innere Gruppenstruktur genügend standfest sind. Solche auch isoliert sich behauptende Gruppen sind unbedingt zu erhalten und in ihrer langfristigen Stabilität durch weit vorausschauende Maßnahmen zu fördern (vgl. Kuhn, 1965). Eingriffe, die lediglich zur Erzielung eines rentablen Holzanfalles getätigt werden und durch diffuse Auflichtung einer Abstandsdurchforstung gleichkommen, haben letztlich für das entscheidende Stadium bestandesgefährdenden Charakter (vgl. Calörtscher, 1965). Gerade die heute weitverbreitete gleichmäßige Verteilung zu wenig stabiler Einzelbäume in sogenannten ausgeplenterten Schutzwaldbeständen mit Vergrasungserscheinungen legt davon Zeugnis ab, Pflegeeingriffe, wie sie für intensiv behandelte Wirtschaftswälder üblich sind, die also eine optimale Standraumregelung mit dem Ziel der höchsten Massen- und Wertleistung bezwecken, sind im Steilhangschutzwald nicht ohne weiteres anwendbar.

5. *Ausreichende Berücksichtigung der «speziellen» Qualitätsmerkmale von Schutzwäldern:* Zuwachsförderung und Auslese der bestgeformten Individuen sind oft zweitrangig. Spezielle Qualitätsmerkmale in Schutzwäldern sind beispielsweise in der Oberschicht: lange, gut ausgebildete Krone, Standfestigkeit, Vitalität, lange Lebenserwartung. Trotz diesem Individualcharakter muß harmonische Einfügung in die Behandlungszelle gewährleistet sein. Ausgeprägte Oberständer bilden das entscheidende Stützgerüst für die Stabilität des gesamten Bestandes und für die Standfestigkeit der Aufbauzellen. In der Oberschicht sind also langkronige, auch astige Individuen trotz ungenügender flächenbezogener Massenleistung und Ausformung gerade wegen ihrer Gesundheit und Standfestigkeit als Ausleseebäume besonders wertvoll, vorausgesetzt, daß sie den standörtlich zweckmäßigen Zieldurchmesser (zu schweres Holz!) nicht wesentlich überschreiten. Ausgesprochen überstarke Vorwüchse sind nicht ohne weiteres positiv zu beurteilen, da ihr eventuell vorzeitiger Ausfall einzukalkulieren ist. Für die Mittel- und Unterschicht ist die mögliche Überschildungsdauer neben der Regenerationsfähigkeit nach Freistellung von besonderem Wert. Nicht immer können notwendige Eingriffe in die Oberschicht zur Erhaltung der Stufung vorgenommen werden. Da die Fichte im ökologischen Optimum eine erstaunliche Regenerationsfähigkeit besitzt, kann mit relativ geringen Eingriffen auch schon in benachbarten Aufbauzellen die Lebensfähigkeit der beschirmten Individuen erhalten werden. Entscheidender als die Standfestigkeit des Einzelbaumes ist die Gruppen- bis Horststabilisierung.

6. *Vorbereitungsmaßnahmen zur Walderneuerung:* Beim höheren Lichtbedürfnis der Fichte kann mit keinem so langen Verjüngungszeitraum wie in Mischbeständen des *Abieti-Fagetum* und *Abietetum* gerechnet werden. Deshalb muß bereits in flächig auftretenden Optimalphasen jede Gelegenheit ausgenützt werden, um Ungleichalterigkeit und Stufigkeit zu erzielen

durch planmäßige Einleitung kleinflächiger Verjüngung zur frühzeitigen Schaffung von Anwuchskernen, die eine Weiterführung der Verjüngung erleichtern. In Optimalphasen, also bei relativ größter Bestandesstabilität, müssen ganz bewußt überdurchschnittlich alte ehemalige Vorwüchse, ältere Gruppen oder instabile jüngere Bestandesteile genutzt werden, von denen anzunehmen ist, daß sie in der kritischen Terminalphase vorzeitig ausfallen und den gewünschten Stützeffekt nicht gewährleisten. Möglichkeiten zur *gruppen- bis horstweisen, auch künstlichen Vorverjüngung* sollten unbedingt ausgenutzt werden. Dazu ist es notwendig, unter *langfristiger Voraussicht* schon im Übergang von der Initial- zur Optimalphase diese Verselbständigung truppweise, noch besser in Gruppenform durchzuführen. Gleichzeitig muß damit eine randliche Absicherung der benachbarten Aufbauzellen verbunden werden, ohne das Gesamtbestandesgefüge wesentlich zu verändern. *Dieses langfristige phasengerechte Vorausdenken mit entsprechender waldbaulicher Konsequenz gehört zum Wichtigsten bei der waldbaulichen Behandlung überalterter Gebirgswälder.*

7. *Räumliche und zeitliche Planung der Walderneuerung:* Im Gegensatz zu Wirtschaftswäldern auf durchschnittlichen Standorten, wo mit der Verjüngungsplanung relativ spät begonnen werden kann, muß in den meist bringungsungünstigen Schutzwäldern die grobe Raum- und Zeitplanung des Verjüngungsvorganges schon in der späten Initialphase konzipiert sein. In der Aufwuchsphase sind noch vielfältigere Maßnahmen möglich und langfristige Steuerungseingriffe wirksamer. Gerade die Stabilisierung der Aufbaugruppen im Hinblick auf genügende Selbständigkeit in der späteren Verjüngungsphase bedarf wiederholter Eingriffe. Die Raum-Zeit-Planung der Femelschlagverjüngung muß zur größtmöglichen Erhaltung des Schutzzweckes unter Berücksichtigung der Bringungsverhältnisse und auf der Grundlage der waldbaulichen Möglichkeiten besonders sorgfältig durchgeführt werden (vgl. Leibundgut, 1952, Mayer, 1967). Sie hat bereits in der Optimalphase wegleitend für alle Eingriffe zu sein. Deshalb kann sie zu den Pflegemaßnahmen im weiteren Sinne gerechnet werden. Die unerläßliche Grundlage für diese Femelschlagplanung bildet eine Kartierung der gegenwärtigen Bestandesentwicklungsphasen.

#### *B. Pflegeprobleme und Verjüngungsaufgaben in Terminal- bzw. Verjüngungsphasen*

Aus der Beurteilung der beispielhaften Strukturformen ergeben sich grundsätzliche Hinweise.

1. *Verjüngungsziel:* Im tieferen, fichtenreicheren Teil des Reservates beträgt nach dem Vorratsanteil das derzeitige Baumartenverhältnis 79% Fichte, 14% Zirbe und 7% Lärche. Der Lärchenanteil soll in Zukunft höher liegen im Hinblick auf die wünschenswerte Stufung, Ungleichalterigkeit und Stabilisierung. Da er im subalpinen Fichtenwald im Laufe der natürlichen Bestandesentwicklung geringer wird, ist im Verjüngungsziel ein

höherer Anteil vorzusehen. Eine obere erreichbare Grenze ergibt sich zwangsläufig durch das für Steillagen gebotene kleinflächigere Verjüngungsverfahren, das für die Lichtbaumart unerlässlich ist. Der Zirbenanteil soll im bisherigen Umfang beibehalten werden. Daraus ergibt sich ein wünschenswertes Verjüngungsziel von rund zwei Drittel Fichte, ein Fünftel Lärche und knapp ein Siebtel Zirbe.

