

# Aufbau, Entwicklungsdynamik und Verjüngung von Latschenbeständen im Karwendeltal in Tirol

von *Johann Hafenscherer* und *Hannes Mayer*

Latschenwälder schützen in mittleren und tieferen Hanglagen Kulturland, Straßen und Siedlungen vor Erosion. Über der Waldgrenze bilden sie eine breite Vegetationsstufe. Dies sind die umfangreichsten Natur-, ja Urwälder der Alpen.

Schon seit Jahrzehnten sind diese Latschenwälder durch überhöhte Gamswildbestände, den Winter- und Sommertourismus sowie durch Nutzungen für die Kosmetikindustrie stark gefährdet. In den letzten Jahren hat ein lokal schon flächiges Latschensterben eingesetzt. Die Ursachen sind erst teilweise untersucht. Schadstoffe in der Luft spielen dabei eine entscheidende Rolle. Absterbende Latschenwälder müssen rasch wieder verjüngt werden. Dazu müssen Verjüngungsdynamik und Wuchsentwicklung der Latschenwälder bekannt sein. Erstmals konnte jetzt der komplizierte Lebensablauf geklärt werden, der den extremen Standortsbedingungen sehr gut angepaßt ist.

Auf allen Standorten verjüngt sich die Latsche zunächst durch Samen. Sobald sich ein Latschenbestand geschlossen hat, bilden sich neue Individuen nahezu ausschließlich durch die Bewurzelung absinkender älterer Äste im humusreichen Oberboden. Junge und alte Individuen stehen so kleinflächig nebeneinander, daß Latschenwälder durch Jahrzehnte, ja Jahrhunderte immer gleich aussehen können.

Wo Latschenwälder auf extremen Standorten durch Nutzung oder durch Luftschadstoffe zerstört werden, kann es über der Waldgrenze 200 bis 500 Jahre und länger dauern, bis sich wieder eine schutzfähige Latschenbestockung entwickelt. Die Schadstoffe in der Luft müssen deshalb rasch entscheidend vermindert und alle flächigen Eingriffe in die Latschenwälder beendet werden. Wenn dies nicht geschieht, werden schwerwiegende Schäden im darunterliegenden Schutzwald sowie an Straßen und Kulturland einsetzen.

Aus dem Waldbau-Institut der Universität für Bodenkultur, Wien.

Über die Latsche existiert eine umfangreiche botanische und vegetationskundliche Literatur (SCHROETER, SCHARFETTER, PAULSCHÖNAU, AICHINGER), die aber ungenügend waldbauliche Gegenwartsfragen beantworten kann. *Gefährdungen* der Latschen-Schutzwaldbestände sind vielfältig: Überhegte Gamswildbestände, zunehmend ausgedehnte Nutzungen für die Herstellung von Kosmetik-Artikeln, flächige Eingriffe für den Skitourismus (Seilanlagen und Skipisten), ungeklärtes flächiges Absterben und nunmehr beginnende Schädigung durch Fernimmissionen. Wie hoch oder wie niedrig ist die biologisch-ökologische Belastbarkeitsgrenze anzusetzen? Wie rasch kann sich die Latsche regenerieren? Wie kann man direkt und indirekt die Verjüngung der Latsche begünstigen? Soll man plentern oder femeln? Auf diese offenen Fragen, die für die Schutzwaldpflege in einer Zeit steigender Ansprüche der Öffentlichkeit an den Bergwald von Bedeutung sind, gibt die Untersuchung eine erste Antwort. Nur in Initialphasen dominiert die Samenverjüngung, in reifen Phasen verjüngt sich die Latsche fast ausschließlich vegetativ durch Zweigableger, das heißt durch Bewurzelung der am Boden aufliegenden Äste.

*Primäre Latschenbuschwälder* sind natürliche Lebensgemeinschaften. Sie sind die umfangreichsten Naturwald-, ja Urwaldbestände in den Alpen. Durch den extremen Standort, den geringen wirtschaftlichen Wert und die schwierige Begehrbarkeit haben sie sich bis heute naturnah erhalten. Seit Jahrzehnten und Jahrhunderten haben die subalpinen Latschenbestände eine physiognomisch einheitlich erscheinende Struktur. Diese strukturelle Kontinuität über Jahrhunderte und vielleicht Jahrtausende ist nur mit dem tropischen Regenwald vergleichbar. Latschenbestände können als ungleichaltrige Plenterwälder besonderer Art angesprochen werden, deren entwicklungsdynamischer Strukturwandel einmalig ist. Die generativ angekommenen Latschen wachsen in die Oberschicht durch. Mit zunehmendem Alter sinkt der Latschen-Hauptast infolge Schwerkraft oder Belastung (Lawine, Steinschlag) in die untere Ober- bis Mittelschicht ab, verjüngt sich durch Astbewurzelung vegetativ und

der Ablegerast steigt wieder die die Oberschicht auf. Dieser oftmalige positive und negative Bestandessoziologische Schichtenwechsel kann sich über Jahrhunderte bis Jahrtausende wiederholen. Durch den mosaikartigen Aufbau dieser Stadien ergibt sich die physiognomische Kontinuität, ein zeitlich wie strukturell kleinflächig differenziertes Werden und Vergehen.

Die Natur hat für diesen Extremstandort eine einmalige Entwicklungsdynamik entwickelt, damit der Schutzwaldspezialist Latsche auf die Dauer existieren und vegetieren kann. Wir Bergbewohner werden heute immer mehr durch das Waldsterben infolge Immissionen in eine ökologische Extremsituation gedrängt. Nur wenn wir rechtzeitig, ausreichend und ähnlich beweglich mit intellektuellem Einsatz positiv vorbeugen oder durch leidvolle Katastrophenverluste retrospektiv ähnlich vielseitig reagieren, können wir in den kommenden extremen Situationen nachhaltig weiter existieren.

### 1. Problemstellung

Die Latsche (*Pinus* [montana] mugo var. prostrata ssp. mughus, Alpen-Dinariden; *P. pumilio* HAENKE, abgesplitterte Ost-Areale) besitzt eine weite vertikale Verbreitung (inneralpin bis 2400 m, Relikte bis 450 m), wobei sie von subalpinen zu tiefmontanen Lagen durch Konkurrenz auf immer extremere Spezialstandorte verdrängt wird. Maximales Auftreten primär in hochsubalpinen klimabedingten Waldgrenzbestockungen der Rand- und Zwischenalpen (Latschengürtel 1800—2000/2200 m, Waldersatzgesellschaft seit dem Subboreal) und in edaphisch oder lokalklimatisch extremen Gesellschaften (subalpin-montan); reliktsch auf subalpinen-tiefmontanen Hochmoorstandorten der Alpen, des Alpenvorlandes und des herzynischen Gebirges (MAYER 1984). Durch ausgeprägten Pioniercharakter erweitert die niederwüchsige Latsche ihr Areal bei natürlichen und anthropogenen Katastrophen auf Initialstandorten (MAYER 1974).

Zwar existieren viele botanische (systematische) Veröffentlichungen, aber keine, die sich eingehend mit der Entstehung, Entwicklungsdynamik und vor allem mit der Verjüngung der langfristig „unver-

änderlich“ erscheinenden Latschenfelder befassen. Besonderheiten der Latschenbestände:

- Über der Waldgrenze langfristig physiognomisch einheitliche Reinbestände.
- Sehr stabile Strukturen, keine ausgedehnten Zerfallsphasen wie im subalpinen Fichtenwald.
- Keine flächige Ansamung.
- Latschenäste streichen liegend, bevor sie sich aufrichten.

Im Karwendeltal geht die Latschenbuschwaldgrenze durch flächiges Absterben von Ästen und Gebüsch zurück. Ursachen sind nicht offensichtlich.

## 2. Methodik — Begriffe

Die Latschenbestände wurden klassifiziert und mit Hilfe eines Orthophotos (1:5000) kartiert. Von charakteristischen Beständen wurden Teilflächen (5—10 × 5 m) aufgenommen, die eine Entwicklungsfolge als Phase oder als Stadium vermuten ließen. Unter „Phase“ wird eine strukturell deutlich unterscheidbare Entwicklungsstufe innerhalb einer bestimmten Waldgesellschaft (Assoziation), unter „Stadium“ eine Entwicklungsstufe innerhalb einer Entwicklungsreihe verschiedener Gesellschaften (Sukzessionsserie) verstanden (LEIBUNDGUT 1959).

Erfaßt wurden die unterschiedlich starken Hauptäste, die vom Boden aufsteigen und durch ihre räumliche Stellung für Struktur oder Entwicklung wesentlich erscheinen. Auf die Darstellung von Kronen und Ästen höherer Ordnung mußte verzichtet werden. Von jeder Fläche wurden Stammscheiben (ca. 280) mit dem Jahresringmeßgerät ausgewertet. Für die Analyse war eine Trennung in generativ (Samen) und vegetativ (Astbeurzelung) entstandenen Individuen notwendig.

- *Gruppe A — generative Pflanzen* haben einen Wurzelhals, von dem mehrere Hauptäste ausgehen, die mit unterschiedlich vielen Ästen höherer Ordnung die charakteristische Gebüschform bilden.
- *Heterogene Gruppe B — vegetative Individuen:*  
*B1: Ablegeräste* — sekundär unterirdisch be-

wurzelte Äste mit noch erkennbarem Verbindungsastteil zur Ursprungspflanze.

*B2: Selbständige Hauptäste* — von der Ursprungspflanze unabhängige Äste, welche die Struktur geschlossener, alter Gebüschkomplexe bestimmen. Unterirdische Astteile sind sekundär bewurzelt, nach mehreren Metern meist abgestorben. Durch geringe Aststärke, liegende Abschnitte stammähnliche Wuchsform. Das Alter kann nur relativ, der Wachstumseigenständigkeit entsprechend angegeben werden (Nachweisbarkeitsgrenze). Als Vergleichsbasis wurde die älteste Austrittsstelle, meist die letzte noch lebende Aststelle gewählt.

Die quantitative Charakterisierung dynamisch-biologischer Individuenmerkmale verdeutlichte die Entwicklung. Zur Klärung der Naturverjüngung und zur Skizzierung der Physiognomie von Latschenfeldern waren gesonderte Aufnahmen notwendig (vergleichbar Waldtexturkartierung). An der aktuellen hochsubalpinen Latschen-Buschwaldgrenze wurden Gebüschgruppen analysiert und repräsentative Schadbilder von Prof. Dr. E. FÜHRER identifiziert.

## 3. Untersuchungsgebiet

### 3.1 Lage, Gliederung (Abb. 1)

Das nördlichste Ost-West verlaufende Hochgebirgstal des Karwendelgebirges liegt im nördlichen randalpinen Fichten-Tannen-Buchenwaldgebiet. Das sonnseitige Untersuchungsgebiet (ca. 2000 ha) läßt sich in den stark gegliederten Abschnitt Kirchlbach-Angeralm und in den von Almwirtschaft geprägten Abschnitt Angeralm-Hochalm (ausgeglichenere Relief) gliedern.

### 3.2 Klima

Für die ausgeprägte niederschlagsreiche, subozeanische, randalpine Niederschlags-Staulage sind typisch: Schneereichtum, starke Bevölkerung, ca. 1400 bis 2100 mm Jahresniederschlag (Sommaximum), humide Sommer und mäßig kalte Winter, mittlere Jahrestemperatur 6,2° C (Scharnitz, 960 m). In den abgeschlossenen Tallagen ist das Klima relativ extrem. Langanhaltende Niederschläge und örtliche

Starkregen (130—150 mm/Tag) unterstreichen die Bedeutung der Bewaldung für Niederschlagsrückhalt und Bodenschutz. Von der Lawinengefährdung hängt die Verteilung von Wald-Latschen- und Rasengesellschaften wesentlich ab.

### 3.3 Standörtliche Charakteristik

Das Karwendel mit ausgeprägter Reliefenergie gehört zu den nördlichen Kalkalpen. Die Gesteinsdecken (Trias-, Jura- und Kreidezeit) streichen fallend nach Süden (HEISSEL 1977). Nach AMPFERER (1924) überwiegt Wettersteinkalk; auf der Hochalm und kleinflächig Muschelkalk, örtlich Reichenhaller Schichten.

Es wechseln unterschiedlich entwickelte Rendzinen, Rohböden und örtlich Kalksteinbraunlehm. In Tallagen mittel- bis tiefgründig, zum Teil verbraunt (Mull-Moder), auf Steilhängen und Schutt-reissen flachgründig, in Hochlagen spaltengründig (Tangelhumus). Erosionsanfällige Standorte überwiegen, auf denen flächige Nutzungen und Katastrophen zur regressiven Entwicklung führen.

### 3.4 Waldgesellschaften

Der Fichten-Tannen-Buchenwald (*Abieti-Fagetum*) tritt infolge Höhenlage und extremer Standorte nur kleinflächig auf. Geologisch und expositionsbedingt dominieren trockene Karbonat-Gesellschaften, die soziologisch zur Alpendost-(*Adenostyles glabra*)Gruppe gehören (MAYER 1974). Die graublättrige Alpendost-(*Adenostyles alliariae*)Artengruppe kommt nur lokal bei gesteigerter Feuchtigkeit (Braunlehm, Hangsickerwasser, Schluchten, extreme Schneelage) vor. Wirtschaftswälder sind nur in Talmulden und lawinengeschützten Hanglagen (ca. 163 ha). Die Funktionen der Wälder für Bodenschutz, Hochwasservorbeugung und Lawinenschutz überwiegen; durch Überalterung und Schälschäden nimmt die Schutzerfüllung der Hochwaldbestockung rasch ab. Latschenersatzgesellschaften nehmen zu (FISCHER 1985).

