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

**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein

**Band:** 127 (1976)

**Heft:** 1

**Artikel:** Die Verjüngung des Gebirgswaldes

**Autor:** Mayer, H.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-765241

**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:** 15.01.2026

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

# Die Verjüngung des Gebirgswaldes[1]

Von *H. Mayer,* Wien

Oxf.: 230:221

(Aus dem Institut für Waldbau der Universität für Bodenkultur in Wien)

## Einleitung

In den letzten Jahrzehnten erfolgte ein entscheidender Wandel bei der Beurteilung von Verjüngungsfragen. Früher standen bestimmte waldbauliche Behandlungstechniken und Verjüngungsverfahren im Mittelpunkt der Überlegungen *(Vanselow,* 1931). Die unbegründete Übertragung von Verjüngungsverfahren, die sich auf bestimmten Standorten und in bestimmten Waldgesellschaften bewährt haben, oder von Betriebsarten (zum Beispiel baumweise Plenterung im fichtenreichen Gebirgswald) musste zu Fehlschlägen führen. Nach Erkenntnissen der Standorts- und Vegetationskunde und aufgrund von bestandesstrukturellen Untersuchungen in Naturwäldern liegen die Ursachen dieser waldbaulichen Misserfolge in einer ungenügenden Berücksichtigung der standorts- und bestandesindividuellen Eigenarten, speziell der ökologisch-biologischen Voraussetzungen, begründet. Die Diskussion um Verjüngungsprobleme muss deshalb für jede waldbauliche Behandlungseinheit (Standortseinheit, Waldgesellschaft) des Gebirgswaldes, nach der Inventur in den ostalpinen Bergwäldern etwa 200 *(Mayer,* 1974), differenziert einsetzen. Dazu reichen weder das vorhandene Grundlagenmaterial noch die zur Verfügung stehende Zeit aus.

Deshalb sollen am Beispiel einer typischen Gebirgswaldgesellschaft, dem subalpinen Heidelbeer-Fichtenwald *(Homogyno-Piceetum myrtilletosum)* mit kombinierter Ertrags- und Sozialwald-Zielsetzung aber vorrangigen Schutzwaldaufgaben, mit Schwerpunkt die im Vergleich zum Tieflagenertragswald spezifischen Aufgaben behandelt werden. Ein *waldbauliches Hauptproblem* im fichtenreichen Gebirgswald ist die Verjüngung überalterter und nachwuchsloser Schutzwälder auf grösseren Flächen ohne nachhaltige Beeinträchtigung der Schutzfunktion. Die wichtigsten Grundlagen für eine erfolg-

[1] Vortrag, gehalten an der Tagung der IUFRO-Abteilung «Waldbau und Umwelt» in Istanbul, 1975.

versprechende und zielgerechte Verjüngung eines typischen subalpinen Fichten-Schutzwaldes unter Aufrechterhaltung der Schutzwirkung sollen dargelegt werden (vgl. Mayer, 1975).

## 1. Grundlagenanalyse

*a) Standortserkundung*

Subalpine Höhenstufe (1400 bis 1800 m), gut entwickelte Rohhumuspodsole auf silikatischer Unterlage.

*b) Natürliche Waldgesellschaft*

Subalpiner Fichtenwald mit geringer Lärchenbeimischung (Eberesche); auf wüchsigen Standorten Neigung zu grossflächig einheitlicher Bestandesstruktur und flächigem Bestandeszerfall, auf geringwüchsigeren Steilhangstandorten längere Erhaltung einer grösseren Lärchenbeimischung und einer stabileren Struktur sowie kleinflächigerer Regenerationszyklus; sehr wechselnde Verjüngungswilligkeit; meist moosreiche, stark deckende, bis kniehohe Zwergstrauchdecken in Altbeständen.

*c) Spezielle Schutzwald-Standortserkundung*

Nach Standortsstabilität, Lawinengefährdung, Gefährdungsvorbeugung, Klimaschutz, Immissionsschutz, Wasserhaushalt (Wasserproduktion oder Hochwasservorbeugung), Erholungsfunktionen usw.

## 2. Zielsetzung (Baumartenwahl und Bestandesstruktur)

*a) Ökologisch-biologische Grundlagen*

Nur die natürlich vorkommenden Baumarten Fichte und Lärche (Zirbe, Eberesche) sind standortstauglich.

*b) Ökonomische Gesichtspunkte*

Nach Wuchs- und Wertleistung entsprechen Fichte und Lärche, wobei Fichte leistungsfähiger ist. Ertragskundlich können aber Zweischichtenbestände mit Lärche im Hauptbestand und reichlichem Fichtennebenbestand die Wertleistung reiner Fichtenbestände erreichen und unter Umständen in jüngeren Beständen sogar übertreffen *(Zöhrer,* 1969).

*c) Überwirtschaftliche Gesichtspunkte*

Für eine optimale Wirkung vielfältiger Schutzfunktionen sind folgende waldbauliche Eigenschaften der Baumarten von besonderer Bedeutung:

*Hochwasservorbeugung — Wasserproduktion:* Interzeption, Bodenerschliessung zur Infiltrationsverbesserung, Transpiration.

*Schnee:* Gleitschneegefährdung, Lawinenstabilität, Standfestigkeit, Schneebruch- und -druckgefährdung.

*Steinschlag:* Borkenausbildung, Ausheilungsvermögen, Infektionsgefährdung.

*Wind:* Bewurzelungscharakter, Katastrophenanfälligkeit.

*d) Schutztechnische Gesichtspunkte*

Zur Optimierung der Mehrfachfunktionen, zur Risikoverteilung und Erzielung einer widerstandsfähigen, möglichst dauerhaften Struktur ist eine Mischung von Flach- und Tiefwurzlern, Licht- und Schattbaumarten, Langsam- und Raschwüchsigen und von Pionier- und Schutzbaumarten zweckmässig *(Kuoch,* 1973). Eigenschaften wie Langlebigkeit, lang anhaltende Gesundheit, Vitalität sowie Standfestigkeit sind von besonderer Bedeutung.

