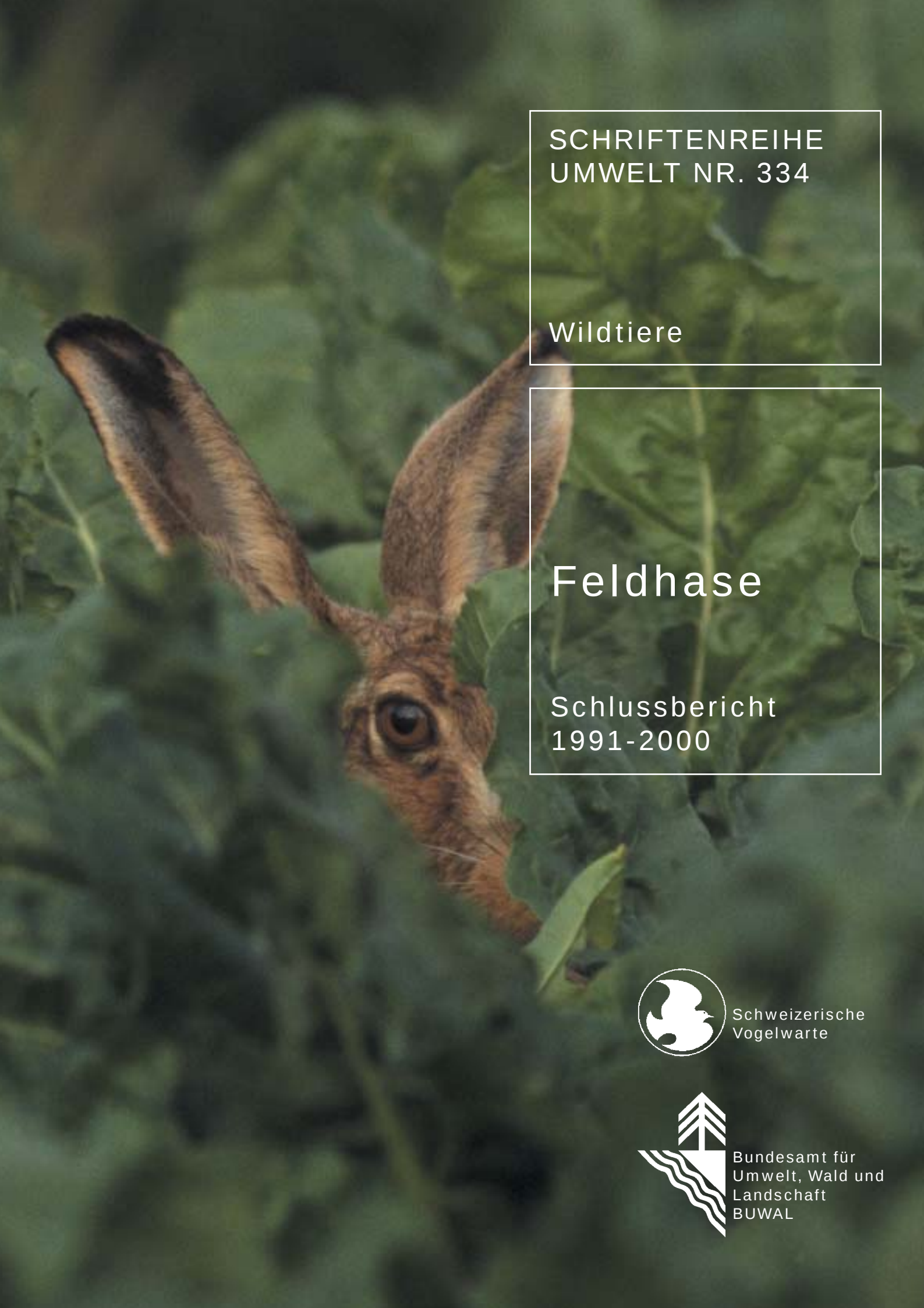




SCHRIFTENREIHE
UMWELT NR. 334

Wildtiere

Feldhase

Schlussbericht
1991-2000



Schweizerische
Vogelwarte



Bundesamt für
Umwelt, Wald und
Landschaft
BUWAL

SCHRIFTENREIHE
UMWELT NR. 334

Wildtiere

Feldhase

Schlussbericht
1991-2000

Avec résumé en français
Con riassunto in italiano
With summary in English

Herausgegeben vom Bundesamt
für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL
Bern, 2002

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL in Zusammenarbeit mit der Schweizerischen
Vogelwarte, Sempach

Autoren

Dr. Hans Peter Pfister, Dr. Lukas Kohli, Philipp Kästli,
Simon Birrer, Schweizerische Vogelwarte,
CH-6204 Sempach

Begleitung BUWAL

Rolf Anderegg, Raymond-Pierre Lebeau, Daniel
Zürcher

Übersetzungen

G. Hilke, C. Solari Storni, Dr. V. Keller
Sprachdienst BUWAL

Gestaltung

Dr. L. Kohli, R. Häfliger, U. Nöthiger

Titelbild

Markus Jenny, Fehraltorf

Bezug

BUWAL
Dokumentation
CH-3003 Bern
Fax: +41 (0) 31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch

Bestellnummer

SRU-334-D

Preis

CHF 20.– (inkl. MWSt)

© BUWAL 2002

Inhaltsverzeichnis

Abstracts	5	4 Bestandsentwicklung	51
Vorwort	7	4.1 Einleitung	51
Avant-propos	8	4.2 Material und Methoden	51
Preface	9	4.2.1 Trend und Index der Bestandsentwicklung	51
Zusammenfassung	11	4.3 Resultate	53
Résumé	12	4.3.1 Trend und Index der Bestandsentwicklung	53
Summary	13	4.4 Diskussion	57
Riassunto	14	5 Verteilungsmusteranalyse	61
1 Einleitung	15	5.1 Einleitung	61
1.1 Problematik	15	5.2 Material und Methoden	61
1.2 Biomonitoring	15	5.2.1 Habitatwahlmodell	61
1.3 Der Feldhase als Bioindikator für die offene Kulturlandschaft	16	5.2.2 Überprüfung und Ergänzung des Habitatwahlmodelles	66
1.3.1 Ausgangssituation	16	5.3 Resultate	67
1.3.2 Bestandsbestimmende Faktoren	19	5.3.1 Habitatwahlmodell	67
1.3.3 Beurteilung der Bestandsdichten	20	5.3.2 Überprüfung und Ergänzung des Habitatwahlmodelles	71
1.4 Zielsetzung	21	5.3.3 Soziale Faktoren	75
1.5 Projektverlauf	22	5.4 Diskussion	75
2 Material und Methoden	23	6 Lebensraumaufwertungen	79
2.1 Untersuchungsgebiete	23	6.1 Auswahl der aufzuwertenden Gebiete	79
2.2 Charakterisierung der Zählgebiete	27	6.2 Champagne genevoise	80
2.2.1 Landschaftliche Kenngrössen	27	6.3 Klettgau (SH)	82
2.2.2 Bodentypen	28	6.4 St. Galler Rheintal	84
2.2.3 Witterung	28	6.5 Grosses Moos (BE / FR)	86
2.2.4 Habitatkartierung	30	6.6 Gürbetal (BE)	87
2.3 Feldhasenzählung	31	6.7 Wauwiler Ebene (LU)	88
2.4 Statistik	32	6.8 Inwil (LU)	90
2.5 Jägerbefragung	33	6.9 Kanton Basel-Landschaft	90
3 Landschaftsökologischer Zustand und Feldhasenbestand	35	6.10 Erfahrungen aus den Aufwertungsgebieten	90
3.1 Einleitung	35	7 Allgemeine Diskussion	93
3.2 Material und Methoden	35	7.1 Überwachung des Feldhasenbestands	93
3.3 Resultate	35	7.2 Indikationswert des Feldhasen	93
3.3.1 Kenngrössen der Landschaft	35	7.3 Machbarkeit der landesweiten Bestandsüberwachung	94
3.3.2 Witterung und Klima	36	7.4 Naturnahe Strukturen und ökologischer Ausgleich	94
3.3.3 Habitatkartierung	37	7.5 Schlussfolgerungen	95
3.3.4 Beurteilung der Feldhasenbestände	42	8 Literatur	97
3.3.5 Beziehungen zwischen Feldhasen- beständen und Landschaftsvariablen	46	Interne Dokumente	104
3.4 Diskussion	48	Dokumente im Internet	105

Dank	107
Anhang	109
1 Landschaftliche Kenngrössen der Zählgebiete	109
2 Bodentypen nach Bodeneignungskarte der Schweiz (1980) Anzahl Zählgebiete je Bodentyp, und Bodentrockenheit	114
3 Berechnung der kritischen Witterung für den Feldhasen	115
4 Naturnahe Lebensräume (ha) nach Lebensrauminventar pro Zählgebiet	118
5 In der Nutzungskartierung unterschiedene Kulturen	120
6 Instruktionen für die Zähléquipen / Methodik der Scheinwerfertextation	121
7 Landwirtschaftliche Nutzung in % und transformiert in den verschiedenen Zählgebieten	129
8 Feldhasendichten (Ind./km ²) von 1991 bis 1999 in den Zählgebieten	131
9 Zählgebiete für die Bestandsentwicklung mit Feldfläche, Isolationsindex, Verkehrsnetzdicke, Frühjahrs-Niederschlag, Ausgangsdichte, Hauptnutzung und Bodentrockenheit und den dazugehörigen Klassen	136
10 Die logistische Regression	139
11 Anzahl Datensätze bei verschiedenen Radien	140
12 Landwirtschaftliche Nutzung in den Untersuchungsgebieten des Habitatwahlmodells	141
13 Verkehrsbelastung der im Lärmmodell berücksichtigten Strassenabschnitte	142
14 z-Werte einzelner Variablen im Habitatwahlmodell	144
Verzeichnisse	145
Abkürzungsverzeichnis	145
Abbildungsverzeichnis	146
Tabellenverzeichnis	148

Abstracts

As brown hare populations have been declining in Switzerland over the past 50 years, there was a need for long-term monitoring. The present report describes the development of populations, the methods used (Chapter 2) and the monitoring carried out from 1991 to 1999 (Chapter 3). Correlations were calculated between brown hare densities and landscape ecology parameters (Chapter 3). The development of populations between 1992 and 1999 is shown (Chapter 4). Using an analysis of distribution patterns, the habitat preferences of the brown hare are described (Chapter 5). A number of regions are presented in which specific habitat enhancement measures were proposed and implemented in order to encourage brown hare populations (Chapter 6).

Keywords: brown hare, *Lepus europaeus*, habitat enhancement, ecological compensation, distribution pattern, habitat inventory, agriculture, climate, population development, model, monitoring, counting by searchlight, Switzerland

Der Feldhasenbestand ist seit 50 Jahren rückläufig. Eine längerfristige Überwachung drängte sich auf. Der vorliegende Bericht erläutert die Entwicklung (Kapitel 1) und beschreibt das Monitoring von 1991 bis 1999 (Kapitel 3). Der Zusammenhang von Feldhasendichten und landschaftsökologischen Parametern wird in Kapitel 3 hergestellt. Die Entwicklung des Bestands von 1992 bis 1999 wird in Kapitel 4 gezeigt. Die Standortpräferenzen der Feldhasen werden mit Hilfe einer Verteilungsmusteranalyse in Kapitel 5 beschrieben. In Kapitel 6 werden die Regionen in denen konkrete Lebensraumaufwertungen zur Förderung der Feldhasenbestände angeregt wurden vorgestellt.

Stichwörter: Feldhase, *Lepus europaeus*, Lebensraumaufwertung, Ökologischer Ausgleich, Verteilungsmuster, Lebensrauminventar, Landwirtschaft, Klima, Bestandsentwicklung, Modell, Monitoring, Scheinwerfertextation, Schweiz

Depuis 50 ans, la population de lièvres communs est en diminution en Suisse. Une surveillance à long terme s'imposait donc. Le présent rapport dépeint l'évolution des effectifs. Il décrit la méthode utilisée (chapitre 2) et le monitoring effectué entre 1991 et 1999 (chapitre 3). Le chapitre 3 montre aussi les corrélations qui existent entre la densité des lièvres communs et les paramètres paysagers. Le chapitre 4 dépeint l'évolution de la population entre 1992 et 1999. Une analyse fondée sur un modèle de répartition permet de décrire les habitats préférés de cet animal (chapitre 5). Le chapitre 6 présente des régions dans lesquelles on a pris des mesures concrètes de valorisation des habitats afin de favoriser le développement des effectifs de lièvres communs.

Mots-clés: Lièvre commun, *Lepus europaeus*, valorisation des habitats, compensation écologique, modèle de répartition, inventaire des habitats, agriculture, climat, évolution de la population, modèle, monitoring, recensements à l'aide de projecteurs, Suisse

Le popolazioni di lepri di campo sono in continua diminuzione da 50 anni, al punto tale che l'esecuzione di un monitoraggio a lungo termine si è resa indispensabile. Il presente rapporto illustra l'evoluzione delle popolazioni, descrive la metodologia (capitolo 2) e il monitoraggio dal 1991 al 1999 (capitolo 3). Sono stati calcolati i rapporti tra la densità delle popolazioni di lepri di campo e i parametri ecologici (capitolo 3). Viene inoltre mostrata l'evoluzione delle popolazioni dal 1992 al 1999 (capitolo 4). Mediante l'analisi di un modello di dispersione (capitolo 5) vengono descritti i luoghi di soggiorno preferiti della lepre di campo (capitolo 5). Sono state presentate regioni in cui vi è stata una rivalutazione concreta degli spazi vitali della specie, al fine di solleccitarne e promuoverne i popolamenti (capitolo 6).

Parole chiave: lepre di campo, *Lepus europaeus*, rivalutazione degli spazi vitali, compensazione ecologica, modello di dispersione, inventario dello spazio vitale, agricoltura, clima, evoluzione dei popolamenti, modello, monitoraggio, conteggi notturni con fari mobili, Svizzera

Vorwort

In der Schweiz wurden 1947 auf der Jagd etwa 70'000 Feldhasen erlegt. Keine andere Tierart erreichte je so hohe Abschusszahlen. Seither ging es mit dem Feldhasen immer mehr bergab, 2000 wurden noch 2'584 Hasen geschossen. Knapp die Hälfte der Kantone verzichten heute auf die Hasenjagd. Mehr als die Hälfte der Hasen werden im Kanton Graubünden erlegt. Hier haben im Gegensatz zu den Mittellandkantonen die Abschusszahlen in den letzten 20 Jahren nicht mehr abgenommen.

Der Feldhase erreichte zu seinen besten Zeiten die höchsten Dichten im Mittelland in den grossflächigen Feldgebieten mit abwechslungsreichen Strukturen. Auch in intensiv bewirtschafteten, grossen Ackerbaugebieten können sich grosse Hasenpopulationen entwickeln, sofern vielfältige Kulturen und deckungsgebende Strukturen vorhanden sind. Ungünstig wirkt sich eine grossflächige Grasbewirtschaftung mit häufigem Schnitt aus.

Das vom BUWAL mitfinanzierte Feldhasenprojekt der Schweizerischen Vogelwarte Sempach setzt sich deshalb vor allem für die grossräumige Verbesserung des Lebensraumes des Feldhasen ein. Die wichtigsten Massnahmen sind die Schaffung von qualitativ guten ökologischen Ausgleichsflächen in genügender Menge im Landwirtschaftsgebiet, das Vermeiden der Zerschneidung und Isolation von grossräumigen Feldlandschaften durch Verkehrsträger und Siedlungen sowie die Reduktion von Störungen in Kerngebieten.

Um die Wirkung der Massnahmen zu überwachen, wurde zusammen mit den kantonalen Jagdverwaltungen und unter Mithilfe der Jäger die langfristige Überwachung der Feldhasenbestände in ausgewählten Gebieten aufgebaut. Dies ermöglicht den Kantonen auch die Anpassung der Jagd an den aktuellen Bestand.

Die Resultate dieser Zählungen liessen in den letzten Jahren wieder hoffen, dass die Feldhasenbestände den Tiefpunkt überwunden haben und langsam wieder anwachsen. Wegen den natürlichen Bestandsschwankungen des Feldhasen lassen sich aber erst aus der langfristigen Überwachung Schlüsse ziehen. Die Feldhasenzählungen werden deshalb in den nächsten Jahren weitergeführt und zusammen mit der Landwirtschaft sollen Qualität und Fläche der für den Feldhasen wertvollen Strukturen weiter gefördert werden. Die nächsten Jahre werden zeigen, ob wir mit den Massnahmen zugunsten des Feldhasen auf dem richtigen Weg sind.

Der Hase soll in allen Kantonen und in allen seinen Lebensräumen wieder so häufig werden, dass er nachhaltig genutzt werden kann. Er dient als Indikator für den nachhaltigen Umgang des Menschen mit der grossräumigen Kulturlandschaft vor allem des Mittellandes. Er wird uns zeigen, ob Landwirtschaft, Verkehr, Besiedlung, Erholungsnutzung und Jagd diesem Anspruch gerecht werden. Der gemeinsame Weg zu diesem Ziel ist noch lange und anstrengend, aber schon unterwegs werden viele andere Arten von den Massnahmen zugunsten des Hasen profitieren.

Bundesamt für Umwelt,
Wald und Landschaft

Willy Geiger
Vizedirektor

Avant-propos

En 1947, environ soixante-dix mille lièvres communs furent tués en Suisse au cours de la chasse. Aucune autre espèce animale n'a jamais figuré dans un tableau de chasse aussi important. Mais depuis lors, la situation du lièvre n'a cessé de se détériorer. En 2000, le nombre de lièvres tirés ne s'élevait plus qu'à 2'584. La moitié des cantons renoncent aujourd'hui à chasser cette espèce. Plus de la moitié des lièvres tués l'ont été dans le canton des Grisons, où les effectifs n'ont plus guère diminué ces 20 dernières années, contrairement à ceux des cantons du Plateau.

Dans sa période la plus favorable, c'est sur le Plateau, dans les grandes zones rurales aux structures variées que la population de lièvres a atteint la plus forte densité. De grandes populations peuvent aussi se développer dans les vastes zones agricoles soumises à une exploitation intensive pour autant qu'il y ait des cultures diversifiées et des structures fournissant un abri. En revanche, les grandes surfaces de prairies fréquemment fauchées sont peu favorables à cette espèce.

C'est pourquoi le projet de la Station ornithologique de Sempach sur le lièvre commun, qui a été cofinancé par l'OFEFP, est consacré avant tout à l'amélioration à grande échelle de l'habitat du lièvre commun. Les mesures les plus importantes consistent à créer une quantité suffisante de surfaces de compensation écologique de qualité en zone agricole, à éviter que des voies de circulation et des agglomérations ne morcellent et n'isolent des paysages ruraux étendus et à réduire les dérangements dans les zones centrales.

La surveillance à long terme des effectifs de lièvres communs dans une sélection de régions a été mise en place en collaboration avec les administrations cantonales de la chasse et avec l'aide des chasseurs, afin de contrôler l'efficacité des mesures prises. Cela permet aux cantons d'adapter la chasse à la densité actuelle de la population.

Ces dernières années, les résultats de ces recensements ont laissé espérer à plusieurs reprises que les populations de lièvres communs, après avoir atteint leur niveau le plus bas, recommenceraient lentement à se développer. Les fluctuations naturelles des effectifs de cette espèce ne permettent toutefois de tirer des conclusions qu'après une longue période de surveillance. Le recensement des lièvres communs se poursuivra donc ces prochaines années; il s'agira notamment, avec les milieux agricoles, d'améliorer la qualité et la superficie des structures nécessaires au développement de l'espèce. Les prochaines années montreront si nous avons pris les bonnes mesures en faveur du lièvre commun.

Le lièvre doit à nouveau devenir suffisamment abondant dans tous les cantons et dans tous ses habitats pour permettre l'exploitation durable de ses effectifs. Il sert d'indicateur de la gestion durable des vastes paysages ruraux par l'homme, surtout sur le Plateau. Il nous montrera si l'agriculture, les transports, l'urbanisation, les loisirs et la chasse répondent à cette exigence. Le chemin que nous empruntons ensemble pour atteindre cet objectif est encore long et ardu, mais il permettra à de nombreuses autres espèces de profiter des mesures prises en faveur du lièvre.

Office fédéral de l'environnement,
des forêts et du paysage

Willy Geiger
Sous-directeur

Preface

In 1947, about seventy thousand brown hares were shot by hunters in Switzerland. No such bags have ever been recorded for other species. Since that time, brown hare populations have declined continuously, and in 2000 only 2,584 of these animals were shot. In just under half of the cantons in Switzerland, brown hares are no longer hunted. More than half of the total bag consists of animals shot in the canton of Graubünden, where – in contrast to the cantons in the Central Plateau – numbers have scarcely declined any further over the past 20 years.

In the brown hare's heyday, the highest population densities were found in extensive regions of countryside in the Central Plateau with a variety of structural features. Sizeable brown hare populations may also develop in large-scale intensively farmed arable regions, provided that there is sufficient crop diversity and ground cover. Extensive areas of grassland that are frequently mown do not provide favourable conditions.

The brown hare project carried out by the Swiss Ornithological Institute (Sempach), with financial support from SAEFL, therefore aims to promote widespread enhancement of brown hare habitats. The most important measures are those designed to create sufficient quantities of high-quality ecological compensation areas on farmland, to avoid extensive field landscapes being fragmented and isolated by transport infrastructure or settlements, and to reduce disturbances in core habitat areas.

In order to assess the effectiveness of these measures, a long-term programme has been established – in cooperation with the cantonal hunting authorities and with the assistance of the hunting community – to monitor brown hare populations in selected regions. This also makes it possible for cantons to adapt hunting regulations to current population levels.

In recent years, the results of the counts seemed to offer hope that populations had passed the low point and were slowly recovering. However, in view of the natural fluctuations in numbers, firm conclusions can only be drawn on the basis of long-term monitoring. Brown hare counts are therefore to be continued over the next few years, and in cooperation with the farming community the quality and area of structures valuable for the brown hare are to be further enhanced. The next few years will show whether the measures taken for the benefit of the brown hare are along the right lines.

The aim is that the brown hare, in all its habitats and in every canton, should again become so common that it can be used sustainably. This species serves as an indicator of the sustainability of our management of farmland, especially in the Central Plateau. The brown hare will show us whether this challenge has been met by agriculture, transport, settlements, recreational use and hunting. The road to this goal is long and hard, but even as we pursue it, numerous other species will benefit from the measures taken to conserve the brown hare.

Swiss Agency for the Environment,
Forests and Landscape

Willy Geiger
Vice-Director

Zusammenfassung

In der Kulturlandschaft des schweizerischen Mittellandes sind viele Lebensräume für freilebende Tiere und wildwachsende Pflanzen durch Überbauung und Zerschneidung (Siedlung, Industrie, Verkehr) verlorengegangen oder durch die intensivierte Landwirtschaft in ihrer Qualität beeinträchtigt worden. Naturnahe Flächen und Strukturen wurden im Mittelland auf minimale Restvorkommen zurückgedrängt. Der Feldhase ist in der Schweiz noch weit verbreitet. Da der Bestand aber seit 50 Jahren rückläufig ist, steht er heute auf der Roten Liste; eine gezielte, längerfristige Überwachung drängte sich auf. Von 1991 bis 1999 wurde in 218 Zählgebieten in 20 Kantonen der Bestand des Feldhasen mit nächtlichen Zählungen (Scheinwerfertextation) erfasst. Pro Zähljahr wurden zwei Zählungen im Frühjahr durchgeführt. Die Arbeit wurde hauptsächlich von lokalen Jägern und kantonalen Wildhütern geleistet. Dabei wurde die gesamte Feldfläche vollständig mit Scheinwerfern ausgeleuchtet. Die beobachteten Feldhasen wurden auf einer Karte eingezeichnet.

Die festgestellten Dichten zeigen, dass sich der Feldhasenbestand in der Schweiz seit Ende der 1980er Jahre auch in Gebieten mit hohem Potenzial auf einem kritisch tiefen Niveau befindet. In der Hälfte der Zählgebiete war die durchschnittliche Dichte kleiner als 2.6 Feldhasen pro km². Nur 26 Zählgebiete (12%) wiesen einen mittleren bis höheren Bestand zwischen 6 und 19 Feldhasen pro km² auf.

