

Biotopverbund und Abflussretention in der Agrarlandschaft

Modellanalytische Untersuchungen am Beispiel
des sächsischen Lösshügellandes

Stefan Rüter



Institut für Umweltplanung

Schriftenreihe der Fachgruppe Landschaft

Fakultät für Architektur und Landschaft der Leibniz Universität Hannover

BEITRÄGE ZUR RÄUMLICHEN PLANUNG

Schriftenreihe der Fachgruppe Landschaft
Fakultät für Architektur und Landschaft der Leibniz Universität Hannover

HEFT 87

Stefan Rüter

**BIOTOPVERBUND UND ABFLUSSRETENTION IN DER
AGRARLANDSCHAFT**

Modellanalytische Untersuchungen am Beispiel des
sächsischen Lösshügellandes

Hannover 2008

Rüter, Stefan:

Biotopverbund und Abflussretention in der Agrarlandschaft

Modellanalytische Untersuchungen am Beispiel des sächsischen Lösshügellandes

141 S., 50 Abb., 21 Tab., 362 Qu.

(= Beiträge zur räumlichen Planung, H. 87)

ISBN-NR: 3-923517-742

Zusammenfassung

Biotopverbund und Abflussretention in der Agrarlandschaft - Modellanalytische Untersuchungen am Beispiel des sächsischen Lösshügellandes

Moderne Agrarlandschaften sollen zunehmend ökologische Funktionen wie den Erhalt der biologischen Vielfalt oder den Schutz der abiotischen Ressourcen erfüllen. Diese hohen Anforderungen treffen vielerorts auf Landschaften, die durch einen jahrzehntelangen Rückgang von Saum- und Kleinbiotopen sowie durch multiple Beeinträchtigungen des Naturhaushalts gekennzeichnet sind. Seit den 1980er Jahren wird verstärkt gefordert, Teile der landwirtschaftlichen Nutzfläche für naturnahe Biotopstrukturen und für die Wiederherstellung der Mehrfachfunktion der Agrarlandschaft zur Verfügung zu stellen. Die in den letzten Jahren vermehrt aufgetretenen Hochwasserereignisse haben die Abflussretention in den landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten in das Blickfeld des Interesses gerückt. Flurgestaltende Maßnahmen wie die Anlage von Hecken oder Feldrainen bieten die Möglichkeit, die Ziele des Hochwasserschutzes mit anderen Naturschutzziele zu kombinieren (z. B. Erosionsschutz, Arten- und Biotopschutz). Aufgrund der Vielfalt der beteiligten Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen (z. B. Flächenanteil, Breite, räumliche Anordnung der Strukturen) bestehen allerdings bis heute noch große Kenntnisdefizite darüber, welche Biotopausstattung aus Sicht des Naturschutzes in der Agrarlandschaft angestrebt werden soll.

Vorrangiges Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, systematisch darzustellen, wie sich verschiedene Ansätze der Flurgestaltung mit naturnahen Biotopstrukturen auf den Biotopverbund und die Abflussretention in Intensivagrarlandschaften auswirken und welche Einflussfaktoren für die Wirksamkeit entscheidend sind. Dies wird anhand exemplarischer Modellanalysen in zwei landwirtschaftlich geprägten Gewässereinzugsgebieten im sächsischen Lösshügelland untersucht. Als Untersuchungsgebiete dienten die Einzugsgebiete (EZG) des Mockritzer Baches (373 ha) und des Klatschbaches (1196 ha). Mit einem Ackerflächenanteil von ca. 70 % und lediglich 7 % naturnahen Biotopen weisen die Gebiete eine für die Lössregion typische, intensive ackerbauliche Bewirtschaftung auf, die durch großflächige und wenig strukturierte Ackerschläge bestimmt wird.