*e) Planungsbeispiel bei wechselnder Zielsetzung im subalpinen Heidelbeer-Fichtenwald* (Tabelle)

Für die Wahl der Baumarten und der zweckmässigen Bestandesstruktur steht neben der dominierenden Fichte nur die wechselnd beigemischte Lärche zur Verfügung. Schutztechnisch können die beiden Hauptbaumarten wie folgt charakterisiert werden:

| *Eigenschaften* | *Lärche* | *Fichte* |
|---|---|---|
| *günstig* | geringe Interzeption durch tiefe Bewurzelung, Förderung der Infiltration und Erhöhung der Bestandesstabilität; langlebig und relativ schadenresistent, Überhaltfähigkeit, reichliche Naturverjüngung, rasche Bodendeckung in der Jugend, als Lichtbaumart schichtungserhaltend | hohe Interzeption, stammzahlreiche Schutzwaldbestände, Eignung für den Nebenbestand, langanhaltende Leistungsfähigkeit, Kleinflächenverjüngung möglich |
| *ungünstig* | relative Stammzahlarmut, rasche Verlichtung, geringere | geringere Stabilität, Tendenz zum Schichtungsverlust, |

| | |
|---|---|
| Leistungsfähigkeit, keine Kleinflächenverjüngung möglich | gegen Wind- und Schneekatastrophen anfälliger, verletzungsempfindlicher |

Lärchenreichere Bestände, vor allem Initial- bis Übergangsphasen, zeichnen sich durch günstigere Schutzeigenschaften und besonders hohe Stabilität aus, während fichtenreiche Bestände der Übergangs- bis Schlussphasen wohl leistungsfähiger, aber durch geringere Standfestigkeit und grössere Schadenanfälligkeit schutztechnisch ungünstiger zu beurteilen sind. Mischbestände mit differenziertem Anteil von Fichte und Lärche sind deshalb für Schutzwaldtypen prädestiniert.

Die allgemeinen Hinweise im Planungsbeispiel sind nach lokalen Erfordernissen, Entwicklungszustand und waldbautechnischen Möglichkeiten zu überprüfen. Zur Hochwasservorbeugung sollen über entsprechende Mischung und Schichtung die Interzeption und die Infiltration bei langfristiger Dauerbestockung optimiert werden. Nur lockere, schwach gestufte Mischbestände produzieren optimal grösste Wassermengen gewünschter Qualität. Lediglich lärchenreiche (Schadenresistenz), gut gestufte Mehrschichtenbestände mit stammzahlreichem Nebenbestand garantieren nachhaltigen Lawinen- und Steinschlagschutz. Abwechslungsreich aufgebaute Mischbestände mit Lärchenüberhältern sind besonders landschaftspfleglich. Fichten-Klangholz ist am leichtesten in gestuften, durch Pflege genügend stabilisierten, weitgehend reinen Beständen zu produzieren, Starkholz der beiden Baumarten bei geringerem Betriebsrisiko eher in ausgeprägten Mischbeständen.

Baumartenwahl im subalpinen Fichtenwald bei unterschiedlicher Zielsetzung

| *Zielsetzung* *Hauptfunktion* | *Bestockungsziel* | | *Bestandesaufbau* | *Behandlungsmassnahmen* |
|---|---|---|---|---|
| *Naturwald* (Vergleich) | | | | |
| initiale Phase | 6— 8 Fi | 2—4 Lä | geschichtete, ungleichartigere Struktur, stabilere Phase | |
| terminale Phase | 9—10 Fi | 0—1 Lä | schichtungsarm, grossflächig gleichartige Struktur, labile Phase | |
| *Hochwasserschutzwald* mit optimaler Abflussreduktion und Erosionsvorbeugung | 7 Fi | 3 Lä | fichtenreicher, gut gestufter Mischbestand | trupp- bis gruppenweise Beimischung der Lärche zur Stabilisierung, kleinflächige langfristigere Femelschlagverjüngung |
| *Quellschutzwald* zur optimalen Wasserproduktion nach Quantität und Qualität | 1 Fi | 9 Lä | aufgelockerter Lärchenbestand mit (spärlichem) Nebenbestand | frühe lichtwuchsartige Erziehung, kleinflächige Verjüngung (künstlich) |
| *Lawinen- und Steinschlagschutzwald* zum Dauerschutz gefährdeter Objekte | 3 Fi | 7 Lä | reichgestufter, geschlossener Zweischichtenbestand mit stammzahlreichem Nebenbestand | Erhaltung der initialen Phase durch intensive Kronenpflege der Lärche und frühzeitige kleinflächige Verjüngungseinleitung |
| *Erholungswald und Landschaftspflege* | 5— 7 Fi | 3—5 Lä | vielgestaltiger Aufbau durch fichtenreichere und lärchenreichere Bestände | gruppenweise bis kleinflächige Verjüngung, Pflege zur Stabilitätserhaltung, Lärchenüberhalt |
| *Holzproduktion* Fichten-Wertholz | 10 Fi | | schwach gestufte Hochwaldstruktur | frühzeitige Pflege (und Astung) zur Abkürzung des Produktionszeitraumes und Erhöhung der Stabilität, grösseres Risiko |
| Fichten-Lärchen-Starkholz | 7 Fi | 3 Lä | mehrschichtiger Mischbestand | frühzeitig intensive Pflege, geringeres Risiko |
| *Kombinierter Ertrags- und Schutzwald* | 6 Fi | 4 Lä | Lärchenmischbestand mit trupp- bis gruppenweise beigemischter Fichte und Fichten-Nebenbestand | kleinflächige Verjüngung zur Erzielung des Lärchenanteils, Pflege zur Mischungsregulierung und Stabilisierung |

Ausgewogene trupp- bis gruppenweise gemischte, möglichst gestufte Bestände können Schutz- und Ertragsfunktionen am besten kombinieren, wobei eine weitgehendere oder eingeschränkte Ertragsfunktion berücksichtigt werden kann. Trotz Baumartenarmut gibt es also verschiedene Schutzwaldtypen zur Anpassung an wechselnde Zielsetzungen. In jedem Einzelfall sind von der natürlichen Entwicklungstendenz ausgehend die funktionsoptimale und waldbaulich realisierbare Mischung und Bestandesstruktur abzuleiten.

## 3. Verjüngungsökologische Grundlagen

Umfassende Unterlagen fehlen noch.

### *a) Naturwaldentwicklung*

Bei natürlichem Zerfall des subalpinen Fichtenwaldes durch Lawinen, Erosion (vergleichbar Kahlschlag) zeichnet sich auf Freiflächen eine typische Sukzession ab.

*Lärchenreiche Anfangsphase:* Ziemlich stammzahlreiche Lärchen-Pionierbestockung mit sekundärer Nachverjüngung von Fichte im Schutz der Lichtbaumart.

*Lärchen-Fichten-Übergangsphase:* Gutgestufter Mischbestand mit zunehmend in die Oberschicht durchwachsender Fichte bei abnehmendem Lärchenanteil, starke Ausscheidungstendenz im fichtenreichen Nebenbestand.

*Fichten-Schlussphase:* Wenig gestufter, stammzahlarmer Fichtenbestand mit sporadischer Lärchenbeimischung, auf wüchsigen Standorten auch Neigung zu flächigem Zusammenbruch.