2. *Verjüngungsverfahren*: Bei natürlicher Entwicklung tritt ein örtlich wie zeitlich unregelmäßiger und wechselnd intensiver Bestandeszerfall ein, der zu einem erheblichen, oft flächigen Absinken der Schutzwirkung führt, infolge Unabhängigkeit von den Transportgrenzen empfindliche Schäden in den Aufwuchskernen durch Stamm- und Wurzelverletzungen mit Fäulegefahr mit sich bringt und auch nicht die ökologisch wie schutzwirksam günstigere Mischverjüngung mit ausreichend Lärche ermöglicht. In sich selbst überlassenen Beständen muß man deshalb mit längeren oder kürzeren Phasen sehr geringer bis fehlender Schutzwirkungen rechnen. Um die nachhaltige Sicherung zu gewährleisten, ist eine langfristig geplante und weit vorausschauend durchgeführte Walderneuerung notwendig. Die baum- und truppweise Plenterung im engeren Sinne scheidet aus ökologischen und bringungstechnischen Gründen bei zum Gleichschluß tendierenden Fichtenwäldern in der Regel aus (Jugoviz, 1928). Ein *gruppen- bis horstweiser Femelschlag* im allgemeinen mit freier Hiebführung im besonderen – im Prinzip dem schweizerischen Femelschlag entsprechend, aber mit den für Gebirgswälder notwendigen modifikatorischen Änderungen – kann dazu empfohlen werden: Anpassung an das Gelände, möglichste Ausnützung aller natürlichen Ansamlungszentren in dem extremen Steilgelände und Hinarbeiten auf eine aus Schutzgründen mehr schachbrettartig gestaffelte Einleitung der Verjüngung an der Transportgrenze. Schon in der Verjüngungsphase soll auf den später wünschenswert selbständigen Gruppen- und Horstaufbau Bedacht genommen werden. Kubelka (1911) hat sich in seinem Buch über die intensive Bewirtschaftung der Hochgebirgsforste mit diesem horstweisen Kleinflächenbetrieb auseinandergesetzt. Wichtiger als spezielle Hinweise oder gar schematische Regeln ist für die waldbauliche Durchführung eine individuelle Ableitung des optimalen Vorgehens unter Berücksichtigung der ökologischen, bringungstechnischen und schutztechnischen Gegebenheiten (vgl. Tschermak, 1925). Aus den «Gesamtresultanten» (Graser, 1928/1935) aller Faktoren soll das Verfahren abgeleitet werden. Die Planung einer Femelschlagverjüngung in Aigen/Schlägl unter besonderer Berücksichtigung der Transportgrenzen soll als Beispiel dienen (Abb. 9).

3. *Praktische Verjüngungsaufgaben*: Trotz einem längeren, etwa (30-) 50jährigen Verjüngungszeitraum, der weitgehende Ausnützung der Naturverjüngung ermöglicht, wird sich ohne intensive *künstliche Nachhilfe* bzw. Ergänzung das gewünschte Verjüngungsziel nicht erreichen lassen, da Voll-

# FV. Aign - Schlägl / Joslort e



Abbildung 9

Planung einer Femelschlagverjüngung unter besonderer Berücksichtigung der Transportgrenzen in Aign/Schlögl (aus Mayer, 1967); mäßig steiler Standort eines *Abieti-Fagetum luzuletosum silvaticae*, *Picea-Abies*-Variante im Böhmerwald/Mühlviertel.

masten sehr selten und die Umwelt- und Keimbedingungen ungünstig sind (Kuoch, 1965, siehe auch Kuhn, 1965). Vor allem wird man unter anderem zur natürlichen Erzielung des gewünschten Lärchenanteiles in größeren Lücken Rohbodenbedingungen durch Bodenschürfungen herstellen, eventuell vorhandene und konkurrenzierende Fichtenverjüngung beseitigen und in der entscheidenden Jungwuchsphase der Lärche die nötige Hilfe ange-deihen lassen müssen. Bei Vergrasung (*Calamagrostis*, Hochstauden), Ver-heidung (*Vaccinium*) sind künstliche Bekämpfungsmaßnahmen mitunter weniger zweckmäßig als eine gezielte, bemessene *Pflanzung* an besonders verjüngungsgünstigen Kleinstandorten. Über einen erfolgreichen Einsatz von Herbiziden in subalpinen *Calamagrostis*-Fichten-Beständen berichtet Bülow (1961, 1964). Der starke Verbiß bzw. die fast völlige Vernichtung der sich einstellenden Naturverjüngung belegen, daß die lokale Wilddichte erheblich über der biologisch wie waldbaulich zulässigen liegt. Nur eine entsprechende Wildstandsreduktion oder sehr kostspielige künstliche Ver-jüngungsmaßnahmen (Pflanzung im Verein mit Einzelschutz bzw. Zaun-schutz; fortwährende Schneeschubschäden, schwierige Kontrollmöglichkeit gerade in der entscheidenden Übergangszeit) vgl. Kuoch, Federer, de Fries, 1964) können die notwendige Verjüngung und Walderneuerung sicherstellen. Wenn Naturverjüngung ausbleibt, muß *umgehend* auch im naturnahen Schutzwaldbestand künstlich nachgeholfen werden.

4. *Auswirkungen des überhöhten Wildstandes auf die Schutzwaldfunk-tion*: Durch den Verbiß und die erheblichen Trittschäden kommt keinerlei gesicherte Verjüngung auf. Schäl-schäden sind von Ausnahmen abgesehen nicht zu verzeichnen, da besonders anfällige, dünnrindige Initialphasen fehlen. Streng genommen handelt es sich bereits um einen sterbenden Wald, da selbst ältere Freiflächen schon jahrzehntelang ohne Verjüngung sind und allmählich vergrasen. So stellt sich die schwerwiegende Frage nach der Länge der schleichenden Krise, bis nach langsamer Vergreisung die über-alterte Schutzwaldbestockung endgültig zusammenbricht. Die Analyse er-laubt für das Reservat eine annähernde *langfristige Entwicklungsprognose*. Sie baut auf einer kontinuierlichen Entwicklung auf und berücksichtigt zu-nächst keine katastrophentartigen Einflüsse. Naturgemäß wird dabei ein mög-lichst geringes Risiko einkalkuliert.

Die beste Grundlage gibt die Altersstruktur der verschiedenen Entwicklungsphasen (Abb. 4). Mit rund 200 Jahren (jeweils Brusthöhenalter) ist für den Fichtenbestand die natürliche Lebensgrenze erreicht, obwohl Einzelindividuen wesentlich älter werden kön-nen. Dies geht auch aus dem verschiedenen Alter der Terminalphasen hervor. Die begin-nende Terminalphase ist rund 170 bis 190 Jahre, die fortschreitende im Durchschnitt 180 bis 200 Jahre alt. In der abschließenden Ausbildung fehlen bereits die meisten Alt-bäume; die knapp 150jährigen Individuen gehören streng genommen schon zu randlich anschließenden Optimalphasen. Von der jungen (120 bis 150 Jahre) über die reife (130 bis 160 Jahre) zur alternden Optimalphase (140 bis 170 Jahre) nimmt das Durchschnittsalter langsam zu. Es dominiert die ältere Optimalphase, die nach der vergleichenden Alters-struktur demnach in 20 bis 30 Jahren die beginnende Terminalphase, in 30 bis 40 Jahren

die fortschreitende und in rund 40 bis 50 Jahren die abschließende Zerfallsphase erreichen wird. Damit ist ein oberer Grenzwert gegeben, da ja dann schon auf der Hälfte der Fläche der Bestand bereits völlig zerfallen ist. Berücksichtigt man den zunehmend labileren Zustand des Restbestandes und nimmt als untere Grenze der gerade noch ausreichenden Schutzwaldfunktion die schon äußerst labile, beginnende bis fortschreitende Zerfallsphase an, dann ist bei weiterhin ausbleibender Verjüngung infolge des gegenwärtig überhöhten Wildstandes in rund 20 bis 30 Jahren bereits eine entscheidende Schwächung der Schutzwaldfunktion beim verbleibenden Bestand gegeben. Daraus kann nun nicht der Schluß gezogen werden, daß 20 bis 40 Jahre lang überhöhte Wildbestände in diesen typischen südseitigen Schutzwaldlagen tragbar sind. Denn der Nurdjäger und der forstliche Laie sehen nicht jene offensichtlichen Alarmzeichen, die dem Fachmann schon im jetzigen Augenblick berechnete Sorgen machen.

