

**Zeitschrift:** Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse  
**Herausgeber:** Schweizerischer Forstverein  
**Band:** 132 (1981)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Die Wuchsformen der Bäume an der alpinen Waldgrenze  
**Autor:** Schönenberger, W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-764401>

### **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:** 06.04.2026

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

# Die Wuchsformen der Bäume an der alpinen Waldgrenze

Von *W. Schönenberger* Oxf.: 181 : 182 : 174.7 : (494) : (234.3)

(Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, CH-8903 Birmensdorf)

## 1. Einleitung

Im Bereich von Waldgrenze, Kampfzone und Lawinenzügen begegnen wir einer faszinierenden, aber auch verwirrenden Vielfalt von Wuchsformen bei den Bäumen. Die abenteuerlichen Baumgestalten haben die Altmeister der botanischen Alpenforschung wie H. Christ, C. Schröter, H. U. Däniker, H. Brockmann-Jerosch begeistert und zu Beschreibungen und Deutungsversuchen angeregt, denn sie sind ja offensichtlich Zeugen der harten Auseinandersetzungen des Baumes mit seiner rauen Umwelt.

Die intensiven Forschungen der letzten Jahrzehnte zum Themenkreis subalpine Ökologie und Waldgrenze ermöglichen heute die Deutung mancher Phänomene, die früher erst in Ansätzen verstanden wurden. Auch die moderne Entwicklungsphysiologie konnte viele Gesetzmässigkeiten bei der Gestaltbildung der Pflanzen aufklären.

Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, das Zustandekommen der Wuchsformen verstehen zu lernen und auf dieser Grundlage zu einer zuverlässigen Standortsbeurteilung zu gelangen, etwa im Hinblick auf Aufforstungsprojekte. Ferner erleichtert das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Baumgestalt und Umwelt die Baumartenwahl.

Für ausführlichere Informationen zu diesem Thema sei verwiesen auf *Schönenberger* (1978), wo es gründlicher und in einem breiteren Zusammenhang behandelt wird.

## 2. Gesetzmässigkeiten der Gestaltbildung

Die normale Gestalt einer Pflanze ist festgelegt durch die erbliche Veranlagung, welche Verzweigungstyp, Wuchsrichtung und Proportionen der Pflanzenteile untereinander bestimmt. Koordiniert wird die Entwicklung durch ein System von Wuchsstoffen, sogenannten Phytohormonen, welche vorwiegend in Knospen und Trieben des Gipfels, der Zweig- und Wurzelspitzen gebildet

werden. Von dort werden sie über die Gefäße an ihren Wirkungsort, nämlich zu wachstumsfähigen Geweben wie Kambium, Achselknospen usw., transportiert. Je nach Konzentration und Art der Phytohormone werden Entwicklung und Wachstum dieser Gewebe gehemmt oder gefördert. Die Phytohormone sorgen für veranlagungsgemäße Proportionen aller Pflanzenteile untereinander.

Ein in diesem Zusammenhang wichtiger Regulationsmechanismus ist die Apikaldominanz. Sie beschreibt die Tatsache, dass Gipfeltrieb und übergeordnete Seitentriebe durch ihre Wuchsstoffbildung den Austrieb von Achselknospen unterdrücken, das Wachstum des Kambiums einseitig fördern oder das Wachstum der Seitentriebe hemmen und ihnen eine schräge Wuchsrichtung aufzwingen können.

Bei unseren Nadelbäumen ist das Prinzip der Überordnung der einzigen Hauptachse über die geneigten Seitenachsen stark ausgeprägt. Ein ausgewogener, von aussen nicht beeinflusster Wuchsstoff-Haushalt führt zur einstämmigen, senkrechten Wuchsform. Astablaufwinkel, Verzweigungsschema, Astlänge usw. sind artspezifisch festgelegt.

### 3. Voraussetzungen der Gestaltabwandlung

Im natürlichen Bestand wachsende Bäume haben nicht die Möglichkeit, ihre Kronen frei zu entfalten. Aber auch im Bereich der Waldgrenze, wo Bäume vielfach frei stehen, ist es ihnen unter den harten Lebensbedingungen selten möglich, ihre Gestalt rein nach ihrer inneren Veranlagung auszubilden. Eine Vielzahl von gewaltsamen äusseren Einwirkungen stört die normale Entwicklung; die Gestalt wird modifiziert. Eine Modifikation ist eine nicht erbliche, durch Umwelteinflüsse veranlasste Merkmalsänderung, in diesem Falle eben eine Gestaltabwandlung. Am Zustandekommen einer bestimmten Wuchsform sind normalerweise verschiedene Prozesse beteiligt. Irgendein äusserer Anlass führt unmittelbar zu einer Schädigung, Lageveränderung oder zum Verlust von Teilen des Baumes. Das Erscheinungsbild des Baumes muss dadurch noch nicht auffallend betroffen sein. Was die Bäume in extremen Lagen zu individuellen Charakterfiguren stempelt, sind vielmehr ihre erstaunlichen Fähigkeiten, die Schädigungen zu reparieren oder auszugleichen.