#### Höhenstufen und Gesellschaften:

- *alpin* (über 2000 m): Horstseggen-Blaugras-halde.

- *hochsubalpin* (1750—2000 m): Ausgedehnter Latschengürtel mit kleinflächigem Wechsel von bisiphilen und azidophilen Ausbildungen; Baumgrenze bei 1900 m.
- *tiefsubalpin* (1550—1750 m): Morphologisch und anthropogen bedingt fehlt oft der Fichtenwald. Fichten-Latschenwälder im engen Kontakt zu Latschen-Ersatz- und Pioniergesellschaften; Bereich der Almen.
- *hochmontan* (1250—1550 m): Fichten-Tannenwaldstreifen auf lawinengeschützten Hangstandorten und im Tal. Latschenbestände als Waldersatzgesellschaften in Lawinenstrichen, als Pioniergesellschaften auf Schutt, Grobblock, Fels. Latschenreiche Regenerationsstadien als Katastrophenfolgebestände auf Schlußwaldstandorten. Fichtenwälder mit Latsche als weiterentwickelte Dauergesellschaften auf flachgründigen Standorten.
- *montan* (600—1250 m): Fichten-Tannen-Buchenwald im Kontakt mit standortextremen Latschengesellschaften; Legbuchenbestände lösen auf Lawinenkegeln (Schneeschildpflanzge-fährdung) die Latsche ab. Fichtenbestände im Tal entstammen Aufforstungen.

In allen Gesellschaften kann Latsche als Pionier bei initialen Phasen und Kalkschuttdominanz auftreten, während sich Lärche nur auf der bodenfrischen Schattseite reichlicher verjüngt. Bei gesteigerter Feuchtigkeit ist in Hochlagen Grünerle beigemischt, die auf den trockenen Südhängen nur fragmentarisch auftritt. Im benachbarten Hinterautal kommen auch Lärchen-Zirbenwaldrelikte, Engadiner-Kiefern- und Spirken-Gesellschaften vor (VARESCHI 1931, 1934).

### 3.5 Geschichte

„Karwendel“ bezieht sich auf einen altdeutschen Personennamen „Gerwendil“, „Gerbintla“ 1305 (FINSTERWALDER 1934). Die Holzlieferung zur Haller Saline rentierte sich nicht; Holznutzungsrecht von ca. 1500 bis 1803 bei Hochstift Freising und Gemeinde Mittenwald.

Entscheidend für das unbewohnte Naturschutzgebiet (seit 1928) waren Almwirtschaft und die

große Bedeutung als Jagdgebiet (seit Kaiser Maximilian, 1490—1519). Die frühzeitige, ab 1850 intensive Wildhege (Fütterung, Almankauf zugunsten der Jagd) führte zum Ansteigen vor allem des Rotwildstandes und, verstärkt durch erzwungenes Überwintern des Rotwildes in den wenigen lawingeschützten Beständen, zum untragbaren Ansteigen der Wildschäden (Maximum um 1970; 300 Stück Rotwild, ca. 700 Gemsen). Auf Initiative von Forstdirektor R. RENNER und Prof. Dr. R. FELDNER wurde das Rotwild seit 1977 auf ca. 20, das Gamswild durch „Großeinsatzjagden“ auf ca. 400 Stück reduziert. Durch Auflassung der Fütterung sollte dem Rotwild die Abwanderung aus dem ungeeigneten Winter-Biotop ermöglicht werden (FELDNER 1981).

#### 4. Klassifizierung und Kartierung der Latschenbestände

##### 4.1 Alpenrosen-Latschengebüsche als hochsubalpine Schlußwaldgesellschaft (Rhododendro hirsuti-Pinetum mugii)

Über der Waldgrenze auf mäßig steilen Hängen großflächige Bestände (1700—2000 m). Dominierend spaltengründige Alpenmoder- und Tangelhumus-Rendzinen, verzahnt mit Kalksteinbraunlehm. Vaccinien, Rhododendron und Moose zeigen die Bodenreifung. Dieser Typ entspricht weitgehend der azidophilen Ausbildung (Pinetum mugii silicicum, Rh. h. — M.p. vaccinietosum), wobei randlich und mosaikartig bei gering entwickelten Rendzinen die basiphile Ausbildung (Pinetum mugii calcicum, Rh. h. — M.p. typicum) auftritt (AICHINGER 1930, 1949, MAYER 1974). Sporadisch sind Birke, Lärche, Eberesche, Zwergmispel, auf frisch bis feuchten Standorten Grünerle (Variante) beigemischt. Mit Annäherung an die Waldgrenze steigt der Anteil der Fichte.

##### Entwicklungsdynamische Ausbildungen:

- *Typische Ausbildung*: Flächig geschlossene Reinbestände als dominierende Schlußwaldgesellschaft; Kalkschuttzeiger (*Dryas octopetala*, *Adenostyles glabra*, *Erica carnea*) treten zu-

rück; CA. (Charakterarten): *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*; *Rhododendron hirsutum*, vereinzelt *Rh. ferrugineum*.

- *Grünerlen-Ausbildung*: Kleinflächig verteilt an feuchten Verebnungen (meist Almbereich) und an Sickerwasserrinnen. Reichlich Weiden, Birken und Ebereschen; CA.: *Adenostyles alliariae*, *Imperatoria ostruthium*, *Petasites albus*, krautige Frischezeiger, *Carex ferruginea* (Hochstaudenflur).
- *Almflächen-Ausbildung*: An Verebnungen in Einzelgebüsche aufgelöste Bestände, unter der Waldgrenze die Wiederbewaldung einleitend; CA.: *Veratrum album*, *Rumex alpinus*, *Urtica dioica*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca rupicaprina*, *Crepis alpina*, *Trifolium pratense*.

##### 4.2 Schneeheide-Latschengebüsche als hochsubalpine-montane Dauergesellschaften (Erico-Pinetum mugii)

Geomorphologisch und edaphisch bedingt unterschiedlich große Bestände (dominierend zwischen Kirchl bach und Angeralm), die durch Standortmosaik und starke Reliefgliederung eng mit den Schlußwaldgesellschaften verzahnt sind. Auf den flachgründigen, erosionsanfälligen Rendzinen und Protorendzinen dominieren Kalkschuttzeiger (*Dryas octopetala*, *Adenostyles glabra*, *Erica carnea*). Die Einheiten entsprechen weitgehend der basiphilen Ausbildung (Rh.h.-Pinetum mugii typicum, AICHINGER 1949, MAYER 1974). Wuchsleistung und Bestandesstrukturen variieren durch unterschiedliche Standorte erheblich; Wuchsformen mehr niederliegend. Durch das günstigere Klima sind montane Latschengebüsche nie Reinbestände.

###### 4.2.1 Flachgründiger Fels-Typ

Strauchreiche, wenig geschlossene Bestände (geringwüchsig); anstehender Fels, trockene Tangelhumus-Rendzinen; CA.: *Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idaea*, Moose weitgehend fehlend.

###### 4.2.2 Felswand-Typ

In humosen Felsspalten und auf Felsbändern ungleichaltrige Einzelgebüsche und Trupps; nur bei

geringer Steilheit und in Tieflagen Inschlusstreten mehrerer, sehr geringwüchsiger Individuen; CA.: *Primula auricula*.

#### 4.2.3 Schuttreissen-Typ

Große Sektoren auf unterschiedlich konsolidierten Hangschuttböden; vom Bestandesrand zum Bestandeszentrum Abnahme von Rohböden, Protorendzinen (Kalkschuttzeiger) und Zunahme von Tangelhumus-Rendzinen wechselnder Gründigkeit (*Vaccinien* und Säurezeiger). Großflächige Bestände sind häufig von Schuttbändern durchzogen, wobei ursprünglich getrennte Besiedlungsstreifen zusammenwachsen. Bestandesränder verlaufen nach Schuttbewegung geradlinig oder ungleichmäßig durch isolierte Pionierbüsche. CA.: *Dryas octopetala*, *Veronica fruticans*, *Silene vulgaris*, *Erica carnea*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Rhododendron hirsutum*.

#### 4.2.4 Grobblock-Typ

Auf dem trockenen Standort wurzelt die Latsche in humosen Spalten. Vom Haldenzentrum (dominierend vegetationsloser Rohschutt) mit inselförmigen Einzelgebüsch (initiales Stadium) zum Rand mit Schlußwaldbaumarten (Fichte) und vergeilender Latsche in der Unterschicht läßt sich die Entwicklung verfolgen. *Amelanchier ovalis*, *Lonicera alpigena*, *Sorbus aria*, *Betula pendula* und verschiedene Weidenarten; CA.: *Asplenium viride*, *Erica carnea*, *Vaccinium vitis-idea*, *Tortella tortuosa* und Flechten.

#### 4.2.5 Schluchten-Typ

Kurze, kühl feuchte Vegetationszeit und felsige Standorte begünstigen die Latsche; gruppenweise Grau- und Grünerle, Eberesche, Bergahorn und Birke auf nährstoffreicheren Standorten. Durch wechselnden Kleinstandort kein Bestandesschluß. CA.: *Adenostyles alliariae et glabra*, *Petasites albus*, *Carex ferruginea*, Laub- und Lebermoose.

### 4.3 Schneeheide-Latschengebüsch als tiefsubalpine-montane Waldersatzgesellschaften

#### 4.3.1 Lawinengassen-Lawinenschuttkegel-Typ

Durch Akkumulationen am Lawinenkegel feinerde-

reiche, verbrauchte Humuskarbonatböden (Mull, Moder); in Lawinengassen unterschiedlich entwickelte Rendzinen. CA.: *Mercurialis perennis*, *Prenanthes purpurea*, *Hepatica nobilis*, *Dactylis glomerata*, *Calamagrostis varia*, *Rubus idaeus*, *Atropa belladonna*, *Fragaria vesca*.

Die artenreichen Latschenbestände sind durch unterschiedlich hohe Gruppen mosaikartig aufgebaut, Sträucher und Baumarten dringen ein. Montan lösen Buchen und Bergahorn bei hoher Schneeschimmelgefährdung die Latsche ab.

#### 4.4 Schlußbaumartenreiche Latschengebüsch als tiefsubalpine-montane Übergangsgesellschaften

Heterogener Typ, in dem Baumarten (Flächenanteil weniger als 30%) die Latsche überwachsen; meist einzel- oder truppweise verteilte Fichten in der Oberschicht.

*Primäre Ausbildung:* Auf edaphisch weniger extremen Standorten (fortgeschrittene Boden- und Vegetationsentwicklung) belegt sie bei geringer Lawinengefährdung die progressive Entwicklung, z. B. am Rand von Grobblockhalden, im Zentrum konsolidierter Schutthalden oder am Rand von Lawinenkegeln.

*Sekundäre Ausbildung:* Nach Rodungen im Almbereich und Zerstörung der Waldkrone (jahrhundertelanger Weideeinfluß) sekundäre (auch erweiterte) Lawinenbahnen. Im Almbereich Regenerationsphasen nach Weiderückgang. Kennzeichnung: Lage in der Waldzone, ursprünglich geringe Lawinengefährdung, durchschnittliche Standorte, dominierende Arten von Schlußwaldgesellschaften, vergeilendes Wachstum der Latsche und durchschnittlicher Zuwachs der Baumarten, Waldzeugen wie Stümpfe oder Wurzelteller, Ausscheidung als Wald in alten Karten.

### 5. Die Verjüngung der Latschenbestände

In den Latschenbeständen auf überwiegend reifen Standorten sterben selten (Katastrophen) Gebüsch ab. Weitgehendes Fehlen von Zerfallsphasen und generativer Verjüngung deuten auf vorwiegend vegetative Erneuerung von Latschenbeständen hin (vgl. Grünerle, RUBLI 1976). WESSELY (1853)

beschreibt „sich niederlegende Latschenzweige, welche Wurzeln schlagen“. Nach KUOCH-AMIET (1970) hat die aufrechte Bergföhre eine mittlere Tendenz zur Koloniebildung.

### 5.1 Vegetative Verjüngung

Bei mehrere Generationen alten Gebüschkomplexen durchzieht meist ein in alle Richtungen verlaufendes, mehrere Lagen hohes Astnetz den Boden. Die jüngsten oberen Lagen bilden bewurzelte Latschenäste, die geschlossene Bestände aufbauen. Diese Ableger und selbständige Hauptäste weichen in der Wuchsform (mehr stammähnlich) und im Zuwachsverlauf von der ursprünglichen generativen Gebüschform ab.

Die für die Latsche *spezifische vegetative Entwicklung* umfaßt folgende Stadien (Abb. 2):

- **Primäre Ablegerbildung** (Abb. 3a): Von generativen Gebüschern kommen ältere Äste am Boden zu liegen (Eigengewicht, Schneedruck) und werden durch sekundäre Bewurzelung zu Ablegerästen; vgl. Fichte (KUOCH-AMIET 1970).
- **Verselbständigung**: Die Ablegeräste wachsen hangabwärts weiter; ältere liegende Astabschnitte werden fortschreitend bewurzelt; die Verbindungsteile zur Initialpflanze sterben ab und werden zersetzt.
- **Sekundäre Ablegerbildung** (Abb. 3b): Durch Miteinbettung von Seitenästen werden selbständige „Hauptäste“ zu Ablegerbildnern. Diese sekundären Ableger von primären Ablegern können die Entwicklung fortsetzen. Abiotische und biotische Schäden (Fäulebefall), Reliefhindernisse usw. beenden die Verjüngungsentwicklung.