In den multiplen Regressionen waren verschiedene Variablen signifikant mit der durchschnittlichen Anzahl Feldhasen korreliert: Positive Korrelationen zeigten die Feldfläche ($p < 0.001$), die quadrierte Feldfläche ($p = 0.009$), trockene Böden ($p = 0.019$), die Diversität der landwirtschaftlichen Nutzung ($p = 0.016$), und die Hecken ($p = 0.037$). Signifikant negativ korreliert waren die Hochstammobstgärten ($p = 0.004$). Insgesamt erklärten die Variablen bis zu 75% der Varianz ($R^2 = 0.745$).

Die Feldhasenbestände nahmen von 1993 bis 1997 generell ab. Im Jahr 1997 waren die Feldhasenbestände durchschnittlich auf 75% der Feldhasenbestände von 1992 gesunken. 1997 hielt sich der Feldhasenbestand auf dem Niveau des Vorjahres und 1998, und 1999 wurden Bestandszunahmen von je 8% festgestellt.

Die Analyse der Verteilungsmuster gibt Hinweise auf Standortpräferenzen, welche aufgrund der multiplen Regression zu erwarten waren. Die Feldhasen halten sich häufiger in der Nähe von Gemüse- oder Getreidefeldern mit trockenen Böden auf. Die Nähe von Siedlungen, verkehrsreichen Strassen und Hochstammobstgärten wird dagegen gemieden. In grossen Gebieten halten sich zudem mehr Feldhasen auf, als aufgrund der Landschaft zu erwarten wäre.

Das Projekt verfolgte konkrete praktische Ziele, indem Massnahmen zur Förderung der Feldhasenbestände angeregt und ihre Durchführung mittels einheitlichen Erfolgskontrollen begleitet wurden. Im Vordergrund standen Gebiete mit einem guten Potenzial für Feldhasen, also grossflächige Kulturlandschaften mit offenem Charakter. In folgenden Regionen wurden Förderungsmassnahmen angeregt: Champagne (GE), Klettgau (SH), St. Galler Rheintal, Grosses Moos (BE / FR), Gürbetal (BE), Wauwilser Ebene (LU), Inwil (LU) und drei Regionen im Kanton Basel-Landschaft. Mit grossem Aufwand gelang es bis 4.1% zusätzliche naturnahe Lebensräume zu schaffen. Verschiedene Pflanzen- und Tierarten zeigten positive Bestandsentwicklungen. Der Feldhase hat in den ersten fünf Jahren noch nicht erkennbar darauf reagiert.

Résumé

Dans la zone agricole du Plateau suisse, beaucoup d'habitats pour la faune et la flore ont disparu à cause de l'urbanisation et le morcellement du paysage (urbanisation, industrie, transports). Souvent c'est aussi la qualité de l'habitat qui a été détériorée par l'intensification de l'agriculture. Les surfaces et structures proches de l'état naturel sont aujourd'hui très rares et de faible étendue. Le lièvre est encore largement répandu en Suisse, mais il figure aujourd'hui sur la liste rouge, car ses effectifs ont baissé depuis les années 50. Une surveillance ciblée des populations de lièvre à long terme s'impose. Entre 1991 et 1999, les effectifs du lièvre ont été recensés de nuit (taxation de surface à l'aide de phares) dans 218 périmètres de comptage répartis dans 20 cantons. Chaque année, deux recensements ont été effectués au printemps par les chasseurs locaux et les gardes chasse des cantons respectifs. Toute la surface agricole a été minutieusement éclairée à l'aide de phares et les lièvres observés notés sur une carte.

Les densités relevées montrent que les effectifs du lièvre en Suisse ont atteint un seuil bas critique depuis la fin des années 80, même dans les régions à grand potentiel. Dans la moitié des surfaces prospectées, la densité moyenne était inférieure à 2.6 lièvres par km². Dans seulement 26 secteurs inspectés (12%), la densité se situait entre 6 et 19 lièvres par km² et était donc moyenne à élevée.

Dans les régressions multiples, différentes variables étaient corrélées d'une manière significative avec le nombre moyen de lièvres: la corrélation était positive entre ce nombre et la surface de champs ($p < 0.001$), la surface de champs au carré ($p = 0.009$), les sols secs ($p = 0.019$), la diversité dans l'exploitation agricole ($p = 0.016$) et les haies ($p = 0.037$). La corrélation entre le nombre moyen de lièvres et les vergers à haute-tige était significativement négative ($p = 0.004$). L'ensemble des variables étudiées expliquent jusqu'à 75% des résultats ($R^2 = 0.745$).

Dans l'ensemble, les effectifs de lièvres ont regressé entre 1993 et 1997. En 1997, ils avaient atteint en moyenne 75% des effectifs de 1992. En 1997, les peuplements sont restés constants comparé à l'année précédente. En 1998 et 1999, ils ont augmenté chaque fois de 8%.

L'analyse des modèles de distribution permet d'identifier des préférences dans le choix des sites. Ces préférences correspondent aux résultats obtenus avec les régressions multiples. Les lièvres ont été observés plus souvent près des cultures maraîchères et des champs de céréales sur sols secs. Ils évitent par contre la proximité des agglomérations, des routes à grand trafic et des vergers à haute-tige. Les régions étendues abritent plus de lièvres que l'on pourrait supposer en fonction du type de paysage.

Le projet a poursuivi des buts concrets pour une application dans la pratique: des mesures d'encouragement pour les lièvres ont été proposées et leur application suivie avec des méthodes standardisées. Les régions à grand potentiel pour les lièvres, c'est-à-dire des paysages agricoles ouverts, ont été traitées au premier plan. Dans les régions suivantes, des mesures favorisant le lièvre ont été proposées: Champagne genevoise, Klettgau (SH), la vallée du Rhin st-galloise, Grosses Moos (BE / FR), Gürbetal (BE), Wauwiler Moos (LU), Inwil (LU) et trois régions dans le canton de Bâle-campagne. Avec beaucoup d'efforts, jusqu'à 4.1% d'habitats proches de l'état naturel ont pu être aménagés. Différentes espèces animales et végétales ont vu leurs effectifs augmenter. Cette mise en valeur du paysage n'a cependant pas encore eu d'effet visible sur les populations de lièvres pendant les 5 premières années.

Summary

In the Swiss lowlands growing built-up areas (residential area, industry, traffic) and intensified agricultural practice have led to loss or reduced quality of many habitats for wild plants and animals. The amount of natural structures and areas left is very small. Brown hares (*Lepus europaeus* Pallas) are still widely distributed in Switzerland. In the last fifty years the population size however, decreased. For this reason brown hares have been included in the red list of endangered species. In 1991 a national spring census was established and up to 1999 surveys were carried out in 218 areas (mean size 5.xx km²). In most years two spring counts per year were carried out by local hunters and gamekeepers. With spotlights the whole area was searched and observed hares were recorded on a map.

The results show that brown hare densities in Switzerland are on a critically low level even in areas with a good potential. Half of the areas had densities below 2.6 hares per km². Only 26 areas (12%) had a medium to high density of 6 to 19 hares per km².

In a multiple regression analysis following variables were correlated significantly with the average number of brown hares: The area ($p < 0.001$), the square of the area ($p < 0.009$), dry soil ($p = 0.019$), diversity of agricultural crops ($p = 0.016$) and hedges ($p = 0.037$) were correlated positively. Orchards with tall fruit trees were correlated negatively ($p < 0.004$) with the average number of brown hares. The complete set of variables explained up to 75% of the variance ($R^2 = 0.745$).

From 1993 to 1999 the average size of hare populations decreased and in 1997 reached only 75% of the size in 1992. From 1997 onwards the population size increased and in 1998 and 1999 average increases of 8% were recorded.

An analysis of the distribution pattern of hares showed evidence of preferences similar to the ones found in the multiple regression analysis. Brown hares preferred the proximity of cereal crops and vegetables on dry soil and avoided the proximity of built-up areas, busy roads and orchards with tall fruit trees. In large study plots higher densities of hares were recorded than one would expect from the structure of the landscape.

The aim of the project was also to promote measures in favour of animals of the open landscape. The efforts were concentrated in vast rural landscapes with an open character. The success of the measures was monitored with standardised methods. In the following regions measures were taken to enhance habitat quality: Champagne (Geneva), Klettgau (Schaffhouse), Rheintal (St. Gallen), Grosses Moos (Bern / Fribourg), Gürbental (Bern), Wauwiler Ebene (Lucerne), Inwil (Lucerne) and three regions in the canton of Basle country. With considerable effort 4.1% of additional natural habitats or habitat structures could be created. Several plant and animal species reacted with positive population trends, but in the first five years brown hares did not react recognisably.

Riassunto

Nel paesaggio agricolo dell'Altipiano svizzero molti ambienti vitali di piante e animali selvatici sono andati persi a causa dell'edificazione delle superfici o della loro frammentazione (nuclei abitati, industrie, traffico), oppure la loro qualità è stata notevolmente pregiudicata con l'intensificazione dello sfruttamento agricolo. In questa regione superfici e strutture semi-naturali sono state ridotte a entità residue di dimensioni minime. La Lepre comune è ancora molto diffusa in Svizzera, ma da 50 anni i suoi effettivi sono in diminuzione: per questo oggi si trova nella Lista rossa ed era quindi necessario sorvegliare i suoi effettivi sul lungo periodo. Dal 1991 al 1999 in 218 zone campione situate in 20 Cantoni gli effettivi di Lepre comune sono stati rilevati con censimenti notturni (conteggi con fari mobili). Per ogni anno censito sono stati effettuati due rilevamenti in primavera, durante i quali le superfici sono state illuminate con i fari nella loro totalità; le lepri osservate sono state riportate su una cartina. Il lavoro è stato effettuato per la maggior parte da cacciatori e guardia-caccia locali.

Le densità osservate mostrano che, a partire dalla fine degli anni '80, gli effettivi svizzeri di Lepre comune si trovano a un livello criticamente basso anche in zone con un alto potenziale. Sull'arco del periodo considerato nella metà delle zone campione censite la densità media era minore di 2,6 lepri per km² solo in 26 zone campione (12%) le densità medie, con valori tra 6 e 19 lepri comuni per km², potevano essere considerate da medie ad alte.

Nelle regressioni multiple diverse variabili sono risultate significativamente correlate con il numero medio di lepri: le superfici aperte ($p < 0.001$), il quadrato delle superfici aperte ($p = 0.009$), le superfici asciutte ($p = 0.019$), la diversità dello sfruttamento agricolo ($p = 0.016$) e le siepi ($p = 0.037$) hanno mostrato una correlazione positiva, mentre per i frutteti ad alto fusto ($p = 0.004$) quest'ultima era negativa. In totale le variabili spiegavano fino al 75% della varianza ($R^2 = 0.745$).

Gli effettivi di Lepre comune hanno subito un calo generale tra il 1993 e il 1997, anno in cui erano scesi al 75% degli effettivi del 1992. Nel 1997 gli effettivi si sono mantenuti ai livelli dell'anno precedente, mentre nel 1998 e 1999 si sono registrati aumenti dell'8% per ciascun anno.

L'analisi della distribuzione spaziale fornisce indicazioni riguardo ai luoghi preferiti dagli animali, previsti in base alla regressione multipla. La Lepre comune si trattiene più spesso nelle vicinanze di coltivazioni di ortaggi o cereali con terreni asciutti, mentre evita la vicinanza di zone urbanizzate, strade con traffico intenso e frutteti ad alto fusto. Nelle regioni più estese si trovano inoltre più lepri di quante ne lasciasse prevedere la conformazione del paesaggio.

Con questo progetto si volevano ottenere anche risultati concreti, proponendo misure atte ad incrementare gli effettivi di Lepre comune e accompagnandone la messa in pratica con controlli del successo ottenuto effettuati con metodi standardizzati. Ci siamo occupati in maniera prioritaria delle superfici con un buon potenziale per la Lepre comune, cioè le grandi estensioni agricole aperte. Nelle seguenti regioni sono state proposte misure concrete per favorire la specie: Champagne (GE), Klettgau (SH), Valle sangallese del Reno, Grosses Moos (BE / FR), Gürbetal (BE), Piana di Wauwil (LU), Inwil (LU) e tre regioni nel Canton Basilea Campagna. Con un grande impegno è stato possibile creare fino al 4,1% di ambienti vitali semi-naturali in più. Numerose specie vegetali e animali hanno mostrato uno sviluppo positivo dei loro effettivi, mentre durante i primi cinque anni la Lepre comune non ha ancora reagito in maniera tangibile a questi cambiamenti.

1 Einleitung

1.1 Problematik

In der Kulturlandschaft des schweizerischen Mittellandes sind viele Lebensräume für freilebende Tiere und wildwachsende Pflanzen durch Überbauung und Zerschneidung (Siedlung, Industrie, Verkehr) verlorengegangen oder durch die intensivierte Landwirtschaft in ihrer Qualität beeinträchtigt worden. Naturnahe Flächen und Strukturen wurden im Mittelland auf minimale Restvorkommen zurückgedrängt (RINGLER 1987, BROGGI & SCHLEGEL 1989). Aus diesem Grund sind die Bestände vieler Tier- und Pflanzenarten heute gefährdet (ZBINDEN et al. 1987, 1992, 1994, LANDOLT 1991, DUELLI et al. 1994, PFISTER et al. 1994). Einige Arten stehen regional vor dem Aussterben, andere sind bereits verschwunden (SCHMID et al. 1998). Der Feldhase ist in der Schweiz noch weit verbreitet (PFISTER 1995, SALVIONI 1995). Da der Bestand aber seit 50 Jahren rückläufig ist, steht er heute auf der Roten Liste (DUELLI et al. 1994).

In verschiedenen Bundesgesetzen (NHG Art. 18, JSG Art. 1b) wird verlangt, dass dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten durch das Erhalten genügend grosser Lebensräume (Biotope) und andere Massnahmen entgegenzuwirken sei. Nach dem Landwirtschaftsgesetz Art. 76 Abs. 3 LwG (früher Art. 31b LwG) soll der ökologische Ausgleich gefördert werden.

Für den ökologischen Ausgleich wurden bis ins Jahr 2005 folgende Wirkungsziele festgelegt (BUWAL 1997, BLW 1999): i) Die natürliche Artenvielfalt und die Vielfalt der Lebensräume soll gefördert werden und ii) es soll zu keinen weiteren Artenverlusten im Kulturland kommen, und iii) sollen sich bedrohte Arten wieder ausbreiten. Als Umsetzungsziel wird bis ins Jahr 2005 ein Mindestanteil von 10% ökologischer Ausgleichsflächen an der gesamtschweizerischen landwirtschaftlichen Nutzfläche angestrebt, davon sollen 65'000 ha im Talgebiet liegen.

Für eine verlässliche Beurteilung der Landschaftsentwicklung, insbesondere auch für die Evaluation von Gesetzesbestimmungen wie Art. 76 Abs. 3 LwG, ist ein wissenschaftlich abgestützter, quantitativer Ansatz auf Artebene erforderlich. Die zukünftige Finanzierung ökologischer Ausgleichsmassnahmen wird gewährleistet, wenn der Erfolg mit konkreten Zahlen belegt werden kann.

1.2 Biomonitoring

Für die langfristige Überwachung der Bestandsentwicklung von Tierarten und die Beurteilung der Landschaftsentwicklung sind robuste Methoden gefragt, die mit relativ geringem Aufwand zu verlässlichen Ergebnissen führen.

Arten, die spezifisch auf bestimmte Umweltfaktoren reagieren, werden als Bioindikatoren, Indikatorarten, Kennarten oder Zeigerarten bezeichnet (BLAB 1993, MEYER-CORDS & BOYE 1999, JESSEL 1998). Durch die Überwachung der Bestände

von Indikatorarten lassen sich negative wie auch positive Entwicklungen aufzeigen (LANDOLT 1991, BLAB 1993).

Viele Pflanzen und Tiere zeigen sehr genau standörtliche Bedingungen an und reagieren messbar auf Veränderungen (z.B. LANDOLT 1977). Für kleinräumige Bewertungen bieten sich verschiedene wirbellose Tierarten, wie Spinnen, Heuschrecken, bestimmte Käfergruppen oder Libellen an (LUKA 1996, ZETTEL 1998, CARL & JESSEL 1998). Oft müssen für eine umfassende Beurteilung auch verschiedene Organismengruppen berücksichtigt werden (RECK et al. 1996). Die Wahl des Indikators hängt stark von der Grösse der zu beurteilenden Fläche ab (WEAVER 1995). Zur Beurteilung von ganzen Landschaften eignen sich andere Tierarten, wie z.B. Vögel oder Säugetiere besser (PFISTER & SCHMID 1990, MEINIG 1992, FURNESS & GREENWOOD 1993, SCHIFFERLI 1998, PFISTER 1998).

Werden negative Bestandstrends frühzeitig erkannt, können Gegenmassnahmen zum Schutz von Lebensräumen sowie Tier- und Pflanzenarten ergriffen werden. Um mögliche Zusammenhänge erkennen und Massnahmen treffen zu können, müssen sowohl Indikatorarten als auch der ökologische Zustand der Landschaft und die Veränderungen in den Lebensräumen erfasst werden. Das Lebensrauminventar (PFISTER & BIRRER 1990) ist eine robuste Methode für die landschaftsökologische Bewertung grösserer Gebiete.

Viele Publikationen belegen, dass der Feldhase (*Lepus europaeus* Pallas) auf eine Verschlechterung der Lebensraumsituation mit verändertem Verhalten, verschlechterter Kondition und Veränderungen im Verteilungsmuster reagiert (PIELOWSKI & PUCECK 1976, FRYLESTAM 1979, BRESINSKI 1983, PFISTER 1984, TAPPER & BARNES 1986, LEWANDOWSKI & NOWAKOWSKI 1993, MARBOUTIN & AEBISCHER 1996, PANEK & KAMIENIARZ 1999). Dies kann langfristig zum Bestandsrückgang und zu Veränderungen im Verbreitungsareal führen.

1.3 Der Feldhase als Bioindikator für die offene Kulturlandschaft

1.3.1 Ausgangssituation

Das vorliegende Projekt setzte 1991 zu einem Zeitpunkt an, als die Feldhasenbestände nach jahrzehntelanger rückläufiger Entwicklung sich auf sehr tiefem Niveau befanden (Abb. 1).

Die Jagdstrecke wird sehr häufig als relatives Mass für die Feldhasenbestände verwendet. Trotz der Vorbehalte, dass die Jagdstrecke bei hohen Feldhasenbeständen relativ zu gross und bei Bestandszusammenbrüchen relativ zu klein ist (REICHHOLF 1981), ermöglicht die Jagdstrecke Langzeitvergleiche in sehr grossen Gebieten. Wegen zunehmender Beschränkungen der Jagd, u.a. durch Kontingentierung oder kantonale Abschussverbote und weitgehender Zurückhaltung der Jäger selbst, eig-

net sich die Abschussstatistik momentan nur noch sehr bedingt für die Kontrolle der Bestandsentwicklung. Als Ersatz für dieses früher bewährte Instrument bietet sich die Methode der Scheinwerfer-Flächentaxation (PFISTER 1978) an, welche aber mit Rücksicht auf den beträchtlichen Aufwand nur in Referenzgebieten angewendet werden kann.

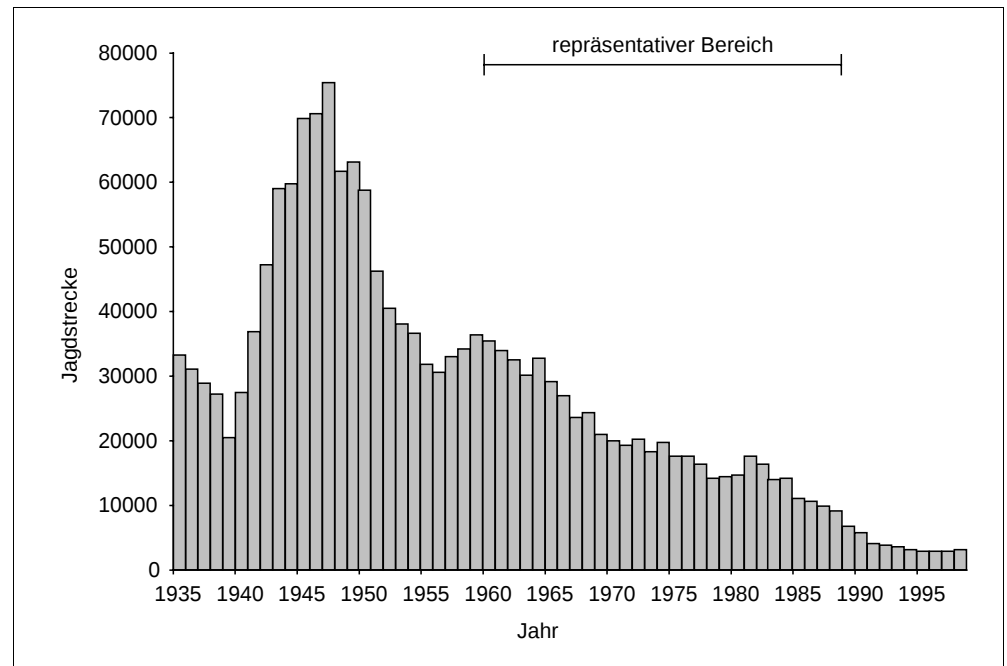


Abbildung 1 Feldhasenstrecke in der Schweiz von 1933 bis 1999. Die Jahre vor 1960 (Aufbau der Statistik) und ab ca. 1989 (zunehmende Beschränkungen der Jagd) sind nicht mit der Zwischenzeit vergleichbar. Quelle: BUWAL, Bereich Wildtiere, www.wild.unizh.ch.

Die Abnahme der Feldhasenbestände zeigt sich für die letzten 20 Jahre auch in der Fallwildstatistik an der Anzahl überfahrender Feldhasen (Abb. 2).

Abnahmen der Feldhasenbestände wurden nicht nur in der Schweiz, sondern in verschiedenen europäischen Ländern festgestellt (TAPPER & PARSONS 1984, ENGELHARDT et al. 1985, SPITTLER 1987, SKIRNISSON 1990). Auch in Polen, von wo während Jahrzehnten Feldhasen für jagdliche Zwecke exportiert wurden, geht der Bestand seit den 1980er Jahren zurück (WASILIEWSKI 1991, PIELOWSKI 1996).

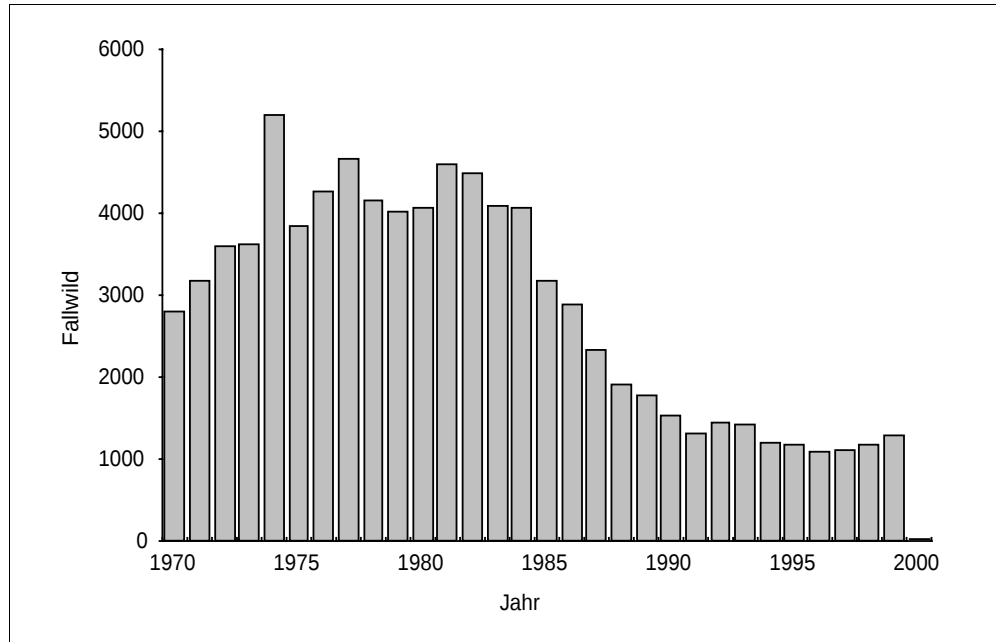


Abbildung 2 Anzahl Feldhasen, die als Opfer des Strassenverkehrs (Fallwild), in der Schweiz zwischen 1970 und 1999 gemeldet wurden. Quelle: BUWAL, Bereich Wildtiere, www.wild.unizh.ch.

