



Doctoral Thesis

The influence of management on the floristic composition of hay meadows

Author(s):

Studer, Sibylle

Publication Date:

2000

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004179246> →

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](#).

**The influence of management
on the floristic composition of hay meadows**

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

presented by

Sibylle Studer

Dipl. biol. University of Berne
born 16 October 1971
from Oberösch BE

accepted on the recommendation of

Prof. Peter J. Edwards, examiner

Prof. Dr. D. Matthies, co-examiner

Dr. E. Meister, co-examiner

Summary

The aim of this study is to assess at a regional scale the effects of different management practices on the plant species composition of agricultural grasslands. The region of the Schaffhauser Randen in Northern Switzerland provides ideal conditions for such a study. The area is predominantly forest, but includes several 'islands' of agricultural land with a mixture of arable land and grassland. The total area is about 20km², and soil and climatic conditions are relatively uniform. Three types of grasslands were investigated: 1) 'Extensively' used grasslands are not fertilized and are cut only once, in July or August; 2) 'Less intensive' management comprises moderate fertilization (manure) and two cuts per year; 'Medium intensively' managed sites are cut two or three times each year and are fertilized with slurry or mineral fertilizers.

The three chapters cover the following three questions:

- 1) How has the species composition of grasslands been affected by management, past and present?
- 2) What roles do seed and recruitment (microsite) limitation play in differently managed grasslands?
- 3) Do species that occur in differently managed grasslands show genetic adaptation to the different habitats?

Chapter 1 presents a description of the different types of grassland, and relates species composition to management history. A vegetation survey with a spatially stratified design to control for variation due to the position within different 'islands' revealed that management strongly affected the grassland communities in terms of both species composition and dominance structure. Species richness was considerably lower in more intensively used grasslands and a large part of the variation in species composition could be explained by management intensity. Slight differences in management amongst the more intensive grasslands were assumed to cause the less fixed hierarchy of the most abundant species in these meadows.

A reduction of management intensity from medium intensive to less intensive led within a few years to a reduction in soil fertility and a slight increase in species composition. This was shown in a comparison of medium intensively used sites with sites that have been extensified since 1992, when a new agricultural extensification programme was introduced in Switzerland.

Chapter 2 describes a two-year seed addition experiment to investigate whether species diversity is limited by seed availability. Seeds of 24 species were sown in established vegetation of the differently managed grasslands. Half of the experimental plots were 'disturbed' by scraping the soil surface and removing any moss. Seedlings of most species were able to establish after seed limitation was overcome by sowing, though the numbers of individuals were generally very low. There was a clear trend for higher establishment in extensively used sites than in intensively used ones; for four species the difference were statistically significant. Disturbance played a minor but significant role in promoting recruitment.

Overall, the results suggest that seed limitation can be an important factor limiting species richness in these grasslands. However, seed limitation was less significant in intensively managed grasslands where some species were limited by habitat conditions unsuitable for establishment (recruitment limitation). Recruitment was probably prevented by the low light availability in the dense vegetation of fertilized grasslands. Less intensively managed sites, which are promoted as ecological compensation areas in Switzerland, did not provide more favourable conditions for establishment than medium intensive sites. We conclude that a considerable change in vegetation structure, sufficient to enhance light penetration into the stand, is needed to enhance microsite availability for germination and allow introduced species to establish. In practice this means decreasing the productivity of the site by reducing the nutrient capital of the soil.

Chapter 3 investigates genetic variation in three species which occur in all three grassland types: *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus* and *Campanula rotundifolia*. In a common environment experiment the role of genetic adaptation to the habitat in enabling these species to survive in strongly differing grassland types was investigated. *Plantago lanceolata* showed an increased growth rate of the flower-stalk, indicating an adaptation in timing of flowering to the earlier cutting of the vegetation. *Campanula rotundifolia* showed higher root biomass in plants originating from extensively used sites. Increased allocation of resources to root biomass can be seen as an adaptive response to enhanced nutrient acquisition in habitats with low nutrient availability. These results suggest that genetic adaptation may develop within a relatively short period (15-30 years) as a consequence of changes in management practices.

Zusammenfassung

Der Einfluss der Bewirtschaftungsintensität auf die Artenzusammensetzung landwirtschaftlich genutzter Wiesen steht im Zentrum dieser Studie. Das Gebiet des Schaffhauser Randen bietet ideale Bedingungen für eine solche Untersuchung. Das Untersuchungsgebiet liegt auf den Hochflächen des grösstenteils bewaldeten Hügelszuges und umfasst mehrere inselartige offene Gebiete, die landwirtschaftlich genutzt werden. Die Gesamtfläche beträgt ca. 20 km² und sowohl Bodeneigenschaften wie auch klimatische Bedingungen sind innerhalb des Gebietes recht einheitlich. Drei Wiesentypen wurden untersucht: 1) 'Extensiv' genutzte Wiesen werden nicht gedüngt und nur einmal pro Jahr geschnitten. Der Schnitt erfolgt im Juli oder im August, 2) 'Wenig intensive' Bewirtschaftung umfasst eine mässige Düngung mit Mist und zwei Schnitte pro Jahr; 3) 'Mittel intensiv' genutzte Wiesen werden dreimal geschnitten und mit Gülle oder mineralischen Düngern gedüngt.