Der Zuwachs kulminiert wiederholt über mehrere Jahrzehnte entsprechend der periodischen Bewurzelung unterirdischer Astabschnitte. Zwischen Astdurchmesser und Bewurzelung besteht eine enge Beziehung (Abb. 3). In Richtung des neu eingebetteten, jüngeren Astabschnittes fällt der Durchmesser ab und steigt mit Annäherung an die jüngste Austrittsstelle wiederum an. Durch Miteinbettung und Bewurzelung mehrfacher Verzweigungen kön-

nen stockwerkähnliche Abschnitte entstehen, von denen Hauptäste (Beispiel C<sub>1</sub>, Abb. 4) abzweigen, die selbst wiederum Ableger (C<sub>2</sub>) gebildet haben.

*Altersangaben* stoßen bei selbständigen Hauptästen an *Nachweisbarkeitsgrenzen*. Die Austrittsstelle (60—140 Jahrringe) variiert nach Wachstums- und Standortfaktoren. Die physiologische Altersgrenze (älteste noch lebende Astabschnitte) selbständiger Hauptäste kann mit ca. 240 Jahren angegeben werden (bis 210 Jahrringe gezählt); älter als ca. 170jährige Astabschnitte sind meist abgestorben und teilweise vermorscht. Oberirdische Astteile sind bis 140 Jahre alt.

### Die vegetative Verjüngung fördern:

- geschlossene, astreiche Bestände genetisch oder ökologisch bedingt (Schnee, Schutt) niederliegender Individuen
- moos- und zwergstrauchreiche Bodenvegetation, die rasch aufliegende Astteile überwächst (vgl. vegetative Verjüngung der Fichte an der Baumgrenze, KUOCH-AMIET 1970)
- ausgeglichene Bodenfeuchte
- mächtige Humusauflage (gereifte Tangelhumus-Rendzina)
- hohe Schneelage im Winter, die auch starre Äste durch Faserstauchung nachhaltig niederdrückt.

Die meisten begünstigenden Faktoren kennzeichnen Klimaxstandorte und charakterisieren gleichzeitig die sehr spärliche generative Verjüngung. Während die generative Bestandenserneuerung auf initialen Standorten mit gering entwickelten Rendzinen (Pionierphase) dominiert, wird sie mit zunehmender Boden- und Vegetationsentwicklung (Terminalphase, dystrophe Tangelhumus-Rendzina) von der vegetativen Verjüngung abgelöst.

### 5.2 Generative Verjüngung

*Überdurchschnittliche Ansamung* (bis 10 Jungpflanzen/10 m<sup>2</sup>) begünstigen: Skelettreiche, gering entwickelte, unbeschattete Humuskarbonatböden, die dem *Dryas octopetala*-Stadium (BRAUN-BLANQUET 1964) entsprechen; gering deckende bis feh-

lende Streuauflage; konsolidierter Schutt; geringe Konkurrenz durch Zwergsträucher (*Erica*, *Rhododendron*, *Vaccinium*); geschützte Standorte (Gebüschrand bis 5 m entfernt); gesteigerte Feuchtigkeit (Schluchtstandorte), bei trockenen Standorten durch hohe Luftfeuchte ersetzt.

*Verjüngungshemmend:* Fortgeschrittene Boden- und Vegetationsentwicklung mit deckenden Zwergsträuchern (klimaxnahe und Klimaxgesellschaften) sowohl unter Latschenschirm als auch in unbestockten Lücken; Hitzelücken mit sehr trockenen Humusaufgaben; Schneelöcher (*Carex ferruginea*); Brandböden geringer Wasserkapazität (GRABHERR 1936); Beschattung (Lichtanspruch zwischen Lärche und Schwarzkiefer, LÄMMER-MAYR 1919).

*Besiedlungszeitraum* bis zur Bodenbedeckung (1 ha mit 2500–3000 Latschen): Bei Lawinenschuttkegel (viele günstige Kleinstandorte) weniger als 50 Jahre; im subalpinen Latschengürtel mehr als 100 Jahre, um auf Almflächen lückige Bestände zu bilden, auf stabilisierten Schuttstandorten auch in Tieflagen mindestens 150 Jahre.

## 6. Bestandesstrukturen und Entwicklungsdynamik

Die Entwicklung von Latschenbeständen kann je nach Standort erfolgen als:

- *dauerstabiler „Vegetativer Typ“* mit kontinuierlicher Verjüngung (Latschengürtel)
- *progressiver „Pionier-Typ“* mit initialer Latschenansamung (Dauergesellschaften)
- *zyklischer „Katastrophen-Typ“* mit vegetativer Verjüngung und aktivierter Latschenansamung (Schuttreissen, Lawinenbahnen)

### 6.1 Entwicklung der hochsubalpinen Klimaxgesellschaft

Den Latschengürtel kennzeichnet ein für die Kalkstandorte charakteristisches Mosaik initialer bis reifer Standorte. Auf Alpenmoder-Tangelhumus-Rendzina und in geschlossenen Gruppen bis Horsten (Höhe bis 3,50 m) erneuert sich der Latschenbuschwald nahezu ausschließlich durch Ablegerbildung. Jedoch durch Wuchsrichtung hangabwärts, randliches Absterben von Ästen (Schneerinnen),

stagnierende Entwicklung bei anstehendem Fels entstehen Lücken, in denen sich die Latsche bei Kalkschuttdominanz ansamen kann. Auch durch vereinzelte Zerstörung von Einzelbüschen infolge Lawinen oder Steinschlag wird die vegetative Verjüngung (ausschließlich bei Neubesiedlung) aktiviert und ergänzt die dominierende vegetative Bestandeserneuerung.

Zum Teil besteht eine ähnliche, jedoch raschere Entwicklung wie bei Dauergesellschaften, wenn ein regressives Stadium (Rodung, Lawine) entstanden ist. Bei Wiederbesiedlungen ist die Dynamik der Bestände genau verfolgbar.

*Generative Phase:* Ähnlich den Initialphasen der Dauergesellschaften kennzeichnen ungleichaltrige (bis über 200jährige) Einzelbüsche auf primären Kalkschuttstandorten (basiphile Ausbildung). Das Schlußvermögen ist herabgesetzt, der Aufbau ist stufig. Von Altbüschchen aus ragen am Boden streichende Äste in benachbarte Gebüsche der azidophilen Ausbildung. Bei fortgeschrittener Bodenreife werden Wurzeln an liegenden Astteilen gebildet. Einzelbüsche sind Initialstellen für primäre Ableger.

*Vegetative Phase* (Abb. 5): Bei fortgeschrittener Boden- und Vegetationsentwicklung (azidophile Ausbildung) dominieren in den geschlossenen, dichten Horsten selbständige Hauptäste, die nach längerer Bodenaufgabe unterirdisch, meist in vermorschten Astabschnitten (bis 200jährig) enden. Strukturelle Änderungen nur astweise. Die Oberschicht beherrschen durch negatives soziologisches Umsetzen (Absinken älterer, schwerer und absterbender Äste) die vitalen jüngeren. Die Bestandeserneuerung erfolgt weitgehend durch sekundäre Ablegerbildung. Von Seitenästen wird die Astbasis mit den sich absenkenden Hauptästen in den Tangelhumus gedrückt, die Krone bleibt aber in der Oberschicht bis Mittelschicht. Generative Verjüngung scheidet durch Lichtmangel, Zwergstrauchkonkurrenz und Schneeschimmelpilz aus. Durch vegetative Verjüngung und Wuchsform (prostrata) findet eine Abwärtsverlagerung statt. Neben Überlappung unterschichtiger Gebüsche können auch kleine Freiflächen entstehen.

## 6.2 Entwicklung der Dauergesellschaften auf Extremstandorten

### 1. Schuttreissen-Typ

Unterschiedlich große, bis in Hochlagen zusammenhängende Bestände (Wuchshöhe bis 4 m) wechseln mit initialen Einzelbüschen und lückigen Gruppen. Die nur teilweise Konsolidierung von Schuttreissen infolge ständiger Bewegung verursacht den unterschiedlichen Aufbau. Gegenüber den einheitlichen Gesellschaften der stabileren, wüchsigen Standorten des Latschengürtels kennzeichnen unterschiedliche Physiognomie und strukturelle Änderungen vom Bestandsrand zum Zentrum.

*Initialphase* (Abb. 6): Auf stabilisiertem Schutt (Dryas octopetala-Polster) kommen generativ verzelte Pionierbüsche an. Durch ungleichmäßige Verteilung besiedlungsfähiger Kleinstandorte, wiederholte regressive Entwicklung und lange Verjüngungszeiträume (50–150 Jahre und mehr) entstehen unterschiedlich große, locker von ungleichaltrigen (bis 250jährige) Gebüsch bestockte Erst-Besiedlunginseln. Die sehr geringwüchsigen Latschen sind oft durch Steinschlag und Schurf geschädigt. Ableger können bei zu initialen Bedingungen (Proto- bis Moder-Rendzina) nicht gebildet werden.

*Übergangsphase* (Abb. 7): Mit zunehmender Boden- und Vegetationsentwicklung breiten sich die primären Besiedlunginseln aus. Im Schutz von Gebüschrändern kommt generative Verjüngung an und leitet das Zusammenwachsen zum locker geschlossenen Bestand ein. Durch Unterschiede nach Dichte, Alter, Höhe, Länge und bei im lichten Schirm ankommender Verjüngung entsteht vorübergehend eine plenterartige Struktur. In älteren Gebüsch senken sich ältere Astteile und liegen am Boden auf, so daß sie sich bei fortgeschrittener Bodenreifung bewurzeln können (primäre Ablegerbildung).

*Endphase*: Geschlossene Bestände sind durch langsames Zusammenwachsen der unterschiedlich entwickelten Ausgangsflächen von einem Mosaik unterschiedlich alter, hoher und dichter Gebüsch aufgebaut (Abb. 8). Vereinzelt und ungleichmäßig sterben so die ältesten Pionierbüsche ab. Die wei-

tere Bestandserneuerung erfolgt durch primäre und sekundäre Ablegerbildung. In den ältesten Gebüsch mit Rhododendron und Vaccinien dominieren selbständige Hauptäste (bis 240jährig). In durch die Wuchsrichtung hangabwärts entstehenden kleinen Freiflächen kommt bei Zwergstrauchkonkurrenz keine generative Latschenverjüngung an, die einen Rhododendron-Pionierstandort benötigt.

### 2. Grobblock-, Fels- und Schlucht-Typ (Abb. 9)

Bei edaphisch und lokalklimatisch herabgesetztem Schlußvermögen auf den Extremstandorten ist die generative Verjüngung in den individuenarmen Beständen nachhaltig möglich.

- *Auf Grobblock* leitet randliche Verjüngung das Zusammenwachsen von Pionierbüschen ein; durch Bodenentwicklung Ankommen von sekundären Pionieren (Lärche, Fichte) und Übergänge zu Blockwäldern.
- *Auf flachgründigem Fels* stocken mehrheitlich generative Latschen in stufigen, noch geschlossenen Beständen (Wuchshöhe bis 2,5 m). Absterbende sinken in die Unterschicht; vereinzelt wachsen Ableger in die Oberschicht ein. Felspalten- und Kadaververjüngung dominieren.
- An Felswänden können sich keine geschlossenen Bestände bilden. Über die wenigen besiedlungsfähigen Terrassen ragen die Latschenäste bis 5 m hinab.
- In Schluchten wechseln kleinstandörtliche Weiden, Bergahorn, Eberesche, Birke, Grün-Grauerle und langsamwüchsige Latsche, die sich auf Protorendzina durch hohe Luftfeuchte reichlich angesamt.

Bei ungestörter Entwicklung (Grobblockstandort, lawinengeschützte Schutthänge der Tieflagen) verdrängen einwandernde Schlußwaldbaumarten die Latschenpioniere. Regelmäßiges Auftreten von Lawinen, Steinschlag oder Überschotterung (Schuttreissen) verursachen eine regressive Boden- und Vegetationsentwicklung, die zum initialen generativen Latschenstadium zurückführt (Abb. 10: durch Steinschlag zerstörte Endphase). „Ein ständiges

Werden und Vergehen“ von Waldgesellschaften des Gebirges, am ehesten noch vergleichbar mit der Dynamik von Aulandschaften.

### 6.3 Entwicklung der Ersatzgesellschaften auf wüchsigen Standorten

Auf Lawinenkegeln, in Tallagen und bei der Wiederbesiedlung aufgelassener Weide- und Katastrophenflächen (Wind, Lawine) erfolgt eine spezifische Entwicklung.

#### ● Lawinen-Kegel-Besiedlung (Abb. 11)

Bei primären und sekundären (Rodung, Waldzerstörung) Lawenstrichen prägen mosaikartig verteilte, progressive und regressive Entwicklungsstufen Bestandaufbau und Struktur.