Bereits beim gegenwärtigen strukturellen Aufbau mit rund hälftigem Anteil der Terminalphase herrscht eine *kritische Situation*, die sich mit dem Ausbleiben der Verjüngung von Jahr zu Jahr immer mehr verschärft. Nach den Altersanalysen benötigt die Verjüngung vom Ankommen bis zur Sicherung und dann bis zur Entfaltung einer gewissen Schutzwirkung rund 35 bis 55 Jahre, um in die stabilere «Dickungsphase» einzuwachsen. Bis zum Erreichen des Brusthöhenalters vergehen mindestens 10 bis 25 Jahre. Durch die fehlende Verjüngung ist bereits *jetzt* eine gefährliche Situation gegeben. Auch eine nach sofortiger starker Wildstandsreduktion sich einstellende reichliche Verjüngung kann in 20 bis 30 Jahren eine stärkere Schwächung der Schutzwaldfunktion nicht mehr verhindern. Diese Schwächung wird erst nach weiteren 10 bis 20 Jahren allmählich wieder abklingen. Damit muß klar festgestellt werden: *Der Schutzwald des Reservates ist bereits jetzt durch ausbleibende Verjüngung infolge eines biologisch, waldbaulich und schutztechnisch überhöhten Wildstandes gefährdet.* Nur noch im aufstockenden älteren Bestand herrschen Naturwaldbedingungen. Die Verhältnisse sind durch (bewußte oder unbewußte) Wildüberhege ähnlich wie in manchen anderen Reservaten. Aus dieser waldbaulichen Analyse über den fortschreitenden Verfall der Schutzwaldfunktion gilt es nun die jagdwirtschaftlichen Konsequenzen zu ziehen.

Bei Vorkommen von Schutzwäldern, besonders in typischen Wildeinstandsgebieten, besteht keine Aussicht über eine Intensivierung der Jagdwirtschaft durch jagdlich optimale Wilddichten den Ertragsausfall der zunehmenden forstwirtschaftlichen Grenzertragsböden wettzumachen, weil damit eine starke Gefährdung bzw. der Verlust der Schutzwaldfunktion verbunden wäre. Im Gegenteil — bereits heute ist eine merkliche Reduzierung des gegenwärtigen Wildstandes erforderlich zur langfristigen Aufrechterhaltung der Schutzwaldwirkung. Dieses Problem besteht nicht nur für das untersuchte Reservat, sondern es ist im überwiegenden österreichischen Alpenraum von eminenter Bedeutung (Neubacher, 1963, Smidt, 1960). Diese geschilderte krisenhafte Situation sollte nicht zu leicht genommen werden, denn durch das Offenlegen der tatsächlichen Situation ergeben sich zwangsläufig vielfältige Konsequenzen. Damit verbunden ist eine schwere

Verantwortung, die den führenden Organen der Forst- und Jagdwirtschaft niemand abnehmen kann. Die kommende Generation wird einst darüber urteilen, ob diese gefahrdrohende Entwicklung nicht nur erkannt, sondern ob ihr auch in folgerichtiger Weise durch entsprechende Maßnahmen konsequent begegnet wurde. Die zielbewußte Reduzierung des Wildbestandes auf ein *tragbares Maß* (Löffler, 1966) benötigt der Schutzwald. Eine Reduktion auf einen Stand, der dem großraubwildbesetzten Naturwald entspricht (Rupf, 1951) wäre gleichbedeutend mit dem Ende der Jagd im bisherigen Sinne. Daran wagt man gar nicht zu denken, wiewohl dies waldbaulich am günstigsten und schutztechnisch am idealsten wäre.

