

**Zeitschrift:** Cratschla : Informationen aus dem Schweizerischen Nationalpark  
**Herausgeber:** Eidgenössische Nationalparkkommission  
**Band:** - (1999)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Einblicke in die Struktur eines Bergföhrenwaldes  
**Autor:** Hauenstein, Pius  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-418690>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.02.2025

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





*Prus Hauenstein*

## Einblicke in die Struktur eines Bergföhrenwaldes

Eine besondere Attraktion des Schweizerischen Nationalparks sind die ausgedehnten reinen Bestockungen aus Aufrechter Bergföhre *Pinus montana* var. *arborea*. Entlang der Ofenpassstrasse, zwischen dem Hotel Il Fuorn und der bekannten Alp Stabelhod, treten diese Bergföhrenwälder besonders eindrücklich hervor. Wer dieses Gebiet auf den offiziellen Wegen durchwandert, wird wohl hauptsächlich die Gleichförmigkeit und scheinbare Regelmässigkeit dieses Waldes bemerken und als Besonderheit höchstens einzelne grössere Lücken im Bestandesdach feststellen, wie beispielsweise auf den ersten hundert Metern des Weges in die Val dal Botsch. Wer aber wie ein Bartgeier über die Wälder kreisend oder mit Hilfe von Fotografien aus der Luft das Gebiet überblickt, kann Unregelmässigkeiten und Eigenheiten feststellen. Doch die hohe Dichte der Baumbestockung, die relativ kleinwüchsigen Bäume und die nach mindestens 85 Jahren ohne menschliche Eingriffe entstandene «Unordnung» erschweren auch aus der Vogelperspektive das Erkennen von detaillierten und kleinräumigen Mustern in der Anordnung der Bäume.



Wie entwickeln sich Bergföhrenbestände auf ehemals intensiv genutzten und heute sich selbst überlassenen Flächen im Schweizerischen Nationalpark? Um einen Einblick in die räumliche Struktur und Entwicklung der Waldbestockungen zu gewinnen, werden über möglichst grossen Zeitraum detaillierte Informationen über alle Bäume von grösseren, zusammenhängenden Flächen benötigt. Zwei 70 Jahre alte Dauerbeobachtungsflächen der Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft und eine 20 Jahre alte Dauerbeobachtungsfläche der ETH Zürich konnten für diese Fragestellung beigezogen werden. Die Luftbilder, die über das Gebiet des SNP existieren – die ältesten stammen aus dem Jahr 1935 – konnten für diese minutiöse, einzelbaumbezogene Untersuchung nur beschränkt verwendet werden. Die Messreihen der Dauerflächen (Stammdurchmesser, Höhe, Vitalität, soziale Stellung im Bestand u. a. m.) wurden durch eine beinahe zentimetergenaue Kartierung von rund 4300 Einzelbäumen ergänzt. Es wurden alle Bäume mit einem Brusthöhen-Durchmesser von mindestens 1 Zentimeter berücksichtigt.

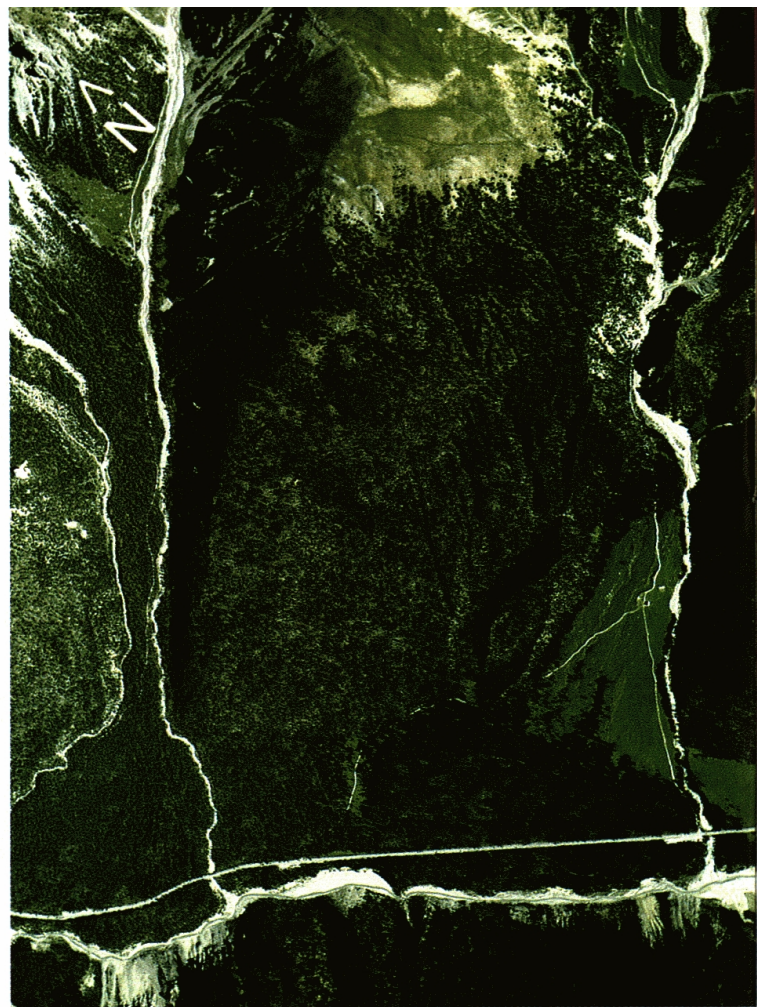
#### Auswertungen mit Computerprogrammen