*Verjüngungsphase* (Abb. 12): Nach Zerstörung von Gebüschgruppen und Baumarten entstehen kleine initiale Freiflächenstandorte, die eine Ansammlung von Latsche und Baumarten ermöglichen. Durch truppweises Aufkommen und saumweise Erweiterung ist der Aufbau bis zum Inschlusstreten gestuft.

*Optimalphase*: (Abb. 13): Bezeichnend sind weitgehender Schluß, allmählicher Ausfall überwachsener Latschen und hoher Zuwachs. Durch Raschwüchsigkeit dominieren lange, relativ dünne Äste. Beigemischte Baumarten wachsen in die Oberschicht ein. Von 50–70jährigen Latschen wird maximale Höhe (über 4 m) erreicht. Durch die begrenzte Fähigkeit zu aufrechtem Wuchs dauert diese Phase nur kurz.

*Terminalphase*: Mit zunehmendem Alter und Durchmesser geht die Wuchshöhe durch Absinken zurück, die Astlänge nimmt zu (bis 7 m). Ableger werden bei ungünstigen Standortsbedingungen und regelmäßige Störungen selten gebildet. Durch niedriges Höchstalter (ca. 150 Jahre) und Katastropheneinwirkung setzt der Zerfall relativ rasch ein. Durchgewachsene Baumarten werden von Lawinen geknickt oder ausgerissen. In entstehenden Freiflächen kommt erneut Latschenverjüngung an.

#### ● Lawinenrand-Standorte und geschützte Standorte

Bereits in der Verjüngungsphase kommen in der Waldstufe Baumarten an, die durch rasches Höhenwachstum und beschattende Konkurrenz die Latschengruppe auflockern. Nach Überwachsen der Pionierart und weiterem Ankommen von Schlußbaumarten fällt die Latsche zunehmend aus. Einzelne Entwicklungsreste in Lücken wachsen als gering benadelte, vergeilte „Hungertypen“ und sterben langsam ab. Die baumartenreichere Terminalphase des Latschenpionierstadiums entwickelt sich weiter zu plenterartigen, latschenreichen Übergangsstadien, und schließlich nach Höhenlage zu den geschlossenen Fichten- und Fichten-Tannen-(Buchen-)Schlußwäldern.

#### 7. Wuchsleistung und Wuchsentwicklung (Abb. 14)

Charakteristisch für Latschenbestände sind:

- maximale Gesamtwuchsleistung (8–12 m Länge, 20 cm  $\varnothing$ ) an der Waldgrenze auf feuchtem Klimaxstandort; größte Holzmasse unterirdisch.
- höherer Durchmesserzuwachs bei generativen Individuen im Einzelstand
- höherer Längenzuwachs bei vegetativen Pflanzen durch Zuwachsimpulse vom Klonbildner
- maximale Zuwächse mit früher Kulmination auf Lawinenkegeln
- wiederholte Zuwachskulmination bei vegetativen Individuen entsprechend der abschnittweisen Bewurzelung
- hohes Alter (generativ bis 250 Jahre) in Hochlagen und auf Extremstandorten, niedriges Höchstalter (ca. 150 Jahre) in Tieflagen auf wüchsigen Standorten durch Weirringigkeit und erleichtertem Schneeschimmelpilzbefall. Nachweisbarkeitsgrenze bei selbständigen Hauptästen 210 (240) Jahre. Die gesamte biologische Lebensdauer einer einst generativ entstandenen und dann mehrfach vegetativ verjüngten Latsche kann daher ununterbrochen über 1000 Jahre betragen.

	Klimax-Typ		Dauergesellschafts-Typ		Ersatzgesellschafts-Typ
	A	B	A	B	nur A
<i>Höchstalter/</i> Nachweisbarkeitsgrenze (Jahre)	212	180	235 (250)	210 (240)	120—150
<i>max. Länge</i> (m)	8—12		<8		<8
<i>max. φ</i> (cm)	28	20	27/23	18	
durchschnittlicher jährlicher <i>Radialzuwachs</i> (mm)	0,4	0,4	0,3	0,3	0,5
durchschnittlicher jährlicher <i>Längenzuwachs</i> (cm)	2,7	4,5	2,5	3,0	7,0
von—bis	0,5—10,0		0,5—6,0		—20

## 8. Rückgang der Latschenbuschwaldgrenze

### 8.1 Physiognomie der aktuellen Buschwaldgrenze (Abb. 15)

An der linienhaften Buschwaldgrenze (2000 m) auf Kalksteinbraunlehm und Tangelhumus-Rendzinen fällt eine extrem hohe Zahl toter (Astspitze meist abgebrochen) und gering benadelter Latschen auf; meist nur 1—2 Nadeljahrgänge. Die Obergrenze geht flächig zurück (vereinzelt Absterben auch an tieferen Felsköpfen und auf Schuttreissen); ebenso in Oberlagen. Ein Streifen von Gebüschleichen und deren Resten (bis 50 m über den rückgängigen Gebüsch) zeugen von einer einst höheren Buschwaldgrenze. Von dem in der Alpenvereinskarte (Ausgabe 1981) kartierten Besatnd im Vogelkar (bis 2200 m), einem lokalklimatisch begünstigten Sonderstandort, fehlen nahezu alle Spuren.

#### Karwendeltal:

##### ● bedingt klimatische Latschengrenze:

- 1980—2030 m, S
- 2050—2100 m, W
- 1950—2000 m, N

#### Nachbargebiete:

##### ● klimabedingte Latschengrenzen, Südseiten

- 2000—2060 m, Brunnstein-Sp.
- 2100—2180 m, Pleisen-Sp.
- 2200—2300 m, Hinterautal
- 2100—2150 m, Nordkette

*Aufnahmen Schichten* (Klimax-Typ: Abb. 15, 1980 m; 2000 m; 1970 m) und *Hochkar* (Schuttreissen-Typ: 1890 m): Fast alle generativen Latschen älter als 60 Jahre (stärker als 6 cm, länger als 150 cm). Tot oder stark geschädigt sind vor allem Einzelbüsche und Äste der oberen und seitlichen Bestandes(Gebüsch-)ränder; 65—70 Prozent der Initialpflanzen sind tot, annähernd 30 Prozent gering vital, nur 5 Prozent vital. Auf ansamungsgünstigen Kleinststandorten ist keine Latschenansamung feststellbar. Vegetative Verjüngung erfolgt in Gebüschgruppen, kann aber nur wenig zur Ausbreitung von Pioniergebüschern und Beständen beitragen. Häufig sind randliche Ablegeräste abgestorben.

### 8.2 Beurteilung der Faktoren

Auflösung des Latschenfeldes im Vogelkar (bis 2200 m), Fehlen von jüngeren Latschen und gene-

rativer Verjüngung deuten auch auf Nachwirkungen von Klimaverschlechterungen (Gletschervorstöße im 17., 18. und 19. Jahrhundert) hin. KRAL (1971) stellte am Dachstein ein Lückigwerden der primären Latschenstufe fest und MAYER-KÖSTLER (1970) dokumentierte die Auflösung abgelegener Latschenfelder im Berchtesgadener Land (z. T. anthropogen verursacht; Beginn vor ca. 150 Jahren). Ungeklärt bleibt die lokale Beschränkung im Karwendel und die ausbleibende, seit 1930 am Dachstein beobachtete (BAUER 1958) Vegetationsverbesserung.

Hinweise auf eine vermutete Insektenkalamität (Diprionidae) konnten auch von SCHWANNINGER (Diplomand des Forstentomologie-Forstschutz-Institutes) nicht gefunden werden. Bei einigen (vor allem abgestorbenen) Ästen war die Schadensursache nicht klar. Prof. Dr. E. FÜHRER stellte an repräsentativen Latschenästen akute Gamsverbißschäden fest (untypisches Schadbild durch Abäsen von Nadelspitzen und Austreiben belassener Knospen). Die akuten Verbißschäden als Folge extremer Gamswildbestände führen zur Schwächung und konzentriert zum Absterben von Initialpflanzen und Ablegern. Natürliche Komponenten sind durch anthropogen-zoogene Faktoren kaum trennbar überlagert. Zur exakten Klärung sind Pollenanalysen und umfassendere Arbeiten im gesamten Karwendel unerlässlich (Oberbayern, Südtirol).

### Zusammenfassung

Im niederschlagsreichen randalpinen Karwendeltal bilden Latschenbestände dauerwirksame Bodenschutzwälder. Die stabilen Strukturen sind durch Widerstandsfähigkeit der Latsche, generative und überwiegende vegetative Verjüngung sowie negatives soziologisches Umsetzen rückgängiger Individuen bedingt. Zur einwandfreien Analyse mußten

generativ angekommene Latschen (Höchstalter ca. 250 Jahre) und vegetativ entstandene (Ablegeräste sowie selbständige Hauptäste, Nachweisbarkeitsgrenze 210 Jahre) getrennt werden. Aufbau, Struktur und Entwicklungsdynamik beeinflussen Bodenreifegrad, Katastrophendisposition, Wuchsentwicklung (-form) und Verjüngungsart.

Die Dynamik der Latschen-Klimaxgesellschaft wird von der vegetativen Verjüngung geprägt, generative Verjüngung kommt ergänzend auf mosaikartig verteilten initialen Standorten an. In Latschen-Dauer- und Ersatzgesellschaften ist zwar sekundäre Ablegerbildung möglich, die generative Verjüngung dominiert jedoch durch zyklische Aktivierung (Überschotterung, Lawinen), oder tritt plenterartig bei geringer Boden-Vegetationsentwicklung und herabgesetztem Schlußvermögen auf. Die progressive Entwicklung von Latschen-Waldersatzgesellschaften zu Schlußwäldern hängt vom Lawineneinfluß ab. Der flächige Rückgang der Latschenbuschwaldgrenze (2000 m) kann durch Nachwirkungen von Klimaverschlechterungen im 18. und 19. Jahrhundert bedingt sein. Akute Gamsverbißschäden überlagern andere Komponenten nahezu unkenntlich. Eine ausführliche Darstellung unter Einbeziehung Südtiroler Aufnahmen mit Schlußfolgerungen für die Schutzwaldpflege wird vorbereitet.

### Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Johann Hafenscherer  
Prof. Dr. Dr. h. c. Hannes Mayer  
Institut für Waldbau  
Universität für Bodenkultur

Peter-Jordan-Straße 70  
A-1190 Wien

## Literaturverzeichnis:

- Aichinger, E.: Fichtenwald, Latschenbestand und Bürstling im Karawankengebiet und ihre wirtschaftliche Bedeutung. Carinthia Sonderheft 1930.
- Aichinger, E.: Grundzüge der forstlichen Vegetationskunde. Berichte d. Fw. Arbeitsgemeinschaft Boku Wien 1949.
- Ampperer, O. u. Th. Ohnesorge: Geologische Spezial-Karte der Republik Österreich (Blatt Innsbruck-Achensee), Erläuterungen. Geologische Bundesanstalt, Wien 1924.
- Anich, P. u. B. Huber: Atlas Tyrolensis 1774.
- Bauer, F.: Vegetationsveränderungen im Dachsteingebiet zwischen 1800 und 1950. CGFW 75, 1958.
- Braun-Blanquet, J.: Pflanzensoziologie. 3. Aufl. 1964, Wien-New York.
- Feldner, R.: Stellungnahme zur Fütterung des Rotwildes im Coburg'schen Revierteil Karwendeltal. Manuskript 1981.
- Finsterwalder, K.: Was Karwendelnamen erzählen. M-DÖAV 56, 1934.
- Fischer, G.: Schutzwaldanalyse im Karwendeltal. Diplomarbeit, Waldbau-Institut, Boku Wien 1985.
- Grabherr, W.: Der Einfluß des Feuers auf die Wälder Tirols. CGFW 60, 1934.
- Grabherr, W.: Die Dynamik der Brandflächen auf Kalk und Dolomitböden des Karwendels. Beih. Bot. Cb. 1,2, 1936.
- Grabherr, W.: Umgestaltung des Krummholzes und Bannwaldgürtels am Karwendel-Südhang durch Waldbrände. M-DÖAV 5, 1936.
- Grabherr, W.: Legföhrenwälder am Bettelwurf bei Hall in Tirol. V-MFI 1946/49.
- Grembichl, J.: Der Legföhrenwald. Prog. Gymnasium Hall. 1893.
- Hegi, G.: Alpenflora. 5. Aufl. 1922, München.
- Heissel, G.: Eine geologische Neuaufnahme des Karwendelgebirges. Diss. Univ. Innsbruck 1977.
- Jahn, E., F. Koller u. W. Schedl: Zum Auftreten von *Diprion pini* (L.) in einer Extremlage bei Schönwies, Tirol. Ber. nat.-med. V. Innsbruck, 67, 1980.
- Köpf, R.: Untersuchung der Nichtwaldvegetation im Coburg'schen Revierteil Karwendeltal. Manuskript 1982.
- Köstler, J., N. u. H. Mayer: Waldgrenzen im Berchtesgadener Land. JB-VZSCH 35, 1970.
- Kral, F.: Pollenanalytische Untersuchungen zur Waldgeschichte des Dachsteinmassivs. VWI-BOKU, Wien 1971.
- Kuoch, R. u. R. Amiet: Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen. M-SAFV 46, 1970.
- Lammernayer, L.: Legföhrenwald und Grünlerengebüsch. Denkschrift Akad. Wiss. Wien 97, 1919.
- Leibundgut, H.: Zweck und Methodik der Strukturuntersuchungen. SZFW 110, 1959.
- Mayer, H.: Die Wälder des Ostalpenraumes. Stuttgart 1974.
- Mayer, H.: Gebirgswaldbau-Schutzwaldpflege. Stuttgart 1976.
- Mayer, H.: Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. Stuttgart 1977.
- Mayer, H.: Wälder Europas. Stuttgart 1984.
- Mayer, H., B. Schlesinger u. K. Thiele: Dynamik der Waldentstehung und Waldzerstörung auf den Dolomit-Schuttflächen im Wimbachgries (Berchtesgadener Kalkalpen). JB-VZSCH 32, 1967.
- Oberrauch, H.: Tirols Wald und Waidwerk. Ein Beitrag zur Forst- und Jagdgeschichte. Schlern Schriften, Innsbruck 1952.
- Rubli, D.: Waldbauliche Untersuchungen in Grünlerenbeständen. Diss. ETH-Zürich, Beih. SZFW 56, 1976.
- Scharfetter, R.: Das Pflanzenleben der Ostalpen. Wien 1938.
- Schröter, C.: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich 1908.
- Schwerdtfeger, F.: Die Waldkrankheiten. 4. Aufl. 1981, Hamburg-Berlin.
- Stolz, O.: Geschichtskunde des Karwendelgebietes. Sonderdruck ZDÖAV 1935, 1936, 1937. Stuttgart 1937.
- Vareschi, V.: Die Gehölztypen des obersten Isartales. Ber. nat.-med. V. Innsbruck 42, 1931.
- Vareschi, V.: Waldtyp und Waldassoziation in den Bergwäldern des obersten Isartales. SZFW 60, 1934.
- Vierhapper, F.: Zur Kenntnis der Verbreitung der Bergkiefer (*Pinus montana*) in den österreichischen Zentralalpen. ÖBot. Z 9/10, 1914.
- Vierhapper, F.: Zirbe und Bergkiefer in unseren Alpen. II. Verbreitungsverhältnisse. ZDÖAV 1916.
- Wessely, J.: Die österreichischen Alpenländer und ihre Forste. 1. Teil. Wien 1853.