### *C. Gegenwärtige waldbauliche Situation in überalterten Gebirgswäldern der Ostalpen*

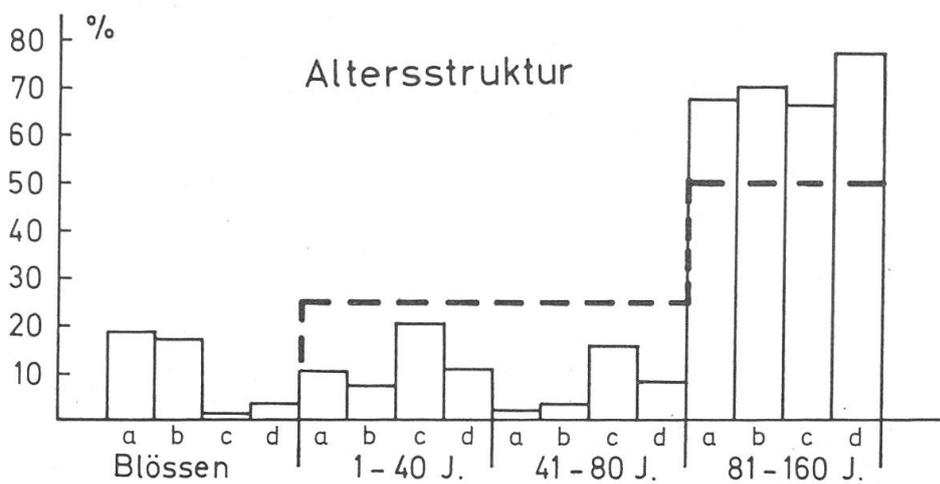
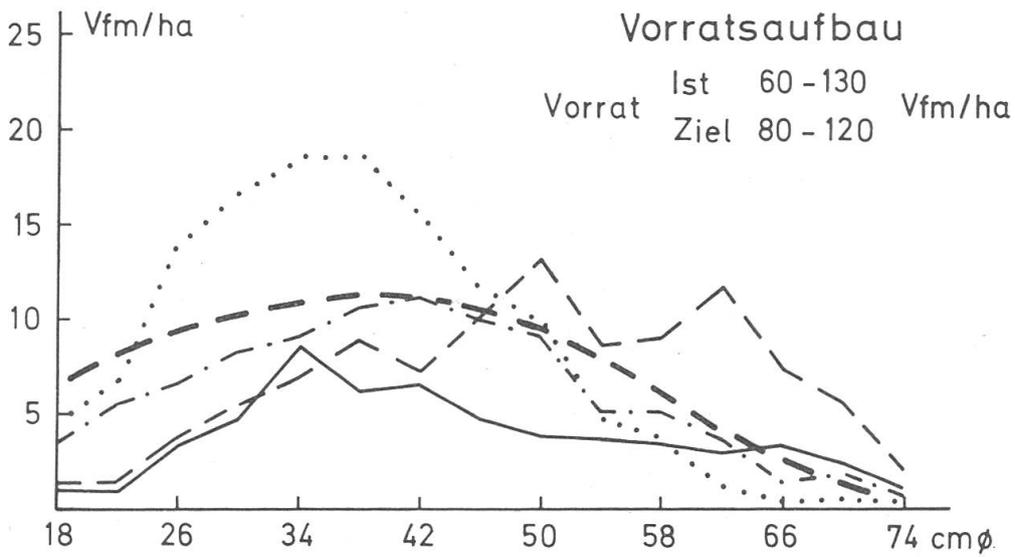
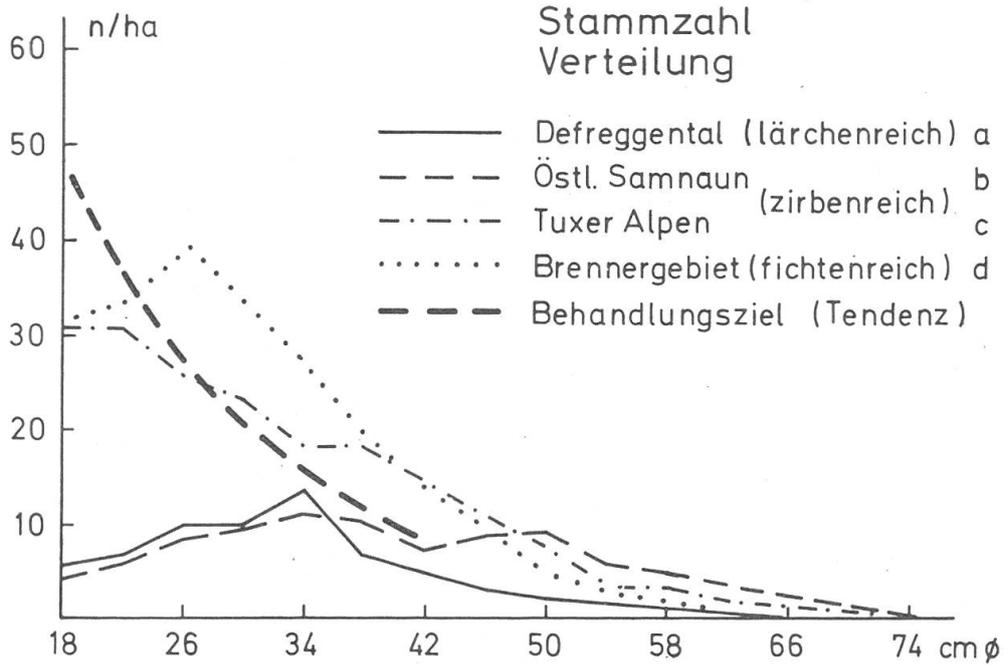
Durch die Forsteinrichtungsabteilung der Tiroler Landesforstinspektion (Mair, 1966) wurde die Zuwachs- und Ertragsleistung subalpiner Wälder untersucht. Einen Einblick in die strukturellen Verhältnisse von *subalpinen Fichten-Lärchen-Zirben-Wäldern der Inneralpen aus dem Waldkronenbereich* gibt die zusammenfassende Darstellung (Abb. 10). Da verlichtete Alp- und Weidewälder sowie auch schütterere Grenzbestockungen aufgenommen sind, überraschen die niedrigen Leistungsangaben nicht: mittlerer Holzvorrat 70 bis 100 Vfm/ha, laufender Zuwachs 0,6 bis 1,0 Vfm/ha, Nutzungsmöglichkeiten bei 30% Ernteverlust rund 0,3 bis 0,5 Efm/ha. Die Struktur dieser Hochlagenwälder ist nach den waldbaulichen Zielvorstellungen im weiteren Sinne zu beurteilen: Nachhaltigkeit der Schutzwirkungen und Nutzungsmöglichkeiten. Wenn auch nur bei einer standorts- und bestandesindividuellen Analyse konkrete Schlußfolgerungen angebracht sind, so ist doch die grundsätzliche Situation ziemlich vergleichbar. Die Stammzahlverteilungskurven weisen auf den großen Mangel an nachschiebendem Jungwuchs hin und damit auf künftige strukturelle Gefährdungen. Aus der Überdotierung von Stammzahl und Vorrat besonders in den mittleren Stärkeklassen wird auch die Tendenz zur Gleichartigkeit und Gleichalterigkeit ersichtlich. Zum Teil ist nach Stammzahl und Vorratsanteil auch Starkholz überreichlich vorhanden. Nach dem Altersgefüge sind die Bestände deutlich überaltert. Wenn diesem Entwicklungstrend durch aktive Maßnahmen nicht entgegengewirkt wird, dann nimmt bei der gegebenen Überalterungstendenz (Mittelholzmassierung) und ausbleibendem Nachwuchs die funktionelle Nachhaltigkeit rapide ab. Wohl hält meist der Zuwachs bis ins hohe Alter an, doch darf eine unbegrenzte Lebensdauer der verlichteten Hochlagenbestände nicht erwartet werden (Mair, 1966).

