

DISS ETH NO. 17072

CONSERVATION OF GRASSHOPPER SPECIES RICHNESS  
IN A CHANGING LANDSCAPE

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of  
Doctor of Natural Sciences

presented by  
CLAUDE EUGEN STECK  
Dipl. Zool., University of Zurich  
born 28.05.1974  
from Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Klaus Christoph Ewald, examiner  
Prof. Dr. Ottmar Holdenrieder, co-examiner  
Prof. Dr. Peter Duelli, co-examiner  
Dr. Thomas Coch, co-examiner

2007

## SUMMARY

Grasshoppers are considered to be suitable indicator species for biodiversity as well as for habitat disturbances. Because of their sensitiveness to habitat deterioration, many grasshopper species are affected by human-induced landscape changes. In Switzerland, more than half of the grasshopper species are endangered.

In this study, I investigated the spatial pattern of grasshopper species richness with a focus on the impact of environmental change. In the first two parts of the study, I analysed data on grasshopper distribution all over Switzerland. Then, I focussed on North-Western Switzerland using data on selected grasshopper species.

Conservation planning mainly focuses on endangered species. But often, it is not the rare but the common species that are most responsible for richness patterns. As a consequence, the conservation of hotspots, which is an obvious conservation strategy, does not necessarily capture a high percentage of the overall species richness. In the first part of my study, I compared the representativeness of common and of endangered grasshopper species for overall grasshopper species richness. Additionally, I assessed the efficiency of the hotspot approach for grasshopper conservation. Numbers of common, as well as the number of endangered grasshopper species were good predictors for overall grasshopper species richness. Richness hotspots (sites with highest numbers of grasshopper species all over Switzerland) captured more endangered species than rarity hotspots (hotspots of endangered species); they even featured more common grasshopper species than hotspots of common species.

Then I investigated the impact of potential future environmental change on species richness by applying scenarios of environmental change. The effects of the scenarios were assessed for whole Switzerland and in the hotspots identified in the first part of this study. At the national level, the average number of grasshopper species per site decreased markedly under the land-use scenario 'liberalisation' and increased most under the climate change scenario. Species richness in small-scale hotspots was more negatively (or less positively) affected by environmental changes than an average ha plot under most scenarios. Because the response of species richness to the scenarios did not differ significantly between rarity hotspots and hotspots of common species and because of the relatively strong impact of the climate-change scenario, common species as well as the combined effects of land-use and climate change have to be additionally considered in nature conservation.

Species' extinctions frequently follow landscape change with a time lag. Because this aspect was not incorporated in the investigations described above, I studied the key factors for species richness of selected grasshopper species in north-western Switzerland. The selected species are xerophilic and most of them are endangered. I compared the influence of present with historic habitat availability at multiple scales, and with abiotic factors. Historic habitat availability explained more of the current richness pattern than more recent and more detailed habitat data. The results show that even short-lived species like grasshoppers may respond time-delayed to landscape change. This has important implications for the use of indicator species and for conservation planning.

## ZUSAMMENFASSUNG

Heuschrecken gelten als geeignete Biodiversitäts-Indikatoren sowie als Indikatoren für Umweltveränderungen. Auf Grund ihrer Sensibilität gegenüber Lebensraum-Veränderungen sind die meisten Heuschrecken-Arten in der Schweiz gefährdet. In der vorliegenden Studie untersuchte ich die räumliche Verteilung der Heuschrecken-Artenvielfalt unter Berücksichtigung des Landschaftswandels. In den ersten beiden Teilen dieser Untersuchung analysierte ich Heuschrecken-Verbreitungsdaten aus der gesamten Schweiz. Im dritten Teil beschränkte ich die Untersuchung auf ausgewählte Heuschrecken-Arten in der Nordwest-Schweiz.

Die Naturschutzpraxis konzentriert sich in der Regel auf gefährdete Arten. Zentrale Rolle für das räumliche Muster der Artenvielfalt spielen aber häufig die sogenannten „kommunen“ Arten. Folglich beinhalten Biodiversitäts-Hotspots, welche z.B. basierend auf der Anzahl gefährdeter Arten ausgewählt wurden, nicht unbedingt einen hohen Anteil der Gesamtartenzahl. Im ersten Teil meiner Studie verglich ich deshalb die Repräsentativität von kommunen und gefährdeten Heuschrecken-Arten für die gesamte Heuschrecken-Artenvielfalt. Zusätzlich untersuchte ich, wie viele Arten in schweizerischen Hotspots der Heuschrecken-Artenvielfalt vorhanden sind. Es zeigte sich, dass sowohl die kommunen als auch die gefährdeten Heuschreckenarten gute Indikatoren für die gesamte Heuschrecken-Artenvielfalt sind. In „richness hotspots“ (die Flächen mit den gesamtschweizerisch höchsten Artenzahlen) finden sich mehr gefährdete Arten als in „rarity hotspots“ (Flächen mit den höchsten Zahlen gefährdeter Arten), und auch mehr kommune Arten als in „hotspots of common species“.

Weiterhin untersuchte ich den Einfluss möglicher zukünftiger Umweltveränderungen auf die schweizerische Heuschrecken-Artenvielfalt. Hierfür wendete ich verschiedene Szenarien an und untersuchte, wie sich diese auf die Artenvielfalt insgesamt sowie auf die Artenzahlen in den im ersten Teil definierten Hotspots auswirken. Die durchschnittliche Anzahl Heuschrecken-Arten pro Flächeneinheit verringerte sich stark unter dem Landnutzungs-Szenario „liberalisation“ und steigerte sich am deutlichsten unter dem verwendeten Klima-Wandel-Szenario. Auf die Artenvielfalt in den Hotspots wirkten sich die meisten Szenarien negativer bzw. weniger positiv aus als auf eine durchschnittliche schweizerische Fläche. Weil die Artenvielfalt in „hotspots of common species“ und in „rarity hotspots“ vergleichbar auf Umweltveränderungen reagierte und weil das Klima einen grossen Einfluss auf die Artenvielfalt hatte, sollten im Naturschutz auch kommune Arten sowie die positiven Aspekte des Klimawandels berücksichtigt werden.

Häufig reagiert die Artenvielfalt mit einer zeitlichen Verzögerung auf Umweltveränderungen. Daher untersuchte ich in der Nordwest-Schweiz die wichtigsten Einflussgrössen auf ausgewählte Heuschrecken-Arten. Alle der in diesem Teil untersuchten Arten sind xerophil und die meisten davon gelten in der Schweiz als gefährdet. Der Vergleich der Bedeutung der aktuellen mit der historischen Habitat-Verfügbarkeit und mit abiotischen Variablen zeigte, dass die historische Habitat-Verfügbarkeit die aktuelle Verteilung der Artenvielfalt besser erklärt als aktuelle Habitat-Daten. Das heisst, dass selbst kurzlebige Organismen wie Heuschrecken zeitverzögert auf Umweltveränderungen reagieren. Dies hat grundlegende Auswirkungen auf die Eignung von Indikator-Arten und auf die Naturschutz-Praxis.