#### 3.1 Äussere Einwirkungen und ihre direkten Folgen

##### 3.1.1 Mechanische Kräfte

- Schneebewegungen (Kriechen, Gleiten, Lawinen) stellen Bäume schief, drücken sie zu Boden, brechen oder entwurzeln sie, reißen Äste aus, schürfen Nadeln und Rinde.
- Bodenbewegung stellt Bäume schief, stürzt sie um.
- Steinschlag verletzt Rinde, Kambium, Holzkörper.

- Schneelast staucht Stämme, bricht Äste.
- Wind deformiert oder bricht Kronen.

### 3.1.2 Klimatische Einwirkungen

- Frost vernichtet Knospen und Neutriebe; Bodenfrost verursacht Frosttrocknis.
- Wind trocknet Zweige und Baumkronen aus (Wind- und Frosttrocknis).
- Schneedecke schützt Kronenteile vor Vertrocknung und strahlungsbedingter Chlorophyllzerstörung, ermöglicht aber die Entwicklung von Schneepilzen, welche Nadeln und Triebe vernichten.

### 3.1.3 Einwirkungen von Lebewesen

- Wild und Vieh verbeissen oder fegen Triebe und Stämme.
- Pilze vernichten Nadeln und Triebe.

## 3.2 Wichtige Reaktionsnormen nach Beschädigungen

### 3.2.1 Stammkrümmungen nach Lageveränderungen

Die Lageveränderung eines Stammes gegenüber seiner veranlagungsgemässen senkrechten Wuchsrichtung hat einen Schwerkraftreiz zur Folge. Dieser fördert die Kambiumaktivität bei Nadelbäumen auf der Stammunterseite, bis sich dieser in die ursprüngliche Lage aufkrümmt hat und der Reiz aufhört. In jungen, elastischen Stämmen ist dies relativ leicht und rasch möglich, dickere Stämme mit starrem Holzkörper erschweren die Biegung. Das einseitige Wachstum wird auch innerlich sichtbar als Reaktionsholz auf der Aussenseite der Krümmung. Der Stammquerschnitt ist im gekrümmten Teilstück oval und das Mark exzentrisch.

Je nach Art der äusseren Einwirkung, Alter des Baumes und Baumart nimmt der Stamm schliesslich verschiedene Formen an. Die wichtigsten Typen sind in der Abbildung 1, a bis f, erklärt.

### 3.2.2 Kronenregeneration nach Stammbruch

Mit dem Verlust des Gipfeltriebes und der Spitzentriebe der höchstgelegenen Zweige durch Stammbruch, verliert der Baum jene Wuchsstoffquellen, die die Gestaltbildung zur Hauptsache regulieren. Die obersten Knospen und Triebe am unverletzten Kronenteil werden plötzlich nicht mehr dominiert, sondern können ihre Aktivität schlagartig erhöhen, da sie nun selber dominant sind. Sie leiten die Regeneration der Krone ein. Dies kann grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen, nämlich durch Austreiben von Knospen oder durch Funktionswechsel von bestehenden Seitentrieben.

Im ersten Falle wird unmittelbar unterhalb der Bruchstelle am Stamm eine oder eine Anzahl vorhandener und bisher ruhender Knospen («schlafende Augen») aktiv. Es können aber auch Adventivknospen aus schon differenziertem Dauergewebe neu angelegt werden und zu Gipfeltrieben heranwachsen (Abb. 1g).

Manchmal wird auch ein Seitentrieb zur Gipffunktion umgestimmt. Meist ist es der Leittrieb des obersten unversehrten Astes, der sich von der Spitze her aufzurichten beginnt (Abb. 1k).

### 3.2.3 Korrelationsstörungen nach Tribschädigungen

Die ständige Schädigung von Tribspitzen an extremen Standorten durch Frost, Frosttrocknis, Frass oder Bruch kann überraschend tiefgreifende Veränderungen der äusseren Baumgestalt hervorrufen. Die hierarchische Ordnung von Wachstum und Verzweigung ist nach dem Wegfall der hauptsächlichlichen Wuchsstoffbildner weitgehend aufgehoben. Dies äussert sich in folgenden Erscheinungen:

- Adventivknospen werden neu angelegt und treiben aus.
- Schlafende Augen werden aktiviert.
- Die Knospen treiben nicht nur seitlich, sondern auch auf der Ober- und Unterseite der Zweige. Das führt zu sehr feiner und dichter Verzweigung.
- Die Jahrestriebe sind sehr kurz.
- Die Nadeln sind auf einen dünnen, aber sehr dichten Mantel an der Kronenoberfläche konzentriert (Abb. 3).
- Die bodennahen Äste sind häufig stark verlängert, liegen dem Boden auf und sind bewurzelt (Abb. 1 n, p).