---

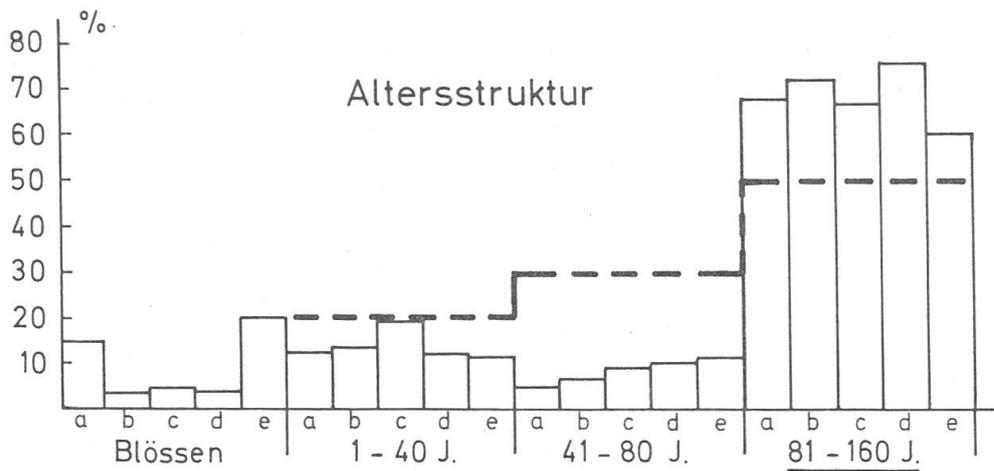
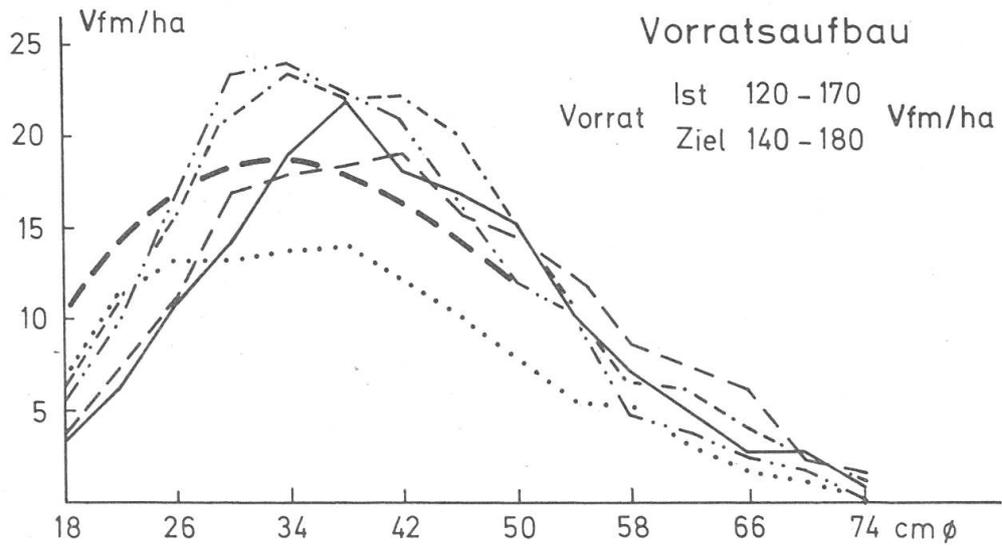
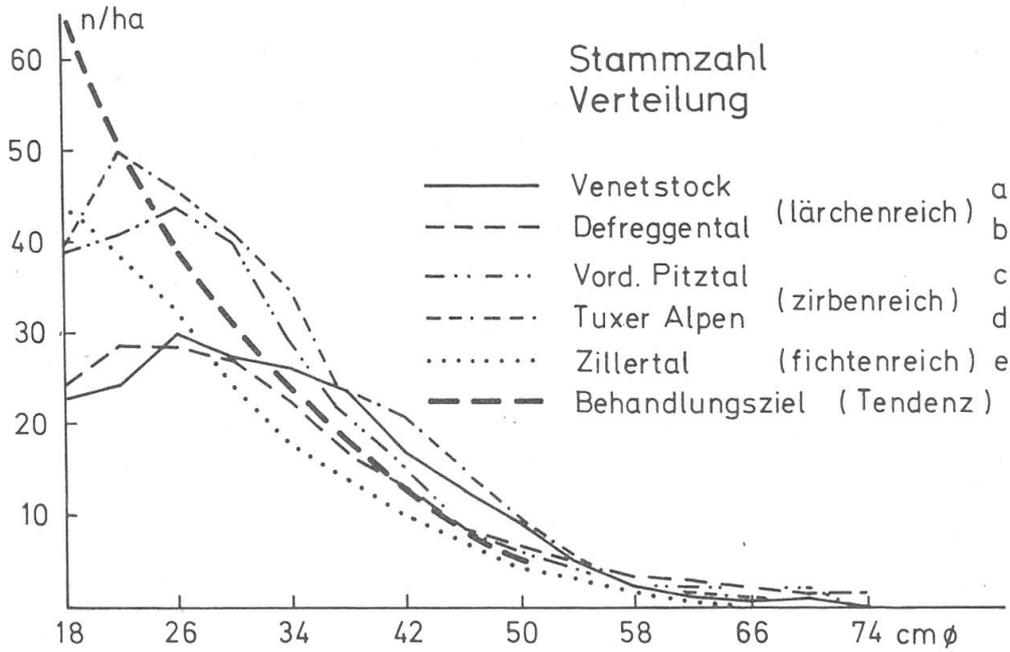
#### *Abbildung 10*

Struktur subalpiner Fichten-Lärchen-Zirben-Wälder der Tiroler Inneralpen aus dem Waldkronenbereich (Mair, 1966).

# Subalpine Waldkronenbestände in Tirol (MAIR 1966)



# Subalpine Nadelwälder in Tirol (MAIR 1966)



*Subalpine Hochlagen-Fichtenwälder mit Lärche und Zirbe der Zwischenalpen*, die einen geringeren Anteil an Waldgrenzenbestockungen aufweisen, besitzen durch tiefere Lage ein größeres Leistungspotential: mittlerer Holzvorrat 120 bis 200 Vfm/ha, laufender Zuwachs 1,5 bis 2,5 Vfm/ha, Nutzung rund 1,0 bis 2,0 Efm/ha. Im großen und ganzen ist die gleiche Situation gegeben: Überalterung, Nachwuchsmangel und zur Gleichalterigkeit tendierendes, wenig stabiles Bestandesgefüge (Abb. 11).

Allgemeine waldbauliche Hinweise, die auf Grund dieser eingehenden Analysen von Mair gegeben werden, decken sich weitgehend mit den aus der Naturwaldanalyse gezogenen Folgerungen. Ein kleinflächiger und weitgehend der Geländeausformung angepaßter Femelschlag wird befürwortet. Dauerbeobachtungen der kleinstandörtlichen Verhältnisse müssen kritisch ausgewertet werden (Schneelage, überdurchschnittliche Schnee-Einwehungen, Lokalklima). Da unsere Kenntnisse über die Verjüngungsökologie im subalpinen Nadelwald noch bescheiden sind, muß hier in Zukunft das Schwergewicht der subalpinen Waldforschung liegen, damit der Waldbauer festeren Boden unter die Füße bekommt. Sie darf sich dabei nicht auf die fraglos wichtige Verjüngungsphase beschränken, sondern muß mit besonderem Schwerpunkt den Pflegeproblemen gewidmet sein. Gehen wir nämlich in der langfristigen Pflege die richtigen Wege, dann lösen sich viele Verjüngungsprobleme von selbst. Auf Grund bisheriger Untersuchungsergebnisse und Erfahrungen sind im initialen Aufwuchsstadium überdichte Bestände möglichst frühzeitig zur Wuchsbeschleunigung und Bestandessicherung kräftig zu durchforsten. Ob das aus mehr arbeitstechnischen Gründen möglichst zu Beginn oder aus ertragskundlichen Überlegungen mehr zu Ende oder während der Dickungsphase zu erfolgen hat, wäre durch vielseitig angelegte Durchforstungsversuche näher zu untersuchen. Gerade im Hochgebirge müssen primär von *waldbaulichen Musterlösungen* ausgehend nach arbeitstechnischer, bringungstechnischer und nicht zuletzt betriebswirtschaftlicher Durchleuchtung auch *vertretbare Ersatzlösungen* entwickelt werden.

Der Einzelstammnutzung sind Grenzen gesetzt, da eine ertragskundliche interessante gleichmäßige Standraumregelung nicht die nur gruppenweise zu erhaltende Stabilität sichern würde. So haben auch schon Diskussionen in der Praxis darauf hingewiesen, daß die gesetzlich vorgeschriebenen Einzelstammnutzungen in Hochlagenwäldern (§ 6 des Österreichischen Reichsforstgesetzes vom Jahre 1852) einen Zusammenbruch des Waldschutzgürtels nach sich ziehen. Weder durch absolutes Nutzungsverbot (siehe Vorreith, 1960/1963) noch durch Kahlschlag in der subalpinen Zone (siehe Wieser, 1957/1961), sondern nur durch individuelle, aus den Gegebenheiten abgeleitete kleinflächige Nutzungsformen kann das Problem erfolgreich gelöst

---

Abbildung 11

Struktur subalpiner Hochlagen-Fichtenwälder mit Lärche und Zirbe der Tiroler Zwischenalpen (Mair, 1966).

werden (Figala, 1954). Die Forsteinrichtung muß für die Aufnahme dieser Wälder differenziertere Methoden als bisher entwickeln, um den tatsächlichen strukturellen Zustand (Alter, Stabilität, Entwicklungsphase, Entwicklungstendenz) mit wenigen Merkmalen klar zu umreißen.