Die drei Kapitel dieser Arbeit decken die folgenden Hauptfragestellungen ab:

- 1) Wie wird die Artenzusammensetzung durch heutige und frühere Bewirtschaftung beeinflusst?
- 2) Welche Bedeutung haben Samen- und Etablierungslimitierung in unterschiedlich bewirtschafteten Wiesen?
- 3) Weisen Arten, die in unterschiedlichen Wiesentypen vorkommen, genetische Anpassung an die Bewirtschaftungsart auf?

Kapitel 1 umfasst eine Beschreibung der verschiedenen Wiesentypen und bringt die heutige Artenzusammensetzung in Zusammenhang mit der Bewirtschaftungsgeschichte. Die Vegetationsaufnahmen wurden räumlich stratifiziert durchgeführt, um die Variabilität in der Artenzusammensetzung, die auf die Lage der Untersuchungsflächen in verschiedenen dieser inselartigen Gebiete zurückzuführen ist, herauszufiltern.

Die Vegetationserhebung zeigt, dass sowohl die Artenzusammensetzung wie auch die Dominanzstruktur der Bestände wurden sehr stark von der Bewirtschaftung beeinflusst werden kann. Die Artenvielfalt in intensiv gedüngten Wiesen war deutlich geringer als in extensiv genutzten und ein grosser Teil der Variabilität in der Artenzusammensetzung konnte durch die Bewirtschaftung erklärt werden. Geringe Unterschiede in der Bewirtschaftung der intensiv genutzten Wiesen waren

wahrscheinlich für die weniger konstante Hierarchie der häufigsten Arten in diesen Beständen verantwortlich.

Eine Umstellung der Bewirtschaftungsintensität von ‚mittel intensiv‘ zu ‚wenig intensiv‘ kann innerhalb weniger Jahre zu einer Verminderung der Nährstoffverfügbarkeit im Boden und zu einem leichten Anstieg der Artenvielfalt führen. Dies ergab ein Vergleich zwischen mittel intensiv genutzten Wiesen und Wiesen, die nach der Einführung von Ökoausgleichs-Zahlungen 1992 extensiviert wurden.

In Kapitel 2 wurde mit einem Einsaat-Experiment untersucht, ob die Artenvielfalt durch Samenverfügbarkeit limitiert ist. Samen von 24 Arten wurden in unterschiedlich genutzte Bestände eingesät. Die Hälfte der Experimentflächen wurde durch entfernen der Mooschicht und durch aufkratzen der Bodenoberfläche ‚gestört‘. Nach Aufhebung des Mangels an Samen durch die Einsaat waren die meisten Arten in der Lage in mehreren Flächen Keimlinge zu bilden. Die Anzahl Keimlinge war aber im allgemeinen sehr gering. Die Anzahl etablierter Individuen war in extensiv genutzten Wiesen tendenziell höher als in intensiv genutzten. Für vier Arten war dieser Effekt signifikant. Die Störungsbehandlung hatte einen etwas geringeren, aber auch signifikanten Effekt auf die Etablierung neuer Arten.

Insgesamt deuten die Resultate darauf hin, dass sich durch eingeschränkte Ausbreitungsmöglichkeiten verursachter Samenmangel limitierend auf die Artenvielfalt in diesen Wiesen auswirken kann. In intensiver genutzten Wiesen war dieser Effekt weniger stark. In diesen Wiesen standen eher die für die Etablierung ungünstigen Habitatsbedingungen als limitierender Faktor im Vordergrund. Das Aufkommen neuer Arten wurde vermutlich durch die ungenügenden Lichtverhältnisse in den dichte Beständen verhindert. In wenig intensiv genutzten Wiesen, die in der Schweiz als ökologische Ausgleichsflächen gefördert werden, waren die Bedingungen für die Etablierung nicht wesentlich günstiger als in mittel intensiv genutzten Beständen. Die Einwanderung neuer Arten in solche Bestände bedingt beträchtliche Veränderungen in der Bestandesstruktur, d.h. Verbesserung der Lichtverhältnisse und erhöhte Verfügbarkeit von für die Keimung günstigen Habitatsnischen. Dies erfordert eine starke Verminderung der Produktivität durch Extensivierung.

Kapitel 3 untersucht die genetische Variabilität von drei Arten, die in allen drei Wiesentypen vorkommen: *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus* und *Campanula*

rotundifolia. Inwiefern genetische Anpassung an das Habitat für die breite ökologische Amplitude dieser Arten von Bedeutung ist, wurde durch den morphologischen Vergleich von Individuen aus Populationen unterschiedlich genutzter Bestände, die unter identischen Bedingungen kultiviert wurden, untersucht. Das stärkere Wachstum des Blütenstengels von *Plantago lanceolata* deutete auf eine Anpassung der Blütezeit an den früheren Schnitt der Vegetation hin. Individuen von *Campanula rotundifolia*, die aus extensiv genutzten Wiesen stammten, wiesen mehr Wurzelbiomasse auf als Pflanzen aus intensiver genutzten Beständen. Verstärkte Investition in die Produktion von Wurzelmasse kann als Anpassung an Standorte mit geringer Nährstoffverfügbarkeit interpretiert werden. Diese Resultate zeigen, dass sich genetische Anpassung innerhalb relativ kurzer Zeit (15 – 30 Jahre) als Folge einer Nutzungsänderung entwickeln kann.