



Doctoral Thesis

## **The influence of red deer (*Cervus elaphus* L.) upon a subalpine grassland ecosystem in the Swiss National Park**

**Author(s):**

Achermann, Gérald

**Publication Date:**

2000

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-003906532> →

**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](#).

Diss ETH No. 13479

**The influence of red deer (*Cervus elaphus* L.) upon a subalpine  
grassland ecosystem in the Swiss National Park.**

A dissertation submitted to the  
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
for the degree of  
DOCTOR OF NATURAL SCIENCES

presented by

**Gérald Achermann**

Dipl. Natw. ETH  
born August 29<sup>th</sup>, 1969  
from Buochs (NW)

accepted on the recommendation of  
Prof. Dr. Peter J. Edwards, examiner  
PD Dr. Otto Wildi, coexaminer  
Dr. Martin Schütz, coexaminer

2000

## **Abstract**

### **The influence of red deer (*Cervus elaphus* L.) upon a subalpine grassland ecosystem in the Swiss National Park.**

In 1914 when the Swiss National Park was established, agricultural management ceased within the Parks borders. Subsequently, a triplication in the number of wild ungulates was observed between 1920 and today. In this research, the influence of red deer upon a subalpine grassland ecosystem is investigated.

The analysis of long-term data from permanent plots that were installed in tall-herb communities up to eighty years ago determined that vegetation structure and plant species composition had changed under the grazing and trampling impact of red deer. Night observations of grazing hinds on the subalpine grassland found that the former agriculturally grazed areas remained the preferred grazing areas of the deer. These grazing areas were highly correlated with soils of a high nutrient content. Distance to potential sources of disturbance and the overview of the deer are also important factors determining the spatial distribution of hinds on subalpine grasslands. On subalpine grasslands red deer are grazing only during the night. To reduce disturbance levels, they retire from the subalpine grasslands during the day. Consequently, red deer act as nutrient shifters and the nutrients formerly accumulated by the livestock are translocated to the subalpine forests and alpine grasslands. Using phosphorus as a surrogate for other nutrients, the phosphorus pool of the soil, and also the spatial patterns of phosphorus input by dung and phosphorus loss by grazing offtake were quantified. Balance functions (P-input from dung minus P-export by grazing), in relation to the successional stage of the vegetation and the phosphorus pool in soil were estimated. The potential long-term consequences of the nutrient export on the succession of subalpine grasslands and the response of red deer population within the Swiss National Park are discussed.

---

## Zusammenfassung

Im Schweizerischen Nationalpark (SNP) wurde der Einfluss der Rothirsche (*Cervus elaphus* L.) auf ein subalpines Graslandökosystem untersucht. Drei Fragen standen dabei im Vordergrund: 1) Welche Veränderungen traten in Lägerfluren nach der Aufgabe der Bewirtschaftung auf und welche Rolle spielten die Rothirsche dabei? 2) Durch welche Faktoren wird die räumliche Verteilung der während der Nacht auf den subalpinen Weiden äsenden Hirschkühe massgeblich beeinflusst? 3) Wie gross ist der durch die Rothirsche bedingte Nährstofftransport von den subalpinen Weiden in die umliegenden Wälder und welche möglichen Konsequenzen ergeben sich daraus für die Vegetationsentwicklung?

In einem ersten Schritt wurde die Vegetationsentwicklung von neun Dauerbeobachtungsflächen, die zwischen 1917 und 1943 in Lägerflurbeständen angelegt worden waren, analysiert. Nach der Aufgabe der Bewirtschaftung um 1914 entwickelte sich die Phytomasse der Lägerfluren recht stark, aber bis 1940 wurden keine grösseren Veränderungen in der Artenzusammensetzung registriert. Seit 1940 veränderten sich jedoch fünf dieser neun Dauerbeobachtungsflächen von hochwachsenden Lägerflurbeständen (mit den dominierenden Arten *Aconitum compactum*, *Chenopodium bonus-henricus*, *Urtica dioeca* oder *Rumex alpinus*) zu nun durch *Festuca rubra* dominierten Kurzrasenbeständen. Auf drei Dauerbeobachtungsflächen wurde *Deschampsia caespitosa* die dominierende Pflanzenart. Nur eine Fläche verblieb im typischen Lägerflurstadium mit *Aconitum compactum* als dominierende Art. Die Veränderung zu den durch *Festuca rubra* dominierten Rasen fand zwischen 1940 und 1960 statt, in der gleichen Periode als die Rothirschpopulation im Sommer innerhalb des SNP von ca. 4 auf 8 Individuen pro km<sup>2</sup> der produktiven Fläche anstieg. Es ist wahrscheinlich, dass diese Veränderung durch den intensiven Äsungsdruck der Rothirsche verursacht wurde.