Zwecks nachhaltiger Sicherung der Wohlfahrtswirkungen muß der besonders langfristig vorausschauenden Pflege in den so weitverbreiteten überalterten Gebirgswäldern besonderes Augenmerk gewidmet werden. In Österreich behandelt der Fachausschuß des Forstvereins für Waldbau bei seiner diesjährigen Innsbrucker Tagung ähnliche Gebirgswaldprobleme mit Schwerpunkt. Im Schweizerischen Forstverein wurde anlässlich der letztjährigen Walliser Tagungsversammlung (vgl. Giss, 1966) über das gleiche Problem diskutiert. So wäre es zu begrüßen, wenn dieses sehr drängende und gemeinsame alpenländische Problem zu einer ständigen engen Zusammenarbeit und einem fruchtbaren Gedankenaustausch führen würde.

### III. Schlußbemerkung

Während der Ausarbeitung der Schlußzusammenfassung blätterte ich wieder einmal in einer Fundgrube: Gottlieb Zötl, weiland Assistent der k. k. Forstlehranstalt in Mariabrunn: Handbuch der Forstwirtschaft im Hochgebirge, Wien 1831. Beim Nachlesen der Kapitel über Gebirgswälder, speziell über Bannwälder und deren Behandlung, erschien plötzlich mein ganzes Bemühen ziemlich überflüssig und zur Sache nichts Neues bringend. Da effektiv nur zu einigen von Zötl auf Grund praktischer Erfahrung und gewissenhafter Naturbeobachtung behandelten Punkten spezielle Analyseergebnisse beigesteuert wurden, komme ich zu keiner anderen Schlußzusammenfassung als mein fachlicher Vorgänger vor *130 Jahren*. Sie kann deshalb auch am Schlusse meines Referates stehen.

Der Wortlaut nach Zötl: «Die Herbeführung der Ungleichheit an Alter und Größe muß in Bannwäldern Hauptgrundsatz seyn, auf den schon frühzeitig hingearbeitet werden muß. In dieser Absicht sucht man schon, wenn die Kraft des Waldes noch nicht zur Verjüngung auffordert, einzelne Stämme in den oberen Abtheilungen aus, die man fällt, und an ihre Stelle junge (Fichten) *Lärchen* und *Zirben* nachpflanzt und säet. Fährt man auf solche Weise vorsichtig und stets die Gestaltung des Waldes in der Zukunft vor Augen habend fort, ohne je den Waldschluß mehr zu unterbrechen, als die Nachzucht eines frischen freyen Jungwuchses an der Stelle jedes einzeln herausgehobenen Stammes fordert; so werden, bis die eigentliche Verjüngungszeit angerückt ist, die meisten und größten Schwierigkeiten gehoben sein, und die zu nehmenden Maßregeln sich bloß auf die unschädlichste Wegnahme der abständigen Stämme erstrecken.» Die Gedanken von Zötl (1844) über diesen Fragenkomplex schienen vor über 100 Jahren dem Schweizerischen Forstverein so wesentlich, daß ein Nachdruck allen Mitgliedern überreicht wurde.

Bavier hat 1910 in einer Forstlichen Preisschrift über die Verjüngungsschwierigkeiten in überalten Fichten-Hochlagenbeständen übereinstimmende Behandlungsgrundsätze entwickelt, wobei er neben den waldbaulichen Fragen die oft wesentlichere Rolle der wirtschaftlichen Einflüsse (Weide, Streunutzung, Holztransportschwierigkeiten) eingehend behandelte.

Auch vor 30 Jahren war die Situation der heutigen vergleichbar, als fast auf den Tag genau der junge Forstingenieur Hans Leibundgut im Kolloquium der ETH «Über aufgelöste Gebirgswälder und Maßnahmen zu deren Wiederherstellung» sprach (1937). Auch manche der damals angeführten indirekten und direkten Maßnahmen zur Wiederherstellung ergeben sich als Schlußfolgerung aus meinem Referat. Heute ist nun die Diskussion wieder um den gleichen Fragenkomplex aufgeflammt, und die Situation scheint nicht entscheidend besser geworden zu sein. Worin liegen nun die *Hauptursachen für die offensichtliche Diskrepanz zwischen alter, klarer Erkenntnis und tatsächlichem Erfolg* bei der Behandlung überalterter Gebirgswälder? Zur ursächlichen Klärung müßten in gleicher Weise auch forstwirtschafts-politische (Waldweide, Streunutzung, Trennung von Wald und Weide), betriebswirtschaftliche (Werbungskosten, Holzpreise, Grenzertragsstandorte), bringungstechnische (Erschließungsgrad, dauernde oder vorübergehende Erschließung) und nicht zuletzt organisatorische (ausreichende Zahl von Fachkräften) Fragen umfassend beurteilt werden. Zum Schluß soll lediglich der *waldbauliche Teilaspekt* dieser komplexen Gebirgsforstwirtschaftsprobleme zusammenfassend gewürdigt werden:

1. Es handelt sich wohl um die anspruchsvollste und langfristige waldbauliche *Planungsaufgabe* überhaupt, bei der gleichzeitig eine vom normalen Betrieb abweichende Zielsetzung (Schutzwirkung vor oder neben Holzerzeugung) gegeben ist. Mehr noch wie bei jeder langfristigen Femelschlagverjüngung muß hier ein konkreter Zeit-Raum-Phasenplan nach zweckmäßiger Kartierung der Bestandesentwicklungsphasen erarbeitet werden, bei dem enge Zusammenarbeit zwischen Waldbau, Forsteinrichtung und Bringungstechnik unerläßlich ist.
2. Gerade der noch weniger gestörte Aufbau mancher Gebirgswälder verleitet dazu, die Verjüngung allein der Natur zu überlassen. Wegen der vielfältigen direkten und indirekten Verjüngungsschwierigkeiten dürfen nach Eingriffen fixierte Termine zur *künstlichen Begründung von Anwuchskernen* nicht versäumt werden, wenn die erhoffte Naturverjüngung ausbleibt. *Untätiges Warten ist walddgefährdend*. Unter den Schwierigkeiten darf die Wildfrage nicht bagatellisiert werden. Lokal ist sie für den «sterbenden Wald» bereits verantwortlich. Eine nimmermüde, letztlich erfolgreiche Interpretation dieser Wahrheit gehört ebenfalls zu den Waldpflegeaufgaben.
3. Bei der Zunahme der forstlichen Grenzertragsböden in den Alpen liegt die «*gänzliche Schonung*» dieser Gebirgswälder nahe, wonach kein wei-

terer Aufwand zur Erhaltung getätigt wird. Auf die Dauer führt dies in den Gebirgswäldern unweigerlich zur Vergreisung, zum Zerfall und zum *Verlust der Schutzkraft*.