Diese Phänomene treten vor allem bei der Fichte auf, bei den übrigen Gebirgs-Baumarten sind sie weniger ausgeprägt.

## 4. Wichtige Wuchsformtypen und ihre Deutung

Nachdem nun die grundlegenden Prinzipien der Gestaltbildung und -veränderung behandelt sind, werden im folgenden wichtige Wuchsformtypen anhand konkreter Beispiele in Bild und Text vorgestellt. Um die Hintergründe ihrer Entstehung zu veranschaulichen, wurden sie in Abbildung 1 schematisch in ihre typische Umgebung eingezeichnet.

## 5. Koloniebildung bei Fichten

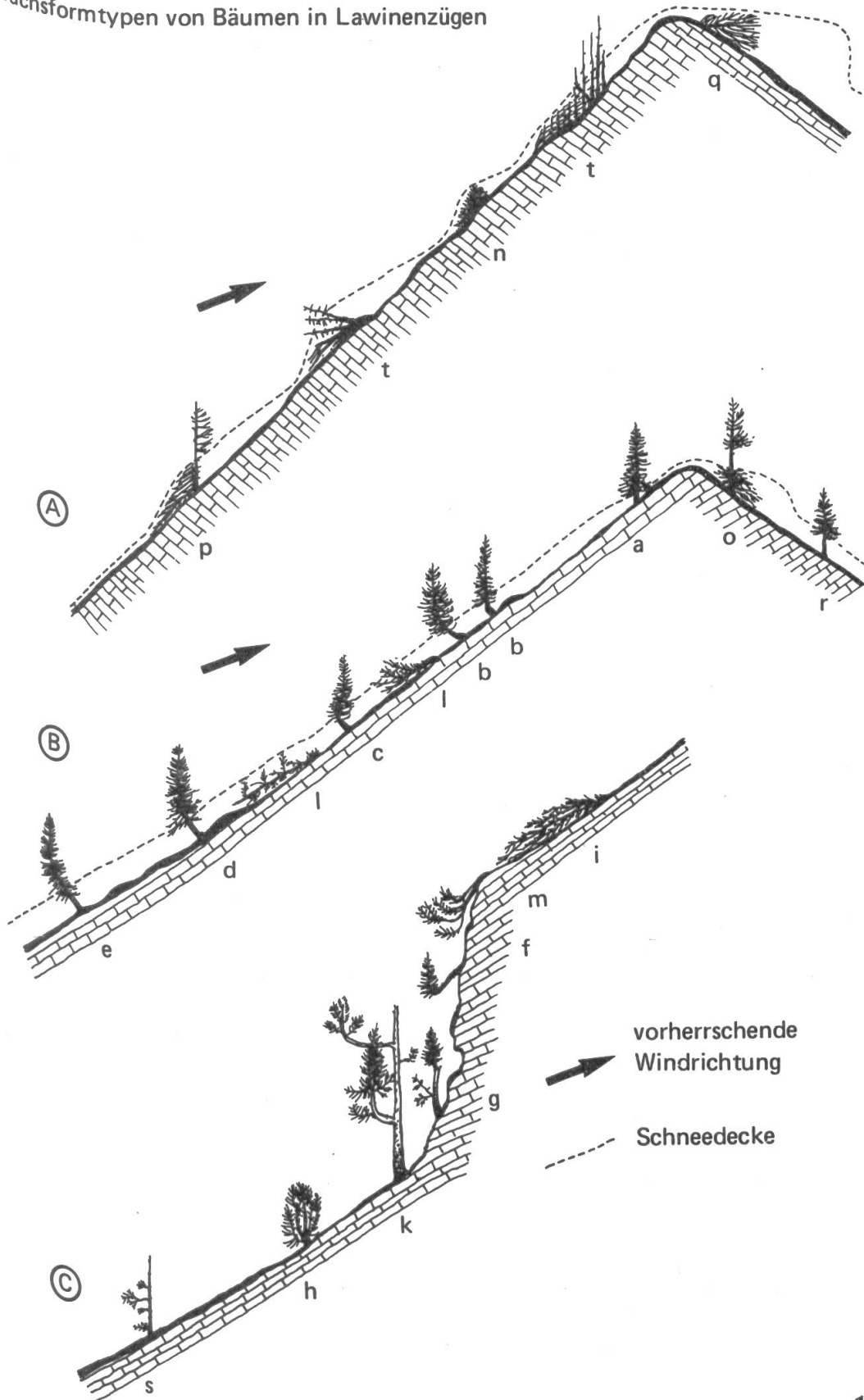
Ein optisch hervorstechendes Merkmal der Fichtenwaldgrenze und -kampfzone ist die Gruppierung der Fichten zu Ableger-Kolonien. Dutzende von Stämmchen stehen sehr eng beieinander und bilden eine Lebensgemeinschaft mit gemeinsamer Krone, die sich von der Umgebung deutlich als Einheit abhebt (Abb. 1 t und 4).