Feldhasenbestände zeigen natürlicherweise mehrjährige Schwankungen. Die periodische Abfolge von hohen und niedrigen Dichten (Abb. 3) wird als Massenwechsel bezeichnet. Die Phasen der Zu- und Abnahme umfassen etwa 7–10 Jahre (ANDERSEN 1957, PFISTER 1995).

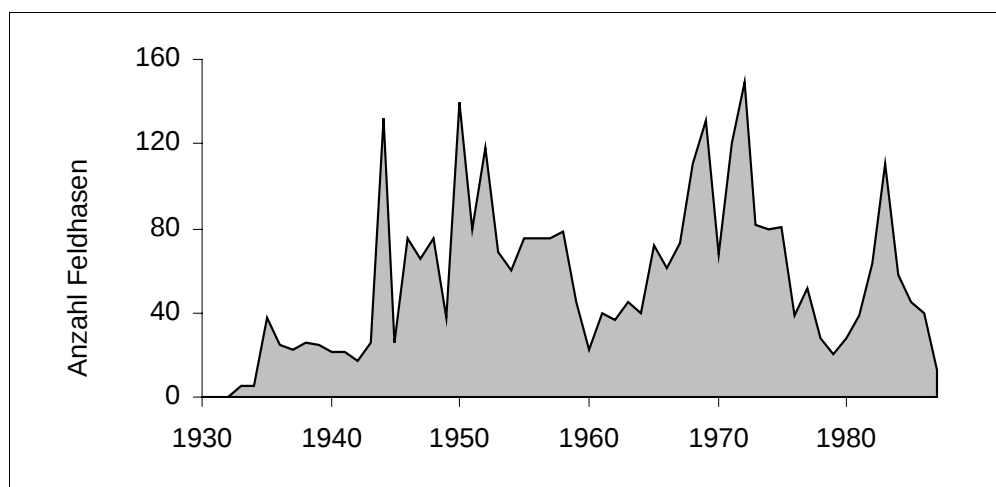


Abbildung 3 Massenwechsel dargestellt am Beispiel der Abschusszahlen aus einem Solothurner Revier in der Selzacherwiti (PFISTER 1995).

1.3.2 Bestandsbestimmende Faktoren

Forscher aus ganz Europa erörterten 1992 an einem Kongress in Polen die Lage des Feldhasen (POLISH HUNTING ASSOCIATION GENERAL ADMINISTRATION 1995) und verfassten Thesen zur Bestandsabnahme der Feldhasen (PFISTER 1995). Im Juni 1996 fand in Sempach ein Seminar statt, welches der Fortsetzung der Gespräche diente. Es entstand ein Konzept für ein internationales Feldhasenmonitoring. Im weiteren wurde über die verschiedenen Rückgangsursachen diskutiert:

Die Grösse eines Feldhasenbestands kann von verschiedenen Faktoren bestimmt werden:

- Zeitpunkt im Massenwechsel
- Raumgrösse, Raumstruktur, Topographie und Höhenlage, Lokalklima
- Art und Intensität der Landwirtschaft
- Jagddruck, Art der Bejagung und Habitathegemassnahmen
- Verkehr und Fragmentierung des Raumes durch Strassen und Siedlungen
- möglicherweise auch regelmässige Beunruhigung in den Kerngebieten durch Tourismus und Sport.

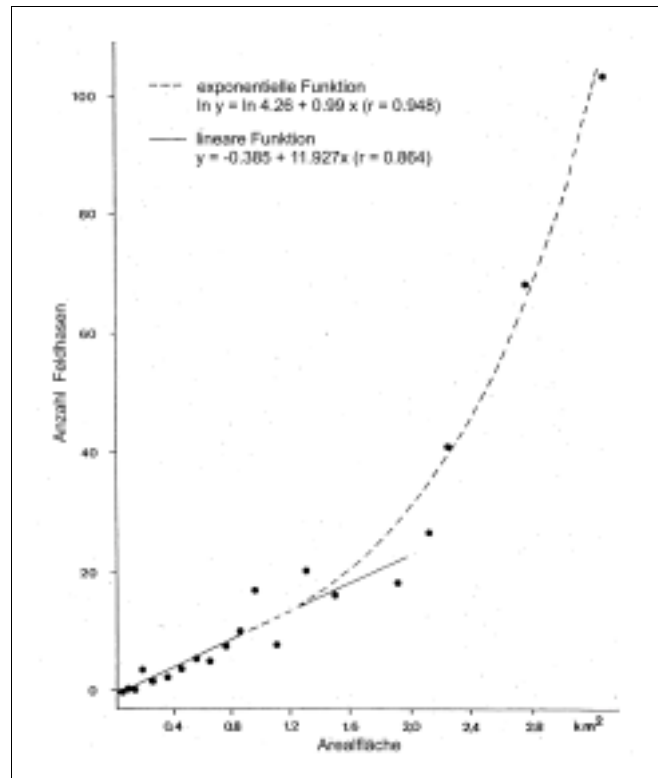
Wie multifaktorielle Auswertungen eines umfangreichen Datenmaterials aus den 1970er Jahren zeigen, dominiert in der Schweiz die Grösse der Populationsräume als Einflussfaktor. Die nicht-lineare Beziehung zwischen der Zahl der beobachteten Feldhasen und der Fläche der taxierten Areale (Abb. 4) zeigt, dass der Faktor Raum den Feldhasenbestand signifikant beeinflusst (PFISTER 1995).

Die Bedeutung der Raumgrösse lässt sich bei dieser Tierart durch das Raumverhalten und eine spezifische soziale Organisation erklären. Abb. 4 zeigt, dass die Feldhasendichte erst ab einer Arealfläche von mehr als 1.5 km² exponentiell zunimmt. Bei grossflächigen Gebieten handelte es sich mehrheitlich um offene, ebene Landschaften mit bestimmten Eigenschaften, welche für den Feldhasen ebenfalls relevant sind. Das höchste Potenzial haben schwach bewaldete, grossflächig zusammenhängende Feldgebiete mit extensiver Bewirtschaftung und trockenen Böden (PEGEL 1986). Auch in intensiv bewirtschafteten Ackerbaugebieten kann der Feldhase eine hohe Dichte erreichen (PEGEL 1986, SPÄTH 1986), in Milchwirtschaftsgebieten wurden jedoch geringe Dichten ermittelt (TAPPER & PARSONS 1984, PFISTER 1995).

Der Feldhase bevorzugt als ursprünglicher Steppenbewohner grossräumige, offene Feldgebiete. In der Schweiz besiedelt er vor allem das Mittelland, aber auch Hügel- und Bergland, wo er ungefähr bis 1500 m vorkommt (SALVIONI 1995). Er kann in witterungsmässig günstigen Jahren auch in der intensiv bewirtschafteten Agrarzone beachtliche Bestände entwickeln (PFISTER 1995, PAVEL et al. 1997). Die häufige und über grosse Flächen gleichzeitige Bestellung der Kulturen mit modernen Maschinen, der flächige Einsatz von Bioziden und Düngern haben jedoch einen negativen Einfluss auf den Feldhasenbestand. Ungünstig wirkt sich auch die Fragmentie-

rung der Landschaft durch Strassen und Siedlung aus. In kleinen, stark isolierten Gebieten sind keine oder nur vereinzelte Feldhasen anzutreffen (PFISTER 1995).

Abbildung 4
Korrelation zwischen Arealfläche und der Zahl der Feldhasen aufgrund von Daten aus hasenreichen Solothurner Gebieten 1975 (aus Pfister 1995, $n = 92$, $p < 0.001$). Die Zahl der Feldhasen korreliert mit der Arealfläche bis etwa 1.5 km^2 linear, bei grösseren Flächen exponentiell.



Ein kleinräumig vielfältiges Ressourcenangebot begünstigt die Dichte der Feldhasen (SPÄTH 1989): Viele wichtige Futterpflanzen sind heute in intensiv bewirtschafteten Gebieten rar, da sie als Unkraut mit Herbiziden bekämpft werden (LANDOLT 1991). Kritisch für den Feldhasen ist möglicherweise der Zeitraum der Ernte (TAPPER & BARNES 1986, REITZ & LEONARD 1993, RÜHE 1999), da diese eine rasche Umstellung in der Nahrungssuche erfordert. Während dieser Zeit kann es zu Nahrungsengpässen kommen. Vor allem leidet der Feldhase in der flächig intensiv bewirtschafteten Feldflur an einem Mangel an Deckungen (PFISTER 1995, PANEK & KAMIENIARZ 1999). Die Bestandsdynamik wird im weiteren allgemein stark durch Klima (EIBERLE & MATTER 1982, EIBERLE et al. 1982) und Witterung beeinflusst (SIIVONEN 1956, ANDERSEN 1957). Krankheiten können in der Schweiz als Ursache für den Rückgang der Feldhasenbestände ausgeschlossen werden (BÜTTNER 1996, HAERER et al. 2001).

1.3.3 Beurteilung der Bestandsdichten

Aus den methodischen Untersuchungen in den 1970er Jahren (RIMATHÉ 1977, PFISTER 1984) resultierte eine Klassierung der Feldhasendichten zur Bewertung von Feldhasenbeständen vor oder zu Beginn der Reproduktionsphase (PFISTER 1984,

1995). Die Bewertung gilt für Daten, die mit Hilfe der Scheinwerfer-Flächentaxation erhoben werden. Die Feldhasendichten (gezählte Feldhasen pro km²) beziehen sich auf die Feldfläche. Für präzise Resultate ist es wichtig, dass die gesamte Feldfläche bearbeitet wird (PFISTER 1995). Die Feldhasendichte (im Frühling) kann bei zunehmender Tendenz im Massenwechsel folgendermassen klassiert werden:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| Minimale Dichte: | 0–2 Feldhasen pro km ² . Eine weitere Abnahme oder das Erlöschen der Population sind wahrscheinlich. |
| Kritische Dichte: | 2–6 Feldhasen pro km ² . Eine weitere Abnahme oder das Erlöschen der Population sind ebenso wahrscheinlich wie eine Bestandszunahme. Bei Feldhasendichten von etwa 5 Ind./km ² ist der jährliche Nettozuwachs in der Regel Null, bei noch tieferen Werten besteht die Tendenz zu einer Abnahme der Dichte (RIMATHÉ 1977). |
| Geringe bis mittlere Dichte: | 6–14 Feldhasen pro km ² : In günstigen Jahren kann mit einem jährlichen Zuwachs von durchschnittlich 10–50% gerechnet werden. |
| Mittlere bis hohe Dichte: | 14–19 Feldhasen pro km ² . Der jährliche Zuwachs beträgt oft mehr als 100%. |
| Sehr hohe Dichte: | 19–40 Feldhasen pro km ² . In der Schweiz sind derartige Feldhasenbestände selten. So hohe Dichten wurden beispielsweise in den 1970er Jahren im Solothurner Aaregebiet erreicht (Maximalwert im Herbst 1972 ca. 65 Ind./km ²). Der jährliche Zuwachs kann 200% wesentlich übersteigen. |

1.4 Zielsetzung

Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) beauftragte 1991 die Schweizerische Vogelwarte mit der längerfristigen Überwachung der Feldhasenbestände in der Schweiz. Zudem wurde in grossflächigen, offenen Kulturlandschaften Massnahmen zur Förderung der Feldhasenbestände angeregt und ihre Durchführung mittels Erfolgskontrollen begleitet.

Die grosse Zahl der untersuchten Zählgebiete erlaubt einen repräsentativen Vergleich zwischen Landschaftszustand und Feldhasenbestand. Im Folgenden werden die Ergebnisse zuerst einzeln betrachtet: Zustand der Landschaft, Beurteilung der Feldhasenbestände, Bestandsentwicklung über acht Jahre. Aus diesen Elementen wird versucht, korrelative Zusammenhänge zu erkennen. Schliesslich ist zu beurteilen, ob das methodische Vorgehen für ein landesweites, landschaftsbezogenes Feldhasen-Monitoring geeignet ist.

1.5 Projektverlauf

Das übergreifende BUWAL-Projekt «Feldhase/Rebhuhn» wurde 1991 gestartet. Feldhase und Rebhuhn erschienen aufgrund ihrer teilweise ähnlichen Ansprüche an die Landschaftsstruktur und Bewirtschaftung geeignet, um den Einfluss ökologischer Ausgleichsmassnahmen zu prüfen. In einem über zehn Jahre geplanten Programm wurden die beiden Teilprojekte «Feldhase» und «Rebhuhn» (JENNY et al. 2002) in Gang gesetzt und soweit möglich räumlich und methodisch koordiniert. Der Zeitraum von rund zehn Jahren für das gesamte Projekt ist sachlich begründet, weil die Beurteilung von Populationsentwicklungen nur mittel- bis langfristig möglich ist.

In 20 (Halb-) Kantonen (AG, AR, BE, BL, FR, GE, GL, GR, LU, NE, NW, SG, SH, SO, SZ, TG, VD, VS, ZG, ZH) sowie in grenznahen Gebieten in Deutschland, Liechtenstein und Österreich wurden die Feldhasenbestände überwacht. Die Zählungen wurden hauptsächlich von lokalen Jägern und kantonalen Wildhütern durchgeführt. Ein jährlicher Bericht wurde, als Motivation, zuhanden der Kantone erstellt. Ein Teil der Kantone hat sich nicht offiziell am schweizerischen Projekt beteiligt. Dennoch wurden auch dort Gebiete bearbeitet, wenn diese für den Gesamtvergleich wichtig erschienen. Nur in den Kantonen AI, BS, JU, OW und UR wurden keine Zählungen durchgeführt. Verschiedene Kantone haben sich im Verlauf der Jahre im Projekt stark engagiert. Sie schlossen mit der Projektleitung zum Teil Verträge ab und steuerten eigene Fragestellungen bei.

Das Rebhuhnprojekt beschränkte sich auf die Kantone SH und GE mit nachgewiesenen Restvorkommen der Rebhühner. Die beiden Teilprojekte mit dem gemeinsamen Aufhänger des ökologischen Ausgleichs haben bei Politikern, Verwaltung und in der Bevölkerung breites Interesse geweckt.

In folgenden Regionen wurden Förderungsmassnahmen angeregt: Champagne (GE), Klettgau (SH), Rheintal (SG), Grosses Moos (BE / FR), Gürbetal (BE), Wauwilener Ebene (LU), Inwil (LU) und drei Regionen im Kanton Basel-Landschaft. Diese regionalen Umsetzungsprojekte wurden immer in Zusammenarbeit mit einer lokalen Organisation (Förster, Wildhüter, Jäger, Natur- und Vogelschutzverein usw.) durchgeführt. Die Landwirte wurden informiert und instruiert. Je nach Bedarf erhielten sie einen finanziellen Beitrag zur Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen.

Im weiteren lösten die Projekte verschiedene Umsetzungsvorhaben und auch wissenschaftliche Projekte aus, welche vom Fonds Landschaft Schweiz sowie verschiedenen Sponsoren (v.a. Migros) unterstützt wurden.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchungsgebiete

Die Untersuchungen bezogen sich auf die Kulturlandschaft. Im Rahmen des Projektes wurden in 218 Zählgebieten mindestens in einem Jahr die Feldhasen gezählt (Anhang 1). Insgesamt wurde auf diese Art eine Gesamtfläche von 1478 km² (1162 km² Feldfläche) bearbeitet.

Je nach Auswertungsziel wurden die Zählgebiete zu 89 Populationsräumen, (Abb. 5, Tab. 1) zusammengefasst. Im Folgenden werden entsprechend unterschiedliche Begriffe verwendet:

Zählgebiet = Jeweils bei einer Zählung erfasstes Gebiet. Die Zählgebiete wurden anhand gliedernder Landschafts- und Zivilisationsstrukturen abgegrenzt. Die Grösse wurde so gewählt, dass ein Zählgebiet jeweils von einer Zählgruppe in einer Nacht bearbeitet werden konnte.

Populationsraum = Zusammenfassung mehrerer Zählgebiete zu Einheiten von denen wir annehmen, dass sie den Populationsräumen der Feldhasen entsprechen. Die Populationsräume wurden soweit möglich anhand gliedernder Landschafts- und Zivilisationsstrukturen abgegrenzt, die vom Feldhasen nicht überquert werden (stark befahrene Strassen, Autobahnen, Flüsse, Siedlungen oder grosse Waldareale; Kapitel 2.2.1).

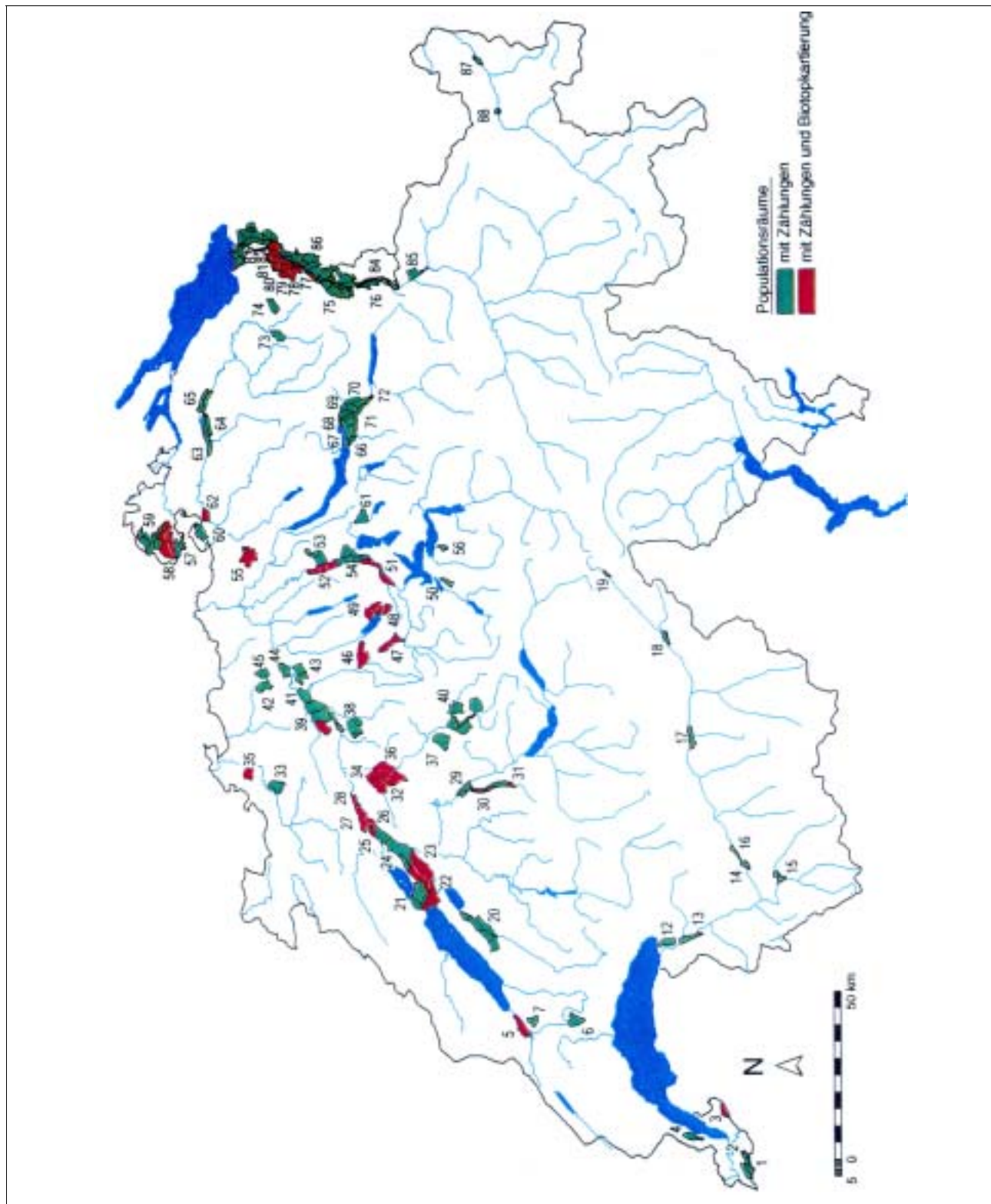


Abbildung 5 Übersicht über die zu 89 Populationsräumen zusammengefassten Zählgebiete (Nummern: vgl. Tab. 1). Die Populationsräume 8–11 sind als Fläche nicht dargestellt.

Tabelle 1 Übersicht über die 89 Populationsräume. Nummern: vgl Abb. 5.; Feld = Fläche auf der Feldhasenzählungen durchgeführt wurden, Zählgebiete pro Populationsraum, Jahre mit Feldhasenzählungen und Habitatkartierung.

Nr.	Populationsraum	Feld [km ²]	Zählgebiete	Jahre	Habitat
1	GE-West	14.9	4	7	-
2	GE-Confignon	0.9	1	7	-
3	GE-Presinge	5.2	1	8	JA
4	VD-Commungy	6.1	1	8	-
5	VD-Method	12.9	1	8	JA
6	VD-Bioley-Orjulaz	9.7	1	6	-
7	VD-Suchy	5.4	1	6	-
8	NE-La Béroche	16.3	1	4	-
9	NE-Les Ponts	13.8	1	1	-
10	NE-Coffrane	9.4	1	2	-
11	NE-Valanvron	11.4	1	3	-
12	VD-Novielle	8.4	1	6	-
13	VS-Turtmann	8.4	1	5	-
14	VS-Saxon	3.9	1	5	-
15	VS-Sembrancher	5.3	2	1	-
16	VS-Ardon	4.1	1	5	-
17	VS-Illarsaz	8.6	1	4	-
18	VS-Gringols	3.0	1	1	-
19	VS-Oberwald	1.9	1	3	-
20	Plaine de la Broye	37.9	5	4	-
21	BE-Erlach	18.6	2	5	-
22	BE-Witzwil	17.8	2	8	JA
23	BE-Seeland West	38.4	3	4	JA
24	BE-Seeland Ost	37.7	3	5	-
25	BE-Safnern	2.8	1	5	JA
26	BE-Häftli	3.4	1	8	JA
27	SO-Selzacher-Witi	3.3	2	4	JA
28	Grenchner-Witi	18.1	1	1	JA
29	BE-Belpmoos	7.3	2	5	-
30	BE-Gürbetal	14.3	4	5	JA
31	BE-Gurzelen	1.9	1	5	JA
32	BE-Fraubrunnen	16.9	2	5	JA
33	BL-Wahlen	10.2	1	4	-
34	BE-Utzenstorf	12.8	2	5	JA
35	BL-Reinach	6.8	1	4	JA
36	BE-Kirchberg	9.7	1	5	JA
37	BE-Schwanden	12.5	1	2	-
38	BE-Oberaargau	17.0	5	5	-
39	SO-Oensingen	26.4	3	2	-
40	BE-Langnau	31.4	5	2	-
41	SO-Kienberg	5.0	1	2	-
42	BL-Wenslingen	7.0	1	4	-
43	SO-Wangen	8.6	2	1	-
44	SO-Olten	4.7	1	2	-

Nr.	Populationsraum	Feld [km ²]	Zählgebiete	Jahre	Habitat
45	SO-Niedergösgen	5.4	1	1	-
46	LU-Wauwil	16.5	1	8	JA
47	LU-Ruswil	12.3	1	3	JA
48	LU-Sempach	8.1	2	3	JA
49	LU-Eich	11.4	2	3	JA
50	NW-Nord	3.4	1	3	-
51	LU-Reusstal	13.6	1	3	JA
52	AG-Reussebene	15.8	4	5	JA
53	ZH-Hedingen	11.5	2	1	-
54	ZG-Reussebene	22.8	4	4	-
55	ZH-Dielsdorf	11.9	1	1	JA
56	NW-Süd	2.1	1	1	-
57	SH-Klettgau	30.2	1	6	JA
58	SH-Wangental	6.6	5	8	-
59	SH-Schleitheim	24.1	6	1	-
60	ZH-Rafz	8.5	1	1	-
61	ZG-Menzingen	8.7	1	2	-
62	ZH-Flach	5.1	1	1	JA
63	TG-Frauenfeld	7.8	2	5	-
64	TG-Felben	9.1	2	4	-
65	TG-Märstetten	13.1	3	7	-
66	Linthebene SW	8.8	2	5	-
67	Linthebene Tuggen	14.6	4	5	-
68	Linthebene Schmerikon	0.8	1	7	-
69	Linthebene Benknerried	3.5	1	7	-
70	Linthebene Kaltbrunn	24.9	6	7	-
71	Linthebene Südost	7.4	2	5	-
72	Linthebene Ziegelbrücke	0.5	1	7	-
73	AR-Herisau	6.6	1	9	-
74	AR-Speicher	7.6	1	9	-
75	SG-Rheintal Grabs	31.2	11	5	-
76	SG-Sevelen	12.5	7	4	-
77	SG-Rhüti	2.7	1	5	JA
78	SG-Oberriet	16.0	5	5	JA
79	SG-Marbach	18.4	4	5	JA
80	SG-Rheindamm	3.6	2	5	JA
81	SG-Kriessern	9.9	2	5	JA
82	SG-Au	0.9	1	5	JA
83	SG-Diepoldsau	5.8	1	6	JA
84	Liechtenstein	40.4	15	3	-
85	GR-Maienfeld	7.4	1	1	-
86	Vorarlberg	95.9	21	3	-
87	GR-Sent	1.5	1	1	-
88	GR-Guarda	2.7	1	1	-
89	Baden-Württemberg	40.9	6	2	-

2.2 Charakterisierung der Zählgebiete

Von allen 218 Zählgebieten wurden die wichtigsten landschaftlichen Kenngrößen (Kapitel 2.2.1), Bodendaten (Kapitel 2.2.2) und Klimafaktoren (Kapitel 2.2.3) erfasst. In 66 Zählgebieten wurde das Habitat, das heisst die landwirtschaftliche Nutzung und die naturnahen Lebensräume, kartiert (Kapitel 2.2.4).