4. *Übliche Walderneuerungs- und Bestandespflegemaßnahmen*, die kritiklos aus intensiver behandelten Tieflagenwirtschaftswäldern übernommen werden, führen zur *Überalterung der Bestände*, da der dynamische Rhythmus dieser Gebirgswälder wesentlich langfristiger verläuft und von extremen Bedingungen stärker gesteuert wird. Durchforstungen im Sinne einer konsequenten positiven Pflege lichten den Bestandesschluß zu gleichmäßig auf und vermindern den gegenseitigen Schutz (Kuhn, 1965). Über diese Zusammenhänge sind unsere Kenntnisse noch ungenügend, so daß eine Intensivierung der *Grundlagenforschung* im Gebirgswaldbau dringend erforderlich ist. Hierfür sind die Waldreservate (Leibundgut, 1966) unersetzliche Naturlaboratorien.

Wenn man dies alles bedenkt, dann muß man Zötl (1831, 1844) beipflichten, der die Verjüngung der Gebirgs- und Bannwälder ohne Beeinträchtigung des Schutzes als eine der schwierigsten Aufgaben für den Gebirgsforstmann ansieht.

## Résumé

### Le traitement des forêts de montagne trop âgées

La section « Sylviculture » de la Société forestière autrichienne et la Chaire de sylviculture de Vienne se sont donnés pour mission d'étudier l'ensemble des problèmes posés par le vieillissement des forêts de montagne.

Grâce aux recherches entreprises dans la réserve de la forêt d'épicéa de Rauterriegel près de Turrach, on peut, dès maintenant, mettre en valeur quelques résultats partiels intéressants.

Par l'analyse des peuplements ruinés d'épicéa, on s'est efforcé de tirer des conclusions qui soient valables pour le traitement sylvicole d'autres forêts trop âgées de la région. Si les stations et les associations végétales sont semblables, ces conclusions devraient pouvoir s'étendre à l'ensemble du secteur est des Alpes. Les conditions écologiques et structurelles de Rauterriegel ayant de nombreux points communs avec la réserve de Scatlé à Brigels (Grisons), ces travaux sont également d'un grand intérêt pour la recherche forestière suisse.

La réserve de Rauterriegel s'étend sur 4 ha dans la région alpine de Lungau, à une altitude de 1780 à 1920 m, sur une pente exposée au sud très rapide. Par rapport aux vallées centrales suisses, le climat est un peu plus humide et subcontinental. L'association végétale dominante est du type: *Piceetum subalpinum luzuletosum albidae*. Les relevés ont donné les résultats suivants:

Nombre de tiges à l'ha : 631  
Répartition des essences : épicéa 70 %  
                                  arolle 21 %  
                                  mélèze 9 %  
Matériel sur pied : 630 m<sup>3</sup> à l'ha  
(Bois fort)

La classe de grosseur moyenne domine aussi bien dans le nombre de tiges que dans le matériel sur pied.

#### *Structure des peuplements*

Pour caractériser la structure des peuplements, on a déterminé les différentes phases de développement. Cette étude est intéressante car l'aménagement cultural va dépendre en grande partie du pourcentage des différents états de vieillissement de la forêt et de leur répartition au point de vue surface.

En général, on distingue les phases de développement suivantes :

1. Phase juvénile,
2. Phase optimale,
3. Phase de vieillissement.

La réserve se trouve dans une phase de développement très avancée. Plus de la moitié des peuplements ont dépassé le développement stable de la phase optimale, l'autre moitié étant dominée par des phases de vieillissement réparties sous forme de mosaïques. Cet état général correspond au passage d'un peuplement d'ancienne structure jardinée à une futaie plus ou moins uniforme. Cette uniformisation conduit à la dislocation d'une grande partie du matériel sur pied, dislocation qui a de graves conséquences : absence de semis naturels par exemple. En montagne, sur des pentes rapides, la fonction de protection n'est donc plus assurée à ce stade du vieillissement. Ne pouvant laisser se développer sans autre cet état naturel, il est nécessaire de prendre certaines mesures sylvicoles.

#### *Mesures sylvicoles*

Une analyse approfondie de la réserve nous permet de tirer quelques conséquences d'ordre général :

Dans les forêts de montagne, la fonction de protection doit avoir la primauté sur la production économique. C'est le seul moyen d'assurer d'une manière soutenue la fonction de protection.

La structure idéale des peuplements doit tendre vers celle obtenue par la régénération en coupe progressive par groupes et bouquets.

Dans les phases juvéniles et optimales, qui sont toutes deux de longue durée, les efforts du sylviculteur doivent se concentrer sur les soins culturaux.

#### *A. Soins culturaux dans les phases juvéniles et optimales*

1. Maintien du rendement soutenu sur une période de longue durée.
2. Protection et développement de l'étagement des peuplements.
3. Maintien du mélange des essences.
4. Création et maintien des centres de rajeunissement sous forme de groupes et de bouquets.

5. Nécessité de tenir compte des qualités caractéristiques d'une forêt protectrice : bonne formation des couronnes, stabilité de l'enracinement, etc...
6. Mesures préparatoires pour le renouvellement de la forêt. Toutes les possibilités pouvant assurer un rajeunissement doivent être utilisées. Ce travail à long terme est, par ses conséquences sylvicoles, un des plus importants dans le traitement des forêts de montagne.
7. Planification dans le temps et dans l'espace du renouvellement de la forêt.

*B. Soins cultureux et buts du rajeunissement au stade de la transition entre les phases de vieillissement et juvénile*

1. But du rajeunissement. Dans le cas de Rauterriegel, ce but est d'obtenir :  $\frac{2}{3}$  d'épicéa,  $\frac{1}{5}$  de mélèze et  $\frac{1}{7}$  d'arolle.
2. Procédé de régénération : coupe progressive par groupes et bouquets.
3. Malgré une durée de rajeunissement très longue (30 à 50 ans), il doit être possible d'utiliser le rajeunissement naturel sur une large échelle et sans l'aide intensive de moyens artificiels. Des plantations peuvent cependant se révéler utiles sur de petites stations favorables.
4. Pour préserver la capacité de régénération de la forêt de montagne, il est indispensable de régler d'une façon rationnelle les effectifs du gibier si le besoin s'en fait sentir.

En guise de conclusion, l'auteur constate que la question du traitement des forêts de montagne trop âgées ne date pas d'aujourd'hui. Mais malgré des discussions souvent passionnées, nous sommes obligés de reconnaître que la situation ne s'est guère modifiée !

Pour essayer de comprendre cet état de fait, l'A. reprend quelques aspects du problème :

- Le traitement des forêts de montagne est un des devoirs à long terme de la planification forestière, devoir qui exige une collaboration étroite entre la sylviculture, l'aménagement forestier et la récolte du bois.
- Une sous-exploitation exagérée de ces forêts conduit, à la longue, à une diminution de la fonction de protection.
- Les interventions culturelles classiques utilisées dans les forêts de plaine conduisent au vieillissement des peuplements de montagne si elles sont appliquées sans discernement.
- Si le rajeunissement naturel se fait attendre, il est nécessaire d'agir et de fixer un délai d'intervention. Tout retard ne peut que menacer la forêt !