In einem zweiten Schritt wurde im Sommer 1998 auf der subalpinen Weide "Alp Stabelchod" während 54 Nächten die räumliche Verteilung der äsenden Hirschkühe in Abhängigkeit von verschiedenen ökologischen Variablen (Struktur und Zusammensetzung der Vegetation, frühere Bewirtschaftung, Phosphorgehalt im Boden und Störungsquellen) untersucht. Die Strukturvariable „Kurzrasen“ erklärte rund 45% der Variation der räumlichen Verteilung äsender Hirschkühe. Diese Variable war hoch

---

korreliert mit dem Phosphorgehalt im Boden und den Vegetationseinheiten *Aconitum*, *Deschampsia*, *Trisetum* und *Festuca*. Das auf die frühere Bewirtschaftung zurückzuführende räumliche Muster der Nährstoffe im Boden scheint noch immer einer der bestimmenden Faktoren für die räumliche Verteilung der äsenden Hirschkühe zu sein. Variablen zur Sicherheit (Abstand zu möglichen Störungsquellen) und zum Schutzverhalten (Übersicht) der Rothirsche waren für die Erklärung der räumlichen Verteilung der Hirschkühe ebenfalls von einiger Bedeutung.

Auf der gleichen Weide wurde mit einem systematischen Netz von 268 Quadraten (20 m x 20 m) in einem dritten Schritt das räumliche Muster der Vegetation, der Nährstoffgehalt des Bodens sowie der durch die Rothirsche verursachte Nährstoffexport (gefressene Pflanzenmenge) und -import (Kot) untersucht. Als Stellvertreter für die Nährstoffe wurde der Gesamt-Phosphor verwendet. Der Phosphorgehalt im Boden (0 - 10 cm Tiefe) variierte zwischen 200 und 1100 kg P ha<sup>-1</sup>. Für die gesamte Weide "Alp Stabelchod" (10.72 ha) wurde für das Jahr 1998 ein Nettoverlust von 3.3 kg P ermittelt, wobei die Rothirsche 48% des nutzbaren Ertrages konsumierten. Der grösste Phosphorexport betrug 2.5 kg P ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>, die höchste Importrate lag bei 1.5 kg P ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>. Im allgemeinen hatten Quadrate, deren Vegetation frühen Sukzessionsstadien angehörten, einen höheren Phosphorgehalt im Boden und eine höhere Nettoexportrate als Quadrate, deren Vegetation sich in einem späteren Sukzessionsstadium befand. Der allgemeine zeitliche Verlauf des Phosphorpool im Boden konnte recht gut mit einem Phosphorsickerverlust von 1 kg P ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> und der Nettoexportrate modelliert werden. Kleinräumig wird der zeitliche Verlauf des Phosphorpool im Boden hauptsächlich durch verschiedene räumliche Prozesse wie z.B. der Distanz zum nächsten *Carex sempervirens* Horst oder den Keimungsbedingungen für *Pinus montana* Samen beeinflusst. Die grosse Variation im Phosphorpool von Flächen des gleichen Sukzessionsstadiums (bis zu 600 kg ha<sup>-1</sup>) kann zu einem grossen Teil mit Unterschieden in der Geschichte, in der Lage und in den räumlichen Prozessen erklärt werden.

Die Resultate zeigen, dass Rothirsche einen bedeutenden Einfluss auf die Vegetationsentwicklung auf nährstoffreichen Böden ausüben und bei anhaltend grossem Äsungsdruck die Abnahme des Bodenphosphors deutlich beschleunigen können.