

Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden

ein Beitrag zur Optimierung der ökologischen
Aufwertung der Kulturlandschaft und zum Verständnis
mesischer Wiesen-Oekosysteme

Doctoral Thesis

Author(s):

Bosshard, Andreas Jakob

Publication date:

1998

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-002041429>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Originally published in:

Dissertationes botanicae 303

DISS. ETH Nr. 12 922

Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden

Ein Beitrag zur Optimierung der ökologischen Aufwertung der Kulturlandschaft
und zum Verständnis mesischer Wiesen-Ökosysteme

A b h a n d l u n g

Zur Erlangung des Titels

Doktor der Naturwissenschaften

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von
Andreas Jakob Bosshard
Dipl. Natw. ETH
geboren am 7. 12. 1962
von Zürich

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. F. Klötzli, Referent
Prof. Dr. P. J. Edwards, Dr. W. Dietl, Dr. J. Lehmann, Korreferenten

1998

Zum Druck angenommen in Dissertationes Botanicae, Band 303, 177 Seiten,
1999, Gebrüder Bornträger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart

ZUSAMMENFASSUNG

Im Schweizer Mittelland werden seit Einführung der „Öko-Beitragsverordnung“ 1993 jährlich Zehntausende von Hektaren Landwirtschaftsland als sog. „ökologische Ausgleichflächen“ angemeldet und durch Direktzahlungen unterstützt. Das Ziel der Verordnung ist eine ökologische und ästhetische Aufwertung der Kulturlandschaft. Flächenmässig der weitaus grösste Teil der Ausgleichsflächen besteht aus ehemals intensiv genutztem Wies- und Ackerland, das neu als „extensiv“ oder „wenig intensiv genutztes Wiesland“ bewirtschaftet wird – 1997 rund 85'000 ha oder 8% der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz. Über die Hälfte dieser Wiesen weisen in ökologischer und ästhetischer Hinsicht eine unbefriedigende Qualität auf. Mit welchen landwirtschaftlich realisierbaren Massnahmen und inwieweit eine Aufwertung oder Renaturierung dieser Flächen erreicht werden kann, ist eine ökologisch wie agrarpolitisch wesentliche Frage, die bisher kaum untersucht wurde.

Der **praxisorientierte Teil** dieser Studie, in dem auf breiter experimenteller Basis Methoden zur Renaturierung artenreicher Wiesen auf nährstoffreichen Böden entwickelt bzw. optimiert wurden, soll einen Mosaikstein zur Lösungssuche beisteuern. Es standen insgesamt 26 grossflächige, über 4-8 Jahre analysierte Versuchsfelder mit insgesamt rund 500 Teilflächen und einer Gesamtfläche von gut 20 ha auf vorher intensiv genutztem Ackerland im östlichen Schweizer Mittelland zur Verfügung.

Als Beurteilungsbasis dienten Bewertungskriterien, die aus einem historisch und ökologisch begründeten Leitbild für den ökologischen Ausgleich im Wieslandbereich hergeleitet wurden.

Null-Parzellen- und Samenbank-Untersuchungen bestätigten die Ausgangshypothese, dass ohne das gezielte Einbringen von Diasporen in der Agrarlandschaft des Schweizerischen Mittellandes nur in den wenigsten Fällen mit der Entstehung der angestrebten Zielbestände zu rechnen ist. Der Grund liegt in der kurzfristigen Samenbank fast aller Wiesenarten, den sehr eingeschränkten Einwanderungsmöglichkeiten infolge fehlender Bestände in der Umgebung und in der Konkurrenzkraft von bereits etablierten Beständen (Erstkeimer-Problematik).

Aufgrund der Experimente werden fünf nach einem Baukastensystem aufgebaute Mischungen sowie Heugrassaaten empfohlen, die jeweils mit geeigneten Ansaatmengen und Ansaatverfahren zu kombinieren sind. Die standortsbezogen optimale Wahl lässt sich anhand eines Entscheidungsbaumes bestimmen.

Die Resultate zeigen, dass sich mit den richtigen Methoden auf fast allen Standorten innert Jahresfrist und zu landwirtschaftlich tragbaren Kosten ökologisch und ästhetisch wertvolle, stabile Fromentalwiesen, unter bestimmten Voraussetzungen auch Trespen-Halbtrockenrasen etablieren lassen. Dies gilt, mit leichten methodischen Verschiebungen, sowohl für Ackerland wie für bisher intensiv genutzte, biologisch verarmte Dauerwiesen.