### 5.1 Entstehungsweise der Fichten-Kolonien

Derartige Kolonien sind durch Ablegerbildung vegetativ entstanden, die einzelnen Kolonieglieder sind also identisch veranlagt, wie *Kuoch* und *Amiet*

Abbildung 1

Wuchsformtypen von Bäumen in Lawenzügen



### Legende zu Abbildung 1

Wuchsformtypen von Bäumen und ihre Beziehung zu Geländeform, Schnee und Mikroklima an der Waldgrenze und in Lawenzügen.

Schnitt A zeigt die Verhältnisse an einem Steilhang (Hangneigung  $40^\circ$  und mehr) in klimatisch extremer, hoher Lage. Schneeablagerungen werden nur lokal im Windschutz von dichteren Baumkronen oder Fichtenkolonien mächtiger. Unbestockte Flächen sind meist sehr schneearm, weil der Schnee weggeblasen wird oder frühzeitig in kleinen Portionen abrutscht. Wichtige modifizierende Faktoren sind Wind, Frost, Frosttrocknis, Schneeschutz. Von den Einwirkungen betroffen sind in erster Linie Knospen, Triebe und Äste.

Schnitt B illustriert die Verhältnisse an einem mässig geneigten ( $35\text{--}40^\circ$ ) Kriech-, Gleitschnee- oder Lawinenanrisshang in klimatisch weniger extremer Lage. Auf die Baumgestalt modifizierend wirken hier besonders Schnee- und Bodenbewegungen, betroffen sind vor allem Stammbasis und Verankerung, das Resultat der Einwirkungen ist meist eine Stammdeformation.

Schnitt C stellt eine Geländestufe in einer Lawinengleitbahn dar, welche die Ansiedlung von Baumarten nur mit schwersten Beeinträchtigungen erlaubt. Wichtigster Einfluss auf die Baumgestalt ist rasche Schneebewegung, welche zu Stammverletzung und anschliessender Regeneration führt.

Die Wuchsformtypen a bis m stellen Stammdeformationen dar, die Typen n bis s Modifikationen der Bestung.

- a *Gerader Wuchs*: In schneereichen Gebieten nur dort, wo kaum Schnee- und Bodenbewegungen vorkommen, also bei geringer Geländeneigung, aber auch an Steilhängen ab etwa  $40^\circ$  Neigung, wo wenig Schnee abgelagert wird, allgemein an schnee-armen Geländestellen.
- b *Sübelwuchs*: Kurze, starke Krümmung an der Stammbasis, oberer Stammteil senkrecht und gerade. Vorwiegend auf Hängen von  $35\text{--}40^\circ$  Neigung mit Schneekriechen und -gleiten. Winterliche Neigung des jungen Stammes wird im Sommer ausgeglichen, die Aufkrümmung wird im Alter beibehalten und fixiert.
- c *Rückbiegung*: Überkrümmung eines Stammes nach der Aufrichtung. Wird durch einseitiges Wachstum ausgeglichen.
- d *Bogenwuchs*: Lange, schwache Krümmung weit über den Bereich der Schneedeckung hinaus, infolge Schiefstellung eines älteren, nicht mehr leicht biegsamen Stammes. Entsteht vorwiegend auf dauernd labilem Grund oder bei wiederholt sehr starkem Gleitschnee- oder Lawinendruck.
- e *Knickwuchs*: Entsteht durch Schiefstellung eines älteren Baumes durch einmaliges Ereignis und anschliessende Stabilisierung. Knick dort, wo der Stamm im Zeitpunkt der Einwirkung genügend dünn zur Richtungsänderung war.
- f *Kniewuchs*: Durch Aufrichtung des Gipfeltriebes nach Sturz des Baumes und anschliessender Stabilisierung. Im Randbereich der Lawinengleitbahnen.
- g *Ersatzkrone und Zwieselbildung*: Nach Stammbruch entstehen ein oder zwei ebentbürtige neue Kronen durch Austreiben von schlafenden Augen oder Adventivknospen. Besonders wenn Stammbruch im oberen Kronenteil erfolgte.
- h *Garbenform*: Bildung mehrerer gleichwertiger Kronen durch Austrieb von Knospen nach Stammbruch vorwiegend im tieferen Kronenteil, wenn kein neuer Gipfeltrieb Dominanz erlangt.
- i *Kriech-, Matten- oder Besenform*: Durch ständige Zerstörung der Triebe infolge Lawinen, Frost und Frosttrocknis von Jugend auf werden Ansätze zu Stamm- und Kronenbildung laufend zerstört. Gestörte Korrelation bewirkt Verlängerung und Bewurzelung der bodennahen, kriechenden Zweige. Vor allem bei Fichte.