*J. Laurent*

*Literatur*

*Assmann, E.*: Waldertragskunde. München—Bonn—Wien

*Bavier, B.*: Welches sind die Ursachen des häufigen Fehlens der natürlichen Verjüngung in alten Fichtenbeständen hoher Lagen, und wie kann dieser ungünstige Zustand beseitigt werden? Wie sind solche Bestände inskünftig zu behandeln? Forstliche Preisarbeit. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1910

*Bülow, G. v.*: Versuche mit Herbiziden in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Allg. Forstztschr., 1962

- Bülow, G. v.*: Fichten-Naturverjüngung in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Allg. Forstztschr., 1964
- Calörtscher, H.*: Gebirgsprobleme. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1965
- Campbell, E., Kuoch, R., Richard, F., und Trepp, W.*: Ertragreiche Nadelwaldgesellschaften im Gebiete der schweizerischen Alpen unter besonderer Berücksichtigung Graubündens. Beih. Nr. 5 zum «Bündnerwald», Chur, 1955
- Figala, H.*: Die Bewirtschaftung von Hochgebirgsformen im zentralalpiner Klima unter besonderer Berücksichtigung des Pitztals. Österr. Vjschr. f. Forstw., 1954
- Fischer, F.*: Der Aletschwald. Untersuchungen in einem Waldreservat. Beih. z. d. Ztschr. d. Schweiz. Forstvereins, 41, 1966
- Forschungsstelle für Lawinenvorbeugung, Innsbruck*: Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe. Teil I und II. Mitt. d. Forstl. BVA-Mariabrunn, 59. und 60. Heft, 1961/1963
- Fröhlich, J.*: Urwaldpraxis. Radebeul und Berlin, 1951
- Geisler, H.*: Waldbaulicher Vergleich des fichten- und zirbenreichen Teiles im Urwaldreservat Rauterriegel. Seminararbeit. 1966
- Giss, W.*: Die waldbauliche Praxis in der Schweiz — Gebirgsprobleme. Verjüngung überalterter Fichtenbestände. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1966
- Graser, H.*: Die Bewirtschaftung des erzgebirgischen Fichtenwaldes. 2 Bde. Dresden, 1928/1935
- Hartl, H.*: Die Vegetation des Eisenhutes im Kärntner Nockgebiet. Carinthia II, Mitt. Naturwiss. Ver. f. Kärnten, 73/153, Klagenfurt, 1963
- Huse, S.*: Strukturformen von Urwaldbeständen in Övre Pasvik. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole, Vollebek, 1965
- Jugoviz, R.*: Dauerwaldgedanken in den österreichischen Alpenländern. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1928
- Köstler, J.*: Waldbau. Hamburg—Berlin, 1950
- Köstler, J.*: Bildliche Darstellung des Bestandgefüges. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1953
- Kubelka, A.*: Die intensive Bewirtschaftung der Hochgebirgsforste. Wien, 1911
- Kuhn, W.*: Waldbau im Gebirge. In «Gebirgshilfe als forstliche Aufgabe». Beih. z. d. Z. d. Schweiz. Forstvereins, Nr. 37, 1965
- Kuoch, R., Federer, W., und De Fries, J.*: Konstruktion und Einsatz von Zauntypen für schneereiche Lagen. Mitt. Schweiz. Anst. f. Forstl. Versuchswesen, 40, 1964
- Kuoch, R., Federer, W., und De Fries, J.*: Der Samenanfall 1962/63 an der oberen Fichtenwaldgrenze im Sertigtal. Mitt. Schweiz. Anst. f. Forstl. Versuchswesen, 1965
- Leibundgut, H.*: Über aufgelöste Gebirgswälder und Maßnahmen zu deren Wiederherstellung. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1937
- Leibundgut, H.*: Rolle und Grundlagen der Planung beim Schweizerischen Femelschlag- und Plenterwaldbetrieb. Allg. Forst- u. Jagdztg., 1952
- Leibundgut, H.*: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1959
- Leibundgut, H.*: Waldreservate. Schweiz. Ztschr. f. Forstw., 1966
- Leibundgut, H.*: Die Waldpflege. Bern, 1966

- Löffler, A.: *Qui tacet, consentire videtur* (Wer schweigt, gibt sich den Anschein, daß er zustimmt). Eine betriebskritische, jagdkritische und zeitkritische Studie. Allg. Forstztschr., 1966
- Magin, R.: Struktur und Leistung mehrschichtiger Mischwälder in den bayerischen Alpen. Ertragskundliche Studien in bisher unbewirtschafteten natürlich erwachsenen Fichten-Tannen-Buchen-Bestockungen. Mitt. Staatsforstverw. Bayerns, 30. Heft, München, 1959
- Mair, N.: Zuwachs- und Ertragsleistung subalpiner Wälder. Beitrag zur Internat. Ertragskundetagung in Wien 1966. Manuskript bzw. Vortrag anläßl. d. Symposiums üb. «Ökologie der alpinen Waldgrenze» vom 29.—31. März 1966 in Innsbruck. 1966
- Mayer, H.: An der Kontaktzone des Lärchen- und Fichtenwaldes in einem Urwaldrest der Berchtesgadener Kalkalpen. Jb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflz. u. -tiere, 1957
- Mayer, H.: Zur Übertragbarkeit waldbaulicher Folgerungen in vergleichbaren Waldgesellschaften (*Abieti-Fagetum* und *Abietetum*) der nördlichen West- und Ostalpen. Fwiss. Cbl., 1964
- Mayer, H.: Angewandte Forstliche Vegetations- und Standortskunde. Fwiss. Cbl., 1966
- Mayer, H.: Analyse eines urwaldnahen, subalpinen Lärchen-Fichten-Waldes (*Piceetum subalpinum*) im Lungau. Cbl. ges. Forstw., 1966
- Mayer, H.: Zur Analyse des Faktorenkomplexes bei der natürlichen Verjüngung von Tanne und Fichte. Vortrag beim forstwiss. Symposium Sekt. Waldbau anläßl. d. 150-Jahr-Jubiläums der Gründung des landw. Studiums in Brno/ČSSR am 15. November 1966
- Mayer, H.: Äsungsauswahl beim Gamswild. Allg. Forstztg., 1967 (im Druck)
- Mayer, H.: Waldbauliche Probleme in nadelbaumreichen Wäldern. Allg. Forstztg., 1967 (im Druck)
- Neubacher, F.: Die Gebirgswälder und deren Pflege. Allg. Forstztg., 1963
- Plochmann, R.: Bestockungsaufbau und Baumartenwandel nordischer Urwälder, dargestellt an Beispielen aus Nordwest-Alberta/Kanada. Beih. z. Fwiss. Cbl., 6, 1956
- Rupf, H.: Waldwirtschaft. München, 1951
- Smidt, L.: Beitrag zur Wildschadenfrage. Allg. Forstztg., 1960
- Tschermak, L.: Fragen des Waldbaues im Hochgebirge. Cbl. ges. Forstw., 1925
- Vorreith, M.: Die forstliche Bewirtschaftung der Hochlagen einschließlich der Kampfzone des Waldes in den österreichischen Alpen. Allg. Forstztg., 1960/1963
- Wessely, J.: Die österreichischen Alpenländer und ihre Forste. Wien, 1853
- Wieser, R.: Probleme der Waldbehandlung im Hochgebirge. Allg. Forstztg., 1957
- Wieser, R.: Schutzwaldbehandlung im Hochgebirge. Allg. Forstztg., 1961
- Zöhrer, F.: Wachstum und Zuwachs zweischichtiger Lärchen-Fichten-Bestände im subalpinen Fichtenwald des Lungäues (Ramingstein, Bundschuh/Grubacher Wald). Manuskript. 1966
- Zötl, G.: Handbuch der Forstwirtschaft im Gebirge. Wien, 1831
- Zötl, G.: Über die Behandlung und Anlegung der Bannwäldungen im Hochgebirge. Burgdorf. Nachdruck des Schweiz. Forstver., 1844