Für die beiden Untersuchungsgebiete sind jeweils 12 räumlich explizite Szenarios für die Gestaltung der Feldflur entworfen worden. Die Grundlage für die Szenarioentwicklung bildeten zuvor definierte Entwicklungsoptionen und -restriktionen zum Zielbiototyp (Gras- und Krautstreifen), zur Zielsetzung der Maßnahmenplanung (Biotopverbund, Abflussretention), zum Ansatz der Landschaftsstrukturierung (engmaschige Strukturierung, großmaschige Strukturierung) und zum Biotopflächenanteil (10 % Biotopstrukturen, 15 % Biotopstrukturen, 20 % Biotopstrukturen). Die Auswirkungen der verschiedenen Szenarios bzw. Einflussfaktoren wurden mit Hilfe der Modelle META-X und EROSION-3D simuliert. META-X ist ein Simulationsmodell, welches eine quantitative Bestimmung der Überlebensfähigkeit von Metapopulationen und damit eine vergleichende Analyse der Szenarios hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Biotopverbund ermöglicht. Mit dem physikalisch begründeten, ereignisbezogenen Modell EROSION-3D können Abflussvorgänge während Starkniederschlagsereignissen simuliert und die Effekte der Szenarios auf die Abflussretention abgebildet werden.

Als Zielart für den Biotopverbund wurde Roesels Beißschrecke (*Metrioptera roeselii*) ausgewählt. Die Kartierung der Heuschreckenfauna in den Untersuchungsgebieten weist darauf hin, dass Gras- und Krautstreifen sowohl als Biotopverbundstruktur, aber auch als eigenständiger Lebensraum genutzt werden. Ein Abgleich des aktuellen Verbreitungsmusters mit den Habitatansprüchen und der Mobilität der Art führt zu dem Ergebnis, dass *Metrioptera roeselii* in beiden Gebieten Metapo-

pulationen ausbildet und daher in besonderem Maße auf einen funktionierenden Biotopverbund angewiesen ist. Die Populationsgefährdungsanalyse mit META-X zeigt, dass der Flächenanteil der im Gebiet vorhandenen Biotopstrukturen hierfür einen Schlüsselfaktor darstellt. Durch die Erhöhung des Biotopflächenanteils von aktuell 7 % auf 20 % resultiert eine Steigerung der durchschnittlichen Überlebensdauer der Metapopulationen von bis zu 266 % im EZG Mockritzer Bach und 21 % im EZG Klatschbach. Durch die Gras- und Kraustreifen wird das Extinktionsrisiko der Lokalpopulationen von *Metrioptera roeselii* reduziert und eine verbesserte Vernetzung untereinander hergestellt. Hierdurch wird ein Individuenaustausch sowie eine Neu- bzw. Wiederbesiedlung von Habitaten als Voraussetzung für das Überleben der Metapopulationen ermöglicht. Die Simulationsergebnisse belegen darüber hinaus, dass die Überlebensdauer der Metapopulationen durch eine zielorientierte Biotopverbundplanung erheblich gesteigert werden kann. Dies trifft besonders auf die Szenarios mit 10 % Biotopstrukturen zu, für die im EZG Mockritzer Bach 108 % und im EZG Klatschbach 12 % höhere Überlebensdauern prognostiziert werden als für die entsprechenden Szenarios mit Ziel Abflussretention.

Der Abflussmodellierung mit EROSION-3D wurde ein „Worst-Case-Zustand“ als hydrologischer Rahmen zu Grunde gelegt (20jähriges Extremereignis, Mais im Saatbettzustand, hoher Anfangswassergehalt). Um Rückschlüsse über den Einfluss bzw. die kombinierte Wirkung der Gras- und Kraustreifen im Zusammenhang mit Retentionseffekten der Ackerflächen zu ermöglichen, wurden die Szenarios sowohl unter Annahme einer flächendeckenden konventionellen Bodenbearbeitung (Pflugeinsatz) als auch einer flächendeckenden konservierenden Bodenbearbeitung (30% Mulchbedeckung) gerechnet. Unabhängig vom Bodenbearbeitungsverfahren ist mit einer Zunahme des Biotopflächenanteils eine signifikante Reduzierung der Gebietsabflüsse nachweisbar. Bei Pflugbewirtschaftung führt die Erhöhung des Flächeanteils auf 20 % zu einer mittleren Steigerung der Abflussretention um 37 %. In Kombination mit einer konservierenden Bodenbearbeitung erhöhen sich die Retentionseffekte der Szenarios um weitere 10 %. Die Simulationsergebnisse demonstrieren hierbei, dass die Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung zu durchschnittlich 24 % höheren Retentionseffekten der Szenarios führt. Durch die Pflanzenrückstände auf der Bodenoberfläche und die veränderten Bodeneigenschaften (insb. Bodendichte, Porencharakteristik) wird das Wasserrückhaltevermögen der Ackerflächen bei einer konservierenden Bodenbearbeitung signifikant gegenüber der Pflugbewirtschaftung verbessert. Maximale Retentionseffekte von 49 % Abflussreduzierung gegenüber dem Ist-Zustand (Pflug) werden bei einer Kombination von konservierender Bodenbearbeitung und 20 % Biotopstrukturen erzielt. Die unterschiedlichen Zielsetzungen und Strukturansätze der Szenarios wirken sich dabei nicht entscheidend auf die Abflussspenden aus.