- <sup>k</sup> **Kandelaberform:** Ersatzkronen nach Stammbruch durch Funktionswechsel von Seitentrieben. Vorwiegend der Leittrieb des höchsten Astes richtet sich an der Spitze auf; bei dickeren Ästen Aufrichtung oft bogenförmig (vgl. Abb. 2).
- <sup>l</sup> **Harfenform:** Bei sehr starker Stammneigung, meist nach Sturz, Umstimmung der Äste auf der Stammoberseite zu Gipfeln.
- <sup>m</sup> **Legföhrenform:** Auch die genetisch aufrechte Bergföhre nimmt bei Schneedruck leicht die niederliegende Buschform mit bogig aufsteigenden Ästen ohne eigentlichen Stamm an.
- <sup>n</sup> Ständige Zerstörung der Gipfel- und Spitzenknospen oder -triebe durch Fröste oder Verbiss ermöglicht ungeordnetes Austreiben von Ersatzknospen. Die sehr feine Verzweigung und Verkürzung der Triebe führt zu einer gedrungenen Gestalt mit sehr dichtem Nadelmantel. Das führt zu vermehrter Schneeablagerung im Kroneninnern und auf der Leeseite, was guten Schutz vor weiteren Frost- und Frostrocknis-einwirkungen bietet (vgl. Abb. 3).
- <sup>o</sup> In extremen Lagen (Baumgrenze, Windexposition) überleben die Zweige auf die Dauer nur in Bodennähe unter Schneeschutz und in der oberen Wipfelregion. Dazwischen gibt es eine Zone ohne lebende Zweige wegen Frostrocknis an der Schneeoberfläche.
- <sup>p</sup> Im Steilhang mit geringer Schneedecke sind die bodennahen Äste talseits sehr stark verlängert und oft bewurzelt. Sie profitieren vom erhöhten Wärme- und Lichtgenuss und vom Schneeschutz. Die Wipfelregion ist bergseits wärmebegünstigt und windabgewandt, daher noch grün, talseits dagegen vertrocknet. In Bodennähe bleibt bergseits kein Platz und zu wenig Licht für grüne Zweige.
- <sup>q</sup> An sehr windexponierten Geländestellen wächst die Fichte nur noch strauchförmig ohne deutlichen Stamm im Bereich winterlicher Schneebedeckung. Verzweigung und Benadelung sind sehr fein und dicht.
- <sup>r</sup> An Stellen mit hoher und langer Schneebedeckung fallen die bodennahen Zweige im Laufe der Jahre häufig Schneepilzen zum Opfer. Fichte und Bergföhre sind vorwiegend vom Schneeschimmel (*Herpotrichia sp.*), Arve von der Schneeschütte (*Phacidium infestans*) befallen.
- <sup>s</sup> Im Gleitschneegebiet und in Lawinenbahnen sind vorwiegend bei Lärche die Äste oft bis zum Gipfel hinauf, mit Ausnahme einer Astzeile, talseits herausgebrochen oder -gerissen.
- <sup>t</sup> Fichtenkolonien: als Weiterentwicklung der Wuchsformtypen n, o und p können sich Äste mit Bodenkontakt bewurzeln und an der Spitze zu neuen Stämmchen aufrichten. Viele aus Ablegern entstandene Bäumchen bilden eine gemeinsame Krone (vgl. Abb. 4).

(1970) eindeutig nachgewiesen haben. Sie sind im Gelände vorwiegend auf sehr schneearme und windoffene Stellen konzentriert, fehlen dagegen an schneereichen und gemässigten Standorten. Diese Verbreitung und die bereits beschriebenen Reaktionen der Fichte auf Tribschädigungen erlauben Schlüsse auf ihre Entstehungsbedingungen. Der Anstoss zu allen Prozessen der Koloniebildung dürfte in der Regel von den häufigen Tribschädigungen durch Frost und Frostrocknis ausgehen, welche zu unkorreliertem Wachstum und Verlängerung der bodennahen Äste an der Talseite führen. Damit sind die Voraussetzungen für Bodenkontakt und adventive Bewurzelung der



*Abbildung 2*

Kandelaberförmige Bergföhre in der Gleitrinne eines Lawinenzuges. Wiederholte Stammbrüche führten jedesmal zur Umstimmung des obersten verbliebenen Astes zum Ersatzgipfel. Die Stammbasis ist geschützt durch einen Felsvorsprung.