2.2.1 Landschaftliche Kenngrößen

Die landschaftlichen Kenngrößen in Tab. 2 wurden für alle 218 Zählgebiete von den Landeskarten 1: 25'000 planimetriert (Anhang 1).

Tabelle 2: Kenngrößen der Zählgebiete (ab Karte 1:25000) mit Abkürzung, Beschreibung und Einheit.

Element	Abkürzung	Beschreibung
Gesamtfläche	GF	[km ²]
Umfang	UMF	Gesamtumfang [km]
Siedlungen	SIED	Überbaute Flächen, eingezäunte Gebiete [km ²]
Waldfläche	WALD	Gehölze grösser als 10 ha [km ²]
Waldrandzone	WRZW	Zone vom Waldrand bis zu IEL oder max. 500 m ins Walddinnere. [km ²]
Andere	AND	Nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen wie Gewässer, Flugplätze, Kiesgruben, Baumschulen, Friedhöfe usw. [km ²]
Feldfläche	FELD	Berechnet: GF – (SIED + AND + WALD) [km ²]
Isolation	ISO	% Berechnung siehe Text
Isolationsindex	ISOIND	Berechnung siehe Text
Verkehrsnetz-dichte	VERDI	[km / km ²] Berechnung siehe Text
Relief	REL	Höhendifferenz vom höchsten zum tiefsten Punkt [m]
Höhe	HOE	Höhe über Meer der Fläche mit grösstem Flächenanteil [m.ü.M.]

Für weitere Berechnungen (Kapitel 2.4) wurden verschiedene Elemente umgerechnet.

Zur Quantifizierung des Verkehrsnetzes wurden Bahnlinien, Autobahnen, 1.Klass-, 2. Klass- und 3. Klass-Strassen gemessen. Die Verkehrsnetzdicke [km/km²] wurde folgendermassen berechnet:

$$VERDI = \frac{\sum VER_i}{FELD} \text{ mit } VER_i = \text{Längen des } i\text{-ten Elementes und } FELD = \text{Feldfläche.}$$

Als Landschaftselemente mit isolierender Wirkung wurden Autobahnen, Siedlungen, Flüsse, Strassen 1. Klasse, Bahnlinien und Bahnlinien mit parallelen Strassen (1. oder 2. Klasse) an der Grenze der Zählgebiete erfasst. Jedem Element wurde ein Isolationswert IW_i zugeordnet (Autobahn = 1, Siedlung = 1, Fluss = 1, Strasse 1.Klasse = 0.2, Bahnlinien = 0.2, Bahnlinien mit paralleler Strasse = 0.5) und zur Isolation [%] zusammengefasst.

$$ISO = \sum \left(\frac{IEL}{UMF} * IW_i * 100 \right) , \text{ mit } IEL = \text{isolierendes Element, } UMF = \text{Umfang und } IW_i = \text{Isolationswert des } i\text{-ten Elementes.}$$

Da anzunehmen ist, dass der Effekt der Isolation bei kleinen Zählgebieten stärker ist, wurde der flächenbezogene Isolationsindex ISOIND berechnet:

$$ISOIND = \frac{ISO}{FELD} \cdot$$

2.2.2 Bodentypen

Für 212 Zählgebiet wurde je ein dominierender Bodentyp bestimmt. Für die Gebiete in der Schweiz diente die Bodeneignungskarte 1:200000 (FREI 1980) als Grundlage, für die Gebiete in Österreich die Bodenkarten 1:25000 und für Liechtenstein die DIREKTZAHLUNGSVERORDNUNG (1996). Für Baden-Württemberg waren die entsprechenden Daten nicht verfügbar. Insgesamt wurden 47 verschiedene Bodentypen festgestellt (Anhang 2). Diese wurden aufgrund verschiedenster Merkmale (z.B. Neigung, Muttergestein, Nährstoffspeichervermögen) unterschieden. Die 47 Bodentypen wurden aufgrund des für den Feldhasen relevanten Wasserhaushaltes (RIMATHÉ 1977) (Tab. 3) eingeteilt.

Tabelle 3: Bodentrockenheit: Die 47 Bodentypen wurden aufgrund von Wasserdurchlässigkeit und Vernässung in trockene bzw. nasse Böden eingeteilt.
(– diese Kombinationen kamen nicht vor).

Wasserdurchlässigkeit → ↓ Vernässung	Übermässig und normal	Schwach gehemmt	gehemmt	Stark gehemmt
keine	trocken	trocken	trocken	trocken
grundfeucht	trocken	trocken	trocken	-
schwach grundnass	trocken	trocken	-	nass
grundnass	-	-	nass	nass

2.2.3 Witterung

Klimatische Bedingungen beschränken neben anderen Faktoren das Verbreitungsgebiet des Feldhasen (SALVIONI 1995). Je nach Klima können z.B. Schneemenge (SIIVONEN 1956), Trockenheit (MERRIGI & VERRI 1990, PAVEL et al. 1997), oder Niederschläge (ENGELHARDT et al. 1985, EIBERLE & MATTER 1982) die Feldhasen

limitieren. Bei einem bestimmten Klima können kurzfristige Witterungselemente die Feldhasen beeinflussen (SIIVONEN 1956, MERIGGI & ALIERI 1989). Es gibt auch einige Untersuchungen über den Einfluss des Klimas auf die Feldhasen in der Schweiz (EIBERLE & MATTER 1982, EIBERLE et al. 1982), aber leider beschränken sie sich auf die Ostschweiz. Die heutigen Möglichkeiten erlauben zudem feinere zeitliche Auflösungen der Witterung. Aus diesem Grund wurde die für die Feldhasen relevanten Witterungsfaktoren in der Schweiz berechnet. Die Jagdstatistiken der Kantone Bern, Freiburg und Zürich der Jahre 1971–1989 wurden dazu mit Temperaturmittelwerten und Niederschlagssummen von Pentaden (5-Tagesintervalle) der SMA-Stationen Bern, Freiburg und Zürich korreliert. Die Berechnungen (Anhang 3) zeigen, dass die Frühjahrsniederschläge (Summe der Niederschläge vom 16. März bis 4 Juni) die aussagekräftigsten Werte für die relativen Bestandsveränderungen ($R^2 = 0.198$; $p < 0.002$) sind.

Tabelle 4 Verschiedene Meteostationen der SMA und die mit BIOCLIM (ZIMMERMANN & KIENAST 1995) berechnete Wärmesumme über 3°C und Jahresniederschlag sowie die Zuordnung der Zählgebiete zu einer Meteostation (für Details siehe Text).

Wetterstation	Wärmesumme >3°C [°C*d]	Niederschlag pro Jahr [mm]	Zählgebiete
Bern-Liebefeld	2481	1134	AG01-AG03, BE01-BE07, BE21- BE26
Freiburg	2393	1076	AG04, BE29, BE30, BL04, NE03, SH10-SH12, VD03
Genf-Cointrin	2757	978	BE08-BE15, BL02, BR01-BR04, BR05, GE01-GE06, NE05, NE06, VD01, VD04, VD05, VS01, VS02
Güttingen	2540	951	BW01-BW06, SH01-SH09, TG01-TG07, VA01-VA07, VD02
La Chaux d.Fonds	1862	1439	NE01, NE02, NE04
Langnau i.E.	2218	1462	AR01, AR02, BE31, BE32-BE36, LU05, NW01, NW02, SO10, ZG05
Ried-Lötschental	1601	1348	VS05, VS06, VS07, VS08
Schuls	1562	799	GR02, GR03
Sion-Aerodrom	3069	628	VS03, VS04
Zürich SMA	2639	1116	BE16, BE18-BE20, BE27, BE28, BL05, FL02, FL05, FL08-FL13, GR01, LI01-LI17, LU01-LU04, LU06, LU07, SG01-SG34, SO01-SO09, VA08, VA11, VA12, VA14-VA16, VA22, ZG01-ZG04, ZH02-ZH06

Mit Hilfe des Klima-Models BIOCLIM (ZIMMERMANN & KIENAST 1995) und einer Clusteranalyse wurde jedes Zählgebiet aufgrund der Summe der Jahresniederschläge und der Wärmesumme einer SMA Wetterstation zugeordnet (Tab. 4). Von den entsprechenden Klimastationen wurden die Frühjahrsniederschläge berechnet. Für die Beziehung zwischen Feldhasenbeständen und Landschaftsvariablen (Kapitel 3.3.5) wurde der Durchschnitt der 10 Jahre vor der ersten Zählung berechnet, für die Bestandsentwicklung (Kapitel 4) wurden die Frühjahrsniederschläge des Vorjahres verwendet.

2.2.4 Habitatkartierung

Mit Hilfe der Lebensrauminventar-Methode (LRI-Methode; PFISTER & BIRRER 1990) wurden alle im Feld erkennbaren naturnahen Lebensräume in der Feldflur kartiert und mittels standardisierter Inventarblätter beschrieben. Es wurden folgende Lebensraumtypen unterschieden: Einzelbäume (inkl. Baumreihen, Einzelgebüsche), Feuchtgebiete (artenreiche feuchte Wiesen, Flachmoore, Hochmoore, temporär vernässte Flächen), Gewässer (Fliessgewässer, Tümpel, Teiche, Kleinseen), Hecken, Obstgärten, Waldränder sowie weitere naturnahe Lebensräume und Kleinstrukturen (artenreiche Wiesen, Wildkrautfluren, Gruben, Trockenmauern, naturnahe Gruben, Lebensräume seltener Tiere und Pflanzen). Die Methode wird seit 1987 in allen praxisorientierten Projekten der Schweizerischen Vogelwarte angewendet. Für das Feldhasenprojekt wurden 66 Zählgebiete erfasst.

Vergleichbar mit PEGEL (1986) wurde in denselben 66 Zählgebieten die landwirtschaftliche Nutzung kartiert.

Als **Felder** werden Flächen bezeichnet, die sich von benachbarten Flächen durch eine andere Fruchtart (Kulturtyp) bzw. durch eine andersartige Vegetation oder durch sonstige Grenzlinien unterscheiden. Unterschiedliche Besitzverhältnisse waren kein Kriterium für die Abgrenzung von Feldern. Aneinandergrenzende Flurstücke mit derselben Fruchtart zählen daher als ein Feld. Die Breite der Felder wurde geschätzt, die Länge geschätzt oder wo möglich aus Plänen herausgelesen.

Es wurde zwischen 23 potenziell vorkommenden Nutzungstypen unterschieden (Anhang 5). Davon berechnet wurde die Feldergrösse (Mittelwert und Median), die Anzahl Nutzungstypen V, die Diversität nach Simpson D

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^V (p_i)^2} \quad , \text{ mit } p_i \text{ als Anteil des } i\text{-ten Nutzungstypen und } V = \text{Anzahl Nutzungstypen und die Ebenmässigkeit oder Evenness } E$$

$$E = \frac{D}{V} \quad , \text{ mit } D = \text{Simpsons Diversitätsindex und } V = \text{Anzahl Nutzungstypen.}$$

Da die Auswertung mit den 23 kartierten Nutzungstypen nicht möglich war (zu viele Variablen), wurden sie gruppiert (Tab. 5). Da die naturnahen Strukturen zum Teil einen beträchtlichen Anteil an der Feldfläche ausmachten, wurden sie ebenfalls gruppiert (Tab. 5). Die naturnahen Elemente wurden im Lebensrauminventar viel genauer kartiert (z.B. Obstgärten, Feuchtgebiete, Hecken, artenreiche Wiesen) als bei der Nutzungskartierung. Aus diesem Grund wurden für alle Doppelkartierungen die Werte des Lebensrauminventars verwendet und die entsprechenden Flächen bei der Nutzungskartierung abgezogen.

Da nicht die ganze Fläche der Zählgebiete kartiert wurde, konnte nur mit Anteilen an der Feldfläche gerechnet werden. Zur Vermeidung negativer Autokorrelationen zwischen Anteilsdaten (z.B. auf einer Fläche mit 80% Maisanbau kann nicht mehr als 20% Getreideanbau gefunden werden) wurden die gruppierten Kulturen anschliessend mit der Methode von AITCHISON (1986) transformiert.

$$A_{trans} = \ln\left(\frac{a_i}{a_n}\right) \quad , \text{ mit } A_{trans} = \text{transformierter Anteil des Nutzungstyps } a_i \text{ und } a_n = \text{Anteil der Standardisierungsgrösse.}$$

Um Werte von a_n oder $a_i = 0$ zu vermeiden, wurde anstelle der Nullwerte der Wert des kleinsten kartierten Anteils (0.001ha) eingesetzt.

Als Standardisierungsgrösse a_n diente dabei der Anteil Hackfrüchte (inkl. Mais). Zu dieser Grösse sind daher keine Aussagen möglich.

Tabelle 5 Gruppierung der Nutzungstypen und der naturnahen Elemente für die Transformation.

Gruppierung	Kulturen
Grünland	Kleewiese, Wiese, Weide
Getreide	Weizen, Gerste, Roggen, Emmer, Hafer
Hackfrüchte	Kartoffeln, Mais, Rüben, Bohnen, Soja, Raps, Sonnenblumen
Spezialkulturen	Reben, Niederstammbst, nachwachsende Rohstoffe, Tabak, Beeren
Gemüse	Feldgemüse und Gemüseärten
Brachen	Buntbrachen, Ackerflora-Reservate
naturnahes Grünland	artenreiche Wiesen, Feuchtgebiete, Wildkrautfluren
Hecken	Hecken mit Krautsäumen, Baumreihen
Obst	Hochstammbstärten
Übrige	vegetationsarme Flächen, Gruben, Gewässer, nicht kartierte Flächen

2.3 Feldhasenzählung

Bestand und Verteilungsmuster des Feldhasen wurden mit der Scheinwerfer-Flächentaxation (PFISTER 1978) erfasst. Zwischen Februar und April wurden in der Regel zwei Taxationen (Frühjahrszählungen) vorgenommen. Die für die Zählungen verantwortlichen Personen wurden jeweils instruiert (Anhang 6). Die Zählungen wurden hauptsächlich von lokalen Jägern und kantonalen Wildhütern durchgeführt. Dabei wurde die gesamte Feldfläche vollständig mit Scheinwerfern ausgeleuchtet und die beobachteten Feldhasen auf einer Karte 1:25'000 eingezeichnet.

2.4 Statistik

Die nicht-lineare Beziehung zwischen der Zahl der beobachteten Feldhasen und der Feldfläche (Abb. 4) weist darauf hin, dass der Faktor Raum den Feldhasenbestand signifikant beeinflusst (PFISTER 1995). Offensichtlich hängt der Raumbedarf des Feldhasen mit seiner spezifischen sozialen Raumorganisation bzw. den individuellen Raumansprüchen (u.a. Aktionsradien) zusammen (PFISTER 1984). Um weniger ausgeprägt wirksame Faktoren wie z.B. Verkehrsnetzdichte zu prüfen, muss die Beziehung zwischen Feldhasenhäufigkeit und Feldfläche möglichst genau definiert werden, da andere Einflussgrößen z.T. flächenabhängig sind. Eine vorerst monofaktorielle Behandlung des Hauptfaktors Feldfläche empfiehlt sich auch in methodischer Hinsicht. Die im folgenden verwendete multiple Regression mit schrittweisem Eliminieren nicht signifikanter Variablen setzt wie alle analogen Verfahren Linearität voraus. Wird aber die Feldfläche direkt in die Berechnung eingegeben, so entstehen unerwünschte Residuen, welche unkontrolliert mit weiteren Variablen korrelieren können. Aus dem gleichen Grund kann das Problem auch nicht durch die Feldhasendichte als Zielgrösse gelöst werden. Die biologische Wirksamkeit der Fläche kommt nicht mehr zum Ausdruck, da diese dann als unabhängige Variable fehlt. Im übrigen streuen die Dichtewerte bei kleinen Flächen sehr stark, so dass in monofaktoriellen Darstellungen trompetenförmige Plots entstehen, welche eine präzise Definition der Beziehung zwischen Häufigkeiten und Flächen verunmöglicht. Dies sind die Gründe, weshalb ein etappiertes Verfahren gewählt werden musste. Alle Analysen wurden mit Statistica for Windows, Release 5.0 oder Genstat Release 4.1 gemacht.

Der exponentielle Zusammenhang von Feldhasenzahl und Untersuchungsfläche (PFISTER 1995) musste aus theoretischen Gründen für grössere Zählgebiete durch eine Polynomialfunktion ersetzt werden. Da es bei einer Fläche der Grösse Null auch keine Feldhasen haben kann, wurde die Funktion durch den Nullpunkt gezwungen. Vorerst wurde die Beziehung zwischen Raumgrösse und absoluter Feldhasenzahl mit einer multiplen Regression mit den flächenbezogenen Variablen bestmöglichst definiert. Für die anschliessenden Berechnungen wurden die Residuen verwendet.

Da bei den meisten Einflussgrößen anzunehmen ist, dass ihre Wirkungsweise nicht linear ist, wurden ihre Quadrate als zusätzliche Variablen in die Berechnung eingegeben. Das Verfahren ermöglicht auch eine grobe Schätzung der Wirkungsweise (Tab. 6).

Tabelle 6 Aussage von negativen und positiven Werten in der multiplen Regression
(V= Variable, V²= quadrierte Variable, B₁= B-Wert der Variable,
B₂= B-Wert der quadrierten Variable, + = positiver B-Wert, – = negativer B-Wert).

V	V ²	Aussage
- B ₁		Die Beziehung zur Einflussgrösse ist linear negativ
+ B ₁		Die Beziehung zur Einflussgrösse ist linear positiv
- B ₁	- B ₂	Die Beziehung ist nicht-linear negativ und zeigt mit zunehmendem Variablenwert einen immer stärkeren negativen Trend.
- B ₁	+ B ₂	Die Beziehung ist nicht-linear und zeigt bei kleinen Werten einen negativen Trend, der mit zunehmendem Variablenwert abgeflacht oder negativ wird.
+ B ₁	- B ₂	Die Beziehung ist nicht-linear und zeigt bei kleinen Werten einen positiven Trend, der mit zunehmendem Variablenwert abgeflacht oder negativ wird.
+ B ₁	+ B ₂	Die Beziehung ist nicht-linear positiv und zeigt mit zunehmendem Variablenwert einen immer stärkeren positiven Trend.

2.5 Jägerbefragung

Die Ergebnisse der Feldhasenzählungen erlauben Rückschlüsse auf die Bestandsentwicklung. Für einen Vergleich der Feldhasendichten der Zählgebiete mit Abschusszahlen werden Abschussangaben benötigt, die sich auf die Zählgebiete beziehen. Viele Kantone führen gebietsbezogene Abschussstatistiken. Die Abgrenzungen der Zählgebiete entsprechen aber nicht Gemeinde-, Bezirks-, oder Reviergrenzen. Um die Abschusszahlen in den Zählgebieten zu eruieren, wandte sich die Schweizerische Vogelwarte im Herbst 1999 an die Jäger der Revierjagd-Kantone, derer Reviere sich mit Zählgebieten überschneiden (AG, BL, LU, SG, SH, SO, TG und ZH). Mit Hilfe eines Fragebogens wurden diese Revierpächter bzw. Jagdgesellschaften befragt. Der Fragebogen umfasste eine Situationsbeurteilung des Feldhasen in der Schweiz und im Revier, sowie Fragen zur Anzahl der in den Zählgebieten geschossenen Feldhasen. Von den 113 angeschriebenen Revieren haben 75 geantwortet.

3 Landschaftsökologischer Zustand und Feldhasenbestand

3.1 Einleitung

Ziel der Untersuchung war es, den Grad der Extensivierung auf grossen Flächen in verschiedenen Landesteilen quantitativ zu erfassen sowie ausgewählte landschaftsökologische Parameter mit verlässlichen Daten der Feldhasendichte zu vergleichen. Für Zwecke des Monitorings wurden repräsentative Gebiete in der Agrarzone des schweizerischen Mittellandes ausgewählt. Die Bearbeitungsintensität richtete sich nach der Bereitschaft der Kantone, für regelmässige Zählungen und landschaftsökologische Aufwertungsprogramme Hand zu bieten. Somit ist der Bearbeitungsstand sehr unterschiedlich, was in der Gesamtauswertung zu berücksichtigen war.

3.2 Material und Methoden

Zählgebiete und Populationsräume sind in Kapitel 2.1 vorgestellt. Die Klassierung der Bodentypen ist in Kapitel 2.2.2, die Methoden für die Habitatkartierung in Kapitel 2.2.4 beschrieben. Die Zählgebiete mit Habitatkartierung wurden anhand der Parzellierungsmerkmale und der landwirtschaftlichen Nutzung (Kapitel 2.2.4, Tab. 5) mit einer Clusteranalyse (Ward's-Methode mit quadrierten euklidischen Distanzen) gruppiert. Die Zahl der Feldhasen wurden mit Scheinwerfer-Flächentaxation (Kapitel 2.3) erfasst und für Dichteberechnungen auf die Feldfläche (Tab. 2) bezogen. Zur Erfassung des Klimas wurde, von den in Kapitel 2.2.3 vorgestellten Frühjahrsniederschlägen, der Durchschnitt der zehn Jahre vor der ersten Feldhasenzählung berechnet. Der Zusammenhang zwischen Landschaftsvariablen und Feldhasen wurde mit einer multiplen Regression (Kapitel 2.4) beschrieben.

3.3 Resultate

3.3.1 Kenngrössen der Landschaft

Die Zählgebiete unterschieden sich sehr stark (Tab. 7, Anhang 1). Die meisten Zählgebiete lagen im Mittelland (durchschnittliche Höhe 497 m), es wurden aber auch Feldhasenbestände in alpinen Zählgebieten erfasst (Maximum 1800 m).

Tabelle 7 Kenngrössen der Zählgebiete.

Die einzelnen Elemente sind in Tabelle 2 definiert. n = 218.

	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
Gesamtfläche [km ²]	6.7	4.94	0.3	28.3
Umfang [km]	12.5	5.20	3	30.0
Siedlung [km ²]	0.3	0.38	0	1.8
Wald [km ²]	1.1	1.59	0	8.2
Waldrandzone [km ²]	1.1	1.53	0	7.5
Andere [km ²]	0.04	0.09	0	0.6
Feldfläche [km ²]	5.2	3.80	0.3	23.6
Isolation	54	28	0	100
Isolationsindex	21	33	0	213
Verkehrsnetzdichte [km/ km ²]	1.8	0.91	0	4.8
Relief [m]	92	124	0	719
Höhe [m]	497	174	350	1800

3.3.2 Witterung und Klima

Die Witterungsbedingungen der letzten zwanzig Jahre waren für die Feldhasen ungünstig. Die Frühlingsmonate waren sehr regenreich (Abb. 6), was die Reproduktion negativ beeinflussen kann (RIECK 1956). Klimatische Tendenzen können nur langfristig beurteilt werden. Seit bald 40 Jahren fallen die häufig milden Winter im Mittelland auf.

