



## Doctoral Thesis

# Ordination and classification of Swiss and Canadian coniferous forests by various biometric and other methods

**Author(s):**

Groenewoud, Herman van

**Publication Date:**

1965

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000087859> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Ordination and classification  
of Swiss and Canadian coniferous forests  
by various biometric and  
other methods**

Von der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE IN ZÜRICH

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors  
der Naturwissenschaften  
genehmigte

PROMOTIONSARBEIT

Vorgelegt von

HERMAN VAN GROENEWOUD  
B.A. M.A.  
von Canada

Referent: Herr Prof. Dr. H. Ellenberg

Korreferent: Herr Prof. Dr. H. Le Roy



Zürich  
Buchdruckerei Berichthaus  
1965

6.2	Swiss sample plots . . . . .	58
6.2.1	Classification of sample plots (Zürich-Montpellier method) . . . . .	58
6.2.2	Habitat factors in relation to classification of sample plots . . . . .	59
6.2.3	Principal component analysis (R-method) of the covariance matrix . . . . .	59
6.2.4	Habitat factors in relation to the principal axes . . . . .	62
6.2.5	Analysis of the $D^2$ matrix . . . . .	63
6.2.6	Habitat factors in relation to the main axis ( $D^2$ matrix) . . . . .	63
6.2.7	Principal component analysis (Q-method) of the transformed $D^2$ matrices . . . . .	65
6.2.8	Habitat features in relation to principal axes (Q-method) . . . . .	66
6.2.9	Clustering of sample plots . . . . .	66
6.2.1	Habitat factors in relation to the clustering of sample plots . . . . .	66
6.3	Canadian sample plots . . . . .	68
6.3.1	Classification of sample plots (Zürich-Montpellier method) . . . . .	68
6.3.2	Habitat features in relation to classification of sample plots . . . . .	68
6.3.3	Principal component analysis of the covariance matrix . . . . .	70
6.3.4	Habitat features in relation to the principal axes . . . . .	71
6.3.5	Analysis of the $D^2$ matrix . . . . .	75
6.3.6	Habitat features in relation to the main axes . . . . .	75
6.3.7	Principal component analysis (Q-method) of the transformed $D^2$ matrix . . . . .	76
6.3.8	Habitat features in relation to the principal axes (Q-method) . . . . .	77
6.3.9	Clustering of sample plots . . . . .	77
7.	Discussion . . . . .	79
8.	Conclusions . . . . .	86
9.	Acknowledgements . . . . .	91
10.	References . . . . .	92
Appendix I	Vegetation table, Swiss data . . . . .	after page 94
Appendix II	Vegetation table, Canadian data . . . . .	after page 94
Appendix III	Computational scheme for finding clusters (Swiss data) . . . . .	95
Appendix IV	Computation of Mahalanobis' generalized distance ( $D^2$ ) . . . . .	96
Appendix V	Principal component analysis . . . . .	97

## 1. Zusammenfassung/Abstract

Mehrere Methoden wurden angewendet, um Vegetationsaufnahmen von *Abies*-Wäldern in der Schweiz und *Picea*-Wäldern in Saskatchewan, Kanada, zu "ordinieren" (d.h. nach bestimmten Gradienten zu ordnen) und zu klassifizieren. Verwendet wurden: 1. "Principal component analysis of the covariance" (zwischen Arten) Matrix; 2. eine Ordinierungsmethode, die auf dem "verallgemeinerten Abstand" von Mahalanobis ( $D^2$ ) basiert; 3. "Principal component analysis" von der transformierten  $D^2$  Matrix; 4. die Zürich-Montpellier-Methode der Differentialarten-Gruppen und 5. eine Gruppenanalyse, die auf der Ordination beruht. Die ersten drei sind reine Ordinierungsmethoden; die vierte erstrebt vor allem eine Typisierung und Klassifizierung; auch die fünfte arbeitet gruppierend.

Die Beziehungen zwischen Standortfaktoren und den Achsen der Ordinationen sind sehr ähnlich bei allen Ordinierungsmethoden. Alle Achsen vertreten bestimmte ökologische Faktoren oder Faktorenkomplexe. Die Achsen der Ordinationen, die aus der "Principal component analysis of the covariance" Matrix resultieren, repräsentieren

jedoch einen grösseren Anteil der Variation und sind näher korreliert mit Standortsfaktoren als die Achsen der anderen Ordinationen.

Die Gruppenanalyse (cluster analysis) beruht auf dem "verallgemeinerten Abstand" ( $D^2$ ). Sie erlaubte zwar eine Klassifizierung der schweizerischen, nicht aber der kanadischen Vegetationsaufnahmen. Unterschiede der Mittelwerte von Licht- und pH-Verhältnissen in diesen Gruppen sind in den meisten Fällen statistisch gesichert.

Die Methode der Differentialarten-Gruppen ergab eine Klassifizierung sowohl der schweizerischen als auch der kanadischen Aufnahmen. Die Gruppen der schweizerischen Aufnahmen waren (statistisch gesichert) verschieden in bezug auf ihr pH, aber nicht auf die Lichtverhältnisse. Die Gruppen der kanadischen Aufnahmen unterschieden sich in keinem der untersuchten Standortsfaktoren (statistisch gesichert).

Die Kombination zweier Methoden, einer ordnierenden mit einer klassifizierenden oder einer Gruppenanalysemethode, die auf der Ordination beruht, erwies sich als wirksamste objektive Arbeitsweise für die Ordnung der Vegetationsaufnahmen.

Vegetation data collected in *Abies* forests in Switzerland and *Picea* forests in Saskatchewan, Canada, were organized by three ordinating methods, 1. principal component analysis of the covariance matrix, 2. an ordinating method based on the  $D^2$  statistic, and 3. principal component analysis of the transformed  $D^2$  matrix, and by two grouping methods, 1. the Zürich-Montpellier method of differential species-groups, and 2. a cluster analysis based on an ordination.

The relationships found to exist between habitat features and the axes of the ordinations follow the same pattern for all ordinations. All axes were ecologically significant. The axes of the ordination resulting from the principal component analysis of the covariance matrix, however, account for a larger portion of the variation and show a closer relationship with the habitat factors and other site features than the axes of the other ordinations.

Cluster analysis, based on the  $D^2$  statistic, produced grouping of the Swiss vegetation samples but not of the Canadian samples. Differences between mean levels of light and soil pH in those groups were in most instances statistically significant.

The Zürich-Montpellier method distinguished groups of sample plots in both the Swiss and Canadian data. In the case of the Swiss data, the groups of plots were significantly different with reference to soil pH, but not with reference to light conditions. The groups of Canadian sample plots were ecologically not significantly different.

The combination of an ordinating technique with a classification technique or a cluster analysis, based on the ordination, was shown to be a powerful, objective method for vegetation analysis.

## 2. Introduction

In an earlier study (VAN GROENEWOUD 1965) of the ecological conditions associated with the occurrence of a root-rotting disease complex in white spruce (*Picea glauca*) stands in Saskatchewan, Canada (VAN GROENEWOUD 1956), an attempt was made to design a classification of plant communities containing white spruce, which would show a significant correlation with certain habitat factors and other site features.

The classification of these communities was considered of extraordinary importance as it would aid in the study of the conditions prevailing in the different community-types and it would help to define the habitat conditions at the time the trees become infected. The disease is usually discovered only