Äste gegeben. In der Folge richten sich die Astspitzen auf und bilden neue Stämme. Die ehemaligen Äste bleiben als Verbindungen von Stamm zu Stamm noch lange erhalten und funktionstüchtig.

## 5.2 Funktion und Struktur der Fichtenkolonien

Während ein freistehender Einzelbaum seine Umwelt nur in beschränkter Masse beeinflussen kann, kommt es bei dichten Baumkollektiven zu einer recht intensiven Wechselwirkung zwischen Bäumen und Mikroklima, die den Kolonien eine Existenz an Standorten ermöglicht, wo Einzelbäume sich auf die Dauer nicht halten können.

### 5.2.1 Fichtenkolonien mildern die Extreme des Mikroklimas

Einzelne herausragende Baumwipfel sind fast immer durch Frosttrocknis zerstört. Der gemeinsame Kronenraum der Kolonien ermöglicht die Ausbildung eines eigentlichen Bestandesklimas im Inneren, das gegenüber dem Freilandklima ausgeglichener ist.

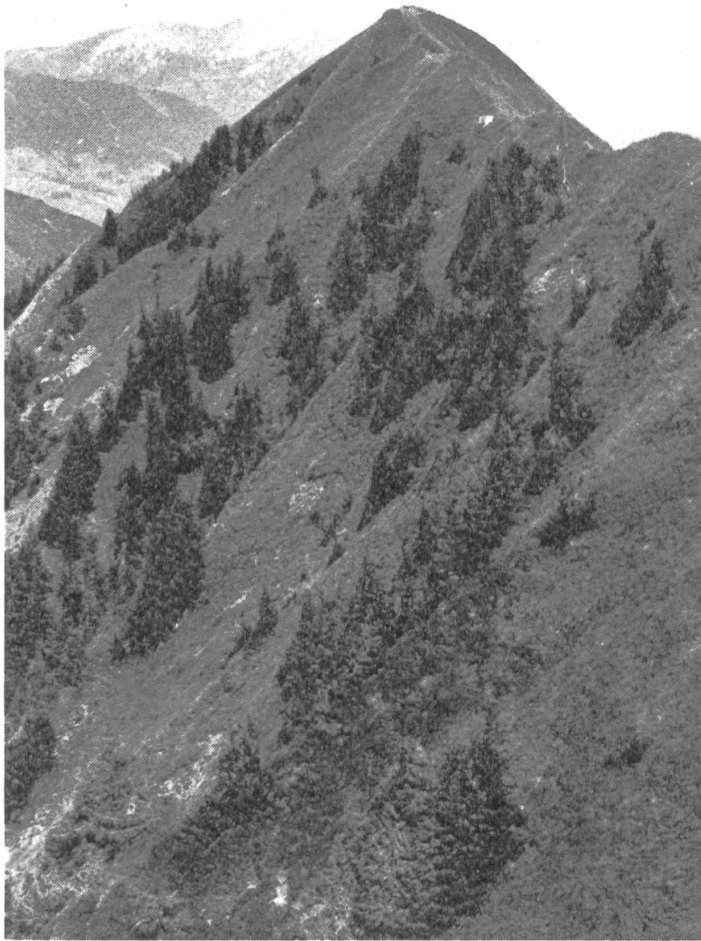


Abbildung 3

Fichtengruppe mit sehr dichtem, dünnem Nadelmantel bis zur Bodenoberfläche. Die feine und unregelmäßige Verzweigung ist die Folge von häufigem Frost oder Frostrocknis, welche die Triebspitzen zerstören. Solche Wuchsformen beeinflussen die Schneeablagerung stark.

### 5.2.2 Fichtenkolonien beeinflussen die Schneeablagerung günstig

Die Entstehungsweise der Fichtenkolonien durch Zweigableger führt dazu, dass am Steilhang die ältesten, dicksten und höchsten Stämme am oberen, leeseitigen Kolonierand stehen. Gegen unten hin werden die Stämmchen immer schwächer und niedriger, der untere windausgesetzte Rand wird meist durch einen dem Boden aufliegenden Astkranz gebildet (Abb. 1 t). Der Querschnitt durch eine Kolonie hat die Form eines Keils mit der Spitze am leeseitigen Rand. Das bietet Gewähr für einen bestmöglichen Windschutz, denn die höheren Kolonieglieder stehen im Windschatten der vorgelagerten niedrigeren. Im Winter wird bei kräftigem Schneetreiben ein grosser Teil des Kronenraums mit Schnee aufgefüllt, während an Stellen ohne Kolonien der Schnee weggeblasen wird oder abrutscht. Im Bereich der Kolonien ist somit der Boden vor Frost geschützt, und die vom Schnee eingepackten Zweige können nicht vertrocknen, beides Voraussetzungen, um der Frostrocknisgefahr zu entgehen (Abb. 1, Schnitt A, und Abb. 5).



