

DISS. ETH Nr. 12 641

Analyse des Vegetationsmusters eines zentralalpinen Bergwaldgebiets

A B H A N D L U N G

zur Erlangung des Titels

DOKTORIN DER NATURWISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

Iris Gödickemeier

Dipl. Natw. ETH Zürich

geboren am 11. Februar 1968

von Rickenbach ZH

Angenommen auf Antrag von:

PD Dr. Otto Wildi, Referent

Prof. Dr. Klaus C. Ewald, 1. Korreferent

PD Dr. Felix Kienast, 2. Korreferent

1998

Zusammenfassung

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde das Vegetationsmuster des zentralalpinen Bergwaldgebiets am Südhang oberhalb von Leuk (VS) beschrieben, analysiert und mit Hilfe statistischer Modelle erklärt.

Als Datengrundlage für die Analysen dienten Struktur-, Nutzungs- und floristische Daten aus einer stichprobenhaften direkten Felduntersuchung, sowie topographische und bioklimatische Daten, welche direkt einem 25m-Höhenmodell entnommen oder auf der Grundlage des Höhenmodells mit Hilfe räumlicher Inter- bzw. Extrapolationstechniken aus dem Stationsnetz der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt generiert wurden.

Für die statistische Erhebung der floristischen Datengrundlage sowie der Struktur- und Nutzungsdaten wurde ein stratifiziertes Stichprobenverfahren auf der Basis eines digitalen Höhenmodells verwendet.

Um die Eignung dieses Stichprobenverfahrens für die Erkennung von Vegetationsmustern zu prüfen, wurde dieses Verfahren mit zwei anderen statistischen Erhebungsmethoden (systematischer Stichprobenerhebung und Zufallsstichprobenerhebung) verglichen. Dieser Stichprobenvergleich bildet den ersten Teil der vorliegenden Arbeit. Es zeigte sich, dass stratifizierte Stichprobenerhebung auf der Basis eines digitalen Höhenmodells eine effiziente und zweckmässige Methode für die Datenerhebung in vegetationskundlichen Untersuchungen ist. Mit dieser Methode kann schon bei relativ kleinem Stichprobenumfang der gesamte ökologische Raum abgedeckt und das ganze Spektrum der vorhandenen Vegetationseinheiten erfasst werden.

Der zweite Teil dieser Arbeit befasst sich mit der Analyse und Erklärung des Vegetationsmusters des Bergwaldgebiets oberhalb von Leuk (VS). Die floristischen Daten wurden multivariaten Analysen unterzogen, um Gesetzmässigkeiten (Gruppen- und Gradientenstrukturen) aufzuklären. Die Analysen ergaben, dass die Vegetation des Untersuchungsgebiets aufgrund der Ähnlichkeit zwischen den Aufnahmen als kontinuierliche Abfolge von drei grösseren Vegetationseinheiten (Föhren-, Fichten, und Lärchenwälder) beschrieben werden kann. Diese Einheiten lassen sich noch weiter in die Gesellschaften Klebriger Zahntrost-Föhrenwald, Niedrigseggen-Föhrenwald, Weissseggen-Föhrenwald, Kreuzblumen-Fichtenwald, Reitgras-Fichtenwald, Alpendost-Fichtenwald, Lärchen-Fichtenwald und Zwergwachholder-Lärchenwald unterteilen. Die Übereinstimmung dieser Einheiten mit in der Literatur beschriebenen wurde diskutiert.

Die Analyse des Zusammenhangs zwischen Vegetation und Standort ergab, dass das grossräumige Vegetationsmuster in erster Linie von Temperaturfaktoren, die in enger Beziehung zur Höhe stehen, abhängt. Die Temperatur bestimmt auch innerhalb der Föhren- und Lärchenwälder

der das Auftreten der Pflanzengesellschaften, während innerhalb der Fichtenwälder vor allem die Strahlung für das Vorkommen der Pflanzengesellschaften verantwortlich ist. In den Lärchenwäldern ist neben der Temperatur auch die alpwirtschaftliche Nutzung für die Verbreitung der Pflanzengesellschaften von Bedeutung.