### *b) Fichte*

Untersuchungen verjüngungsarmer bzw. ansamungsfreudiger Kleinstandorte müssen die lokal entscheidenden Faktoren klären.

*Kleinstandort:* Meist optimale Ansamungsbedingungen bestehen bei Mischvegetation mit lockerer Zwergstrauchschicht, reichlich Moosen und azidophilen Kräutern, bei Moderauflage bis geringmächtiger Rohhumusschicht, bodensaurem Keimbett und ausreichender Wasserversorgung während trockener Perioden.

*Lichtfaktor:* Mit zunehmender Höhenlage werden grössere Ansprüche an Licht und Wärme gestellt *(Heisig/Thomasius,* 1968). Erst bei genügender Durchbrechung des Bestandesschlusses von trupp- bis gruppenweisem Umfang ist eine ausreichende Entwicklung gewährleistet *(Kalhs,* 1974). Nach *Geiger* (1941) ergibt sich eine maximale Wärmeversorgung während des Tages bei einem Durchmesser der Femelschlaggruppen mit $1^1/_2$- bis 2facher Höhe des umgebenden Bestandes.

*Ökologisch optimale Breite des saumweisen Verjüngungsfeldes:* Im fichtenreichen Erzgebirge haben Thomasius / *Bretschneider* (1970) die waldbaulich minimale, optimale und kritische Saumschlagbreite für verschiedene Hochlagen indirekt aus dem Höhenwuchs gleichalter gepflanzter Fichten mit zunehmender Entfernung vom Altbestand abgeleitet. Unter einer Breite von 0,5 bis 1,0 Bestandeshöhe zeigten die Fichten unterdurchschnittliches Wachstum. Am besten wuchsen die Pflanzen in 25 bis 40 m Entfernung (1- bis 1,5fache Altbestandeshöhe). Bei noch grösserem Abstand vom Altbestand (1,5- bis 2,5fache Bestandeshöhe) lässt die Wüchsigkeit durch den zunehmenden Kahlflächeneffekt nach.

*Moderholzverjüngung:* Im subalpinen Fichtenwald nimmt die Häufigkeit der Ansamung auf Moderholz deutlich zu *(Eichrodt,* 1969). Günstigere Entwicklungsaussichten als auf dem Waldboden bestehen durch kürzere Schneebedeckung, längere Vegetationszeit, geringere Pflanzenausfälle durch Gleitschnee, gleichmässigere Wasserversorgung, geringere Konkurrenzierung durch Hochstaudenflur, Zwergstrauchheide oder Gräser. Auf Moderholz zählte *Hillgarter* (1971) in der Jungwaldphase 5000 lebensfähige Fichten/ha, auf Waldboden nur 1200 Individuen/ha.

*Möglicher Unterdrückungszeitraum:* Geeignet für einen langen Unterdrückungszeitraum mit nachfolgend vitalem Umsetzen sind nur Schattbaumarten. Nach Untersuchungen von *Schütz* (1969) kann der Unterdrükkungszeitraum im tannenreichen Plenterwald 200 Jahre vor allem bei Tanne, aber auch bei Fichte überschreiten mit Extremwerten von 260 bis 280 Jahren. Im subalpinen Fichtenwald dürften keine so langen Zeiträume erreicht werden.

*Sonstige Verjüngungshindernisse:*

— Gefährdung durch Frosttrocknis auf grösseren Freiflächen im Spätwinter *(Tranquillini,* 1956)

— starker Befall (bis Ausfall) durch Schneepilze *(Herpotrichia nigra)* in Kleinlücken des Bestandes (Schneelöcher), luvseitigen Mulden und Wächtenlagen *(Donaubauer,* 1963)

— starke Behinderung der Verjüngung durch flächige Zwergstrauchheiden und Grasdecken infolge erheblicher Wurzelkonkurrenz *(Bülow,* 1964, *Horvat / Marolt,* 1969)

Verjüngungsökologisch entscheidend ist im subalpinen Fichtenwald das Standortsmosaik (Kuoch, 1973) infolge der ausgeprägteren Umweltdifferenzierung hinsichtlich Lokalklima, Keimbett, Samenangebot und Vegetationskonkurrenz. Natürlich verjüngbare und unverjüngbare Kleinstandorte kommen auf engem Raum benachbart vor. In verjüngungsfreundlicheren Mosaikteilen kann die Entwicklung bei Keimen, Fussfassen und Auf-

wachsen der Baumarten wieder verschieden geartet sein. Durch das eingeengte Holzartenspektrum, oft nur Fichte, sind verjüngungsökologische Grenzwerte häufiger, während in Tieflagen durch mehrere Baumarten die meisten Kleinstandorte leichter zu bestocken sind.

*Geeignete Standortsrasse:* Voraussetzung für eine nachhaltige Bestandesstabilität ist das Vorkommen einer einheimischen geeigneten Standortsrasse. Naturverjüngung von künstlich eingebrachten, meist schneegebrochenen Tieflagen-Fichten scheidet aus. Die in grösseren Abständen auftretenden Vollmasten reichen für eine ausreichende Naturbesamung im allgemeinen aus (Kuoch, 1965).

*c) Lärche*

Auf verjüngungsfördernde Faktoren hat *Auer* (1947) hingewiesen: Kleinere bis mittlere Freiflächen mit genügendem Lichtgenuss, zumindest fleckenweise anstehende Rohböden mit ausgeglichener Bodenfrische, möglichst geringe Konkurrenz durch niedrigwüchsige kraut- und moosreiche Bodenvegetation, Fehlen einer Humusauflage. Plätzeweise Bodenverwundung fördert für die Pionierbaumart entscheidend die Ansamungsdichte.

## 4. Naturverjüngung und Kunstverjüngung

Selbst in der Jungwuchsphase des Naturwaldreservates Brigels sind je ha nur 1200 Individuen lebensfähig (Hillgarter, 1971). Bis zum 20. Lebensjahr fallen rund 90 Prozent eines Jahrganges infolge der extremen Lebensbedingungen aus. Durch das sehr langsame Jugendwachstum wird das Dickungsstadium erst mit 50 bis 75 Jahren erreicht. Die Vitalität ist im allgemeinen stark reduziert. Pro ha kommen nur etwa 100 Bäume über 40 Jahre alt und unter 8 cm BHD für den zukünftigen Bestand in Frage, wobei der Erneuerungsvorgang mindestens 100 Jahre dauert.