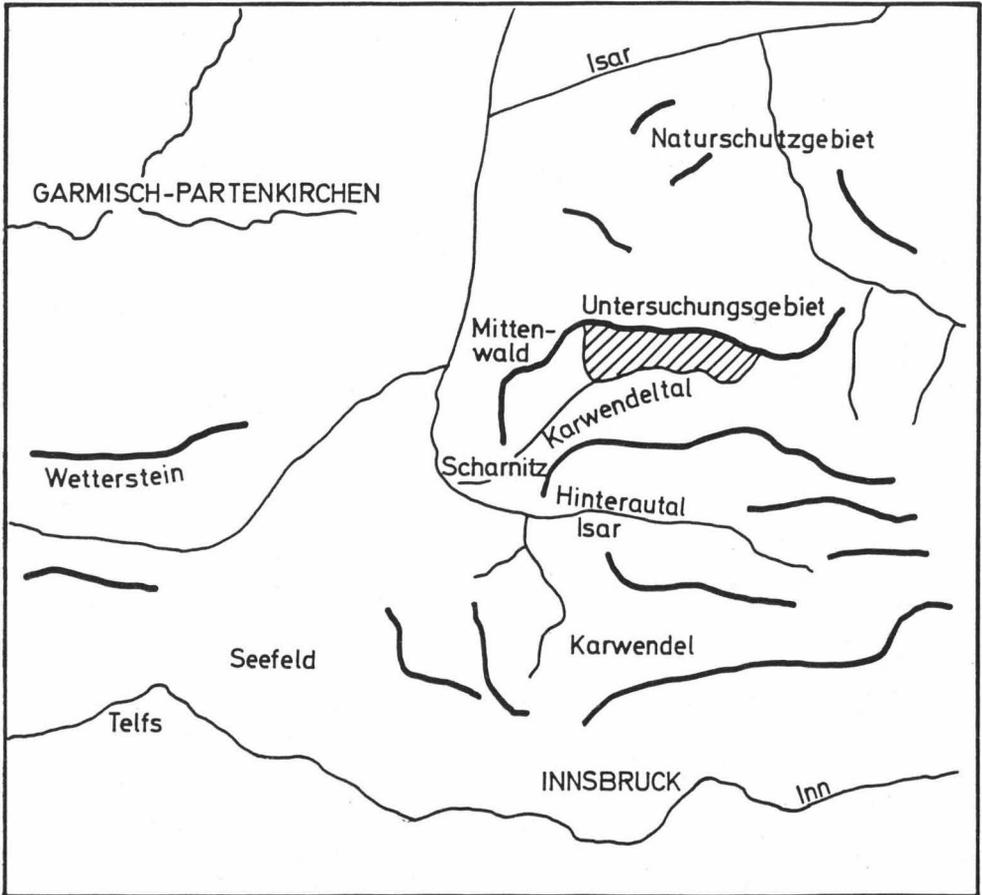


Abb. 1 Lage des Untersuchungsgebietes

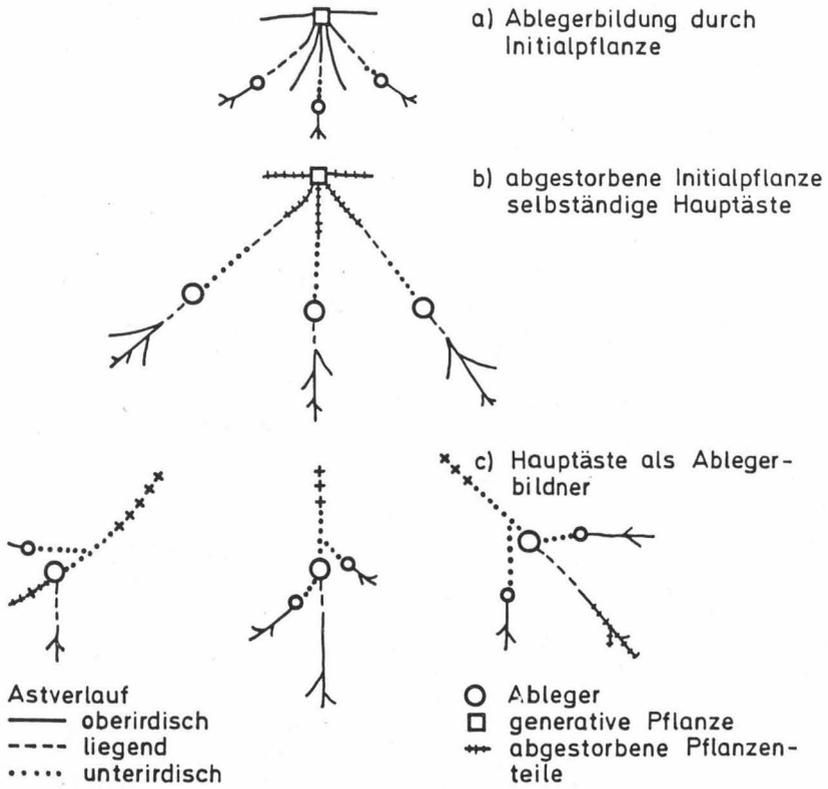
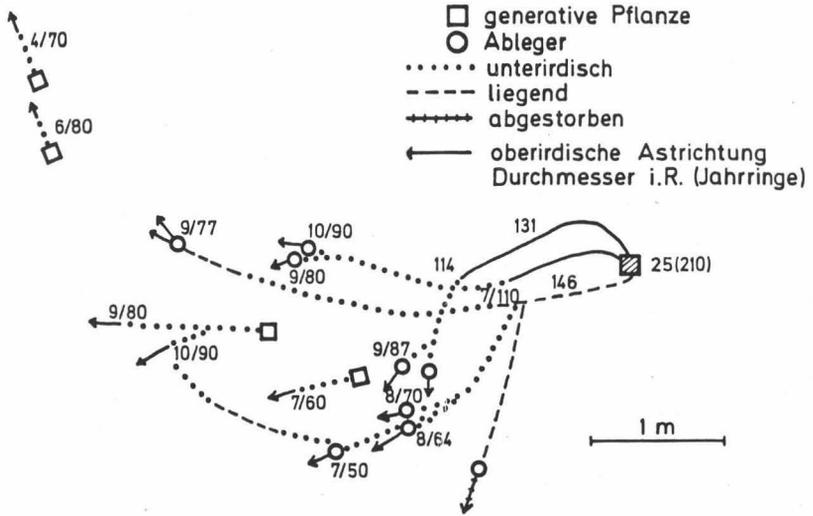


Abb. 2 Vereinfachte Darstellung der vegetativen Entwicklung

### Ablegerbildung durch generative Initialpflanze (Schuttreissen-Typ).



### Ablegerbildung durch selbständige Hauptäste (Klimax-Typ)

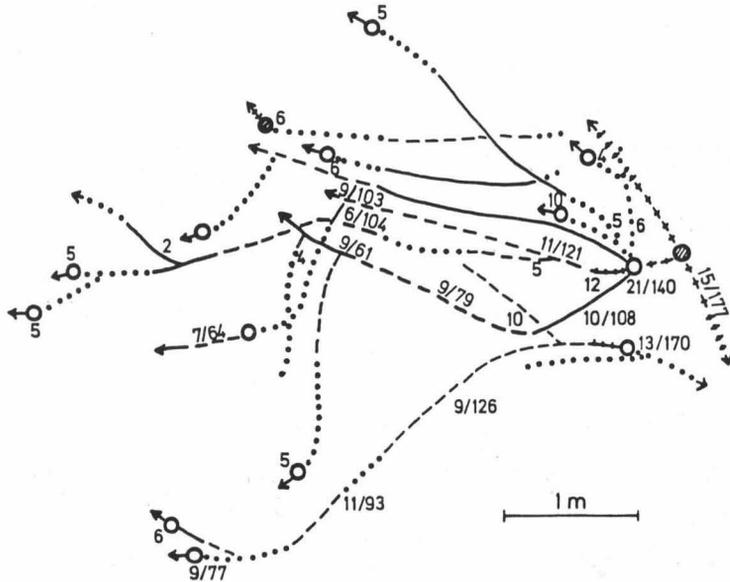
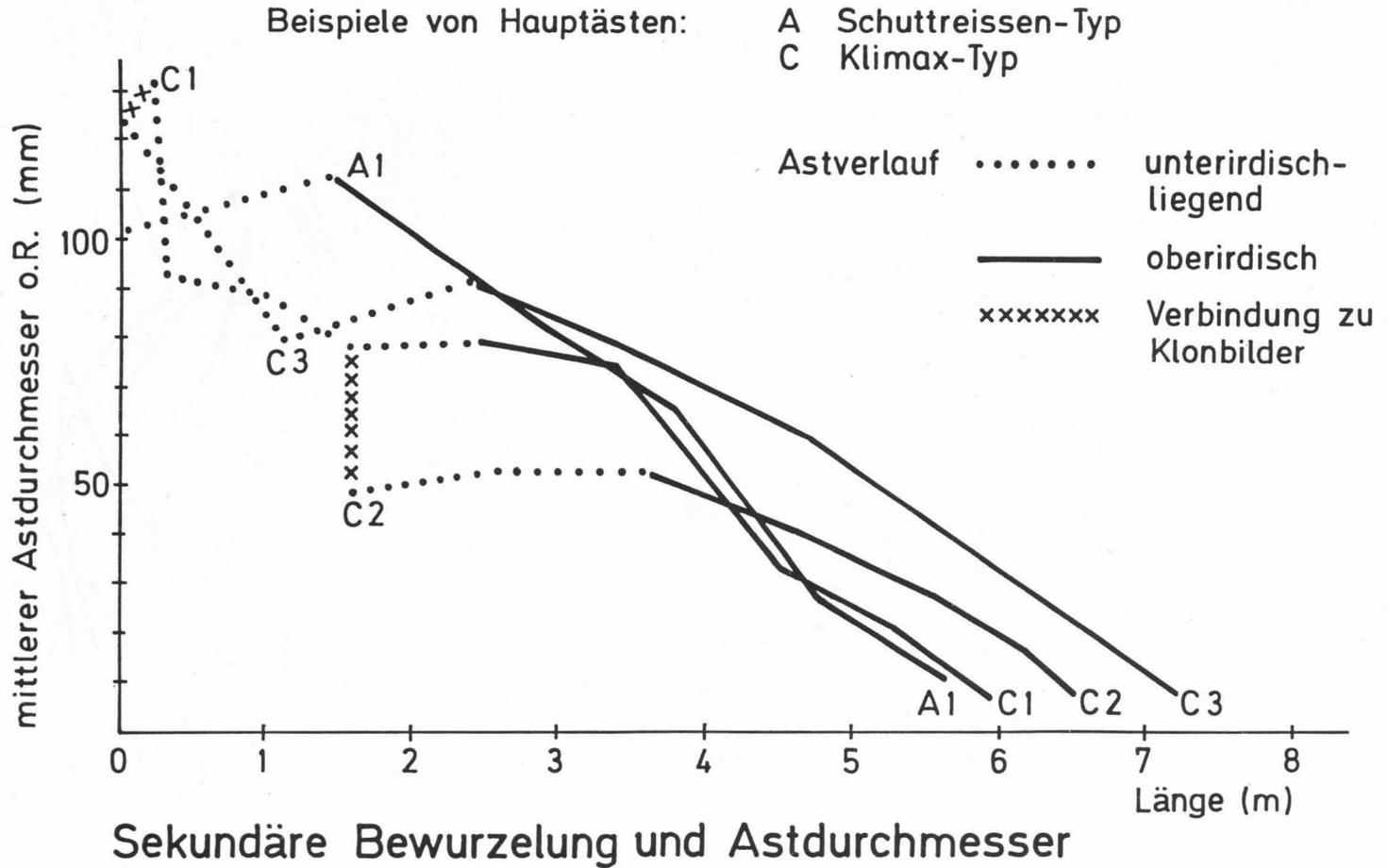