Auf der Basis der Vegetationseinheiten und der bioklimatischen, ökophysiologisch relevanten Faktoren Wärmesumme und Strahlung wurde ein Modell entwickelt, mit dem das räumlich explizite Verbreitungsmuster der Vegetationseinheiten für jedes 25m-Pixel des Untersuchungsgebiets aufgrund bioklimatischer Variablen vorausgesagt werden kann. Die Beziehung zwischen Vegetation und Standort wurde mit Logit-Regressionen hergeleitet. Die Qualität des Modells wurde anhand der Kalibrations- und Testpunkte mit einer Kappa-Statistik und Kontingenzta-bellen geprüft. Die erreichten Übereinstimmungen wurden als gut bis sehr gut interpretiert. Das Modell erlaubt somit eine gute Prognose der räumlichen Verbreitung der Vegetationseinheiten.

Schliesslich wurden Diversitätsmuster und deren Abhängigkeit von klimatischen und topogra-phischen Umweltfaktoren sowie landwirtschaftlichen und forstlichen Nutzungseingriffen unter-sucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Artenvielfalt im Untersuchungsgebiet primär von der Höhenlage abhängt. Daneben haben auch der Deckungsgrad der Baumschicht und die Höhe der Baumschicht einen Einfluss auf die Artenvielfalt.

Abschliessend wurden aus den Resultaten dieser Arbeit Empfehlungen für die Bewirtschaftung zentralalpiner Wälder im Hinblick auf eine Förderung der natürlichen Arten- und Strukturvielfalt gemacht. Dabei standen die Erhaltung der naturnahen Bestandesstrukturen durch schonende Bewirtschaftung und die Förderung der Artenvielfalt an der Waldgrenze durch extensive Beweidung im Vordergrund.

Summary

In this PhD thesis the vegetation pattern of a mountain woodland area of the central Alps located on a southside slope above Leuk (canton Valais) is described, analyzed and explained with static equilibrium models.

The analyses have been performed using a) land-use and floristic data obtained from a field survey; and b) topographic and bioclimatic data, which were either taken directly from a 25 m digital terrain model, or derived from the network of the meteorological observation stations by using methods of spatial interpolation and extrapolation.

Stratified random sampling based on the digital terrain model was used to collect the floristic, structural and land-use data.

In order to assess the power of this sampling method to discern vegetation patterns it was compared with two other statistical survey methods (i.e. systematic sampling and random sampling). This comparison of sampling methods makes up the first part of the thesis.

It was found that stratified random sampling on the basis of a digital terrain model is an efficient and adequate method for data collection in vegetation surveys. This method allows to cover the entire environmental space and the whole range of the existing vegetation units within a relatively small sampling universe.

The second part of the thesis deals with the group structure of the vegetation patterns of that mountain woodland area located above Leuk (canton Valais). Multivariate analysis was applied to discover patterns (group and gradient structures) in the floristic data. The analysis of the similarities between the relevés showed that the vegetation of the surveyed area can be described as a continuous sequence of three larger vegetation units (pine, spruce and larch forests). These units can be further divided into the following societies: *Odontito viscosi-Pinetum*, *Carici humilis-Pinetum*, *Carici albae-Pinetum*, *Polygalo chamaebuxi-Piceetum*, *Calamagrostio villosae-Piceetum*, *Adenostylo alliariae-Piceetum*, *Larici-Piceetum* and *Junipero nanae-Laricetum*. It is discussed to what extent these units are identical with those described in the literature.

The analysis of the relationship between vegetation and site conditions showed that vegetation patterns on a larger spacial scale primarily depend on temperature which in turn is closely related to altitude. Temperature also determines the occurrence of particular plant communities within the pine and larch forests while radiation is the primary factor on which the occurrence of a community depends within the spruce forests. In the larch forests land-use (alpine farming) is another decisive factor governing community structure.

The third part of the PhD thesis deals with the setup of a predictive spatially explicit model that aims at simulating vegetation types at any given 25 m pixel of the study area. Two ecophysiological factors serve as independent predictors, i.e. degree days and radiation. The static relationship between vegetation and site factors was established by calculating logistic regressions models. The quality of the models was tested with calibration and test points using kappa statistics and contingency tables. The level of agreement was judged as good to very good. Thus with the model a good prediction can be made of the spatial distribution pattern of the vegetation units.

The last activity covered in this PhD thesis concerns patterns of diversity and their dependence on climatic and topographic factors of the environment and agricultural and silvicultural management practices. The results show that in the study area species diversity primarily depends on altitude. Apart from this, canopy density and the height of the tree layer have an influence on species diversity.

The results of this investigation allow to make recommendations for the management of woodlands in the central Alps with regard to the enhancement of natural species and structure diversity. The main emphasis is on the preservation of the seminatural stand structures by careful management and on improvement of the species diversity around the timberline by extensive cattle grazing.