Bei mosaikartiger Textur des Schutzwaldes und schubweisem Absterben der Oberschicht reicht der Nachwuchs zeitweise nicht aus, so dass eine Nichtbewirtschaftung der Schutzwälder ihre Schutzfunktion in Frage stellt. In vielen Fichtennaturwäldern erfolgt eine so rationelle individuenarme Regeneration, dass exogene Störungen (Wild, Weidevieh) die Naturverjüngungsfähigkeit rasch in Frage stellen.

Infolge der mit der Höhenlage rasch zunehmenden unverjüngbaren Kleinstandorte, zur Vermeidung längerer verjüngungsloser Zeiträume und zur Sicherung der kontinuierlichen Schutzfunktion ist eine kombinierte Natur- und Kunstverjüngung zweckmässig, wobei die Vor- und Nachteile nicht nur kurzfristig, sondern auch langfristig abzuwägen sind.

| | *Naturverjüngung* | *Kunstverjüngung* |
|---|---|---|
| *Vorteile* | natürliche Rottenbildung<br>standortsgemässe Baumarten<br>günstige Struktur durch Ungleichalterigkeit<br>hohe Stabilität durch Mosaikaufbau<br>geringer Pflegeaufwand in der Jungwuchsphase<br>billiges Verfahren<br>günstige nachhaltige Schutzfunktion | Verkürzung der Verjüngungszeitraumes<br>rasche und gleichzeitige Deckung der Flächen<br>Mischungsmöglichkeiten nach Waldbauziel<br>höhere Massenleistung bei kürzerem Produktionszeitraum<br>Ertragssteigerung (Holzproduktion) |
| *Nachteile* | sehr langer Verjüngungszeitraum<br>längere Gefährdungsdauer<br>örtlich ungenügende Verjüngung<br>meist keine zielgerechte Mischung (Lärchenanteil)<br>längerer Produktionszeitraum | ungünstige Struktur in älteren Phasen<br>verringerte Stabilität durch höhere Schlankheitsgrade und kürzere Kronen<br>grössere Gefährdung durch Wind und Schnee<br>kürzere Lebensdauer bei Freiflächenaufwuchs |

Eine zielbewusste Kombination von Natur- und Kunstverjüngung kann die Nachteile beider Verjüngungsformen vermeiden. Nach Möglichkeit sollten durch aktive Massnahmen (Bodenbearbeitung, Lichtstellung usw.) alle Möglichkeiten der Naturverjüngung voll ausgeschöpft werden, um die Vorteile der späteren langfristigen Stabilitätserhöhung auszunützen. Die Kunstverjüngung sollte mit Schwerpunkt vor allem dort eingesetzt werden, wo flächigere Verjüngungshemmnisse bestehen, bei vergreisten Beständen nur rasche Kunstverjüngung Gefährdungsphasen verhindert und Ergänzungen, zum Beispiel von Rottenverjüngungen, notwendig werden.

*Schutztechnische Gesichtspunkte für die Kunstverjüngung:* Wenn auch durch langfristige intensive und zielbewusste Pflege Kunstverjüngungsbestände relativ stabil werden können, so sollen schon bei der Pflanzung alle Möglichkeiten zur Bestandesdifferenzierung und Stabilitätserhöhung, insbesondere bei grösseren Flächen, ausgenützt werden, um den Gefahren gleichmässiger Verjüngung durch mangelnde Kronenausbildung und Bestandesstufung zu begegnen: Berücksichtigung aller verjüngungsgünstigen Kleinstandorte wie Rücken, Stöcke, Moderhölzer — truppweise Kollektivpflanzung zur Schaffung stabilisierender Rotten, Vermeidung regelmässiger Pflanzverbände — Nachbesserung vor allem zur Komplettierung von Rotten

— Ausnützen der natürlichen Nachverjüngung bei kleineren oder grösseren Lücken zur Erhöhung der Ungleichalterigkeit und Stufigkeit — Vermeidung zu hoher Stammzahlen (3000—4000/ha) bei wüchsigen Standorten.

## 5. Planung des Verjüngungsablaufes

Hier gelten zunächst die allgemeinen, für den Ertragswald zugeschnittenen Überlegungen, wobei dann aber die schutzwaldtechnischen Erfordernisse voll zu berücksichtigen sind.

### *a) Allgemeine zeitliche Ordnung*

*Verjüngungszeitpunkt:*

*untere* Grenze bei überwiegender Ertragsfunktion: Relativ früher ökonomischer oder ertragskundlicher Verjüngungszeitpunkt; Kulmination der durchschnittlichen Wertleistung bzw. Unterschreiten der kritischen Kreisfläche *(Leibundgut,* 1973)

*obere* Grenze bei überwiegender Schutzfunktion: Relativ später Verjüngungszeitpunkt je nach Stabilität des Bestandes und physiologischem Lebensbereich der Altbäume; Ende des Verjüngungszeitraumes spätestens mit Erreichen der physiologischen Altersgrenze. Entscheidend ist im Schutzwald für die Bemessung des Verjüngungszeitpunktes die Entwicklungsdauer der Verjüngung bis zur Schutzwirksamkeit.

### *b) Allgemeine räumliche Ordnung*

*Verjüngungstechnische Aspekte:* Kontinuität des Verjüngungsganges, Standfestigkeit des Restbestandes durch Deckungsschutz und Pflegestabilisierung.

*Bringungstechnische Gesichtspunkte:* Verjüngungsbeginn an den Transportgrenzen, ausreichende generelle Wegerschliessung zur Vermeidung von Schäden an der Verjüngung, am Bestand und am Boden.

### *c) Schutzwaldtechnische Raum-Zeit-Phasenplanung*

Im Schutzwald muss darüber hinaus die dauernde Schutzwirkung in der Verjüngungsphase gewährleistet sein, wobei durch den langen speziellen Verjüngungszeitraum 50 ( 30 bis 70) Jahre die Verjüngung in strukturell einheitlichen Beständen schon relativ früh einsetzen muss, damit nicht durch Überalterung der restliche Schutzwaldbestand vorzeitig zusammenbricht. Grundlage für eine fundierte Planung muss eine Entwicklungsprognose in der Schutzwaldeinheit sein, für die folgende Erhebungen notwendig sind:

*Bestandesstrukturelle Analyse:* Analyse der Entwicklungsphasen (strukturell deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufe von Waldbeständen) nach Mischung, Schichtung, Individuenreichtum, Vitalität, Mortalität, Stabilität, Zuwachs, Entwicklungstrend, Altersstruktur usw.