Abb. 3 Vegetative Verjüngung, Ablegerbildung durch generative Initialpflanzen (Schuttreissen-Typ) und durch selbständige Hauptäste (Klimax-Typ)

Abb. 4 Sekundäre Bewurzelung und Astdurchmesser



### Klimax-Typ, Vegetative Phase. Schichten, 1950 m, SW

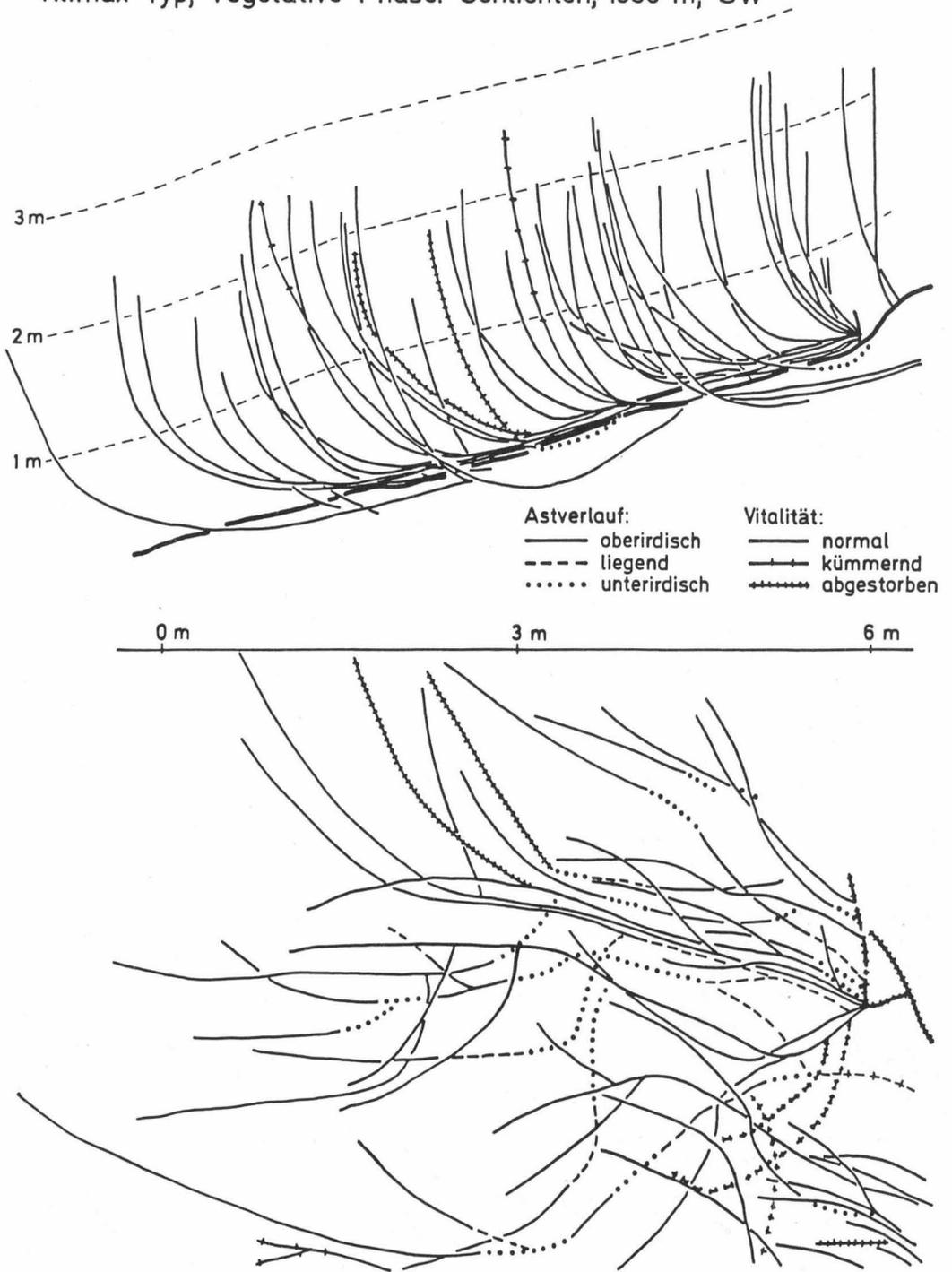


Abb. 5 Klimax-Typ, Vegetative Phase, Schichten 1950 m, SW

# Schuttreissen-Typ, Initialphase Großkar, 1525 m, SSW

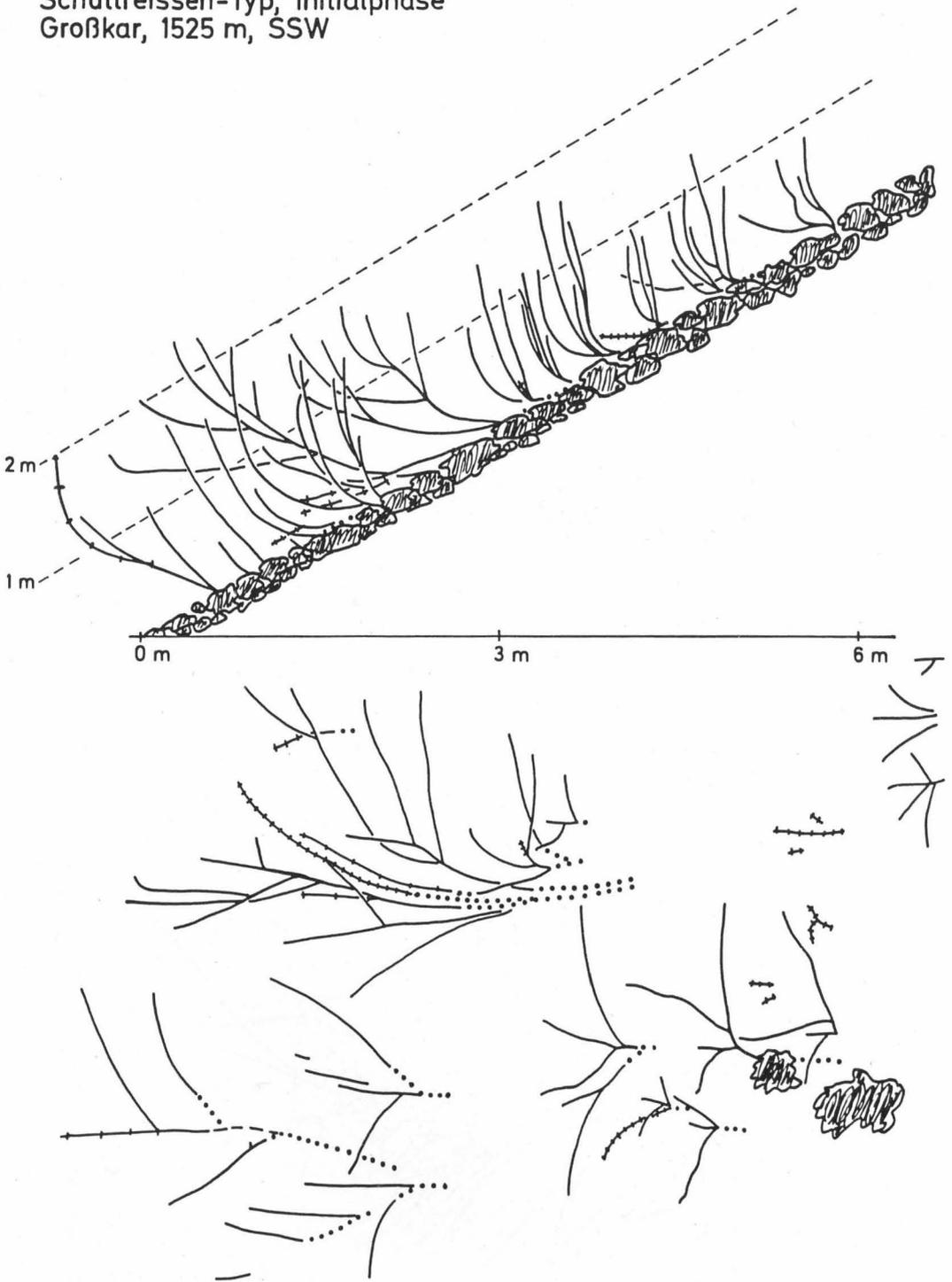


Abb. 6 Schuttreissen-Typ, Initialphase, Großkar 1525 m, SW

### Schuttreissen-Typ, Übergangsphase Hochkar, 1775 m, SSO

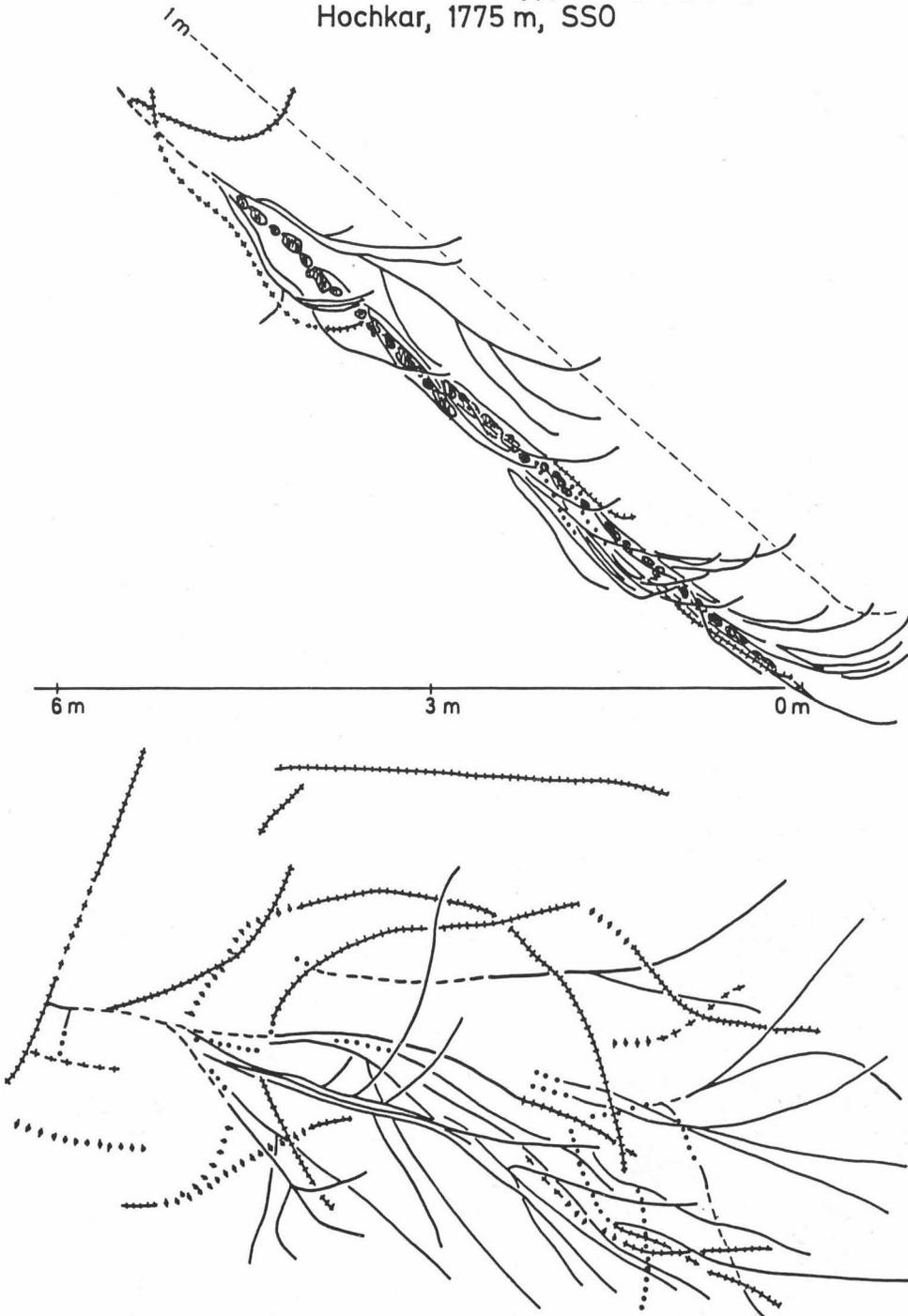
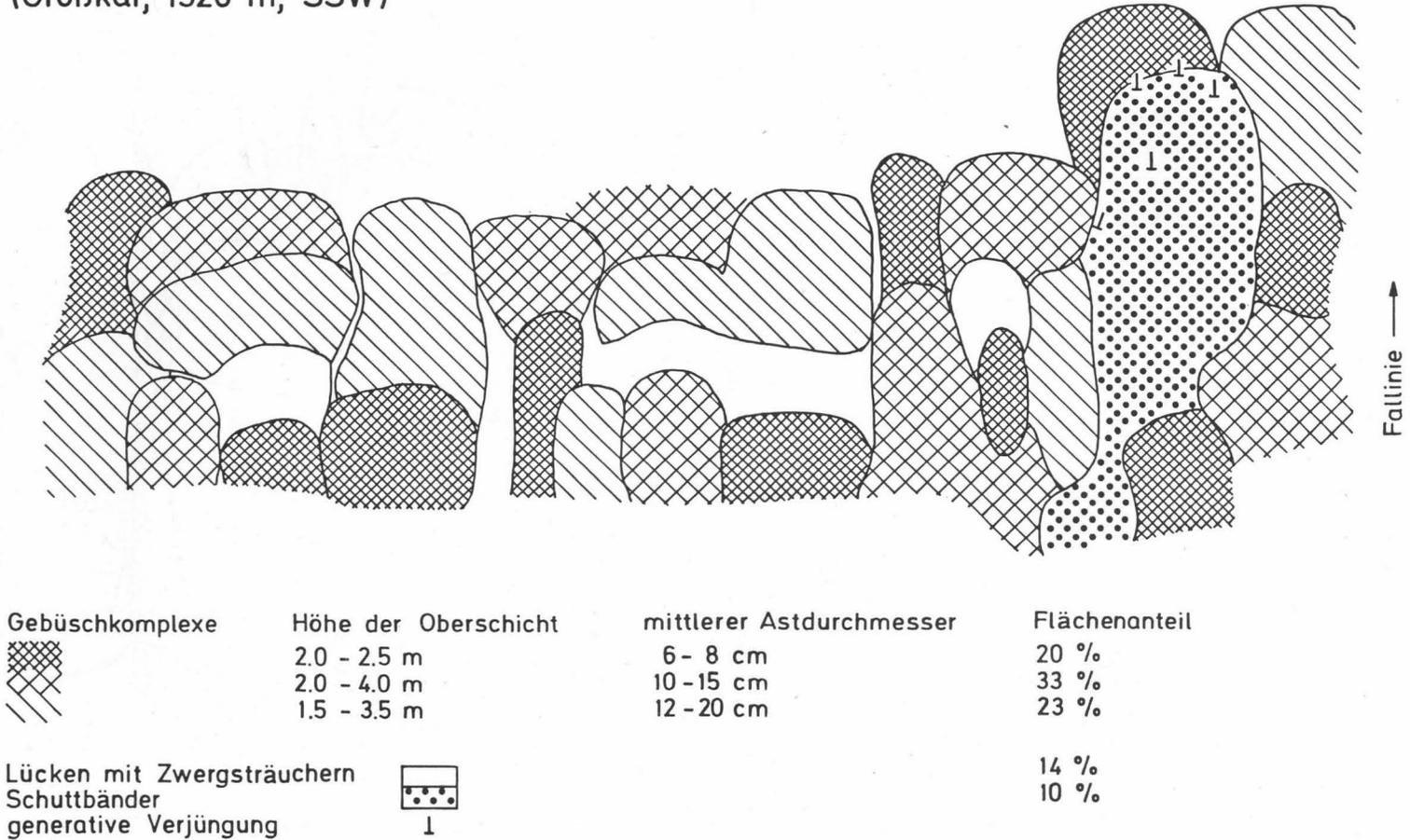