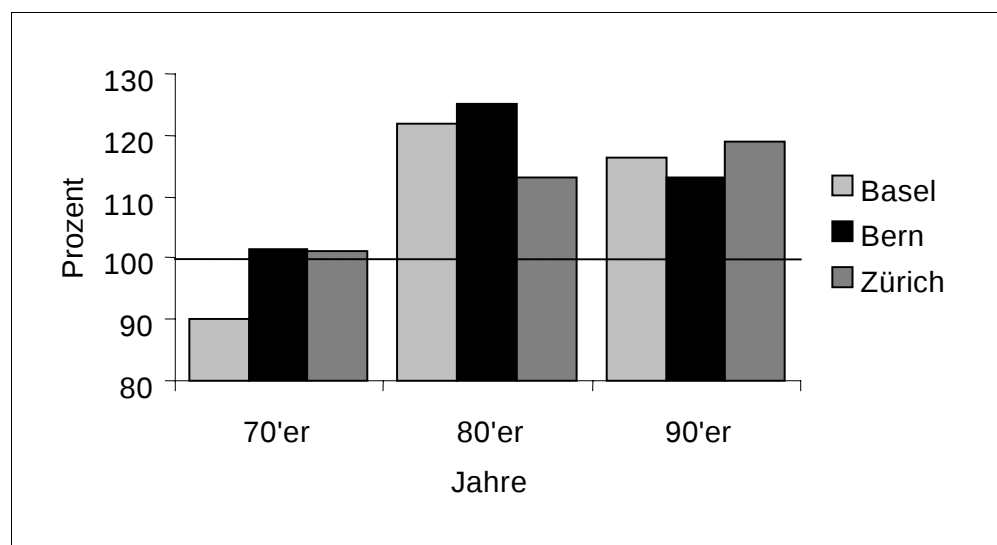


Abbildung 6 Frühjahrsniederschläge (Summe vom 17. März bis 4. Juni) in Prozent des langjährigen Mittels (1901–1960) an den Messstationen Basel, Bern und Zürich.

Besonders ungünstig für Feldhasen waren die niederschlagsreichen Frühlinge der Jahre 1994, 1995 und 1999 (Abb. 7). In Genf wurden aber ca. 200 mm weniger Niederschläge gemessen als in Zürich. Die Jahre 1996, 1997 und 1998 mit den niederschlagsarmen Frühjahren günstig für die Fortpflanzung der Feldhasen. In den meisten Jahren regnete es in Genf und Güttingen weniger als im zentralen Mittelland (Bern und Zürich). In den Jahren 1992, 1997 und 1998 wurde hingegen ein west-östliches Gefälle der Niederschlagsmengen registriert.

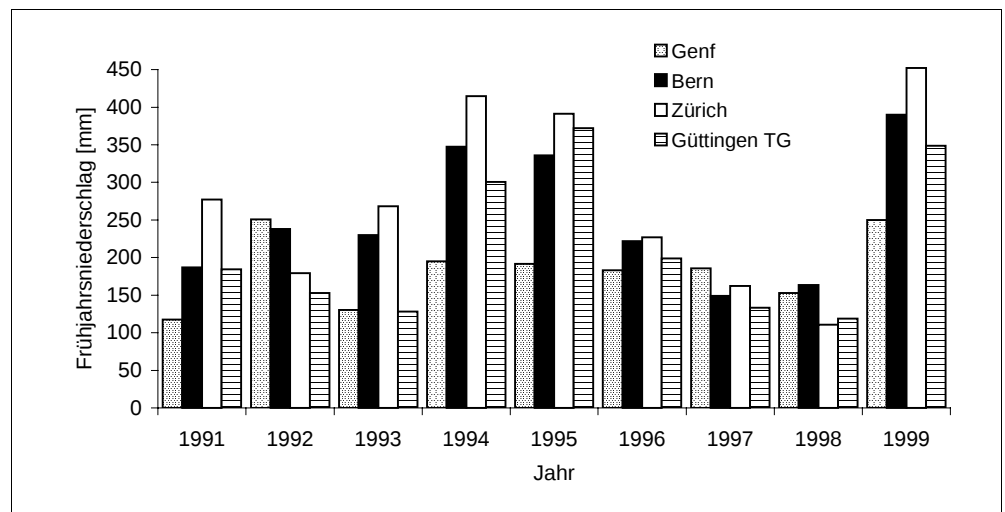


Abbildung 7 Frühjahrsniederschläge (Summe vom 17. März bis 4. Juni) an den Messstationen Genf-Cointrin, Bern-Liebefeld, Zürich-SMA und Güttingen in den Jahren 1991 bis 1999.

3.3.3 Habitatkartierung

In 66 Zählgebieten wurden Landschaftsinventare (Anhang 4) angelegt und Nutzungskarten erstellt (rund 400 km²; Tab. 1).

Für den Feldhasen sind als Aufzuchs-, Nahrungs-, und Deckungsstandorte intensiv genutzte Wiesen, Wildkrautfluren und Hecken von besonderer Bedeutung. Spezielle, für Feldhasen attraktive Standorte sind im weiteren Kiesgruben mit naturnahen Bereichen und Areale mit verschiedenen naturnahen Kleinstrukturen (S-Räume). Feuchtgebiete bieten in den Randbereichen möglicherweise Deckung. Diese für den Feldhasen besonders wichtigen Lebensräume sind selten (Tab. 8) Obstgärten entsprechen nicht der Präferenz des Feldhasen für offene Feldfluren. Gewässer sind als Lebensraum für den Feldhasen ungeeignet. In 9 Populationsräumen (27% der Fläche) wurden 5 bis 10% naturnahe Lebensräume und in 9 Populationsräumen (21% der Fläche) über 10% naturnahe Lebensräume festgestellt (Tabelle 8).

Tabelle 8 Prozentuale Anteile naturnaher Lebensräume nach Lebensraumtyp (PFISTER & BIRRER 1990) in verschiedenen Populationsräumen.

Nr. verweist auf Tabelle 1. Für jeden Lebensraumtyp sind die prozentualen Anteile an der Feldfläche angegeben. Werte für die einzelnen Zählgebiete sind im Anhang 4 aufgeführt. S-Räume = Flächen mit verschiedenen Kleinstrukturen; #: nicht erfasst.

Nr.	Populationsraum	Feld	Hecken	Wiesen	Wildkrautfluren	Gruben	S-Räume	Obstgarten	Feuchtgebiete	Fließgewässer	Kleingewässer	Total
		km ²	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3	GE-Presinge	5.2	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.1	0.0	1.6
5	VD-Method	13.0	0.2	0.0	0.4	0.0	0.0	0.8	0.0	3.3	0.0	4.8
22	BE-Witzwil	17.8	0.3	0.1	0.5	0.0	0.0	0.2	6.2	1.1	0.3	8.8
23	BE-Seeland West	38.4	0.4	0.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.0	1.0	0.0	2.8
25	BE-Safnern	2.8	0.5	0.5	0.1	0.0	0.0	0.6	2.7	0.6	9.0	14.0
26	BE-Häftli	3.4	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	3.4	0.7	12.6	17.9
27	SO-Selzacher-Witi	3.0	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.6	0.0	0.2	0.0	1.8
28	Grenchner-Witi	16.9	0.6	0.1	0.2	0.0	0.0	0.8	0.3	1.1	0.0	3.1
30	BE-Gürbetal	14.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.6	0.0	0.9	0.0	1.8
31	BE-Gurzelen	1.9	0.5	0.0	0.2	0.0	0.0	1.9	0.0	1.3	0.0	3.8
32	BE-Fraubrunnen	16.9	0.2	0.2	0.7	0.2	0.6	0.7	0.0	0.7	0.0	3.4
34	BE-Utzenstorf	12.8	0.2	0.2	0.2	0.0	0.4	0.7	0.0	0.6	0.0	2.2
35	BL-Reinach	6.8	0.3	0.9	1.5	0.0	0.3	11.9	0.0	0.1	0.0	15.0
36	BE-Kirchberg	9.7	0.1	0.3	0.1	0.2	0.0	1.2	0.0	0.2	0.1	2.2
46	LU-Wauwil	16.5	0.7	0.8	0.2	0.0	0.0	2.7	1.5	0.7	0.0	6.6
47	LU-Ruswil	12.3	0.4	0.2	0.0	0.1	0.0	10.2	0.1	0.7	2.0	13.6
48	LU-Sempach	8.1	1.1	0.1	0.1	0.0	0.1	18.3	0.0	0.8	0.0	20.4
49	LU-Eich	11.4	0.9	0.0	0.3	0.0	0.0	15.4	0.0	0.3	0.5	17.5
51	LU-Reusstal	13.6	1.1	0.2	0.4	0.0	0.4	2.3	1.3	1.7	0.5	7.9
52	AG-Reussebene	15.8	0.4	0.1	0.3	0.1	0.0	2.7	10.3	0.8	0.9	15.6
55	ZH-Dielsdorf	11.9	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	1.9	0.0	0.2	0.0	3.6
57	SH-Klettgau	30.2	0.2	0.9	0.6	0.7	0.1	1.6	0.0	0.5	0.0	4.7
62	ZH-Flach	5.1	0.9	0.4	0.0	0.7	3.3	#	1.4	2.1	0.2	9.1
77	SG-Rhüti	2.7	0.4	0.1	2.1	2.7	0.0	0.1	0.0	3.5	0.0	9.0
78	SG-Oberriet	16.0	0.5	0.1	0.4	0.0	0.1	5.7	0.3	2.3	0.4	9.8
79	SG-Marbach	18.4	0.9	0.0	0.4	0.0	0.0	1.1	3.1	3.2	0.1	8.7
80	SG-Rheindamm	3.6	0.1	1.4	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	4.9	0.0	16.2
81	SG-Kriessern	9.9	0.6	0.2	0.2	0.0	0.0	0.3	0.4	3.7	0.4	5.8
82	SG-Au	0.9	0.9	0.0	0.7	0.0	0.0	1.0	0.0	5.3	0.0	7.9
83	SG-Diepoldsau	5.8	0.3	0.6	1.6	0.9	0.0	0.5	0.0	1.8	6.9	12.8
	Mittelwert	11.4	0.5	0.3	0.7	0.2	0.2	2.8	1.0	1.4	1.1	8.2

Aus Abb. 8 wird ersichtlich, dass auch in Populationsräumen mit einem hohen Anteil naturnaher Lebensräume die für den Feldhasen wichtigen Lebensräume nicht häufiger vorkommen, als in Populationsräumen mit einem sehr tiefen Anteil an naturnahen Lebensräumen. Die Bedeutung der einzelnen Variablen wird nachstehend mit Hilfe multifaktorieller Berechnungen geprüft.

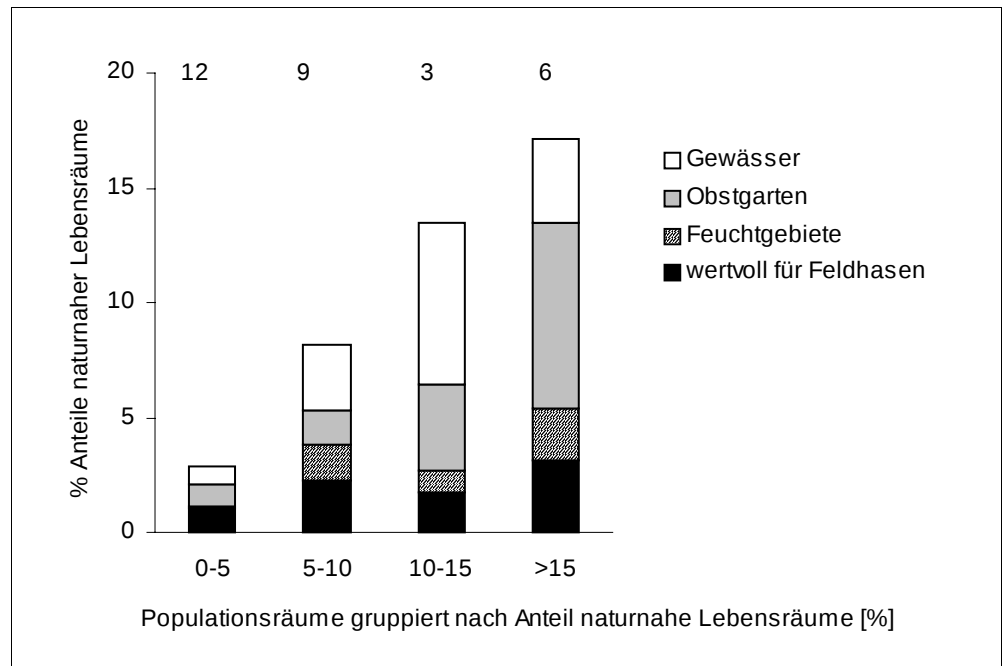


Abbildung 8 Naturnahe Lebensräume zusammengefasst nach ihrer möglichen Bedeutung für den Feldhasen in Populationsräumen mit unterschiedlichem Anteil an naturnahen Lebensräumen. Oberhalb der Säule ist die Anzahl Populationsräume angegeben. Die wertvollen naturnahen Strukturen sind im Text oberhalb erläutert.

Die Zählgebiete mit Habitatkartierung können aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung in sechs Gruppen eingeteilt werden (Tab. 9). Die Mehrheit der Zählgebiete werden vorwiegend ackerbaulich genutzt (Gruppe 1, 4 und 6). Sie weisen eine hohe Anzahl Nutzungstypen und eine hohe Diversität auf. Sie unterscheiden sich untereinander hauptsächlich durch die Anteile an Gemüse (2, 0, respektive 4%), Spezialkulturen (1, 5, respektive 1%) und Brachen (0.4, 0, respektive 0%).

Die Gruppen 2 und 5 weisen einen deutlich höheren Anteil an Grünland auf (63, resp. 43%). Sie unterscheiden sich untereinander hauptsächlich durch die Anteile an Obstgärten (2 respektive 5%) und naturnahem Grünland (11 respektive 1%). Die Gruppe 3 nimmt mit 27% Grünland eine Mittelstellung zwischen den beiden anderen Gruppierungen ein (Tab. 9).

Die Verkehrsnetzdichte und die Feldergrösse sind in allen Gruppen erstaunlich ähnlich, einzig die Gruppe 2 ist die Verkehrsnetzdichte mit 0.6 km/km² viel kleiner und die Feldergrösse mit 6.1 ha viel grösser. In dieser Gruppe sind aber nur zwei Zählgebiete zusammengefasst.

Tabelle 9 Gruppierung der Zählgebiete mit Habitatkartierung mittels Clusteranalyse in Gruppen mit ähnlicher Landnutzung. Angegeben sind Mittelwerte $\pm$ Standardfehler.

	Gruppe 1 n = 19	Gruppe 2 n = 2	Gruppe 3 n = 11	Gruppe 4 n = 5	Gruppe 5 n = 13	Gruppe 6 n = 16
Feld	7.7 $\pm$ 4.8	1.3 $\pm$ 1.0	4.2 $\pm$ 3.6	6.1 $\pm$ 4.0	5.1 $\pm$ 4.1	6.6 $\pm$ 3.8
Waldrandzone	1.2 $\pm$ 1.6	0.0 $\pm$ 0.0	0.4 $\pm$ 1.0	0.3 $\pm$ 0.6	0.7 $\pm$ 0.7	1.2 $\pm$ 1.4
Andere	0.1 $\pm$ 0.2	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.1	0.0 $\pm$ 0.1
Isolation	49 $\pm$ 23	74 $\pm$ 37	70 $\pm$ 20	51 $\pm$ 24	54 $\pm$ 32	66 $\pm$ 20
Isolationsindex	9 $\pm$ 8	60 $\pm$ 16	32 $\pm$ 30	12 $\pm$ 8	22 $\pm$ 26	26 $\pm$ 55
Verkehrsnetzdichte	1.8 $\pm$ 0.70	0.6 $\pm$ 0.47	1.9 $\pm$ 0.72	2.0 $\pm$ 0.99	1.7 $\pm$ 1.28	1.8 $\pm$ 0.43
Relief	89 $\pm$ 94	23 $\pm$ 12	27 $\pm$ 24	38 $\pm$ 36	80 $\pm$ 70	46 $\pm$ 42
Frühjahrsniederschlag	235 $\pm$ 37	258 $\pm$ 0	265 $\pm$ 20	273 $\pm$ 34	274 $\pm$ 38	244 $\pm$ 37
Anzahl Nutzungstypen	18.2 $\pm$ 2.3	4.0 $\pm$ 1.4	12.3 $\pm$ 1.8	14.0 $\pm$ 3.7	13.4 $\pm$ 2.5	15.9 $\pm$ 2.4
Diversität	7.1 $\pm$ 1.3	2.0 $\pm$ 0.1	4.9 $\pm$ 1.5	5.6 $\pm$ 1.5	3.5 $\pm$ 1.4	7.2 $\pm$ 1.0
Evenness	0.4 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.2	0.4 $\pm$ 0.1	0.4 $\pm$ 0.1	0.3 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.1
Feldergrösse						
Mittelwert	1.3 $\pm$ 0.4	6.1 $\pm$ 2.9	1.2 $\pm$ 0.3	1.5 $\pm$ 0.5	1.7 $\pm$ 0.6	1.3 $\pm$ 0.5
Median	0.9 $\pm$ 0.2	5.9 $\pm$ 4.8	0.9 $\pm$ 0.2	1.1 $\pm$ 0.3	1.0 $\pm$ 0.2	0.9 $\pm$ 0.3
Übrige %	26 $\pm$ 14.4	20 $\pm$ 22.5	32 $\pm$ 13.9	29 $\pm$ 14.3	27 $\pm$ 11.2	26 $\pm$ 11.4
Grünland %	21 $\pm$ 11.3	63 $\pm$ 17.4	27 $\pm$ 15.8	19 $\pm$ 13.8	43 $\pm$ 15.3	22 $\pm$ 7.4
Getreide %	19 $\pm$ 8.4	1 $\pm$ 1.4	16 $\pm$ 9.6	18 $\pm$ 6.8	8 $\pm$ 4.2	20 $\pm$ 8.0
Hackfrüchte %	23 $\pm$ 7.4	0 $\pm$ 0.0	19 $\pm$ 11.9	23 $\pm$ 5.6	8 $\pm$ 2.9	24 $\pm$ 8.1
Spezialkulturen %	1 $\pm$ 1.5	2 $\pm$ 2.8	0 $\pm$ 0.0	5 $\pm$ 8.6	1 $\pm$ 0.6	1 $\pm$ 1.8
Gemüse %	2 $\pm$ 3.7	0 $\pm$ 0.0	2 $\pm$ 2.8	0 $\pm$ 0.0	1 $\pm$ 1.1	4 $\pm$ 5.4
Naturn. Grünland %	3 $\pm$ 5.9	11 $\pm$ 2.2	2 $\pm$ 1.8	4 $\pm$ 3.7	1 $\pm$ 2.7	1 $\pm$ 0.9
Brache %	0.4 $\pm$ 0.5	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.1	0.0 $\pm$ 0.2	0.0 $\pm$ 0.0	0.0 $\pm$ 0.0
Obstgarten %	2 $\pm$ 3.0	2 $\pm$ 2.4	1 $\pm$ 0.9	1 $\pm$ 0.8	9 $\pm$ 7.4	1 $\pm$ 1.0
Hecken %	0.5 $\pm$ 0.3	0.4 $\pm$ 0.2	0.5 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.1	0.5 $\pm$ 0.4	0.4 $\pm$ 0.2
Strassen %	1 $\pm$ 0.6	1 $\pm$ 0.5	1 $\pm$ 0.5	1 $\pm$ 0.5	1 $\pm$ 0.5	1 $\pm$ 0.4

In Tab. 10 wird für die Populationsräume die landwirtschaftliche Nutzung angegeben. Die landwirtschaftliche Nutzung der einzelnen Zählgebiete ist im Anhang 7 aufgeführt.

Tabelle 10 Beschreibung der landwirtschaftlichen Nutzung in verschiedenen Populationsräumen.
 Nr. verweist auf Tabelle 1, % NK entspricht dem prozentualen Anteil an der Feldfläche, die mit der Nutzungskartierung erfasst wurde, V = Anzahl Nutzungstypen, D = Diversität nach Simpson, E = Evenness, S = Feldergrösse (Mittelwert und Median). Grünland, Getreide, Hackfrüchte, Spezialkulturen und Gemüse [%] sind in Tabelle 5 beschrieben. Die restlichen Elemente sind in Tabelle 9 beschrieben.

Nr.	Populationsraum	% NK	V	D	E	S Mittelwert	S Median	Grünland	Getreide	Hackfrüchte	Spezialkulturen	Gemüse
						[ha]	[ha]	%	%	%	%	%
3	GE-Presinge	69	19	6.2	0.3	2.1	1.1	5	28	26	5	1
5	VD-Method	82	16	6.0	0.4	3.0	1.8	9	24	36	0	7
22	BE-Witzwil	91	19	9.1	0.5	1.6	0.9	18	18	30	5	12
23	BE-Seeland West	82	18	7.7	0.5	1.0	0.8	14	20	31	0	10
25	BE-Safnern	78	10	5.1	0.5	1.2	1.0	9	25	28	1	0
26	BE-Häftli	99	13	4.8	0.4	1.4	1.1	14	37	30	0	0
27	SO-Selzacher-Witi	64	14	5.2	0.4	1.3	1.1	25	40	23	1	0
28	Grenchner-Witi	91	17	6.7	0.4	1.4	1.1	13	25	21	0	0
30	BE-Gürbetal	61	12	4.0	0.3	1.2	0.8	36	14	8	0	1
31	BE-Gurzelen	44	13	4.8	0.4	0.6	0.5	19	13	4	0	2
32	BE-Fraubrunnen	76	16	7.7	0.5	1.3	1.1	19	27	28	0	0
34	BE-Utzenstorf	87	17	8.1	0.5	1.1	0.9	27	25	28	1	0
35	BL-Reinach	100	20	5.5	0.3	1.1	0.6	33	25	14	3	2
36	BE-Kirchberg	69	16	8.2	0.5	1.4	1.2	19	22	24	0	0
46	LU-Wauwil	82	20	5.8	0.3	1.5	1.0	31	12	25	0	0
47	LU-Ruswil	84	17	4.2	0.2	1.4	1.0	37	13	11	0	0
48	LU-Sempach	90	14	2.6	0.2	1.7	1.0	39	6	6	0	0
49	LU-Eich	89	15	3.3	0.2	1.5	0.9	37	11	8	2	0
51	LU-Reusstal	71	15	3.5	0.2	1.6	0.9	42	8	14	0	1
52	AG-Reussebene	83	16	4.6	0.4	1.7	1.1	32	13	21	0	1
55	ZH-Dielsdorf	44	19	7.5	0.4	1.1	0.8	12	12	9	1	3
57	SH-Klettgau	72	17	6.9	0.4	1.1	0.8	11	22	26	5	0
62	ZH-Flach	71	19	8.9	0.5	1.0	0.7	12	15	29	3	2
77	SG-Rhüti	66	10	3.9	0.4	1.5	1.0	41	5	9	0	2
78	SG-Oberriet	87	12	4.3	0.4	1.7	1.0	46	7	14	0	2
79	SG-Marbach	83	14	5.4	0.4	1.2	0.9	36	10	16	1	4
80	SG-Rheindamm	78	6	2.0	0.4	5.7	5.1	63	1	2	1	1
81	SG-Kriessern	78	17	6.7	0.4	1.4	1.0	34	11	26	1	1
82	SG-Au	85	12	6.2	0.5	1.2	1.0	11	15	41	0	9
83	SG-Diepoldsau	70	15	6.2	0.4	1.5	1.1	30	5	15	1	5
	Mittelwert	78	15.3	5.8	0.4	1.5	1.1	26	17	20	1.0	2.2

3.3.4 Beurteilung der Feldhasenbestände

Schon zu Beginn des Projektes wurden mit wenigen Ausnahmen landesweit geringe Feldhasendichten festgestellt (Abb. 9). In den folgenden Jahren lagen die Feldhasendichten in rund 80% der Zählgebiete auf einem sehr tiefen Niveau (unter 6 Feldhasen/km²; Abb. 9, Tab. 11). Die Feldhasendichten in den einzelnen Zählgebieten sind im Anhang 8 aufgeführt.