Fromentalwiesen und Trespen-Halbtrockenrasen sind ein stark gefährdetes Element der mittelländischen Kulturlandschaft. Insbesondere Fromentalwiesen sind in den vergangenen Jahrzehnten drastisch – auf weit unter 1 Prozent der ehemaligen Ausdehnung – dezimiert worden. Wiesen-Renaturierungen stellen deshalb einerseits im Hinblick auf den hohen Flächenanteil am ökologischen Ausgleich, anderer-

seits hinsichtlich Aufwertungsbedarf und Aufwertungsperspektiven ein zentrales Instrument für die Erreichung der Ziele des „ökologischen Ausgleiches“ in der Schweiz dar.

Im **theoretischen Teil** wurde zum einen die Bedeutung der räumlichen Struktur der Vegetation für die Stabilität und Pflanzendiversität von Wiesen untersucht. Das Vorhandensein oder Fehlen bestimmter bestandesbildender Arten erwies sich in bestimmten Grenzen als wichtiger für die Pflanzendiversität als das Nährstoffniveau des Standortes. Aufgrund funktional-morphologischer Analysen konnte gezeigt werden, wie Wachstum und Vitalität wichtiger Leitarten von mesischen, artenreichen Wiesen sich unter gleichen Standortbedingungen, aber in unterschiedlichen Vegetationsstrukturen veränderten. Als Schlüsselfaktor erwies sich die Lichtverteilung im Bestand. Für die Praxis folgt daraus, dass Ansaaten mit dem Ziel artenreicher Bestände weniger auf eine pflanzensoziologisch definierte Zusammensetzung als darauf ausgerichtet werden sollten, über die Saatgutzusammensetzung lockere Vegetationsstrukturen zu etablieren, die aber gleichzeitig so dicht sind, dass Lücken, in denen sich zur Dominanz neigende Arten spontan etablieren könnten, jeweils rasch wieder geschlossen werden.

Zum anderen konnte anhand zahlreicher Beispiele gezeigt werden, dass komplexe ökologische Ursache-Wirkungs-Beziehungen nicht generell gültig, sondern in bedeutendem Umfang kontextabhängig sind, und zwar sowohl zeitlich wie räumlich: Dieselben Faktoren entfalteten je nach Entwicklungsphase und Standortbedingungen eine unterschiedliche bis gegensätzliche Wirkung auf das System. Dies galt beispielsweise für die Wirkung der Leguminosen auf die Artenvielfalt. Eine forschungstheoretische Schlussfolgerung daraus war, dass die wissenschaftliche Forderung nach statistischer Absicherung experimenteller Resultate („Tiefe“ der Untersuchung) durch das komplementäre Konzept der expliziten Kontextevaluation („Breite“ der Untersuchung) ergänzt werden muss. Die Arbeit enthält Vorschläge, wie sich dadurch die vom Naturschutz immer wieder beklagte geringe Praxisrelevanz der ökologischen Forschung erhöhen lässt.

Im **methodologischen Teil** wurden folgende Verfahren neu entwickelt und geprüft:

- Ein experimenteller On-Farm-Research-Ansatz, der einerseits die Etablierung sehr ausgedehnte Versuchsflächen zu minimalen Kosten ermöglichte, und der andererseits eine realitätsnahe Stichprobenzahl gewährleistete und gleichzeitig die Praxisrelevanz der Fragestellungen sicherstellte.
- Ein vierstufiges experimentelles Forschungskonzept mit Vorversuchen, Entwicklungsversuchen, Testversuchen und Kleinparzellenversuchen. Dieser Aufbau führte zu erheblichen Ressourceneinsparungen und war geeignet, den iterativen Forschungs- und Entwicklungsprozess zwischen Hypothesengenerierung und -prüfung zu beschleunigen.
- Das Experimentaldesign mit der korrespondierenden Analyseverfahren des „Grenzlinienvergleiches“, der ohne die Durchführung von Wiederholungen Aussagen ermöglicht über Ursachen und Wahrscheinlichkeit von Unterschieden zwischen experimentellen Varianten.
- Eine dreiskalige Vegetations-Aufnahmemethodik, die sich besonders für inhomogene Vegetationsbestände eignet und ohne Zusatzaufwand gegenüber kon-

ventionellen Vegetationsaufnahmen deutlich erweiterte Aussagemöglichkeiten bietet.