Abb. 7 Schuttreissen-Typ, Übergangsphase, Hochkar 1775 m, SSW

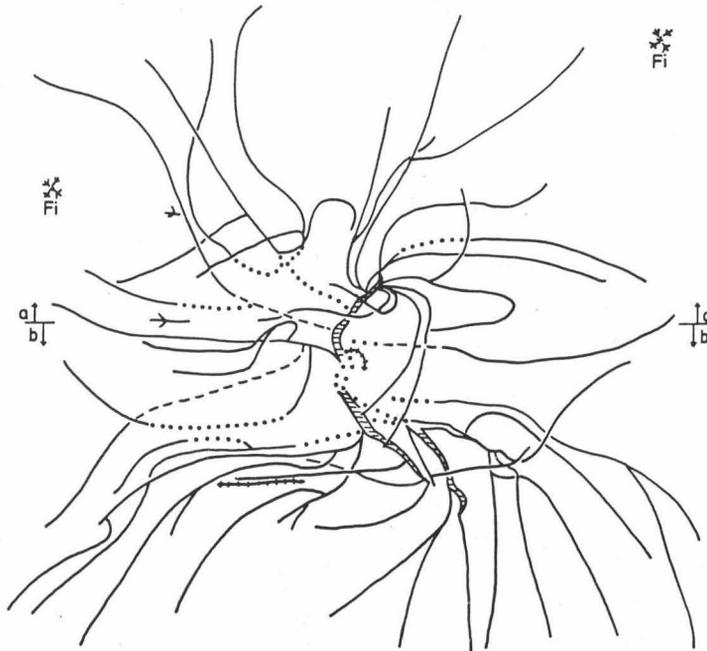
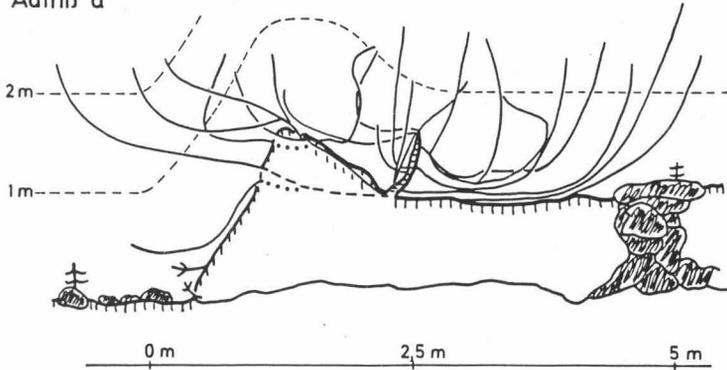
## Mosaikartiger Aufbau eines Schuttreissenbestandes (Großkar, 1520 m, SSW)

Abb. 8 Mosaikartiger Aufbau eines Schuttreissenbestandes (Großkar 1520 m, SSW)



Grobblock-Typ, Initiales Latschenstadium. Schafstallboden, 1190 m

Aufriß a



Aufriß b

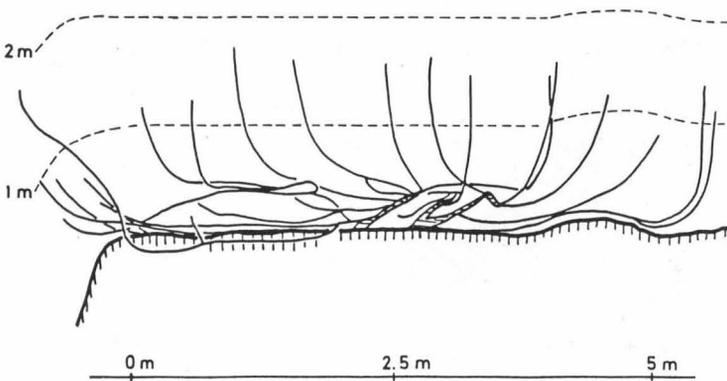


Abb. 9 Grobblock-Typ, initiales Latschenstadium, Schafstallboden 1190 m

# Zerstörung einer Endphase durch Steinschlag. Schuttreissen-Typ, Großkar, 1675 m, SW

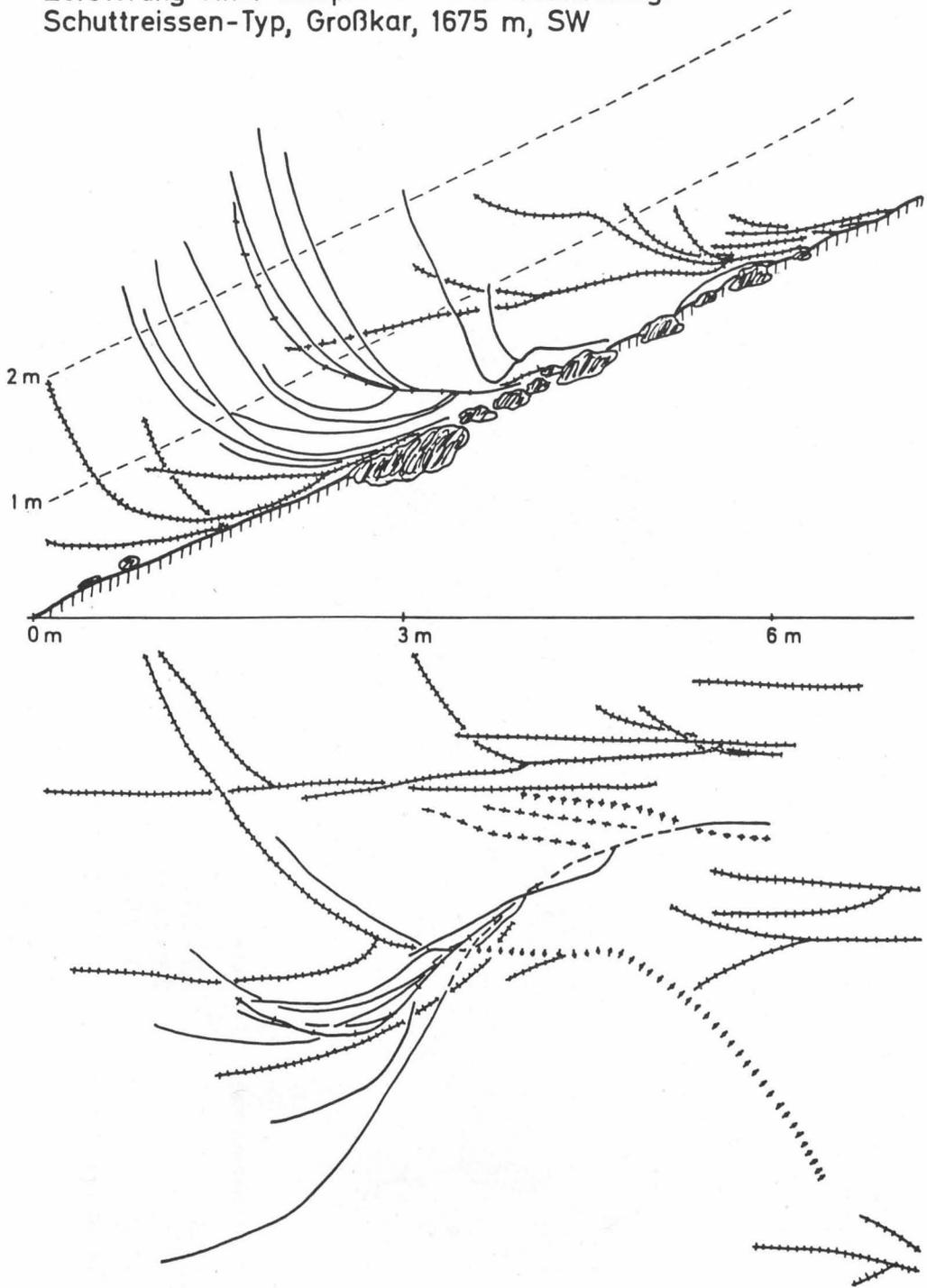
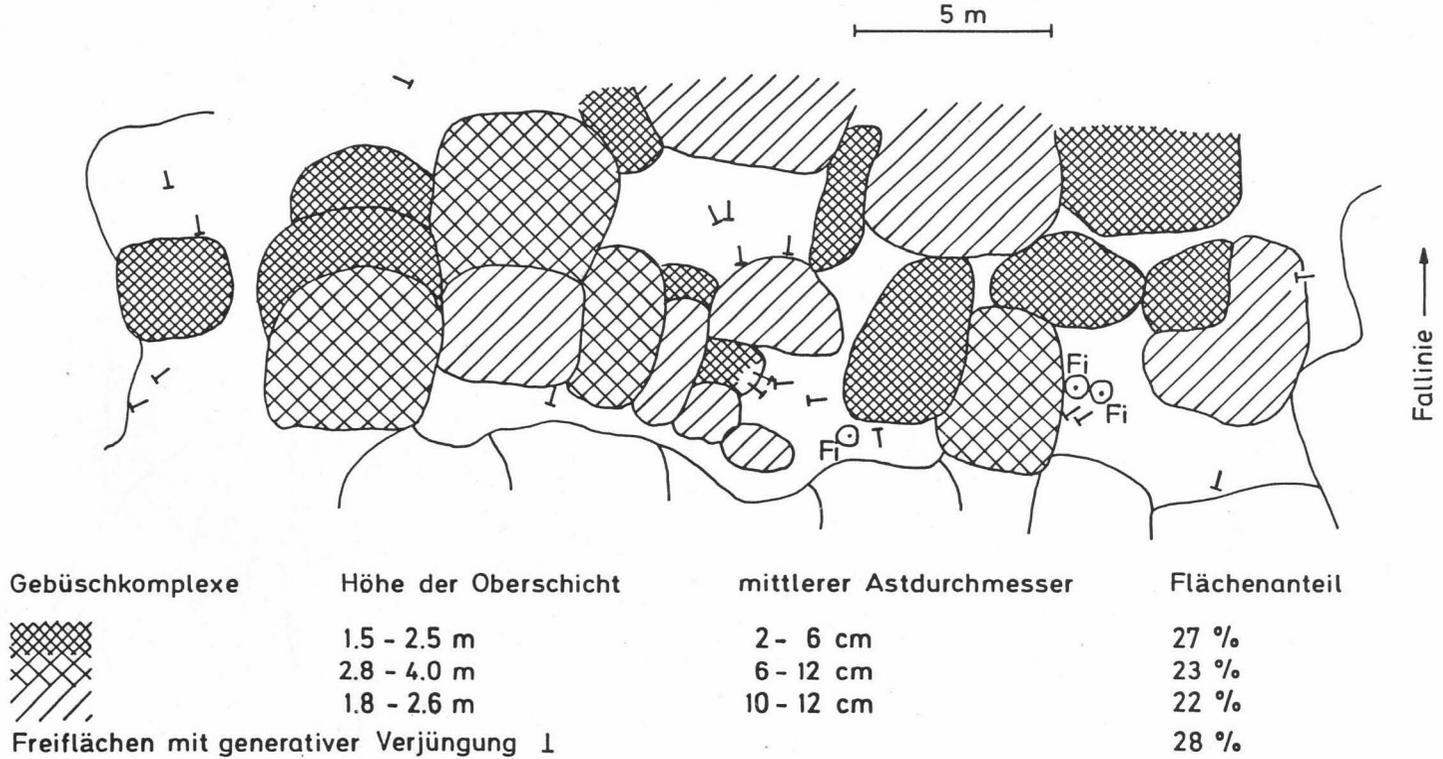


Abb. 10 Zerstörung einer Endphase durch Steinschlag, Schuttreissen-Typ, Großkar 1675 m, SW

Abb. 11 Mosaikartiger Aufbau eines Lawinschuttkegelbestandes (Karwaldreisse, 1230 m, S).