Jungwuchsphase
Initialphase
Optimalphase
Terminalphase
Zerfallphase
Verjüngungsphase

*Feststellung der Waldtextur:* Für die Stabilität und künftige Entwicklung, insbesondere auch für die Dringlichkeit der Verjüngung und den möglichen Verjüngungszeitraum des Schutzwaldbestandes ist die Waldtextur ausschlaggebend, das horizontale Verteilungsgefüge der stabileren und labileren Entwicklungsphasen. Charakter, Flächenform, Flächenanteil und lokales Mosaik der auftretenden Phasen erlauben eine fundierte Beurteilung des gegenwärtigen Schutzwaldbestandes (Abb. 1).

*Entwicklungsprognose:* Eine mittel- bis langfristige Prognose der natürlichen Entwicklung kann daraus unter Berücksichtigung der spezifischen Altersstruktur und des Altersrahmens der Entwicklungsphasen von der Verjüngungs- bis zur Zerfallsphase, des erreichbaren physiologischen Alters der Baumarten und des zeitlichen Verlaufes der Walderneuerung abgeleitet werden. Dazu müssen mit Schwerpunkt dynamische Elemente wie Vitalität, Entwicklungstendenz, Zuwachstrend und Mortalität ausgewertet werden. Aus dem voraussichtlichen Entwicklungsverlauf lassen sich zeitliche Stabilitäts- und Labilitätsphasen lokal fixieren, grossflächige schutzunwirksame Zerfalls- und Verjüngungsphasen voraussehen und langfristig ungefährdete Bestandesteile ohne Behandlungsdringlichkeit ausscheiden.

Natürlicher Entwicklungsablauf im *Reservat Brigels* (Hillgarter, 1971):

| *Phase* | *Phasendauer (Jahre)* | *nachhaltiger Flächenanteil (%)* | *aktueller Flächenanteil (%)* | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | *I* | *Höhenstufe* | *II* |
| Jungwaldphase | 80—130 | 19—20 | 19 | | 13 |
| Optimalphase | 200—260 | 40—46 | 61 | | 35 |
| Terminalphase | 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 um so besser werden die Schutzwirkungen erfüllt. Besonders in der zweiten Höhenstufe besteht die Gefahr einer verminderten

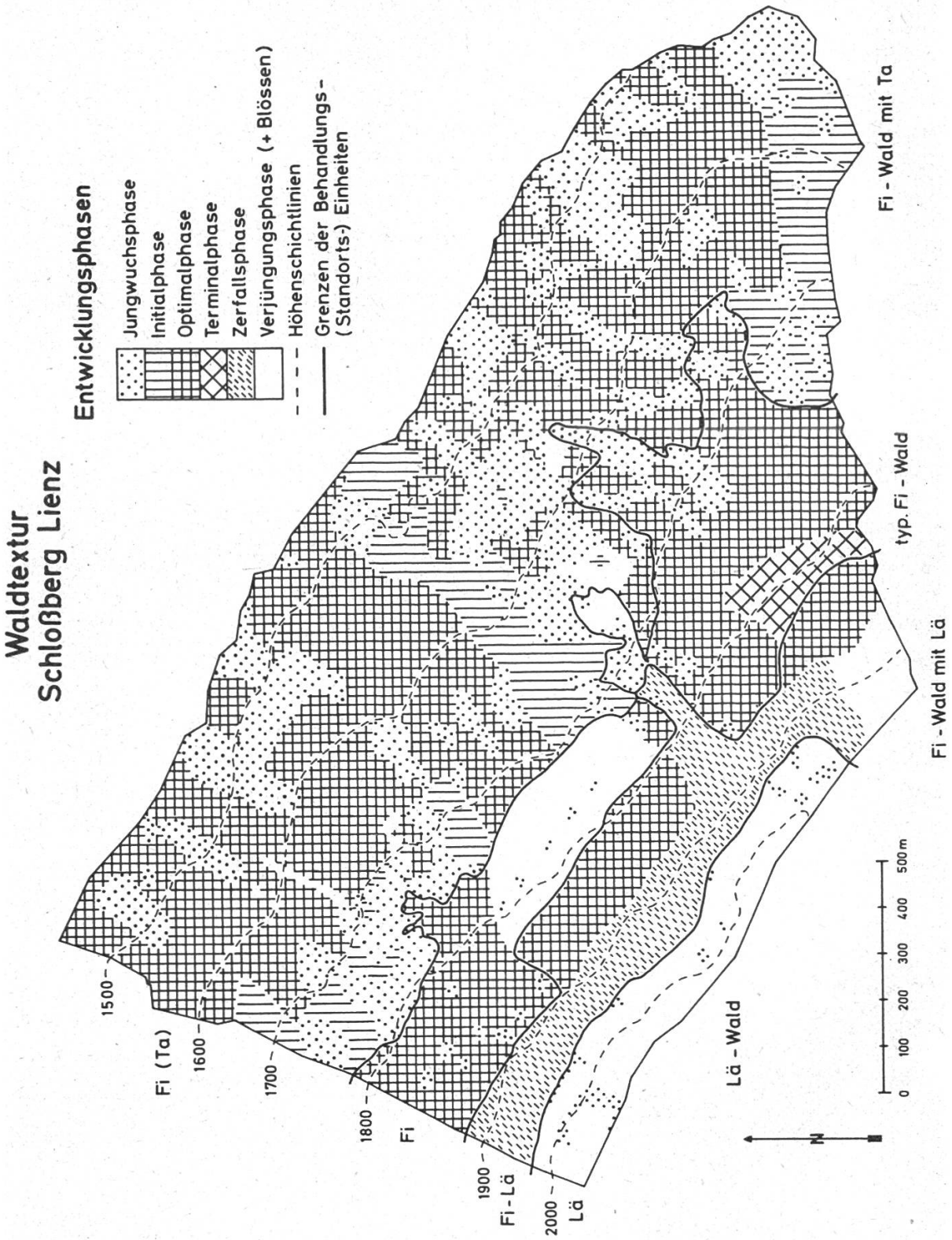
Waldtextur
Schloßberg Lienz
Entwicklungsphasen
Jungwuchsphase
Initialphase
Optimalphase
Terminalphase
Zerfallsphase
Verjüngungsphase (+ Blössen)
Höhenschichtlinien
Grenzen der Behandlungs-
(Standorts-) Einheiten
1500
1600
1700
1800
1900
2000
Fi (Ta)
Fi
Fi-Lä
Lä
Fi - Wald mit Ta
typ. Fi - Wald
Fi - Wald mit Lä
Lä - Wald
N
0
100
200
300
400
500m

*Abbildung 1*

Stabilität, wodurch sich der Zwang zu aktiven Verjüngungsmassnahmen ergibt.