In der Synopse der Untersuchungsergebnisse wird deutlich, dass besonders hohe Synergieeffekte für den Biotopverbund und die Abflussretention bei den Maßnahmenvarianten mit hohen Biotopflächenanteilen erzielt werden können. Bei geringen Flächenanteilen besitzt die Zielsetzung eine besondere Bedeutung für die kumulativen Effekte. Während die Überlebensdauer der Metapopulationen in den 10 %-Varianten durch eine zielorientierte Verortung der Gras- und Kraustreifen erheblich verbessert werden kann, sind für die Reduzierung der Abflussspenden die flächenhaften Retentionseffekte der Biotopstrukturen ausschlaggebend (unabhängig von der räumlichen Anordnung). Aus dieser Erkenntnis wird abgeleitet, dass immer dann, wenn nur wenig Fläche für flurgliedernde Maßnahmen in der Agrarlandschaft zur Verfügung steht, die Zielsetzung der Maßnahmenplanung mehr in den Fokus gerückt werden sollte. Die Anlage neuer Kleinstrukturen sollte dann primär an den Ansprüchen der Zielarten ausgerichtet werden, um effektiv der Biotopvernetzung und zugleich der Abflussretention dienen zu können.

Eine Neugestaltung der Feldflur sollte stets einen größtmöglichen Nutzen für die Vielfalt der Landschaftsfunktionen mit sich bringen. Durch eine multifunktionale Maßnahmenplanung und das Aufzeigen von Synergieeffekten steigt die Chance, die in der Regel knappen Mittel, z. B. aus Förderprogrammen oder Ausgleichszahlungen, mit größtmöglichem ökologischen Effekt einzusetzen. Ein besonderer Handlungsbedarf für die multifunktionale Agrarraumgestaltung wird im Bereich des Hochwasserschutz- und Einzugsgebietsmanagements gesehen. Managementkonzepte müssen zukünftig verstärkt darauf ausgerichtet werden, die Ziele des vorbeugenden Hochwasserschutzes mit denen des Naturschutzes (z. B. Biotopverbund, Erosionsschutz, Erholungslandschaft) zu kombinieren. Die Modellergebnisse belegen, dass es hierbei keine Grundsatzentscheidung für oder gegen einen bestimmten Ansatz der Flurgestaltung geben kann. Die Wirksamkeit von flurgliedernden Maßnahmen muss immer im Kontext der relevanten Landschaftsfunktionen betrachtet werden. Dies kann durch die Verknüpfung verschiedener Modellansätze aus Landschaftsökologie und Planung analysiert und nachvollziehbar dokumentiert werden.

Schlagworte: Biotopverbund, Abflussretention, Multifunktionale Agrarlandschaft

Abstract

Model-based Analysis of Habitat Connectivity and Water Retention in Agricultural Watersheds – A Case Study in the Loessy Hill Region of Saxony (Germany)

With the concept of multifunctionality, an attempt is provided to carry out and to implement the concept of sustainability in the specific case of land use and landscape management. This applies especially to agricultural watersheds, where major problems result from non-sustainable land use. Additional biotope structures (e.g. hedges, field margins) offer a great chance to combine important nature conservation goals like the protection of endangered species and biotopes with the aims of erosion protection and preventive flood protection. However, due to the processes and factors involved, by now it can only be estimated how far the effectiveness depends on the local arrangement of the measures or the proportion of the total agricultural land that is converted into biotopes.

Therefore, the main target of this thesis is to analyze systematically, in which way and under which circumstances different grass strip structures exert an influence on habitat connectivity and water retention. This was investigated by means of exemplary model applications in two small agricultural watersheds in the Loessy Hill Region of Saxony (Germany). The study areas “Mockritzer Bach” (373 ha) and “Klatschbach” (1196 ha) are predominantly used as farmland (approx. 70 % of the catchment area). Large fields dominate the landscape, and near-natural biotopes are very rare and cover only about 7 % of the catchments.