## Mosaikartiger Aufbau eines Lawinschuttkegelbestandes (Karwaldreisse, 1230 m, S)





# Lawinenkegel-Typ, Optimalphase Karwaldreise, 1235 m, S

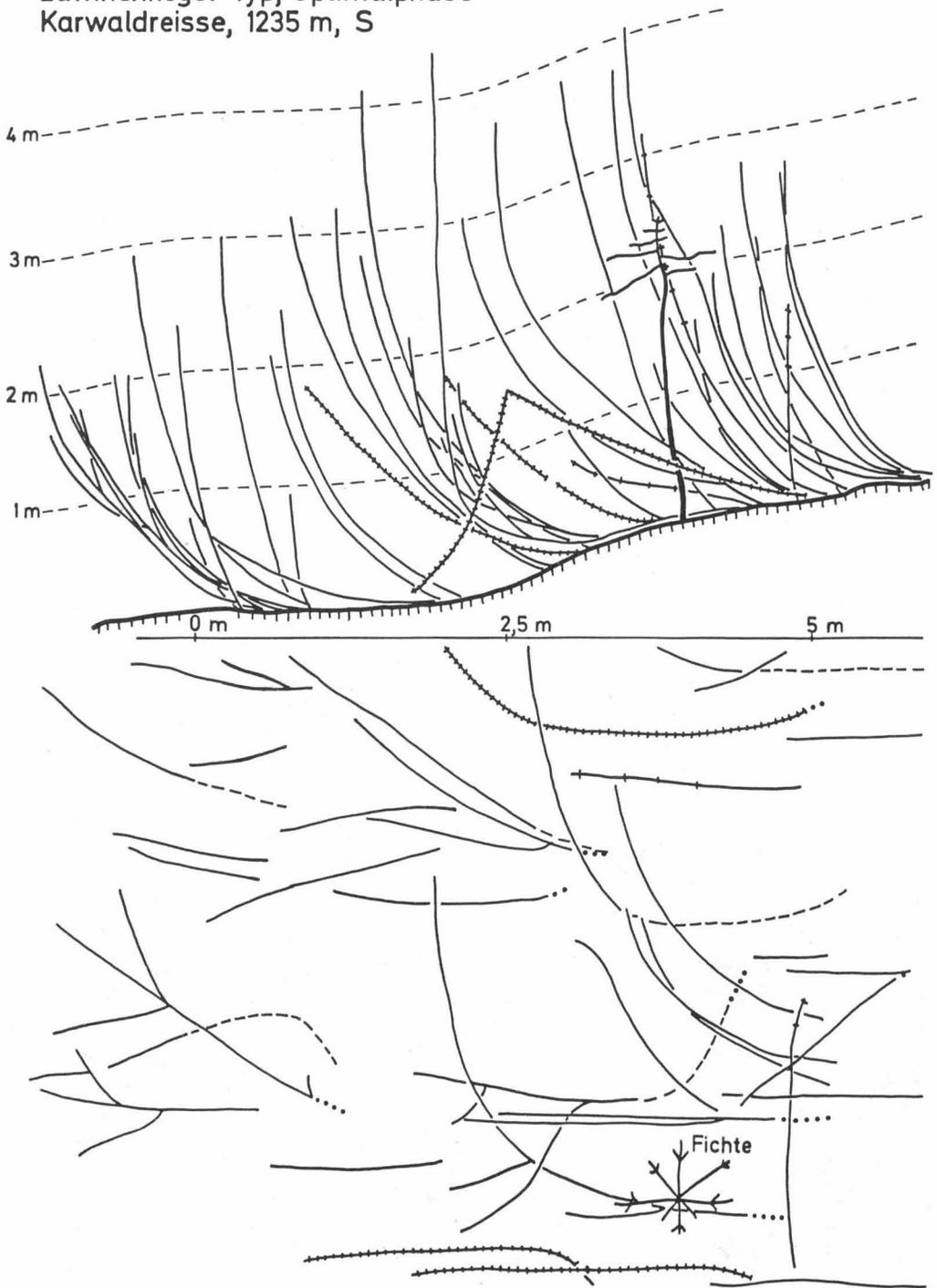


Abb. 13 Lawinenkegel-Typ, Optimalphase, Karwaldreise 1235 m, S

## Klimax-Typ

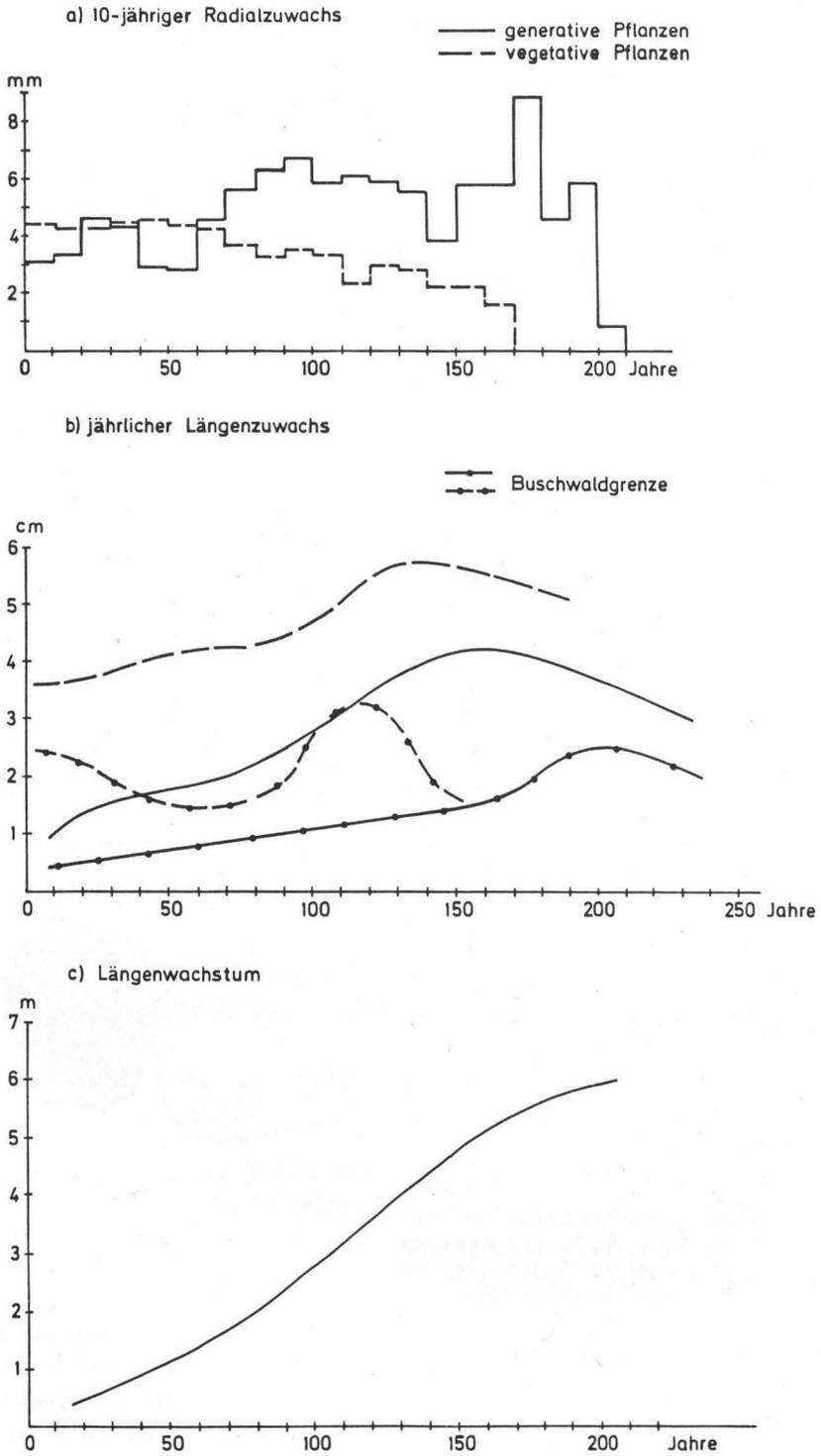
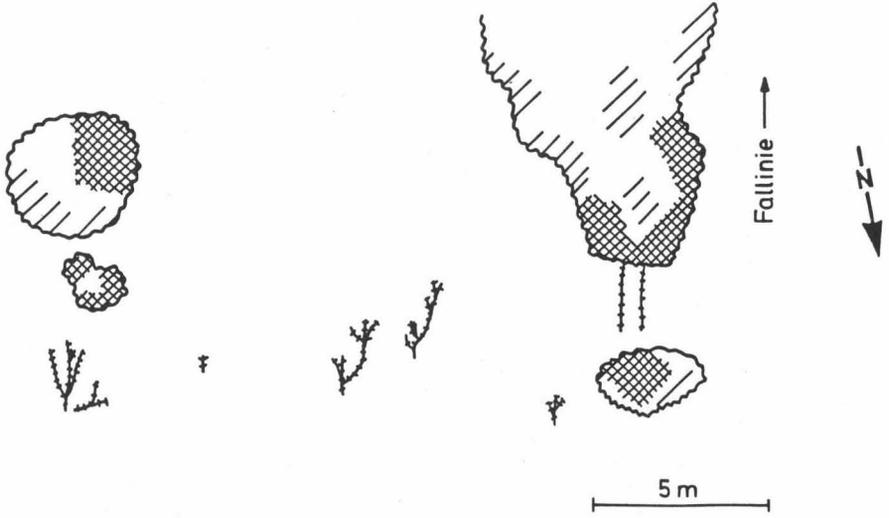


Abb. 14 Wuchsleistung von generativen und vegetativen Individuen beim Klimax-Typ

## Buschwaldgrenze

### a) Vordere Schichten, 1980 m, S



### b) Hintere Schichten, 2000 m, S

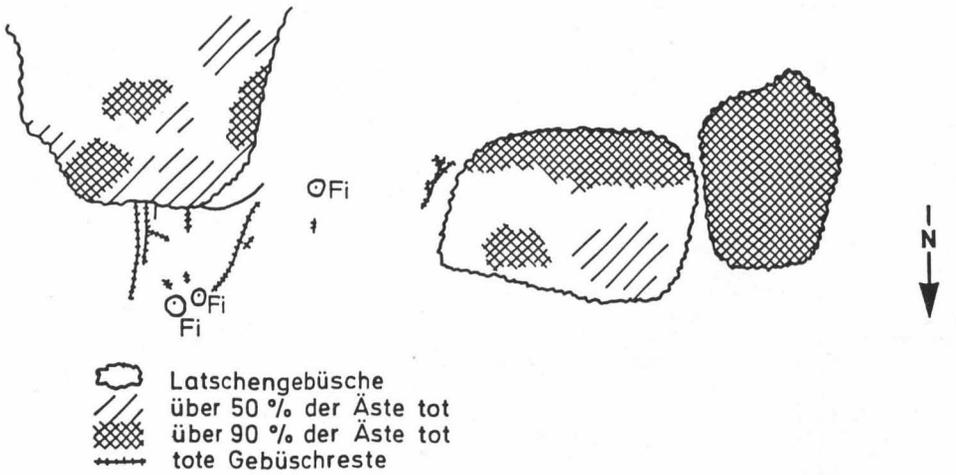


Abb. 15 Buschwaldgrenze, vordere (1980 m) und hintere (2000 m) Schichten

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [51\\_1986](#)

Autor(en)/Author(s): Mayer Hannes, Hafenschere Johann

Artikel/Article: [Aufbau, Entwicklungsdynamik und Verjüngung von Latschenbeständen im Karwendeltal in Tirol 37-64](#)