Aufschlussreich ist die Entwicklungsprognose für das subalpine *Fichtenwaldreservat Rauterriegel,* in dem durch lokal überhöhten Wildstand in der Verjüngungsphase entwicklungsfähiger Nachwuchs fehlt, wodurch Kahlflächen ständig zunehmen (Mayer, 1967, 1973). Abb. 2.

| *Phase* | *Altersrahmen* | *Flächenverteilung* | | |
|---|---|---|---|---|
| | *Jahre* | 1975 | 2000 | 2025 |
| Optimalphase | 100—125 | 9 | — | — |
| Optimal-Terminalphase | 125—150 | 58 | 26 | — |
| Terminalphase | 150—175 | 13 | 23 | 20 |
| Zerfallsphase | 175—225 | 11 | 26 | 20 |
| kahle Verjüngungsphase | — | 9 | 25 | 60 |

Schon nach 25 Jahren wird nur noch die Hälfte der Gesamtfläche von stabilen Beständen eingenommen und nach rund 50 Jahren überwiegen labile Terminal- und Zerfallsphasen. Selbst sofortige künstliche Verjüngung könnte bei dem relativ kurzfristigen Entwicklungszyklus den teilweisen Verlust der Schutzfunktion nicht mehr auffangen, da 30 bis 50 Jahre bis zur Schutzwirksamkeit der Verjüngung vergehen. Eine phasengerechte Verjüngung hätte bereits vor 25 bis 50 Jahren aktiv einsetzen müssen, als die Zerfallsphase entstand.

Zeitliche Verzögerungen der Verjüngung (durch überhöhte Wilddichte oder Waldweide infolge überdurchschnittlichen Ausfalles des Nachwuchses) führen also relativ rasch zum Verlust der Schutzfunktion.

## 6. Wahl der Betriebsart und des Verjüngungsverfahrens

*a) Waldbauliche Alternativen* (vgl. Bayerischer Wald, *Zierl,* 1972)

*Naturwaldentwicklung:* Waldbauliche Nichtbehandlung; vorübergehendes plenterartiges Gefüge, das wieder verlorengeht, kleinflächige ungleichalterige Phasenverteilung; keine nachhaltige Schutzwirkung durch Phasen unzureichenden Schutzes infolge schubweisen Absterbens der Oberschicht und zögernder Naturverjüngung.

*Einzelplenterung:* Homogenisierung der Bestände durch gleichmässige Auflockerung, Verlust der Schichtung, weitgehende Auflösung der stabilisierenden Kollektivbildung (Rottenstruktur), Zunahme der Gleichalterigkeit, Verlichtung der Hochlagenbestände mit Vergrasung, Ausbleiben der Verjüngung in den zu kleinen wärme-, licht- und schneeungünstigen Lücken.

*Grossflächenverjüngung* (Kahlschlag): Gleichalterige Bestände mit gleichförmiger Struktur, grössere Schneebruchanfälligkeit, rascheres Jugendwachstum, stärkerer Wuchsabfall im Alter.

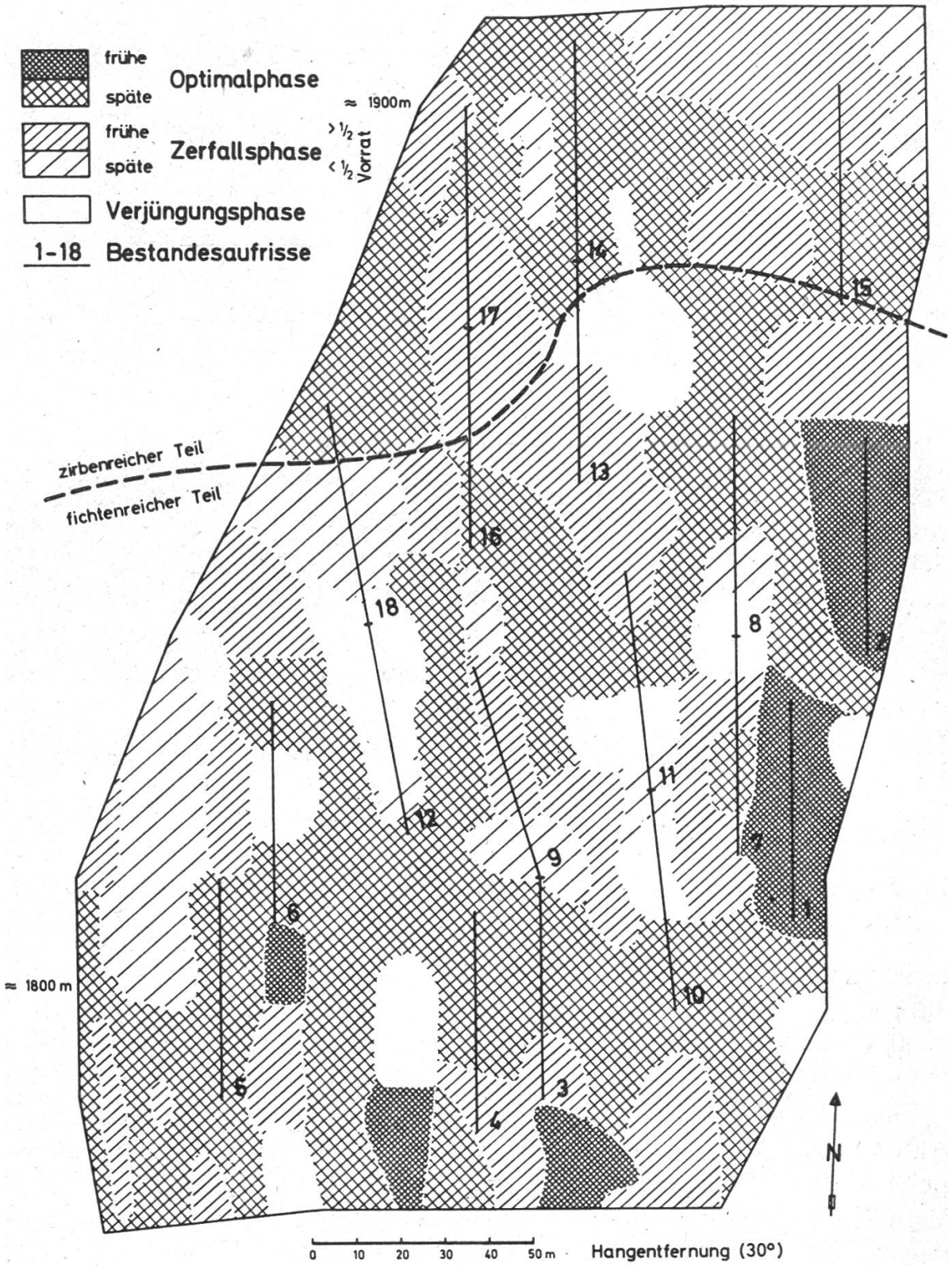


*Abbildung 2.* Waldtextur im subalpinen Steilhang-Fichtenwald Rauterriegel.