Die klassische forstliche Betrachtungsweise unterteilt zum Beispiel für Nutzungsplanungen eine Waldfläche üblicherweise in scharf abgegrenzte Teilflächen. Ein solches Vorgehen bewährt sich für Untersuchungen der natürlichen, nicht durch die Nutzung geprägten Bestandesstruktur nicht. Um Strukturformen und deren Entwicklung über Jahrzehnte zu erkennen und zu beschreiben, müssen die Daten mithilfe von rechnerischen Methoden analysiert werden. Diese Methoden bilden nach-

#### Struktur – ein unerlässlicher Begriff für das Waldverständnis

Das Wort «Struktur» ist ein gerne, häufig wie auch vielseitig verwendeter Ausdruck in der Wissenschafts- und Bildungssprache des 20. Jahrhunderts. Unter Struktur wird hier die räumliche (vertikale und horizontale) Ordnung verstanden.

Zur Beschreibung der Waldstruktur werden etwa die Nachbarschaftsverhältnisse, die Grösse und Lage der Bäume bzw. der Baumkollektive oder deren zeitliche Veränderung herangezogen. Die Struktur eines Waldbestandes ist das Ergebnis der Wachstumsprozesse sowie der äusseren und inneren Einflussfaktoren.



Bergföhrenwald im Schweizerischen Nationalpark zwischen Ofenpassstrasse, Val dal Botsch und Alp Stabelchod (Luftaufnahme der Eidgenössischen Vermessungsdirektion vom 7.8.1988, Fluglinie 199 453, Bild Nr. 4328).

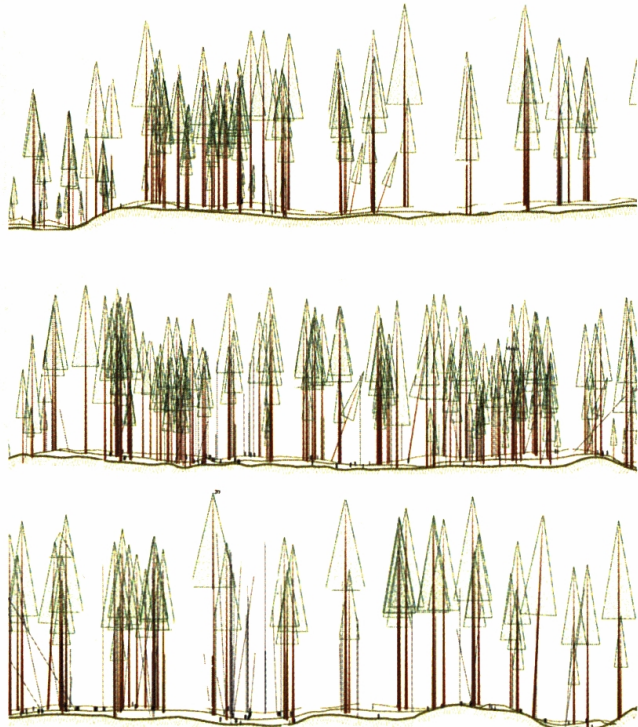
vollziehbare und definierte Modelle der Bestockungsstruktur. Da die Modelle überblickbar und verständlich sein müssen, weist jedes bestimmte Charakteristiken auf und beschreibt nur einen Ausschnitt aus dem ganzen Beziehungskomplex. Keine Methode ist umfassend. Die verschiedenen Betrachtungsmethoden müssen daher kombiniert eingesetzt werden. Infolge der grossen Datenmenge ist der Einsatz von Computern, beispielsweise eines Geographischen Informationssystems (GIS), unumgänglich.