Twelve spatially explicit grass strip structures scenarios were developed with combinations of different influencing factors for each catchment. Thus it was possible to analyse systematically the effects of the factors conservation goal (habitat connectivity, water retention), landscape configuration (external aggregation, internal partition) and biotope area (10 %, 15 % and 20 % of the agricultural land) of measures on water retention and habitat connectivity. Moreover, the synergy effects of the measures could be determined as cumulative effects.

The functioning of habitat networks is an important goal of nature conservation to mitigate the negative effects of habitat fragmentation. This functioning can be assessed by a viability analysis for selected target species. With the help of the metapopulation model META-X the mean persistence time for regional populations under different landscape scenarios can be estimated. As a target species Roesel's Bush-Cricket (*Metrioptera roeselii*) was selected. In the study areas the occurrence and distribution of this species is linked tightly to the existence of linear biotopes like grass strips. As the modelling results for the scenarios show, there is a significant correlation between the share of biotopes and the metapopulation viability in both study areas. An increase of landscape elements from 7 % to 20 % will increase the metapopulation viability of *Metrioptera roeselii* to a maximum of 266 % in the study area “Mockritzer Bach” and 21 % in “Klatschbach”. Moreover, a simple change of conservation goals from water retention to habitat connectivity reduces the absolute extinction rates, because in this case the local populations are much better connected by habitat network measures than water retention measures. This applies especially to the scenarios with 10 % biotope structures, for which the extinction rates were reduced by about 108 % in “Mockritzer Bach” and 12 % in “Klatschbach”.

To evaluate the potential water retention in the catchments, the programme EROSION-3D was used. Simulating the cumulative catchment run-off of different scenarios allows an evaluation and quantification of the relative alterations of water retention. The grass strip structures scenarios were classified into two variants, dependent on the management practice - one with conventional tillage

(ploughing) of the fields, the other with conservation tillage (30% mulch cover) on all arable land. Thus it was possible to compare the effects of large-scaled land use techniques (conservation tillage) with local changes in land use pattern (near-natural biotopes). Moreover, the cumulative effects of a combination of measures could be determined. For each scenario a „worst-case“ was examined, defined as a severe rainstorm with a return period of 20 years, seedbed conditions on the fields and initial soil moisture at field capacity. The simulation results show, that there is a significant correlation between the biotope area and water retention, which is independent of the management practise. Under ploughing conditions, an increase of landscape elements from 7 % to 20 % reduces surface run-off by about 37 %. By combining conservation tillage with additional biotope structures, the reduction of run-off will be increased by another 10 %. The hydrological simulations demonstrate, that a simple change from ploughing to conservation tillage in the scenarios reduces surface run-off by about 24 %.

As the synopsis of the model results show, the effects of the scenarios differentiate as a function of the different targets. There is a significant correlation between the biotope area and both water retention and habitat connectivity. The greatest synergy effects can be achieved in the habitat connectivity scenarios. In this case, an increase of biotopes to a share of 10 % has significant added value for both conservation goals. Future management concepts have to take these facts into account. The effectiveness of measures depends a lot on the local arrangement and conservation goal, especially when only a small amount of agricultural land is available to be converted into biotopes.

In summary, one can say that a lot of measures exist, that offer advantages for multifunctional land use and landscape management. In particular preventative flood management can contribute significantly to nature conservation and vice versa. It is essential in this context to discuss the hydrological and ecological impacts of measures in order to help agriculture to improve an integrated management of landscape functions. Hence it is not sufficient to focus on a few appropriate measures like conservation tillage in agricultural watersheds. Additional biotope structures like hedges or field margins offer a great chance to combine important nature conservation goals like erosion protection or flood protection with the aims of habitat connectivity and the protection of endangered species and biotopes.

As a consequence, this new basin-oriented, multifunctional flood protection approach requires interdisciplinary cooperation between all relevant planning fields and financing instruments to make interdependences of landscape functions transparent and help to derive consensual decision making. A proper understanding of the interrelations of measures and landscape functions is indicative in order to open new opportunities for intelligent solutions in terms of land use modification or pattern adjustments that result in win-win situations of apparently conflicting land use demands.

Keywords: Habitat connectivity, water retention, multifunctional landscapes