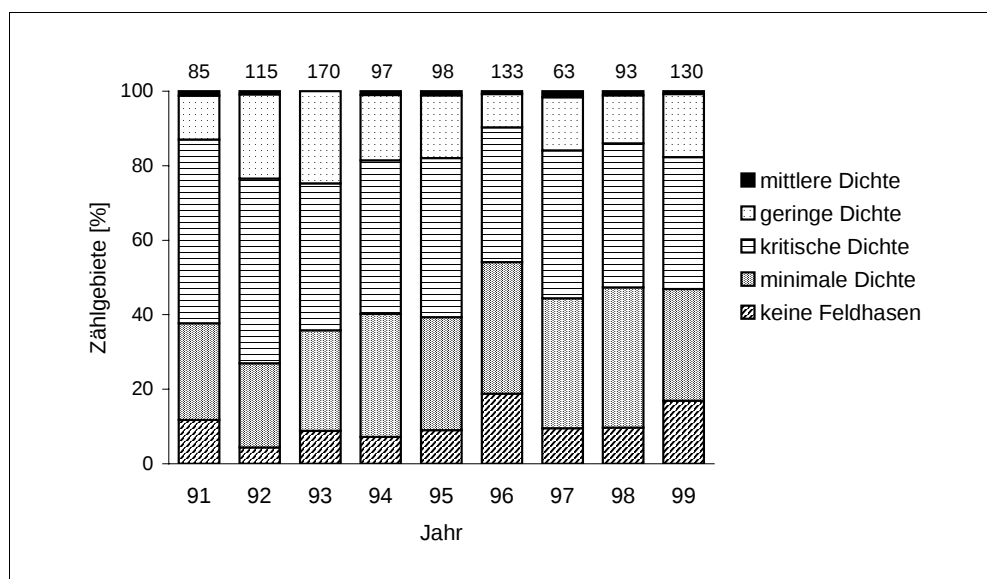


Abbildung 9 Zählgebiete [%] pro Jahr, aufgeteilt nach der wertenden Klassierung der Feldhasendichten (Kapitel 1.3.3). Die Anzahl bearbeiteter Zählgebiete pro Jahr sind oberhalb der Säule angegeben.

Die festgestellten Dichten zeigen, dass sich der Feldhasenbestand in der Schweiz seit Ende der 1980er Jahre auch in Gebieten mit hohem Potenzial auf einem kritisch tiefen Niveau befindet (Abb. 10, Median = 2.6). Nur 26 Zählgebiete (12%) wiesen nach wie vor einen mittleren Bestand zwischen 6 und 19 Feldhasen/km² auf.

In den Populationsräumen wurden zwischen 0 und 14 Feldhasen/km² festgestellt (Tab. 11). Lokale Maximalwerte im Verlauf der neun Jahre von 6 und mehr Ind./km² erreichten die Populationsräume BE-Witzwil (22.2), Vorarlberg (16.6), SG-Rheindamm (14.4), SG-Marbach (13.9), GE-West (13.4), SO-Selzach-Witi (12.8), SO-Oensingen (12.5), BE-Häftli (11.8), SG-Rheintal Grabs (11.5), SG-Sevelen (11.2), GE-Presinge (11.0), Grenchner-Witi (10.5), BE-Seeland West (10.3), SO-Wangen (9.5), BE-Oberaargau (9.2), Linthebene Kaltbrunn (9.1), Linthebene Schmerikon (9.1), VS-Saxon (8.6), VD-Commungy (8.5), SH-Schleitheim (8.5), SG-Kriessern (8.1), BE-Erlach (7.4), Baden-Württemberg (7.4), SH-Klettgau (7.3), SG-Oberriet (7.1), BE-Belpmoos (6.6), BE-Utzenstorf (6.4), VD-Bioley-Orjulaz (6.3), VS-Sembrancher (6.3), TG-Märstetten (6.2), SG-Diepoldsau (6.2).

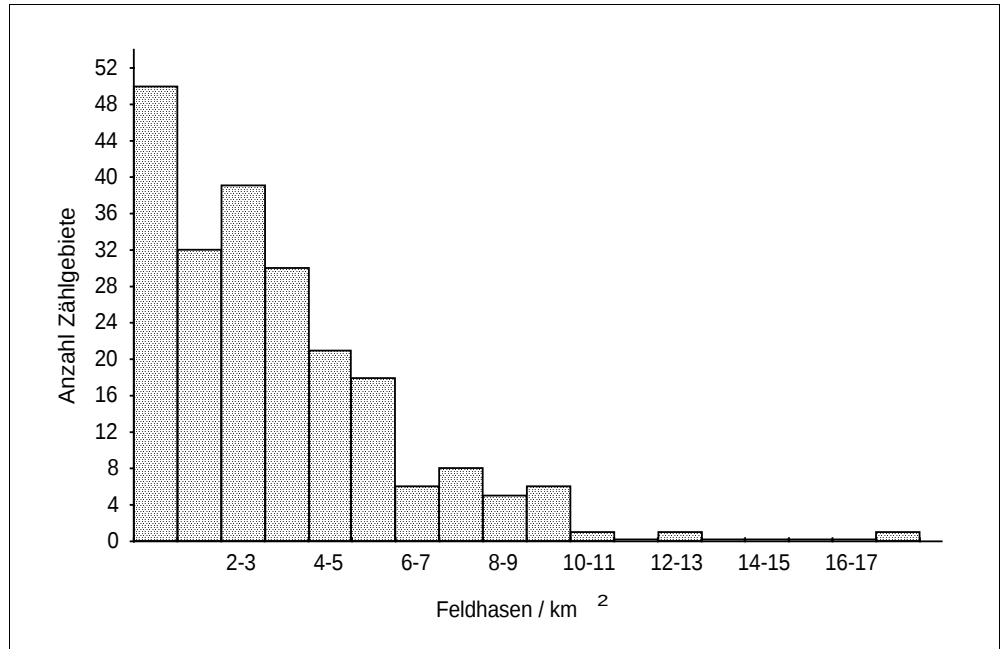


Abbildung 10 Häufigkeitsverteilung der Feldhasendichten im Zeitraum 1991–1999. Pro Zählgebiet wurde der Mittelwert aus den Zähljahren berechnet (Median = 2.6).

Die jährliche Erfassung der Feldhasenbestände in allen Populationsräumen war aus zeitlichen und finanziellen Gründen nicht möglich (Tab. 11). Die Bearbeitungsintensität war auf eine landesweite Erfassung der Bestandsentwicklung ausgerichtet. In gewissen Fällen wurden aber auch Populationsräume in Grenzlagen für den Feldhasen untersucht. Zudem richtete sich die Bearbeitungsintensität nach der Bereitschaft der Kantone, für regelmässige Zählungen und Aufwertungsmassnahmen Hand zu bieten.

Tabelle 11: Die mittels Scheinwerfer-Flächentaxation zwischen 1991 und 1999 in den 89 Populationsräumen ermittelten Feldhasendichten. Nr. entspricht den Nummern der Populationsräume in Abb. 5 und in Tabelle 1. – keine Zählung.

Nr.	Feldhasendichten (Ind./km ²)								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1	-	-	7.4	8.4	8.2	4.4	6.4	8.4	11.7
2	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	-	8.5	11.0	9.2	10.6	7.1	7.3	6.9	8.5
4	-	6.9	6.2	8.2	8.5	5.9	4.9	2.9	2.8
5	-	2.9	1.7	1.8	1.5	1.1	1.8	0.7	0.8
6	-	-	-	2.5	2.5	2.7	2.7	4.8	6.3
7	-	-	-	1.3	2.1	2.1	1.5	1.3	2.2
8	-	-	-	0.1	0.3	0.4	0.7	-	-
9	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-
10	-	-	-	-	-	0.1	0.4	-	-
11	-	-	-	2.1	-	1.8	1.4	-	-
12	-	-	-	4.3	4.5	3.8	2.5	2.9	1.9
13	-	-	0.4	0.2	-	-	-	-	0.0
14	-	-	8.1	8.6	-	-	-	-	7.4
15	-	-	-	3.0	-	-	-	-	6.3
16	-	-	1.5	2.0	-	-	-	-	2.9
17	-	-	2.0	-	-	0.5	-	0.2	0.1
18	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-
19	-	-	-	4.8	-	4.8	-	-	2.1
20	-	-	1.1	-	-	1.7	-	1.8	2.5
21	-	3.9	3.9	2.6	2.1	-	2.1	-	-
22	-	9.2	9.4	10.7	10.5	8.7	9.7	9.0	7.2
23	-	8.3	8.7	6.2	6.4	-	-	-	-
24	-	3.4	4.9	3.6	3.8	-	2.5	-	-
25	-	2.9	1.4	1.4	1.4	-	-	0.0	-
26	-	3.3	4.7	4.1	4.7	5.9	7.1	11.8	9.5
27	-	3.6	4.8	4.7	-	4.2	-	-	-
28	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0
29	-	4.4	5.5	2.2	1.8	-	-	4.0	-
30	-	0.9	0.0	0.9	0.9	-	-	0.9	-
31	-	1.0	2.6	1.5	0.0	-	-	3.1	-
32	-	1.2	2.1	2.8	2.0	-	-	-	3.6
33	-	-	-	-	-	0.8	0.5	0.3	0.5
34	-	2.2	2.0	0.9	1.5	-	-	-	2.0
35	-	-	-	-	-	2.6	2.2	2.6	2.8
36	-	2.6	3.0	3.8	5.4	-	-	-	5.6
37	-	-	-	-	-	-	0.6	-	0.3
38	-	8.4	8.4	5.1	4.5	-	-	3.9	-
39	-	-	-	-	-	-	-	12.4	12.5
40	-	-	-	-	-	1.5	-	0.5	-
41	-	-	-	-	-	-	-	2.4	2.8
42	-	-	-	-	-	4.6	4.6	4.1	4.7

Nr.	Feldhasendichten (Ind./km ²)								
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
43	-	-	-	-	-	-	-	9.5	-
44	-	-	-	-	-	-	-	2.1	2.1
45	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2
46	-	4.8	5.4	5.0	3.0	2.7	1.7	2.5	2.4
47	-	-	-	-	-	-	2.1	2.8	2.2
48	-	-	-	-	-	0.5	-	0.5	0.0
49	-	-	-	-	-	3.7	-	1.4	1.9
50	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
51	-	-	-	-	-	-	2.3	2.5	1.9
52	-	-	-	-	3.5	3.4	1.5	1.0	1.5
53	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
54	-	-	1.4	0.6	0.3	1.6	-	-	-
55	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-
56	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
57	-	-	1.5	2.5	2.9	1.7	-	1.9	1.9
58	-	4.2	5.6	3.0	3.0	3.5	4.1	3.3	4.4
59	-	-	6.3	-	-	-	-	-	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8
61	-	-	0.6	0.2	-	-	-	-	-
62	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
63	-	-	3.4	3.8	1.6	2.7	-	-	2.9
64	-	-	0.9	2.2	1.7	3.0	-	-	-
65	-	-	1.7	1.0	0.8	0.4	1.9	1.7	1.0
66	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0
67	-	-	2.2	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0
68	-	-	7.8	9.1	6.5	9.1	9.1	5.2	5.2
69	-	-	2.0	1.1	3.7	2.5	3.1	0.6	1.1
70	-	-	2.9	2.0	2.0	1.6	0.7	1.5	0.7
71	-	-	0.2	0.2	0.4	0.0	-	-	0.6
72	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73	0.6	1.5	1.7	1.7	1.5	0.9	0.6	0.9	0.8
74	0.8	0.9	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.1	0.0
75	3.0	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0
76	-	5.2	5.2	-	-	6.1	-	-	3.5
77	0.0	0.7	1.5	-	-	0.0	-	-	0.0
78	6.5	4.9	7.1	-	-	2.3	-	-	0.6
79	7.4	2.5	9.8	-	-	0.0	-	-	0.0
80	1.0	2.5	8.4	-	-	4.4	-	-	4.4
81	3.2	3.7	5.3	-	-	6.2	-	-	3.4
82	1.1	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0
83	3.9	5.3	5.5	-	-	4.1	-	4.6	4.8
84	4.8	3.0	4.9	-	-	-	-	-	-
85	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-
86	10.7	8.3	8.7	-	-	-	-	-	-
87	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-
88	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-
89	4.1	-	1.9	-	-	-	-	-	-

3.3.5 Beziehungen zwischen Feldhasenbeständen und Landschaftsvariablen

In den meisten Zählgebieten (86% der Fläche) sind die Feldhasendichten noch immer auf einem kritischen Niveau von 0–6 Feldhasen / km² (Tab. 11). In den meisten Gebieten wird das Kulturland intensiv bewirtschaftet. Auch die Witterungsbedingungen waren in den 1990er Jahren für eine Bestandszunahme relativ ungünstig (Abb. 6). Ein Vergleich zwischen Feldhasenbeständen und den möglicherweise bestandsbeeinflussenden Faktoren wie die allgemeine Struktur der Zählgebiete, den Frühjahrsniederschlägen, der landwirtschaftlichen Nutzung und den naturnahen Strukturen in den Zählgebieten soll nun aufzeigen, welche Faktoren in den 1990er Jahren für die tiefen Feldhasendichten verantwortlich zeichnen könnten. Das geschichtete Verfahren der multiplen Regression ist in Kapitel 2.4 beschrieben.

Im ersten Schritt der multifaktoriellen Analyse wurden die flächigen Variablen einbezogen. Auf der Feldfläche wurden die Feldhasen gezählt, die Waldrandzone könnte, als nicht berücksichtigte Quelle von Feldhasen wirken, wenn die Feldhasen in der Nacht austreten. Das Relief berücksichtigt zum einen die (nicht erfasste) zusätzliche Fläche der Zählgebiete, zum andern ist es ein technischer Wert, der die schlechtere Sichtbarkeit der Feldhasen im hügeligem Gelände wiedergibt.

Tabelle 12 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen der mittleren Anzahl Feldhasen und flächenbezogenen Variablen der Zählgebiete mit Hilfe einer multiplen Regression.
Regressionszusammenfassung für abhängige Variable = mittlere Anzahl Feldhasen,
R= 0.811, R²= 0.658 Korrigiertes R²= 0.649, F(6, 212) = 68.042, p < 0.0001, SE der Abweichung: 17.888.

n = 218	B	SE von B	t(212)	p-level
Feld	3.006	0.559	5.372	< 0.000
Feld ²	0.101	0.038	2.642	0.009
Waldrandzone	2.445	2.514	0.972	0.331
Waldrandzone ²	-0.456	0.421	-1.082	0.280
Relief	-0.044	0.029	-1.512	0.131
Relief ²	0.000	0.000	0.204	0.837

Die Anzahl Feldhasen ist nicht-linear positiv mit der Feldfläche korreliert (Tab. 12). Die angrenzenden Waldrandzonen und das Relief korrelieren entgegen den Erwartungen und den Ergebnissen aus Vorauswertungen nicht signifikant mit der Feldhasenzahl. Der Zusammenhang zwischen Feldhasenzahl und Feldfläche ist in Abb. 11 dargestellt.

Neben dem Einfluss der flächigen Variablen ist auch von Interesse welche qualitativen Variablen bezüglich der Habitatpräferenzen des Feldhasen relevant sind.

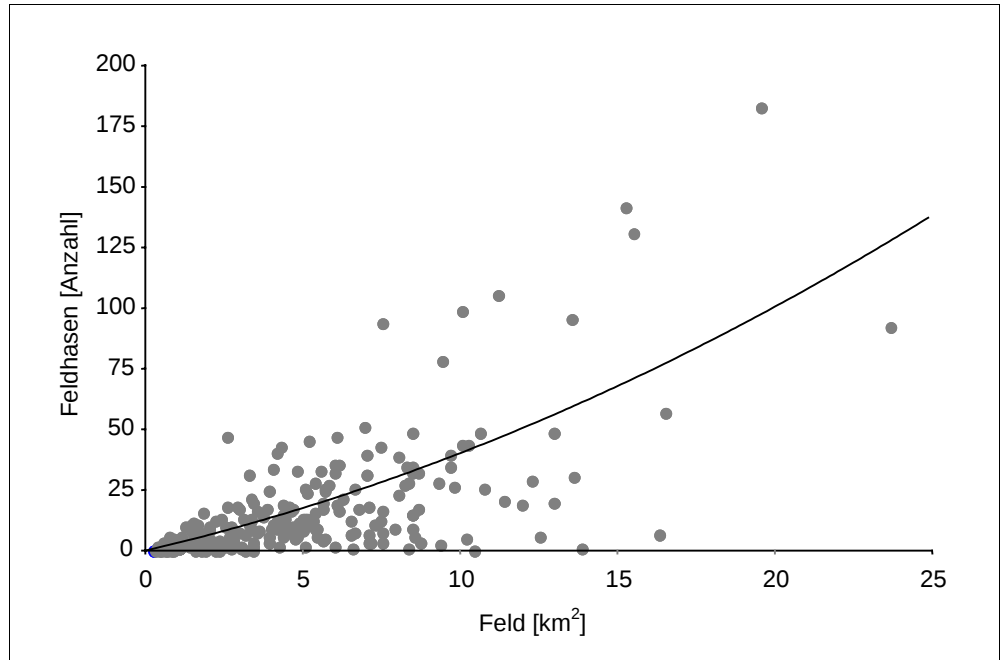


Abbildung 11 Korrelation zwischen der taxierten Feldfläche und dem Mittelwert der beobachteten Feldhasen in den 1991–1999 bearbeiteten Zählflächen. Punkte = Mittelwerte pro Zählgebiet (n = 218). Gleichung der Kurve: $y = 3.006x + 0.101x^2$.

Wie Tab. 13 zeigt sind die Residuen aus der vorhergehenden multiplen Regression signifikant positiv mit der Bodentrockenheit, und der Diversität der landwirtschaftlichen Kulturen korreliert. Nicht signifikant negativ korreliert sind die Verkehrsnetzdicke und die Frühjahrsniederschläge. Die Variablen aus Tab. 13 wirken modifizierend auf die Feldhasenbestände.

Tabelle 13 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen den Abweichungen der multiplen Regression in Tabelle 12 vom Erwartungswert und qualitativen Variablen der Zählgebiete mit Hilfe einer multiplen Regression. Regressionszusammenfassung für abhängige Variable = Residuen aus der multiplen Regression Tabelle 12. $R = 0.520$, $R^2 = 0.270$, Korrigiertes $R^2 = 0.210$, $F(5, 60) = 4.4571$, $p < 0.002$, SE der Abweichung: 19.286.

n = 66	B	SE von B	t(60)	p-level
Konstante	11.821	25.304	0.4671	0.642
Isolationsindex	-0.033	0.074	-0.4541	0.651
Verkehrsnetzdicke	-4.351	3.134	-1.3882	0.170
Bodentrockenheit	50.126	20.137	20.3991	0.019
Frühjahrsniederschlag	-0.125	0.073	-1.706	0.093
Diversität	3.350	1.357	2.467	0.016

Andere Variablen, die kleinräumig auf den Feldhasen einwirken, sind Strukturen, die ihm Deckung und Nahrung bieten. Der Einfluss der naturnahen Strukturen wird in einem nächsten Schritt geklärt (Tab. 14). Die Residuen aus der vorhergehenden multiplen Regression sind signifikant positiv mit Hecken und signifikant negativ mit Obstgärten korreliert.

Tabelle 14 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen den Residuen der vorhergehenden Regression Tabelle 12. und naturnahen Strukturen mit Hilfe einer multiplen Regression. Regressionszusammenfassung für abhängige Variable = Residuen aus der multiplen Regression Tabelle 12. R= 0.372, R²= 0.138, Korrigiertes R²= 0.082, F(4, 61) = 2.4517 p < 0.055, SE der Abweichung: 17.753.

n = 66	B	SE von B	t(60)	p-level
Konstante	9.254	9.0508	1.0225	0.311
Naturnah	0.143	1.5036	0.0954	0.924
Brachen	0.045	0.9212	0.0490	0.961
Obstgärten	-4.270	1.4442	-2.9571	0.004
Hecken	5.213	2.4376	2.1385	0.037

3.4 Diskussion

Die Feldhasendichten befinden sich auch in Gebieten mit hohem Potenzial auf einem kritisch tiefen Niveau (Abb. 9). Auch im europäischen Vergleich (Tab. 15) sind die Feldhasendichten in der Schweiz gering.

Tabelle 15 Feldhasendichten im Vergleich. Angegeben sind Bereiche oder wo möglich Mittelwerte (Minimum; Maximum). LANGBEIN et al. (1999) verglichen in Leckford und Hackwood verschiedene Zählmethoden.

Region, Land	Zeitraum	Feldhasendichte [Ind./ km ²]	Referenz
England	1990	11.5 (0; 77)	LANGBEIN et al. 1999
Leckford, England	1990–1991	15–35	LANGBEIN et al. 1999
Hackwood, England	1990–1991	10–18	LANGBEIN et al. 1999
Frankreich	1989, 1990	11–21	REITZ & LEONARD 1994
Faget, Frankreich	1982	1.5–4.4	PÉPIN & CARNELUTTI 1994
Rogów, Polen	1985–1989	27 (20.8; 31.4)	WASILIEWSKI 1991
Polen	1991–1995	8–28	PANEK & KAMIENIARZ 1999
Poebene, Italien	1986, 1987	53	MERIGGI & VERRI 1990
Diese Untersuchung	1991–1999	3.4 (0;16.3)	

Der positive Zusammenhang mit der Bodentrockenheit ist mit den spezifischen Bedürfnissen dieser Steppenart erklärbar. Diese Resultate decken sich mit früheren Untersuchungen (SCHRÖPFER & NYENHUIS 1982, PEGEL 1986, SPÄTH 1989, SPITTLER 1999). Dass die Diversität der landwirtschaftlichen Nutzung einen positiven Effekt auf die Feldhasen hat, wurde schon in verschiedenen Untersuchungen gezeigt (FRYLESTAM 1979 & 1980, TAPPER & BARNES 1986, SPÄTH 1989).

Ein Zusammenhang mit dem Isolationsindex konnte nicht festgestellt werden. Die monofaktorielle Auswertung zeigt zwar, dass die Anzahl Feldhasen signifikant negativ mit dem Isolationsindex korreliert sind ($p < 0.0001$). Da aber auch der Isolationsindex per Definition von der Feldfläche abhängt, wird dieser Einfluss möglicherweise verwischt.

Der positive Zusammenhang zwischen Feldhasen und Hecken kann damit erklärt werden, dass die Hecken den Feldhasen Deckung und ein vielfältiges Nahrungsangebot bieten, was schon früher gezeigt wurde (HOMOLKA 1982, TAPPER & BARNES 1986, HOMOLKA et al. 1988, WASILIEWSKI 1991). Der negative Effekt der Obstgärten ist schwierig zu interpretieren. Möglicherweise meidet der Feldhase als Offenlandart vertikale Strukturen. Dies steht aber im Widerspruch zur positiven Wirkung der Hecken, wo er allerdings geeignete Deckung findet. Eine zweite mögliche Erklärung ist die intensive Nutzung des Unterwuchses der Obstgärten, die oft als Dauerweide für Jungvieh dienen. BARNES und seine Mitarbeiter (1983) konnten zeigen, dass Feldhasen beweidete Flächen meiden. Vielleicht ist die negative Korrelation mit den Obstbäumen aber auch ein Hinweis auf die Nähe von Siedlungen und Einzelhöfen.

Die Resultate der multiplen Regression entsprechen zum Teil der Einschätzung der Jäger, die ebenfalls die ausgeräumte Landschaft und ein dichtes Strassennetz als Faktoren für geringe Feldhasenbestände nannten (Abb. 12).

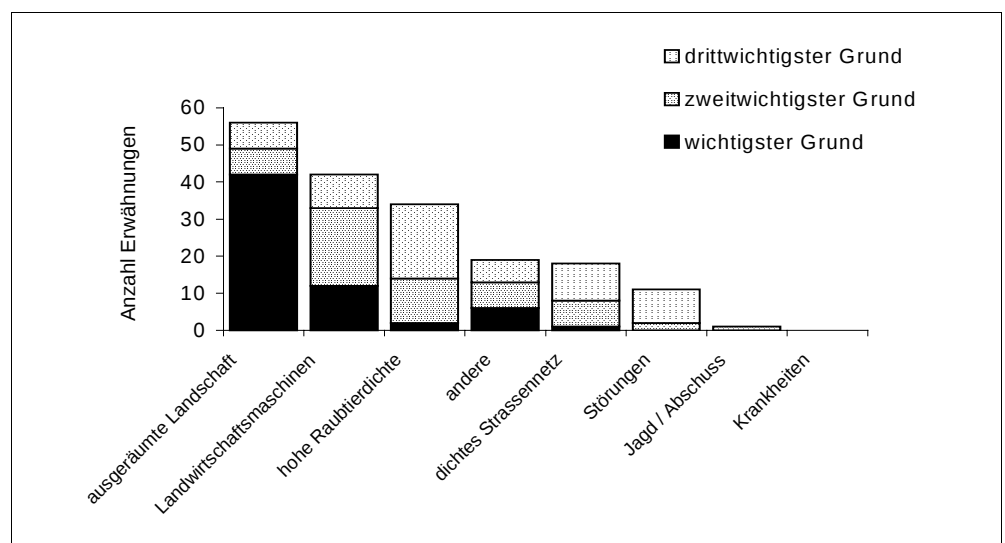


Abbildung 12 Nennungshäufigkeit der drei wichtigsten Einflussfaktoren für den Rückgang des Feldhasen in der Schweiz in der Jägerbefragung (Mehrfachantworten möglich).