#### Sterben die Bergföhrenwälder ab?

Die entlang der Ofenpassstrasse in Reinbeständen vorkommende Bergföhre wird bis etwa 18 Meter hoch und weist Brusthöhendurchmesser bis 35 Zentimeter sowie eine schlanke Krone auf (Durchmesser bis 4 Meter). Die Bergföhrenbestockungen in diesem Gebiet wachsen sehr dicht. In den heutigen Bestockungen stehen im Durchschnitt auf einer Hektare zwischen 1400 und 3200 lebende Bäume, in jüngeren Bestockungen können es mehr als 5000 sein. Hinzu kommen v. a. bei den älteren Beständen die noch



stehenden toten Bäume. Es konnten 1100 bis 1800 tote Bäume – also gleich viele tote wie lebende – auf einer Hektare festgestellt werden. Dies rührt daher, dass abgestorbene Bäume noch viele Jahrzehnte stehenbleiben können. Zu den stehenden, abgestorbenen kommen noch zwischen 600 und 1700 liegende tote Bäume hinzu. Die gesamte Länge der liegenden Stämme kann bis 12 Kilometer pro Hektare oder 1,2 Meter pro m<sup>2</sup> betragen. Das Totholz sammelt sich in diesen Wäldern an, weil sich das Bergföhrenholz infolge seiner Widerstandsfähig-



Computergenerierte Aufrissprofile der Dauerbeobachtungsflächen WSL 4 (unterstes Profil) und WSL 5 (obere 2 Profile) in westöstlicher Richtung, Bestockungszustand 1991.

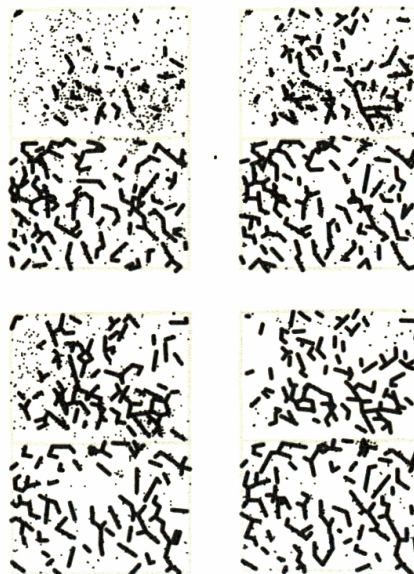
keit und des inneralpinen Klimas (trocken und warm bzw. kalt) nur langsam zersetzt und es durch keine Försterhand aus dem Wald geräumt wird. Das Absterben von Bäumen, insbesondere von älteren oder stark bedrängten Bäumen, ist ein natürlicher Vorgang. Für uns Mitteleuropäer ist der Anblick dieses hohen Anteils an stehendem und liegendem Totholz allerdings eher ungewöhnlich. Obwohl die Verjüngungsdynamik nicht speziell untersucht worden ist, sind die häufig und üppig aufkommenden jungen Bergföhren augenfällig. Für Nachwuchs ist vorläufig gesorgt.

Bemerkenswert ist ausserdem die Tatsache, dass die schrägstehenden oder liegenden Stämme auf allen 3 Untersuchungsflächen mit ihren Spitzen haupt-

Computergenerierter Grundriss der Dauerbeobachtungsflächen WSL 4 (unten, Bestockung ca. 180 Jahre alt) und WSL 5 (oben, ehemalige Weide, Bestockung ca. 100 Jahre alt), Bestockungszustand 1991.



sächlich nach Süden weisen. Ein Zusammenhang mit der hier geringen Hangneigung oder mit der querliegenden Hauptwindrichtung besteht nicht. So müssen wir eine Erklärung für diese gleichartige Stammausrichtung der liegenden Bäume späteren Untersuchungen überlassen.



Darstellung der streifenartigen Baumkollektive der Dauerbeobachtungsflächen WSL 4 und WSL 5 in den Jahren 1946, 1962, 1977 und 1991 (Anordnungen im Uhrzeigersinn).