*Abbildung 4*

Fichtenkolonien an einem Steilhang in extremer Hochlage. Die Koloniebildung wird hier gefördert durch häufige Frosttrocknis infolge Schneearmut.

Die vermehrte Schneeablagerung oberhalb einer Kolonie bringt die Gefahr von Schneedruckschäden mit sich, zumal die Angriffsfläche einer Kolonie recht gross ist. Diese Gefahr wird aber durch die Tatsache reduziert, dass die Schneeablagerung mit der Kolonie wächst und dass die jeweils stärksten Stämmchen am oberen Kolonierand stehen.

### 5.2.3 Fichtenkolonien bilden eine Versorgungsgemeinschaft

Die unterirdischen Verbindungen zwischen den einzelnen Stämmchen einer Kolonie können über Jahrzehnte bestehen und funktionstüchtig bleiben. Es ist anzunehmen, dass eine Kolonie wie ein einziger Organismus funktioniert. Wenn ein gemeinsamer Wasser-, Nährstoff-, Assimilate- und Hormonhaushalt existiert, so ist eine Arbeitsteilung möglich. Dadurch wird zum Beispiel die Wurzelkonkurrenz trotz Dichtstand ausgeschaltet, geschädigte oder wegen ihrer Stellung benachteiligte Kolonieglieder können sich dank der verfügbaren Assimilate von Nachbarn besser regenerieren.



Abbildung 5

Schneeablagerung im Kronenraum und im Lee von dicht und bis zum Boden beasteten Fichten und Fichtenkolonien. Der Schnee schützt die bedeckten Zweige vor weiterer Austrocknung und den Boden vor Frost.

#### 5.2.4 Fichtenkolonien fördern die Bodenbildung

Unter dem ausgedehnten dichten Kronendach einer Fichtenkolonie wird die reichlich anfallende Nadelstreu auch in Steilhanglagen kaum ausgewaschen und bleibt feucht.

#### 5.2.5 Fichtenkolonien sorgen für Verjüngung

In den obersten Lagen der Baumvorkommen sind Samenverbreitung sowie Keimungs- und Aufwuchsmöglichkeiten sehr mangelhaft. Dank vegetativer Vermehrung ist eine Verjüngung und Zunahme der Baumzahl trotzdem sichergestellt.

### 6. Gesichtspunkte zur Baumartenwahl

Durch Verletzungen werden die einzelnen Baumarten sehr unterschiedlich betroffen. Artspezifische Eigenschaften wie Frostresistenz, Holzfestigkeit, Nadelbau, Ausbildung des Wurzelwerks, Stärke der Apikaldominanz usw.

sind dafür verantwortlich, wie die betreffende Baumart mit dem Schaden fertig wird und wie dieser sich schliesslich in der Wuchsform äussert.

Was die *Stammform* betrifft, so ist die Fichte im Vergleich zur plastischen Bergföhre und elastischen Lärche auffallend formbeständig. Der starre Stamm behält seine aufrechte, gerade Form noch an Stellen, wo die Bergföhre schon Säbelwuchs zeigt. Erst an stärker beanspruchten Stellen bildet auch der Fichtenstamm einen Säbel oder bricht, während der Bergföhre ein buschförmiger Habitus aufgezwungen wird. Der Säbel der Fichte ist bei gleicher Beanspruchung stets viel kürzer gekrümmt als bei Bergföhre oder Lärche.

Bei der Baumartenwahl für Aufforstungen stellt sich für den Gebirgsförster die Frage, ob eine gute Formbeständigkeit bei zu erwartenden Schneebewegungen vor- oder nachteilig ist. Die Antwort hängt vom Ausmass der auftretenden Kräfte und vom Zweck der Aufforstung ab. Starre, möglichst aufrechte Stämme führen schneller zu einem geschlossenen Bestand, ihre Gefährdung durch Schneepilze und andere Jugendgefahren dauert nicht so lange, weil die Bäumchen schneller der Schneedecke mit ihren Beeinträchtigungen entwachsen. Sie leisten auch schneller einen Beitrag zur weiteren Stabilisierung der Schneedecke. Wo hingegen sehr hohe Druckkräfte zu erwarten sind, wird die Bruchgefahr bei formbeständigen Arten höher als bei solchen, die dem Druck durch plastische Verformung leichter nachgeben. Wo zur Erfüllung spezieller Aufgaben wie Erosionsschutz usw. auch extreme Stellen bestockt werden müssen, sind leicht verformbare Arten wie die Bergföhre wahrscheinlich dauerhafter.