4 Bestandsentwicklung

4.1 Einleitung

Bestandsentwicklungen wurden verschiedentlich anhand der Abschussstatistik beurteilt (TAPPER & PARSONS 1984, ENGELHARDT et al. 1985, PANEK, & KAMIENIARZ 1999). Wegen zunehmender Beschränkung der Jagd und weitgehender freiwilliger Zurückhaltung der Jäger eignet sich die Schweizer Abschussstatistik aber nicht mehr. Für die Erfassung von Bestandsveränderungen des Feldhasen müssen Zeiträume betrachtet werden, die mindestens einen vollständigen Zyklus des Massenwechsel (Abb. 3, 7–10 Jahre) umfassen. Monitoringdaten über solche Zeiträume weisen aber meist Datenlücken auf, was die Auswertung erschwert. Mit Hilfe von Modellen lässt sich dieses Problem lösen (UNDERHILL & PRYS-JONES 1994); es können Trends und der Bestandsindex berechnet werden.

4.2 Material und Methoden

4.2.1 Trend und Index der Bestandsentwicklung

Für die Berechnung der Bestandsentwicklung wurden nur die Zählgebiete mit vier oder mehr Zählungen berücksichtigt ($n = 121$, Anhang 9). Der Bestandsindex für ein Jahr ist definiert als Verhältnis der Anzahl Feldhasen im Untersuchungsjahr zur Anzahl Feldhasen im Basisjahr (TER BRAAK et al. 1992, UNDERHILL & PRYS-JONES 1994). Trend und Indices wurden mit der Software TRIM 2.08 (Trends & Indices for Monitoring Data) berechnet (PANNEKOEK & VAN STRIEN 1998). Als Basisjahr wurde 1992 gewählt. Die korrelativen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Landschaftsvariablen (Tab. 16) und Bestandsentwicklung wurden berechnet. Die Landschaftsvariablen flossen als Klassen in die Berechnung ein, wobei meist der Median als Grenzkriterium zur Einteilung verwendet wurde (Tab. 16, Anhang 9).

Die landwirtschaftliche Hauptnutzung wurde für die jeweiligen Gemeinden entsprechend dem Atlas der Schweiz (INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE 2000) unterteilt. Die Bodeneigenschaften wurden gemäss Tab. 3 in trockene und nasse Böden eingeteilt.

Als Ausgangsdichte pro Zählgebiet wurde die Feldhasendichte im ersten Zähljahr (Ind./km^2) gewählt (Anhang 8).

Für die Frühjahrsniederschläge wurden die Werte des Vorjahres verwendet und am entsprechenden Median (Tab. 16) geteilt.

Die Jagd wurde in offen (Kantone AG, BL, GR, LU, NE, NW, SG, SH, SO, SZ, TG, VD, VS, ZG, ZH) und verboten (Kantone AR, BE, BS, FR, GE, GL) eingeteilt.

Von den 986 Beobachtungspunkten waren 651 (67%) gezählte Daten und für 317 (33%) lieferte das Programm Schätzwerte aufgrund von Interpolationen der Randsummen (PANNEKOEK & VAN STRIEN 1998).

Tabelle 16 Variablen für die Ermittlung unterschiedlicher Bestandsentwicklungen mit Klassen und Anzahl Zählgebieten.

Variable	Median	Klassen (n)
Feld [km ²]	4.68	klein (61), gross (61)
Isolation [%]	62	wenig isoliert (61), isoliert (61)
Verkehrsnetzdichte [km / km ²]	1.9	gering (61), hoch (61)
(Landwirtschaftliche) Hauptnutzung		Ackerbau (36), gemischter Anbau (50), Viehwirtschaft (36)
(Ausgangs-) Dichte [Ind. / km ²]		minimal (0–2 Ind. / km ² , 40), kritisch (2–6 Ind. / km ² , 56), mittel (> 6 Ind. / km ² , 26)
(Frühjahrs-) Niederschlag [mm]	1991 203 mm 1992 180 mm 1993 258 mm 1994 363 mm 1995 376 mm 1996 227 mm 1997 162 mm 1998 119 mm	viel Niederschlag (61), wenig Niederschlag (61)
Boden		nass (32), trocken (90)
Jagd		offen (81), verboten (41)

Der Zusammenhang der Variablen (Tab. 16) mit unterschiedlichen Bestandsentwicklungen wurden mono- und multifaktoriell getestet. Für die multifaktoriellen Modelle wurden zu den zwei besten monofaktoriellen Modellen zusätzliche Variablen hinzugefügt. Dann wurden wieder die beiden besten Modelle ausgewählt und zusätzliche Variablen hinzugefügt. Maximal möglich war eine Kombination von fünf Variablen.

Der *Akaike's Information Criterion* (AIC) wurde als Mass für die Modellgüte, verwendet (BURNHAM & ANDERSON 1998). Je kleiner der AIC ist, desto besser ist das Modell. Die Differenz (Δ AIC) zwischen AIC und kleinstem AIC erlaubt einen schnellen Vergleich der verschiedenen Modelle. Mit der Formel

$$\omega_i = \frac{\exp(-0.5\Delta_i)}{\sum \exp(-0.5\Delta_i)}$$

kann die Wahrscheinlichkeit (ω_i) berechnet werden, dass das Modell i das zutreffendste Modell ist.

4.3 Resultate

4.3.1 Trend und Index der Bestandsentwicklung

Die Feldhasenbestände nahmen von 1993 bis 1997 generell ab (Abb. 13). Bis 1997 sanken die Feldhasenbestände durchschnittlich auf 75% der Feldhasenbestände von 1992. Seit 1997 nahmen die Feldhasenbestände wieder durchschnittlich um 8% zu (Abb. 13).

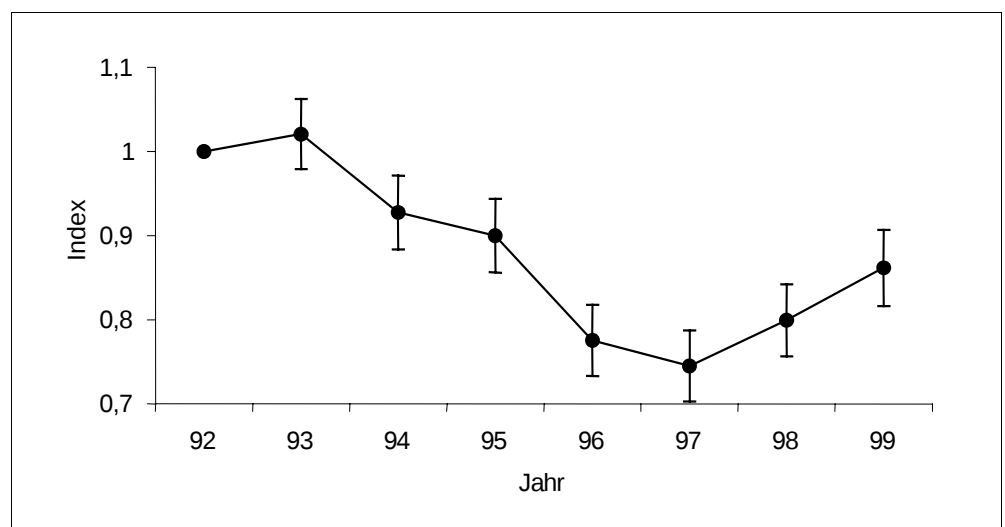


Abbildung 13 Index der Bestandsveränderungen von 1992 (Basis) bis 1999 mit Standardfehlern.

Die Bestandsveränderungen unterschieden sich signifikant ($p = 0.0001$) in Zählgebieten mit unterschiedlicher landwirtschaftlicher Hauptnutzung. In Zählgebieten mit «gemischtem Anbau» und «Viehzucht» waren die Bestandsentwicklungen sehr ähnlich, mit Bestandsabnahmen bis 1998 (Abb. 14). In Zählgebieten mit Ackerbau als Hauptnutzung nahmen die Feldhasenbestände bis 1996 ab; danach folgte eine Bestandszunahme, und 1999 wurden grössere Feldhasenbestände ermittelt als 1992 (Abb. 14).

In Zählgebieten mit unterschiedlicher Ausgangsdichte differierten die Bestandsveränderungen signifikant ($p = 0.035$). In Zählgebieten mit kleiner Ausgangsdichten schwankten die Feldhasenbestände bis 1997, wo sie noch 89% der Ausgangsbestände aufwiesen. Danach nahmen die Feldhasenbestände zu und erreichten 1999 Werte von 117% der Feldhasenbestände von 1992 (Abb. 15).

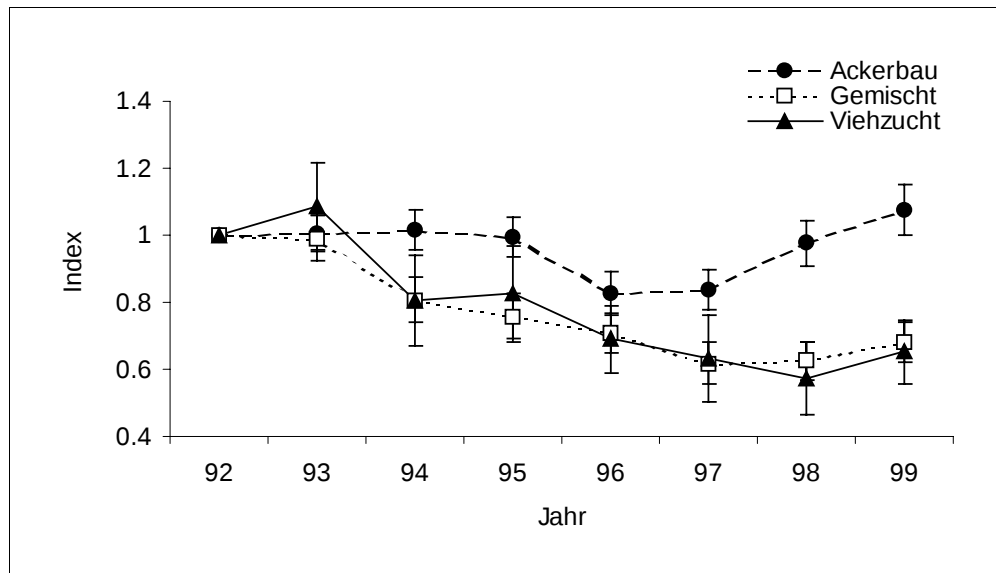


Abbildung 14 Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 mit Standardfehlern für Zählgebiete mit unterschiedlicher landwirtschaftlicher Hauptnutzung (Tab. 16).

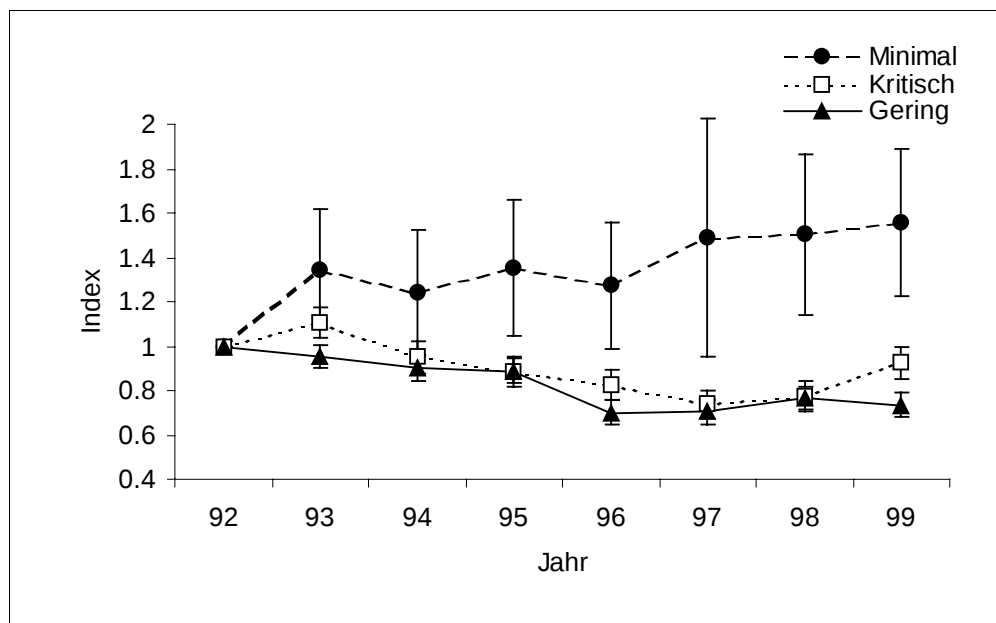


Abbildung 15 Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 mit Standardfehlern für Zählgebiete mit minimaler (< 2), kritischer (2–6) oder geringer (> 6) Ausgangsdichte.

In Zählgebieten mit grossen Ausgangsdichten nahmen die Feldhasenbestände bis 1997 ab, und pendelten sich bei 78% der Feldhasenbestände von 1992 ein (Abb. 15).

Die Bestandsveränderungen unterschieden sich signifikant ($p = 0.0028$) in Zählgebieten mit viel und wenig Frühjahrsniederschlägen (Abb. 16). In Zählgebieten mit wenig Niederschlag war die Bestandsabnahme bis 1995 gering, danach folgte ein starke Bestandsabnahme.

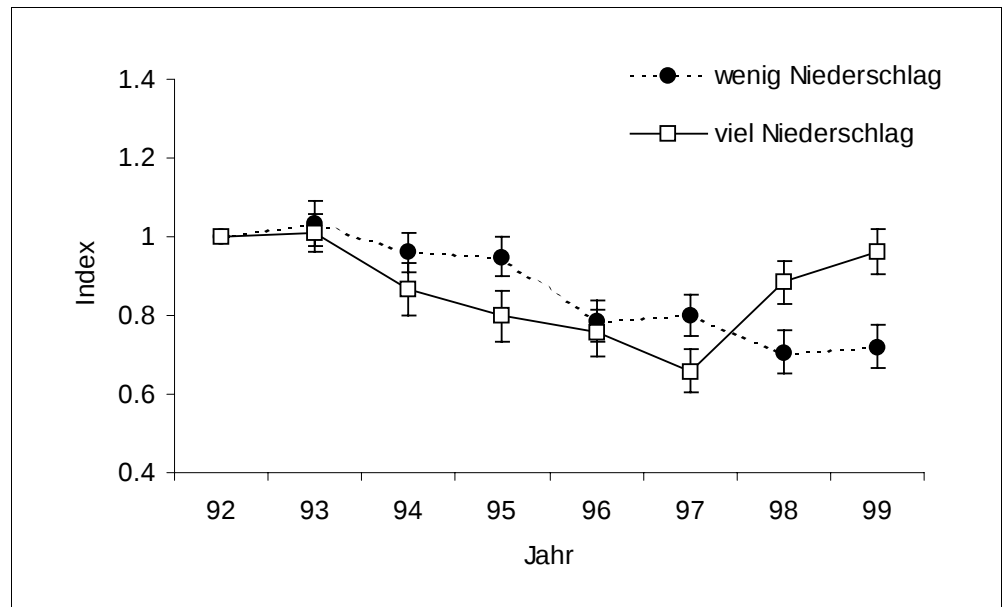


Abbildung 16 Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 mit Standardfehlern für Zählgebiete mit wenig und viel Frühjahrsniederschlägen im vorhergehenden Frühjahr.

In Zählgebieten mit viel Niederschlag nahmen die Feldhasenbestände von 1993 bis 1997 stark ab, danach folgte eine Bestandszunahme (Abb. 16).

Die Bestandsveränderungen unterschieden sich signifikant ($p = 0.048$) in Zählgebieten mit trockenen und mit nassen Böden (Abb. 17). In Zählgebieten mit trockenen Böden war die Bestandsabnahme weniger ausgeprägt als in Zählgebieten mit nassen Böden und die Feldhasenbestände erreichten 1999 wieder die Werte von 1992 (Abb. 17). In Zählgebieten mit nassen Böden nahmen die Feldhasenbestände stärker ab und erreichten 1999 noch 68% der Feldhasenbestände von 1992 (Abb. 17).

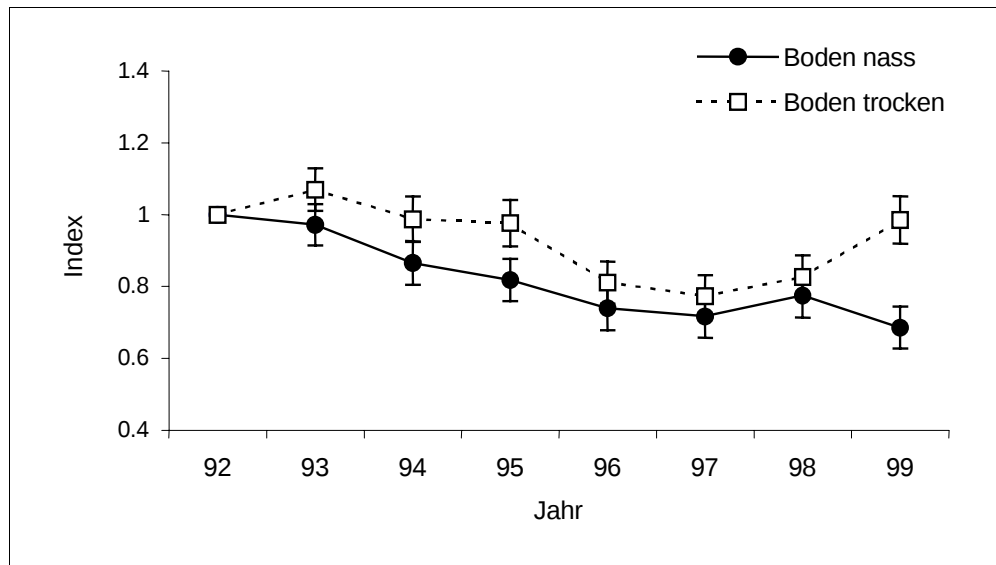


Abbildung 17 Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 mit Standardfehlern für Zählgebiete mit nassen und trockenen Böden.

Im Untersuchungszeitraum hatten von den getesteten Variablen die Feldfläche, der Isolationsindex und die Verkehrsnetzdichte keinen signifikanten Einfluss auf die Bestandsentwicklung (Tab. 17).

Tabelle 17 Statistische Berechnung der Beziehung von Bestandsänderung mit einzelnen Variablen. Wald-Test, Freiheitsgrad (df), Signifikanzniveau (p) und *Akaike's Information Criterion* (AIC), Differenz zum kleinsten AIC (Δ AIC) und Wahrscheinlichkeit (ω_i).

Variablen	Wald-Test	df	p	AIC	Δ AIC	ω_i
Feld	4.03	7	0.7765	104.2	35.68	< 0.0001
Isolationsindex	9.57	7	0.2143	92.02	23.50	< 0.0001
Verkehrsnetzdichte	7.49	7	0.3801	79.24	10.72	0.0029
Hauptnutzung	42.44	14	0.0001	68.52	0.00	0.6255
Dichte	15.04	7	0.0350	74.28	5.76	0.0510
Niederschlag	21.76	7	0.0028	75.24	6.72	0.0217
Boden	14.18	7	0.0480	79.12	10.60	0.0031
Jagd	43.25	7	< 0.0001	88.56	20.04	< 0.0001

Die landwirtschaftliche Hauptnutzung und die Ausgangsdichten sind die beiden Variablen, die monofaktoriell am besten verschiedene Bestandsentwicklungen erklären (Tab. 17).

Das beste multifaktorielle Modell umfasst die Hauptnutzung, die Verkehrsnetzdichte, den Frühjahrs-Niederschlag, die Bodentrockenheit und die Grösse der Feld-

fläche (Tab. 18). Mit einem AIC von 16.47 beschreibt es die Bestandsveränderungen sieben Mal besser, als das gleiche Modell ohne Feldfläche (AIC = 20.49).

Tabelle 18 Statistische Berechnung der Beziehung von Bestandsänderung mit multifaktoriellen Modellen. Wald-Test, Freiheitsgrad (df), Signifikanzniveau (p) und *Akaike's Information Criterion* (AIC), Differenz zum kleinsten AIC (Δ AIC) und Wahrscheinlichkeit (ω_i).

Modell mit den Variablen:	Wald-Test	df	p	AIC	Δ AIC	ω_i
Hauptnutzung, Verkehrsnetzdicke, Niederschlag, Boden, Feld	85.62	42	0.0001	16.47	0	0.8724
Hauptnutzung, Verkehrsnetzdicke, Niederschlag, Boden	76.48	35	0.0001	20.49	4.02	0.1169
Hauptnutzung, Dichte, Boden	71.64	28	< 0.0001	29.53	13.06	0.0013
Hauptnutzung, Verkehrsnetzdicke Niederschlag, Boden, Isolationsindex	77.25	42	0.0007	29.83	13.36	0.0011
Hauptnutzung, Verkehrsnetzdicke, Niederschlag, Boden, Jagd	92.34	42	< 0.0001	25.86	9.39	0.0080

4.4 Diskussion

Der Index für die Bestandsentwicklung gibt Auskunft über die relative Veränderung des Bestandes gegenüber dem Basisjahr (1992). Ein Index vom Wert 0.8 kann also sowohl durch eine Abnahme von 5 auf 4 Feldhasen beruhen, als auch auf einer Abnahme von 100 auf 80 Feldhasen. Aus diesem Grund muss die Bestandsentwicklung (Abb. 13) im Zusammenhang mit den ermittelten Feldhasenbeständen (Abb. 1, Tab. 11) betrachtet werden.

Die positive Bestandsentwicklung ab 1997 (Abb. 13) widerspiegelt sich auch in der Fallwildstatistik (Abb. 2), wo die Anzahl überfahrener Feldhasen von 1083 im Jahr 1996 auf 1259 im Jahr 1999 angestiegen ist. Die Fallwildstatistik ist aber mit einer gewissen Skepsis zu betrachten, denn neben grösseren Feldhasenbeständen können auch andere Gründe wie bessere Meldetätigkeit oder mehr Verkehr zu höheren Fallwildzahlen führen.

Die positive Bestandsentwicklung in Zählgebieten mit vorherrschendem Ackerbau (Abb. 14) entspricht auch den Resultaten anderer Untersuchungen (TAPPER & PARSONS 1984, ENGELHARDT et al. 1985, PEGEL 1986), deckt sich aber nicht mit der Untersuchung von RÜHE (1999). Der von RÜHE (1999) untersuchte mechanische Widerstand in Ackerkulturen ist möglicherweise im Grünland noch stärker als

in Ackerkulturen. Zählgebiete mit einem grossen Anteil Grünland weisen aber auch verschiedene Faktoren auf, die negativ mit den Feldhasenbeständen korreliert sind (Kapitel 3.3.5) wie z.B. hohe Niederschläge, geringe Diversität, hoher Obstgartenanteil (Tab. 9). Ob die negative Bestandsveränderung in Zählgebieten mit viel Grünland (Abb. 14) auf die weniger günstigen Umweltbedingungen oder auf den vernichtenden Einfluss der Mähmaschinen (KALUZINSKI & PIELOWSKI 1976) zurückzuführen ist, kann hier nicht beantwortet werden.

In Zählgebieten mit kleinen Ausgangsdichten wurden die grössten Bestandszunahmen festgestellt (Abb. 15). Die sehr grossen Standardfehler rühren daher, dass bei sehr kleinen Feldhasenbeständen schon ein oder zwei Feldhasen mehr oder weniger eine grosse Änderung im Index bewirken. Abb. 15 zeigt, dass sich die Feldhasenbestände in Zählgebieten mit ehemals hohen Dichten abnehmen, während sie in Zählgebieten mit geringen Ausgangsdichten zunehmen. Nicht berücksichtigt sind die Zählgebiete, in denen bei der Zählung keine Feldhasen gefunden wurden (Abb. 9).