*Femelschlag:* Erfolgreiche Verjüngung durch ungleichmässige Auflockerung, plätzeweise Bodenverwundung zur Aktivierung der Naturverjüngung; kombinierte Kunst- und Naturverjüngung.

*b) Gruppen- bis horstweiser Femelschlag (Abb. 3)*

Nach Naturwaldentwicklung und Zielsetzung bietet ein gruppen- bis horstweiser Femelschlagbetrieb mit kombinierter natürlicher und künstlicher Verjüngung die günstigsten Voraussetzungen (vgl. schweizerischer Femelschlag) unter freier, nach spezieller Zielsetzung abgeleiteter Hiebsführung. Unter initiativer Schaffung von gruppen- bis horstweisen Verjüngungszentren und bei Beachtung der Transportgrenzen und Rückelinien werden Femel-, Saum- sowie Schirmschlag und Gruppenplenterung, auch kleinflächige Kahlhiebe, in vielen Kombinationen verwendet. Die notwendige schutztechnische und nutzungstechnische Beweglichkeit erfordert eine ausreichende Aufschliessung.

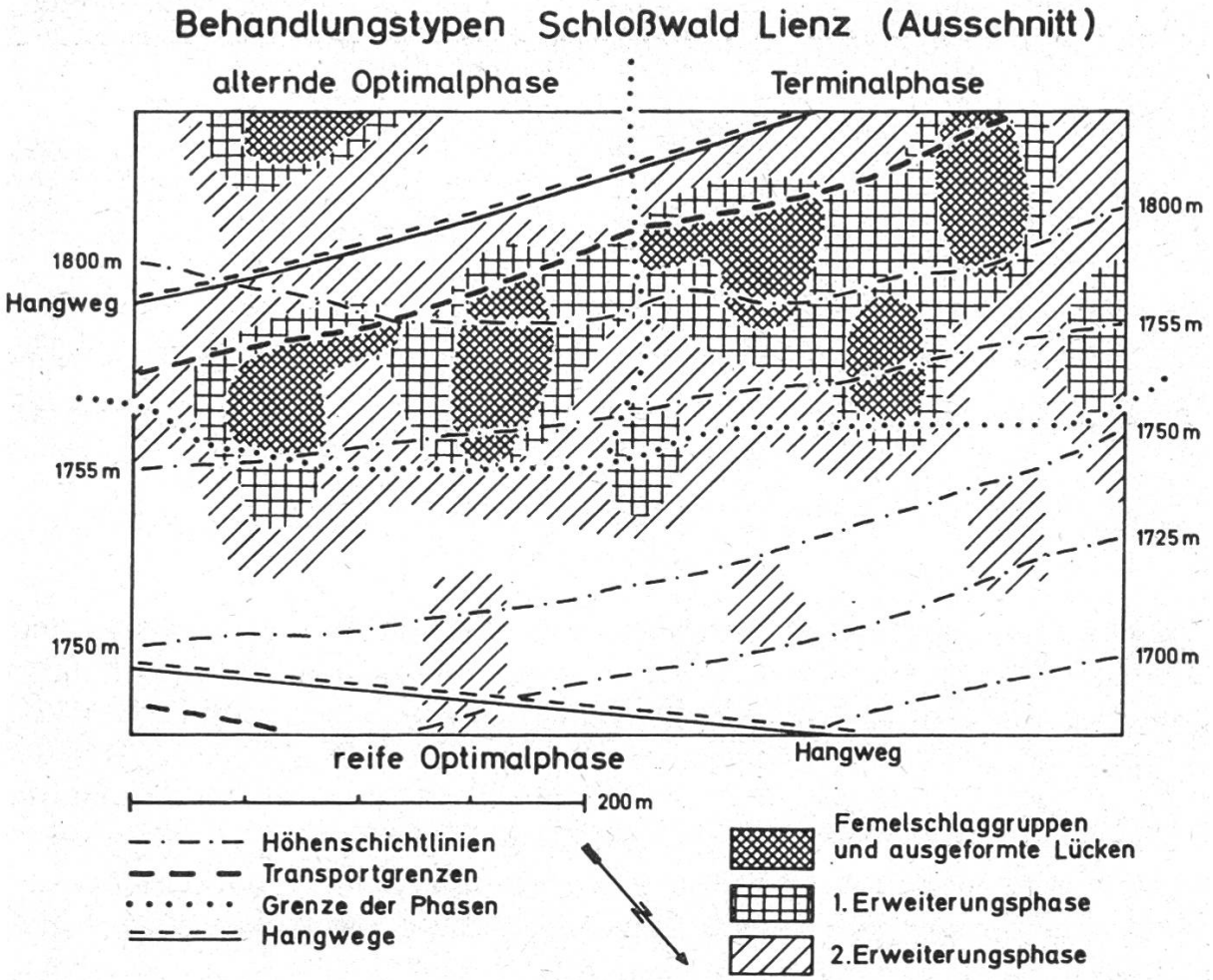


*Abbildung 3*

## 7. Notwendige Voraussetzungen für eine erfolgversprechende und zielgerechte Verjüngung im Gebirgswald

*a) Nachhaltige Lösung der Wildfrage im Schutzwaldbereich*

Durch Ausrottung des Raubwildes, Einführung der Winterfütterung, kumulative Biotopverarmung und optimale Hege des Wildes sind die Schäden vielseitig: Verbiss, Ausfall der stabilisierenden Mischbaumarten, Schälschäden mit nachhaltig starker Reduktion der Bestandesstabilität, Verlust der Verjüngungsfähigkeit, akute Gefährdung der Schutzfunktionen, Vereitelung des Erfolges der Hochlagenaufforstung, Zerstörung von Naturwaldreservaten.

*b) Trennung von Wald und Weide*

Intensivierung der Alpweidenutzung und Verbesserung der Weideflächen.

*c) Nutzungstechnische Voraussetzungen*

Ausreichende Wegerschliessung, Entwicklung verbesserter Nutzungsmethoden und Maschinen (Kurzstrecken-Seilkräne).

*d) Ausreichende forstbetriebliche Infrastruktur*

Zweckmässige Forstorganisation, verbesserte Ausbildung, genügendes Forstpersonal.

*e) Ökonomische und forstpolitische Erfordernisse*

Abgeltung der Bewirtschaftungserschwernisse, Sicherstellung des Mindest-, Pflege- und Verjüngungshiebsatzes zur nachhaltigen Schutzwaldwirkung.