Noch typischer als die Stammform prägen die Eigenschaften der *Beastung* die äussere Gestalt der Baumarten. Die Wachstumsrichtung der Zweigspitzen ist bei ungestörter Entwicklung z. B. bei der Bergföhre senkrecht, bei der Fichte schräg aufwärts. Die Zerstörung der Triebe löst bei keiner anderen subalpinen Nadelbaumart derart augenfällige Reaktionen aus wie bei der Fichte: Verdichtung der Krone, unregelmäßige Verzweigung, Verlängerung der bodennahen Äste, adventive Bewurzelung.

Die Eigenschaften von Stamm und Beastung der Fichte weisen darauf hin, dass bei dieser Baumart eine vergleichsweise sehr strenge Hierarchie und Organkorrelation herrscht.

Auch diese Gesichtspunkte sollten bei der Baumartenwahl nutzbringend berücksichtigt werden. Es hat sich nämlich erwiesen, dass dichte Kronen mit Ästen vor allem an der Basis die Schneeablagerung um den Stammfuss und in nächster Nähe des Baumes fördern. Vor allem an klimatisch extremen, schneearmen Stellen sind deshalb dichtbeastete Baumarten wie Fichte und Arve den Arten mit lockerer Krone wie Bergföhre und Lärche vorzuziehen, weil die Schneeablagerung Bodenfrost im Wurzelbereich und damit die Frosttrocknisgefahr reduziert. Die Fichte macht den Nachteil der relativ grossen

Frost- und Trocknisempfindlichkeit teilweise durch ihre vorteilhafte Reaktion wett.

Das Phänomen der *Kollektivbildung* hat den Anstoss gegeben, bei Aufforstungen die Baumgruppierungen durch lokal dichtere Bepflanzung und entsprechende Bepflanzungslücken zu fördern. Eine Rottenstruktur ist im Gebirgswaldbau allgemein anzustreben, denn man verspricht sich davon manche der Vorteile, welche die Fichtenkolonien offensichtlich geniessen.

Die Verteilung von Kolonien im Gelände ergibt Anhaltspunkte für die sinnvolle Anwendung der gruppenweisen Pflanzung. Das Kollektiv ist am meisten überlegen bei starker klimatischer Beanspruchung, also an schnee-armen, frost- und frosttrocknisgefährdeten Lagen. Dort ist eine Gruppenpflanzung unbedingt zu empfehlen. Auch in stark strukturiertem Gelände bieten sich bevorzugte Stellen an (wärmste Exposition, Bodenerhebungen), wo die Bäumchen konzentriert eingebracht werden können auf Kosten der gefährdeten Stellen (Schneebewegung, Kälte), welche vorerst ausgespart bleiben. Auf Kriech- und Gleitschneehängen sind Kollektive mit grösseren Zwischenräumen gefährdet.

Wichtiger als diese speziellen Gesichtspunkte der Baumartenwahl sind jedoch die allgemeineren Prinzipien, die sich aus der Artenverbreitung in den Grossklima-Räumen ergeben; so sollte etwa die Fichte im zentralalpinen, kontinentalen Bereich nicht in den höchsten Lagen verwendet werden. Zudem lohnt es sich auch bei sorgfältigster Wahl der Baumart nicht, wirklich extreme Standorte ohne weitere Hilfsmassnahmen aufzuforsten.

## Résumé

### Les formes de croissance des arbres à la limite alpine de la forêt

Ce travail a pour objectif d'expliquer les causes et la formation des modifications morphologiques des arbres dans la zone de la limite alpine de la forêt.

Des conditions écologiques extrêmes, comme la reptation de la neige et du sol, le gel, les vents desséchants et les champignons parasites, occasionnent des dégâts tels que courbures et bris des troncs, destruction des bourgeons et des jeunes pousses, entre autres. Les arbres réagissent par le redressement des tiges, la régénération de la couronne, la prolifération et le renforcement des pousses. Les principaux types de formes sont présentés dans la figure 1.

Sur les stations peu enneigées et exposées aux vents, l'épicéa se rencontre souvent en groupes de plusieurs troncs (colonie d'épicéas) formés par marcottage, constituant une seule couronne. Ces groupes ont l'avantage de permettre un entassement de la neige et une évolution des sols favorables, de créer un climat propice à l'intérieur de la couronne, ainsi qu'une multiplication végétative des tiges.

Lors de reboisements de stations difficiles, on devrait tenir compte des caractères spécifiques des essences dont, entre autres, la stabilité de la forme, la résistance au bris, la faculté de régénération et les particularités du branchage. Le principe de la colonie peut être reproduit en groupant les plants.

Traduction: R. Amiet

#### *Literatur*

*Kuoch, R. und Amiet, R., 1970: Die Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 46, 4: 159—328.*

*Schönenberger, W., 1978: Ökologie der natürlichen Verjüngung von Fichte und Bergföhre in Lawinenzügen der nördlichen Voralpen. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes., Mitt. 54, 3: 215—361.*