### Überraschende Verteilung der Bäume

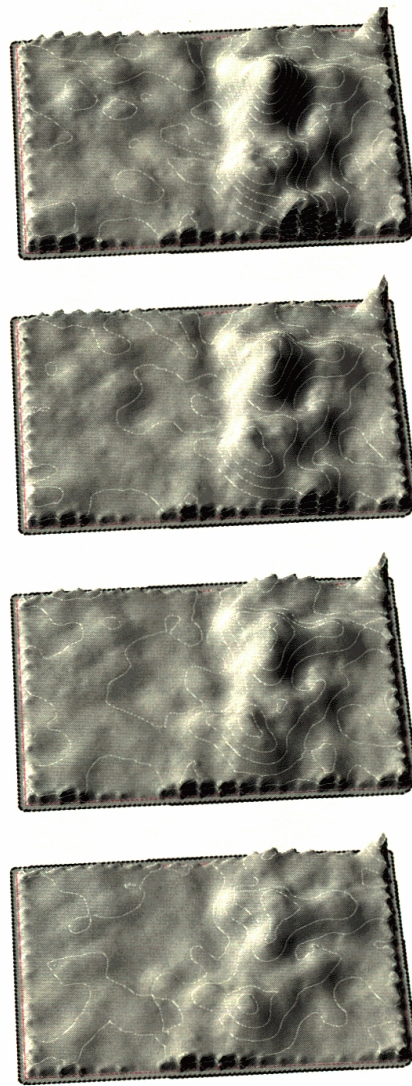
In den 3 untersuchten Flächen sind die Bäume durchaus nicht regelmässig verteilt.  $\frac{3}{4}$  der Bäume haben ihren nächsten Nachbarn weniger als 1 Meter entfernt und auch im Umkreis bis zu 2 Meter um jeden Baum befinden sich deutlich mehr Nachbarbäume, als etwa aufgrund der Licht- und Bodenverhältnisse zu erwarten wäre. Die Bäume bilden somit deutliche Gruppen. Diese sogenannte Klumpung hat in den vergangenen 50 Jahren kaum abgenommen.

Wenn man diese Gruppen genauer betrachtet und zu Kollektiven zusammenfasst, zeigt sich ein überraschendes Bild: Die Kollektive weisen eine streifenartige Anordnung (Struktur) auf. Es zeigt sich, dass sich rund  $\frac{3}{4}$  aller Bäume in 2,5 Meter breiten Streifen befinden. Diese Streifen decken 30 – 40 Prozent der Gesamtfläche ab. Das heisst nichts Anderes, als dass  $\frac{3}{4}$  aller Bäume nur rund  $\frac{1}{3}$  der zur Verfügung stehenden Fläche beanspruchen. Entsprechend verteilt sich der restliche Viertel der Bäume auf  $\frac{2}{3}$  der Fläche.

Auf den Beobachtungsflächen der WSL zeigte sich noch eine weitere aufschlussreiche Erscheinung. Die dichter bestockten Streifen verlaufen tendenziell häufig in nordsüdlicher Richtung und weniger häufig in westöstlicher Richtung. Ein Zusammenhang mit oberflächlich sichtbaren Bodenstrukturen ist nicht zu erkennen. Eine mögliche Erklärung ist, dass bei der letzten Holznutzung um 1875 die Stämme auf dem direkten Weg an die Ofenpassstrasse geschleift wurden. In den dadurch entstandenen, teilweise vegetationsfreien Schleifspuren konnte sich die Bergföhre als Rohboden bevorzugende Baumart erfolgreich ansiedeln.

### Auffällige Lücken

Wenn wir die Flächen noch allgemeiner betrachten, fallen gelegentlich grössere, zum Teil kreisförmige Lücken in der Bestockung auf. Diese messen zwischen 20 und 40 Meter im Durchmesser. Je nach Alter bestehen diese Lücken aus stehenden, abgestorbenen Bäumen («Friedhof») oder enthalten bereits eine dichte Bergföhrenverjüngung. Solche Phänomene sind auch andernorts und unter anderen Bezeichnungen bekannt («maladie du rond», «dieback patch»). Die genauen Ursachen dieser Erscheinung sind Gegenstand anderer Untersuchungen.



Mit geeigneten mathematischen Methoden kann zum Beispiel die Dichte der lebenden Baumbestockung als kontinuierliche Dichteverteilung dargestellt werden (Dauerbeobachtungsflächen WSL 4 und WSL 5, Zustände 1946, 1962, 1977, 1991 von oben nach unten).

### Ausblick

Die Ergebnisse einer Fallstudie dürfen nie verallgemeinert werden. Die aus dieser Fallstudie gewonnenen Erkenntnisse zeigen, welche Möglichkeiten heute für die Untersuchung von Waldbeständen (Waldstrukturen) zur Verfügung stehen. Zudem werfen sie Fragen über die Ursachen und die zukünftige Entwicklung auf.

Diese Untersuchung hat einmal mehr gezeigt, wie wertvoll langjährige Messreihen und Beobachtungen sind. Die Ergebnisse stellen auch eine Motivation dar, diese Messreihen fortzusetzen, methodisch anzugleichen und noch bestehende Mängel zu korrigieren. Es ist aber daran zu erinnern, dass Messen und Beobachten allein nicht genügen: Erst die Analyse und die Diskussion liefern neue Erkenntnisse. ☪

Dieser Beitrag stützt sich auf folgende Arbeit:  
HAUENSTEIN, P. (1999): Untersuchungen über die Struktur einer Bergföhrenbestockung im Schweizerischen Nationalpark.  
Dissertation ETH Zürich Nr. 12971, 206 S.

Pius Hauenstein, Waidagurt 6, 7015 Tamins