## Schlussbemerkung

Die Verjüngung der Gebirgswälder setzt eine eingehendere Analyse und Planung als beim Ertragswald voraus, da die schutzwaldtechnischen Belange eine weit vorausschauende phasengerechte Behandlung in der kritischen Verjüngungsphase erfordern. Nur durch die Kenntnis der Naturwaldentwicklung und der ökologisch wesentlichen Verjüngungsgrundlagen kann standorts- und bestandesindividuell eine zielgerechte Verjüngung der Schutzwälder in Angriff genommen werden, wenn durch eine kombinierte statische und dynamische Analyse nicht nur kurzfristig, sondern gleichzeitig auch mittel- bis langfristig die Gesamtentwicklung beurteilt wird. Auf diesen Grundlagen und der Zielsetzung aufbauend, lässt sich das jeweilige Verjüngungsvorgehen begründet ableiten. Für dieses Vorgehen wurde am Beispiel des subalpinen Heidelbeer-Fichtenwaldes ein Konzept entwickelt.

## Résumé

### La régénération de la forêt de montagne

Les échecs de la régénération naturelle enregistrés jusqu'ici sont dus principalement à la transposition de méthodes de rajeunissement schématiques dans des forêts aux conditions de station différentes des endroits où les méthodes ont été mises au point. L'exemple de la pessière subalpine à myrtille permet d'examiner l'adaptation des méthodes à la vocation protectrice de ces associations forestières. Après une analyse détaillée de la production et de la protection assurées par les essences en station principales, le mélèze et l'épicéa, l'auteur présente différents buts culturaux s'adaptant à des objectifs changeants. A cause des dégâts du gibier, du pâturage en forêt, et aussi à cause de la présence de petites stations où l'on ne peut rajeunir, la régénération naturelle ne suffira souvent pas à couvrir les besoins, de sorte que le recours à la régénération artificielle peut être nécessaire. A la plantation déjà, il y a lieu de différencier les peuplements afin d'en augmenter la stabilité. Lors de la planification de la régénération en forêt protectrice, il faut veiller à assurer l'apparition du jeune bois suffisamment tôt pour que la pérennité de la fonction protectrice soit assurée lors de la dislocation du vieux peuplement. Le jardinage individuel et la coupe rase de grande étendue n'entrent pas en ligne de compte, alors que le régime en mosaïque suisse, grâce à ses multiples possibilités de variation, est tout à fait approprié. Pour que la forêt de montagne se régénère avec succès, il importe de régler définitivement la question du gibier, de réaliser le cantonnement en forêt et pâturage ainsi qu'une desserte suffisante, enfin de mettre sur pied une organisation forestière adéquate. *Traduction: J.-P. Sorg*


*Literatur*


*Auer, Chr.:* Untersuchungen über die natürliche Verjüngung der Lärche im Arven-Lärchenwald des Oberengadins. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. *25,* 1947

*Bülow, G. v.:* Fichten-Naturverjüngung in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Allg. Forstztschr. *19,* 1964

*Donaubauer, E.:* Über die Schneeschütte-Krankheit *(Phacidium infestans,* Karst) und einige Begleitpilze. Mitt. Forstl. Bds. Vers. Anst. *60,* 1963

*Eichrodt, R.:* Über die Bedeutung von Moderholz für die natürliche Verjüngung im subalpinen Fichtenwald. Beih. Ztschr. Schweiz. Forstver. *45,* 1969

*Geiger, R.:* Das Standortsklima in Altholznähe. Mitt. Akad. Dt. Forstw., 1941

*Heisig, J.* und *Thomasius, H.:* Studie über den Einfluss der Lichtverhältnisse im Bestand sowie der Höhenlage auf die Verjüngungsfreudigkeit der Fichte. Archiv f. Forstw. *17,* 1968

*Hillgarter, F.-W.:* Waldbauliche und ertragskundliche Untersuchungen im subalpinen Fichtenwald Scatlé/Brigels. Diss. ETH Zürich, 1971

*Horvat-Marolt, S.:* Die natürliche Verjüngung der Fichte auf den Kahlflächen des Pohorljegebirges und die Konkurrenzverhältnisse im Wurzelraum. Ljubljana. Sonderdruck, 1969

*Kalhs, J.:* Struktur und Entwicklungsdynamik im subalpinen Fichtenwald Schlossberg/Lienz. Diss. BOKU Wien, *4,* 1974

*Kuoch, R.:* Der Samenabfall 1962/1963 an der oberen Fichtenwaldgrenze im Sertigtal. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw. *41,* 1965

*Kuoch, R.:* Zur Struktur und Behandlung von subalpinen Fichtenwäldern. Schweiz. Ztschr. f. Forstw. *123,* 1972

*Kuoch, R.:* Zur Pflege und Verjüngung subalpiner Fichtenwälder. In: 100 Jahre BOKU Wien, *4,* 1973

*Leibundgut, H.:* Grundbegriffe und Technik der waldbaulichen Planung. Schweiz. Ztschr. f. Forstw. *124,* 1973

*Mayer, H.:* Das Fichten-Naturwaldreservat Rauterriegel am Eisenhut bei Turrach. Cbl. ges. Forstw. *83,* 1967

*Mayer, H.:* Möglichkeiten und Grenzen der Schalenwildhege im Gebirgswald. In: Wald + Wild, Beih. Ztschr. Schweiz. Forstver. *52,* 1973

*Mayer, H.:* Wälder des Ostalpenraumes. Ökologie der Wälder und Landschaften. Bd. 3. Herausgegeb. v. Prof. Dr. *F. K. Hartmann,* Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart, 1974

*Mayer, H.:* Gebirgswaldbau — Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. 1976. Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart

*Schütz, J.:* Etude des phénomènes de la croissance en hauteur et en diamètre du sapin *(Abies alba* Mill.) et de l'épicéa *(Picea abies* Karst.) dans deux peuplements jardinés et une forêt vierge. Diss. ETH Zürich, 1969

*Thomasius, H.* und *Bretschneider, D.:* Bestimmung der waldbaulich optimalen Schlagbreite für Fichte im Gebirge beim Saumschlagverfahren. Archiv f. Forstw. *19,* 1970

*Tranquillini, W.:* Vom Existenzkampf des Baumes im Hochgebirge. Jb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflz. u. -Tiere, München, 1956

*Vanselow, K.:* Natürliche Verjüngung im Wirtschaftswald. Neudamm, 1931

*Zierl, H.:* Der Hochwald. Untersuchungen über die Fichtenbestände in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Beih. Forstwiss. Cbl. *33,* 1972

*Zöhrer, F.:* Bestandeszuwachs und Leistungsvergleich montan-subalpiner Lärchen-Fichten-Mischbestände. Forstwiss. Cbl. *88,* 1969