- Eine kostengünstige und realitätsnahe In situ-Methode zur Bestimmung der ökologisch-relevanten Samenbank unter Feldbedingungen.
- Zwei neue Verfahren zur Beurteilung der Renaturierungsergebnisse: Da das Konzept der Diversität oder Evenness die funktionale Bedeutung der einzelnen Arten nicht einbezieht, wurden diese beiden Beurteilungsindikatoren ergänzt durch das Konzept der „funktionalen Ausgewogenheit“ der Artenzusammensetzung. – Um die Eignung der Ansaaten für die Zielarten zu eruieren, wurden einzelne, besonders wichtige und sensible Zielarten der angestrebten Vegetationstypen überall mit derselben Saatstärke und Zusammensetzung eingesät; dadurch konnten diese Arten als Phytometer dienen, d.h. sie boten einen direkten Massstab für die Beurteilung der jeweiligen Renaturierungsmethode.

Schlüsselbegriffe: Renaturierung, Samenbank, Samenmischungen, artenreiche Wiesen, ökologischer Ausgleich, Schweizerisches Mittelland, Graslandökologie, Ursachen der Biodiversität, funktionale Morphologie von Pflanzen.

SUMMARY

Restoration of species rich meadows on formerly intensively used farmlands

A contribution towards the ecological improvement of cultural landscapes and to understand mesic grassland ecosystems

Since 1993, when the „Öko-Beitragsverordnung“ decree was introduced in Switzerland, tens of thousands of hectares of intensively used agricultural land have been registered each year as „ecological compensation areas“ and supported financially by the government. The goal of the decree is to increase the ecological and aesthetic value of the landscape. Most of the areas registered have since been used as „extensively“ or „less intensively managed meadows“; – such areas represent some 85'000 ha or 8% of the agriculturally cultivated surface of Switzerland. More than half of these meadows do not reach a satisfactory quality in ecological and aesthetical terms. How far and by what means can ecological improvement be achieved, was an open question until now.

In the **practical part** of this study, methods for the restoration of species rich grasslands on nutrient rich soils using agriculturally suitable methods were developed. The data on which these methods were based come from 26 fields with ca. 500 plots on more than 20 ha in the eastern Swiss Midlands, which were evaluated for 3-8 years. The valuation of the established grassland types is based on historically and ecologically determined guiding principles (Leitbild). The results led to the recommendation of five relatively cheap seed mixtures to be used with a series of particular cultivation methods. A key is provided to determine the most appropriate method depending on site conditions. The results show that under almost all site conditions ecologically and aesthetically valuable, stable Arrhenatheretum and,

in some cases, Mesobromion meadow types can be established. These meadows are highly endangered, as in the last decades more than 99% of their former area has been destroyed, mainly by agricultural intensification. Thus, restoration of species rich meadows of the types mentioned is crucial in helping to achieve the goals of „ecological compensation“ in Swiss lowlands.

The **theoretical part** deals with the relationship between canopy structure of grasslands and its stability and botanical diversity. The presence or absence of dominant species creating unfavourable canopy light climate is detected as a key factor, which in mesic meadow ecosystems seems to be more relevant for species richness and stability than the nutritional status of the soil. The study reveals how some characteristic species of mesic, species rich grasslands react to different canopy structures both morphologically and in terms of vigour. A practical consequence is the recommendation that restoration methods should focus on the establishment of loose but stable canopy structures more than on the presence of a particular species composition defined in plant sociological terms.

A second result was evidence that in complex systems cause and effect relationships may have no general validity, but depend on the temporal and spatial context. Many examples are given for opposite effects of a factor according to site conditions or the state of the ecosystem. Therefore, the research requirement of statistical testing („depth“ of a study) has to be completed by an explicit context evaluation („breadth“ of a study). Proposals are made on how these complementary research approaches may improve the applicability of research results in ecology.

In the **methodological part** the following field methods have been developed and tested:

- A new experimental approach of on-farm-research, leading to a maximum extension of experimental plots combined with minimal costs. Such an approach guarantees relevance to the needs and restrictions of agricultural practice.
- A research concept in which four experimental types are combined in such a way that an iterative process between generation and testing of hypotheses could result, accelerating the obtaining of results and lowering the financial input.
- An experimental design and analysis method called „border line comparison“, allowing hypotheses to be tested without experimental replicates.
- A three step vegetation releve method particularly suitable for inhomogenous vegetation stands and allowing a much broader analysis than conventional releves.
- A cost-effective and realistic *in-situ* method to determine the potentially active seed bank under field conditions.
- Two new approaches to assess the results of the restoration trials: The first is the concept of „functional balance“ of the species composition, complementing the common concepts of diversity and evenness by considering the functional relevance of each species in an ecosystem. The second is based on the concept of the phytometer and consists of a set of sensitive target species which are sown in every plot with the same quantity and composition; the establishment of these species is regarded as a direct standard to assess the suitability of the various restoration methods.