Die unterschiedlichen Bestandsveränderungen nach viel und wenig Frühjahrsniederschlägen (Abb. 16) entsprechen weitgehend den Erwartungen. In Zählgebieten mit viel Niederschlag nahmen die Bestände bis 1997 stärker ab als in Zählgebieten mit wenig Niederschlag. Die Bestandszunahme in den Zählgebieten mit viel Niederschlag muss im Zusammenhang mit den effektiven Niederschlagsmengen betrachtet werden (Abb. 7). Die Einteilung in «viel Niederschlag» und «wenig Niederschlag» ist in den Jahren 1997 und besonders 1998 zweifelhaft, da der Unterschied von «wenig Regen» und «viel Regen» höchstens 50 mm ausmachte (Abb. 7). In den niederschlagsreichen Jahren 1994 und 1995 war die Differenz hingegen etwa 200 mm (Abb. 7). Für die unterschiedliche Bestandsentwicklung von 1997 bis 1999 sind eher die landwirtschaftliche Nutzung als die allgemein geringen Niederschläge verantwortlich.

Bei der Zunahme der Feldhasenbestände seit 1997 ist neben den oben diskutierten günstigen Witterungsbedingungen auch der Massenwechsel (Abb. 3) oder die Verbesserung des Lebensraums zu berücksichtigen. Massenwechselphänomene können in so kurzen Zeiträumen nicht erfasst werden. Hingegen sind generelle Aussagen zur Qualität der Lebensräume möglich. Eine Aufwertung des Agrarraums mit ökologischen Ausgleichsflächen (öAF) wird seit 1993 angestrebt (LwG Art. 76). Der spätere Schnitzeitpunkt der als öAF angemeldeten Wiesen (15. Juni) ermöglicht die ungestörte Aufzucht von zwei Sätzen pro Jahr in den öAF (HANSEN 1992). Die für den Feldhasen relevanten ökologischen Ausgleichsflächen (ohne Hochstammobstbäume) nahmen im Mittelland von etwa 3.5% im Jahr 1995 auf 5.5% im Jahr 1997 zu. Ob der Anteil extensivierter Flächen wirklich reicht, um die positive Bestandsentwicklung zu bewirken, kann nicht abschliessend beantwortet werden.

Der Einfluss der Jagd auf die Bestandsentwicklung wurde speziell geprüft, da es sich um ein politisch kontrovers diskutiertes Thema handelt. Vordergründig scheint es, dass die Bestandsänderung signifikant durch die Jagd beeinflusst wird: In Zählgebieten mit offener Jagd (Kantone AG, BL, LU, NE, SG, SH, TG, VD, VS, ZG) und mit Jagdverbot (Kantone AR, BE, FR, GE, GL) wurden signifikant unterschiedliche Bestandsveränderungen festgestellt ($p < 0.0001$). In Zählgebieten mit offener Jagd nahmen die Feldhasenbestände ab und erreichten 1999 noch 66% der Feldhasenbestände von 1992. In Zählgebieten mit Jagdverbot nahmen die Feldhasenbestände zu und die Feldhasenbestände erreichten 1999 Werte von 112% der Feldhasenbestände von 1992. Die korrekte multifaktorielle Auswertung zeigt aber, dass es sich um Scheinkorrelationen handelt. Das Modell, welches die Jagd umfasst, ist vierzehn Mal schlechter ($AIC = 25.8$), als das gleiche Modell ohne Jagd (Tab. 18). Das rührt daher, dass Zählgebiete mit verbotener Jagd signifikant häufiger Ackerbau als Hauptnutzung aufweisen, als Zählgebiete mit offener Jagd (Manova, $F(2,98) = 16.34$; $p < 0.0001$).

Das zutreffendste Modell zur Erklärung unterschiedlicher Bestandsentwicklungen (Tab. 18) umfasst die Variablen «landwirtschaftliche Hauptnutzung, die Verkehrsnetzichte, den Frühjahrs-Niederschlag, die Bodentrockenheit und die Grösse der Feldfläche. Dies sind mehrheitlich dieselben Variablen wie in der multiplen Regression (Kapitel 3.3.5). Dies bestätigt die Bedeutung der untersuchten Variablen. Die unterschiedliche Bedeutung der Variablen in den beiden Auswertungen kann verschiedene Gründe haben. Zum Einen konnten die Variablen für die Bestandsentwicklung nur als Klassen und nicht als einzelne Werte verwendet werden. Dadurch kommen gewisse feinere Zusammenhänge mit dieser Art Auswertung nicht zum Ausdruck, im Gegensatz zur multiplen Regression. Andererseits ist aber auch möglich, dass Entwicklungen in den 1990er Jahren für Bestandsentwicklung zusätzliche eine Rolle spielten. So ist zum Beispiel die Anzahl Autos von 1990 bis 1999 um beinahe 482 000 Fahrzeuge gestiegen. Diese Zunahme könnte für die stärkere Gewichtung der Verkehrsnetzichte bei der Beurteilung der Bestandsentwicklung verantwortlich sein.

Die aussagekräftigste Variable für die Bestandsänderung ist die landwirtschaftliche Hauptnutzung, die in dieser Form nicht in die multiplen Regression aufgenommen wurde. In der multiple Regression beschreibt die Diversität der landwirtschaftlichen Nutzung die Bedeutung der offenen Ackerfläche, denn die Diversität ist signifikant mit der offenen Ackerfläche korreliert ($y = 0.0636x + 2.2347$, $r^2 = 0.59$, $p < 0.001$).

Modelle, welche die Ausgangsdichte abstellen, konnten meist nicht berechnet werden. Dies ist mit grosser Wahrscheinlichkeit darauf zurück zu führen, dass die Variablen die Feldhasendichte schon vorher beeinflusst haben. Deshalb waren für die Variablenkombinationen keine Messwerte verfügbar. Die Qualität der Modelle kann untereinander verglichen werden, es ist aber leider nicht möglich, ein absolutes Qualitätsmass anzugeben.

5 Verteilungsmusteranalyse

5.1 Einleitung

In der Verteilungsmusteranalyse wird untersucht, wie sich die räumliche Verteilung der Feldhasen (in Frühlingsnächten) durch den lokalen Lebensraum, die Grösse von Landschaftskammern oder durch soziale Effekte (Gruppenbildung oder gegenseitige Vermeidung der Feldhasen) erklären lässt.

In einem ersten Schritt wurde der lokale Lebensraum modelliert. Dazu wurde die Umgebung im Umkreis um einen Feldhasen-Beobachtungspunkt mit der Umgebung zufällig ausgewählter Punkte verglichen und daraus ein lokales Habitatwahlmodell abgeleitet (Kapitel 5.2.1). Ähnliche Untersuchungsmethoden wurden bisher hauptsächlich in der Vogelforschung angewendet und sind dort als «bird-centered sampling (bcs)» bekannt (MOSHER & TITUS. 1984, LARSON & BOCK 1984, KÄSTLI & REINEKING 1999). Um die Grösse der Landschaftskammern und die An- oder Abwesenheit anderer Feldhasen in die Verteilungsmusteranalyse mit einzubeziehen, wurde in einem zweiten Schritt mit dem Habitatwahlmodell eine flächige Voraussage der Aufenthaltswahrscheinlichkeiten für Feldhasen erstellt. Diese wurden mit den tatsächlich festgestellten Feldhasendichten verglichen und geprüft, ob die Unterschiede auf die Grösse der Landschaftskammern oder auf sozialen Effekte zurückgeführt werden können (Kapitel 5.2.2).

5.2 Material und Methoden

5.2.1 Habitatwahlmodell

Mit dem Habitatwahlmodell wurden die Präferenzen des Feldhasen bei der Wahl des Lebensraums herausgeschält und damit die Grundlage geschaffen für die Analyse der gefundenen Verteilungsmuster. Dazu wurden zwei Teilfragen behandelt:

- Korreliert das Auftreten des Feldhasen mit gewissen Merkmalen des Lebensraums wie z.B. der landwirtschaftlichen Nutzung, ökologischen Ausgleichsflächen, Boden- oder Klimaeigenschaften?
- Welche relativen Bedeutungen können für diese Landschaftsvariablen vermutet werden?

Um Scheinkorrelationen zu vermeiden (z.B. realer Zusammenhang: Feldhasen präferieren Hecken, Hecken stehen oft an Strassen; scheinbarer Befund: Feldhasen mögen Strassen), wurde mit multivariaten Verfahren gearbeitet. Für solche Daten, bei denen die Zielgrösse binär ist (Feldhase vorhanden/ Feldhase nicht vorhanden), bietet sich als statistische Methode die logistische Regression an (Anhang 10).

Untersuchungsgebiete

Da die Digitalisierung von Landschaftsdaten sehr aufwändig ist, wurden als Untersuchungsgebiete Zählgebiete ausgewählt, für die ein Lebensrauminventar und eine Nutzungskartierung aus laufenden Projekten digital vorhanden waren (KÄSTLI & REINEKING 1999, JENNY et al. 2002, JOSEPHY 2000, SPIESS et al. 2002, GRAF & BIRRER 2001.). Dabei mussten die Feldhasenzählungen aus dem Frühjahr desselben

Jahres stammen, in dem die landwirtschaftliche Nutzung erfasst wurde. Das Lebensrauminventar durfte max. vier Jahre alt sein.

Wälder, Siedlungs-, Gruben- und Gewässerflächen, die an die Untersuchungsgebiete angrenzten, wurden in die Auswertung mit einbezogen.

Tabelle 19 Übersicht über die Untersuchungsgebiete, die Zählgebiete (von den mit * bezeichneten Zählgebieten wurden nur Teilflächen erfasst), Jahr, Grösse des Untersuchungsgebietes, Anzahl Zählungen.

Untersuchungsgebiete	Zählgebiete	Jahr	Grösse [km ²]	Zählungen
Altstätten	SG10, SG11*	1998	6.48	1
Aristau	AG02	1998	4.44	1
Klettgau-Langfeld	SH03*	1996	2.35	2
		1997	2.35	2
		1998	2.35	2
Klettgau-Plomberg	SH03*	1996	4.67	2
		1997	4.67	2
		1998	4.67	2
Klettgau-Widen	SH04	1995	5.66	2
		1996	5.66	2
		1997	5.66	2
Klettgau-Widen	SH04	1998	5.66	2
Laconnex	GE01*, GE03*	1993	5.04	1
		1994	5.04	1
		1995	5.04	1
		1996	5.04	1
		1998	4.06	1
Method	VD02*	1998	4.73	2
Müntschemier	SO03*	1999	7.72	2
Oensingen	ZH06*	1999	4.53	1
Rafz	BL02	1998	8.37	2
Reinach	LU01*	1998	3.65	2

Feldhasen-Standorte

Die Feldhasen-Standorte stammen aus den Feldhasenzählungen in den Untersuchungsgebieten (Tab. 19). Die Koordinaten der Feldhasen wurden auf 100 m genau bestimmt. Bei zwei Zählungen wurden Feldhasen aus der ersten und der zweiten Zählung als voneinander unabhängig behandelt. Diese Annahme führt nicht zu einer Pseudoreplikation, da der Abstand zwischen zwei Feldhasen der gleichen Zählung kleiner ist, als der Abstand zum nächsten Feldhasen der zweiten Zählung (der vom selben Individuum stammen könnte, aber nicht muss). Ein zweimaliges Beobachten desselben Feldhasen gibt daher zwei weitgehend unabhängige Aussagen über Aufenthaltssorte der Feldhasen. Die Anzahl Feldhasen sind im Anhang 11 aufgeführt.

Landschaftsvariablen

Die Variablen in Tab. 20 wurden in das Habitatwahlmodell aufgenommen. Die landwirtschaftliche Nutzung und naturnahe Landschaftsstrukturen wurden wie in Tab. 5 beschrieben gruppiert (Anhang 12). Zusätzlich wurden der Wald, Einzelhöfe, Hecken und Fliessgewässer berücksichtigt. Die Daten wurden mit der Methode von AITCHISON (1986) (siehe Kap. 2.2.4) transformiert. Als Standardisierungsgrösse diente dabei der Anteil Hackfrüchte (inkl. Mais). Zu dieser Grösse sind daher im Rahmen dieser Analyse keine Aussagen möglich.

Tabelle 20 Variablen für die Berechnung des Habitatwahlmodells.

Variablen	Beschreibung
Landwirtschaftliche Nutzung	Gemäss Tab. 5
Parzellierung	Simpson-Index, Simpson-Evenness
Ökologischer Ausgleich	öAF gemäss DZV
Naturnahe Strukturen	Hecken [m], Fliessgewässer [m]
Naturnahes Grünland	Feuchtgebiete, artenreiche Wiesen, Wildkrautfluren
Wegnetz	Gras-, Kiesgras-, Kies-, Teerwege und Strassen
Lärm	Siehe Text
Klima	Jahressumme der Taggrade über 3°C, Jahresniederschlag in mm
Bodenverhältnisse	Bodentrockenheit (Tab. 3)

Als ökologische Ausgleichsflächen (öAF) wurden die beitragsberechtigten Flächen nach Direktzahlungsverordnung (DZV) verwendet (JENNY et al. 2002, JOSEPHY 2000, SPIESS et al. 2002, GRAF & BIRRER 2001).

Der Lärmpegel des Strassenverkehrs wurde mit einer Modellrechnung basierend auf den kantonalen Verkehrszählungen auf Staats- und Nationalstrassen mit der Berechnungsmethode von FORMAN et al. (in Vorb.) geschätzt.

Der Variablenwert für die Lärmimmission am Standort des Feldhasen wurde nach der Formel

$$L = \alpha * \frac{F}{D} \text{ mit } F = \text{Anzahl der Fahrzeuge pro Tag und } D = \text{Distanz [m]}$$

berechnet. L hängt über einen Faktor α mit der lokal auftreffenden Schallenergie zusammen. α hängt unter anderem vom Anteil Schwerverkehr (lautere Fahrzeuge), der Bodennutzung und den atmosphärischen Bedingungen ab. Diese Werte wurden alle als konstant angenommen und α gleich 1 gesetzt. Für jeden Hasenpunkt wurde nur jene Lärmquelle berücksichtigt, welche die grösste Immission verursacht; Überlagerungen verschiedener Lärmquellen wurden analog zu Forman et al. (in Vorb.) vernachlässigt. Die Daten für einzelne Strassenabschnitte sind im Anhang 13 aufgeführt.

Die Klimadaten stammten vom Modell BIOCLIM (ZIMMERMANN & KIENAST 1995). Werte angeschnittener Kilometerquadrate wurden anteilmässig innerhalb der betrachteten Stichprobenfläche berücksichtigt.

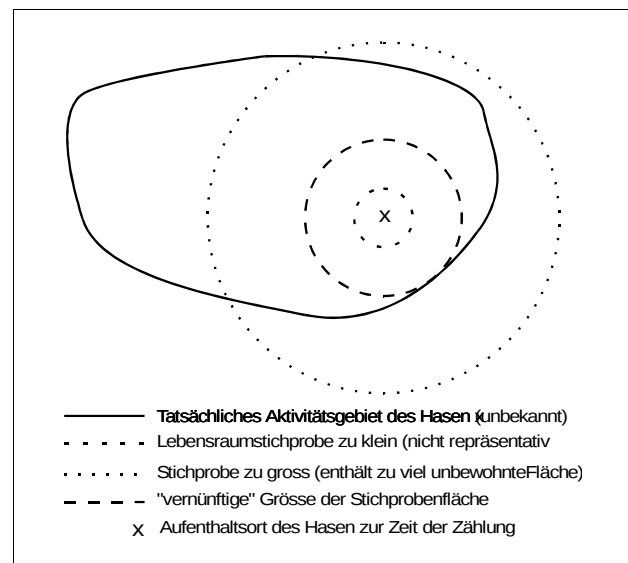
Die Bodentypen stammten von der Bodeneignungskarte der Schweiz (FREI 1980). Die Klassierung erfolgte gemäss Tab. 3.

Wahl der Betrachtungsradien

PFISTER (1984) fand eine mittlere Grösse des Kernraumes für den Feldhasen von 30 ha. Dieselbe Grössenordnung wurde in vielen anderen Gebieten Europas bestätigt (TAPPER & BARNES 1986, REITZ & LEONARD 1994). Bei Annahme von Kreisförmigkeit entspricht dies einem Radius von ca. 300 m.

Wählt man im Vergleich zur Grösse des Kernraums kleine Betrachtungsradien (siehe Abb. 18), so betrifft die Aussage wahrscheinlich nur den Kernraum. Darin sind lokale (z.B.: Deckung) und gesamtlandschaftliche (z.B. Klima) Eigenschaften beschrieben. Zu kleine Stichprobenflächen verlieren aber an Repräsentativität und stehen in einem Missverhältnis zur Kartiergenauigkeit der Feldhasenzählungen. Bei den gegebenen Daten liegt die untere Grenze sinnvoller Stichprobenradien bei 150 m.

Abbildung 18
Vergleich von tatsächlichem Kernraum des Feldhasen und für die Verteilungsmusteranalyse verwendeten Radien.



Wählt man im Vergleich zur Grösse des Kernraums grosse Betrachtungsradien, so sind die Stichprobenflächen nicht mehr unbedingt typisch für den Kernraum, da sie viel ausserhalb liegende Fläche enthalten. Sie beschreiben aber immer noch die für den Feldhasen wichtigen Eigenschaften der von ihm bewohnten Landschaft. Als gross gelten dabei Stichprobenflächen, welche die Grösse des Kernraumes annähernd erreichen oder überschreiten. Die Grenze zwischen «zu klein» und «zu gross» ist neben der Kernraumgrösse auch von dessen Form und Heterogenität abhängig und kann daher nicht a priori bestimmt werden (PFISTER 1984).

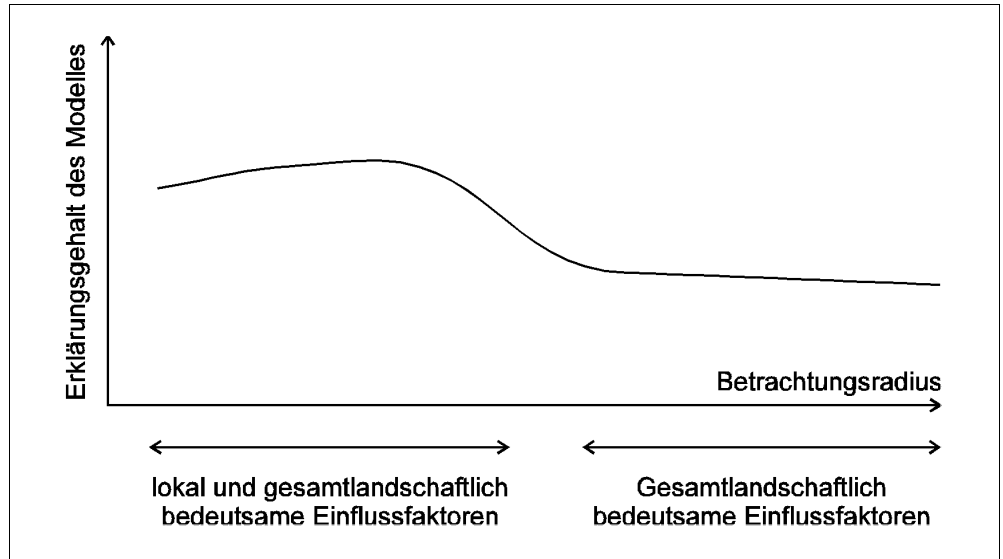


Abbildung 19 Bei Tierarten, die gute Indikatoren für sehr lokale Lebensraumqualitäten (z.B. innerhalb eines Reviers) sind, wird bei kleineren Betrachtungsradien auch eine höhere Modellqualität erwartet.

Für die vorliegende Untersuchung wurden Stichprobenradien von 150 m, 200 m, 250 m, 300 m und 350 m gewählt. Dies ermöglicht eine differenzierte Interpretation: Variablen, die bei kleineren Betrachtungsradien eine grössere Bedeutung haben, können als wichtige Landschaftsmerkmale des Kernraumes interpretiert werden. Solche, deren Bedeutung bei grösseren Betrachtungsradien stärker zum Tragen kommt, können als relevante Landschaftseigenschaften interpretiert werden.

Ausschlusskriterien für Punkte in Randnähe: Sowohl Feldhasen- wie Vergleichspunkte wurden dann aus der Analyse ausgeschlossen, wenn ihre Umgebung beim gegebenen Umgebungsradius nicht mehr für alle Variablen zu 100 Prozent beschrieben war. Die Anzahl auswertbarer Datenpunkte ist damit ebenfalls vom Betrachtungsradius abhängig (Anhang 11).

Wahl der Vergleichsstichprobe

Als Vergleichsstichprobe wurden zufällig Punkte bestimmt. Die Anzahl entspricht derjenigen der Feldhasen in allen Untersuchungsgebieten (HOSMER & LEMESHOW 1989). In der Folge können daher je nach Feldhasendichte in einzelnen Untersuchungsgebieten die Anzahl Feldhasenpunkte und die Anzahl Zufallspunkte deutlich voneinander abweichen (Anhang 11).

Wenn in einem Untersuchungsgebiet zwei Feldhasenzählungen aus derselben Saison analysiert wurden, wurde dort mit entsprechend der Feldhasenzahl erhöhten Stichprobenpunktzahlen gearbeitet.

5.2.2 Überprüfung und Ergänzung des Habitatwahlmodelles

In einem weiteren Schritt wurde versucht, Abweichungen von den Prognosen des Habitatwahlmodelles auf Eigenschaften von Landschaftskammern zurückzuführen. Für die Überprüfung des Habitatwahlmodelles wurden in gewissen Untersuchungsgebieten nur Teilflächen der Zählgebiete verwendet (Tab. 19). Deshalb wurden nur noch jene Landschaftskammern verwendet, die durch isolierende Elemente abgegrenzt waren (Tab. 2). Um das Habitatwahlmodell zu überprüfen, wurden zusätzliche Landschaftskammern aus dem «Grossen Moos» ausgewertet. Das «Grosse Moos» umfasst ein Gebiet von 40.74 km² mit den Zählgebieten BE09 und BE12, sowie Teilen der Zählgebiete BE08, BE10, BE11 und BE13. Die beiden Zählungen stammen aus dem Jahr 1995.

Dadurch konnte das Habitatwahlmodell zumindest teilweise unabhängig geprüft werden (Tab. 21). Das Grosse Moos unterscheidet sich aber bezüglich mehrerer Eigenschaften von den anderen Untersuchungsgebieten, nämlich durch hohen Anteil an Gemüse- und Spezialkulturen, über 20% der Fläche), fehlende Kartierung der ökologischen Ausgleichsflächen und Verwendung einer anderen Definition der Brachflächen (keine Buntbrachen).

Innerhalb der Landschaftskammern (Tab. 21) wurden in einem 100 m-Raster Stichprobenpunkte gesetzt. Anhand der Umgebung mit 200 m Radius wurde mit dem Habitatwahlmodell die Wahrscheinlichkeit bestimmt, mit der sich an diesem Punkt ein Hase aufhalten könnte. Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit eines Feldhasen in der Kreismitte wurde als repräsentativ für einen zum Kreis konzentrischen, quadratischen Landschaftsausschnitt (1 ha) betrachtet. Die Prognose wurde interpoliert, da sich die Kreisflächen überlappen. Diese Wahrscheinlichkeiten wurden so standardisiert, dass ihre Summe über alle Landschaftskammern derjenigen der real beobachteten Feldhasen entsprach. Für Landschaftskammern mit zwei Feldhasenzählungen in einer Saison wurde der Mittelwert als realer Feldhasenbestand angenommen.

Zur statistischen Auswertung der Abweichung von Prognose und beobachteten Feldhasenbeständen wurde als abhängige Variable das Verhältnis zwischen beobachtetem und prognostiziertem Feldhasenbestand einer Landschaftskammer verwendet. Dieses Verhältnis wurde der Grösse (Fläche) der Landschaftskammern und der (prognostizierten) Feldhasendichte gegenübergestellt. Um starke zufallsbedingte Schwankungen dieses Verhältnisses zu vermeiden, wurden Landschaftskammern von der Analyse ausgeschlossen, für die ein Feldhasenbestand von weniger als drei Tieren vorausgesagt wurde.

Tabelle 21 Übersicht über die analysierten Landschaftskammern.

Untersuchungs- gebiet	Flurname	Landschafts- kammer	Fläche [km ²]
Altstätten	Fleuben, Luchs	A	2.15
Aristau	Erlenmatten, Allmend	B	3.03
Grosses Moos	An der Murtenstrasse	C	0.45
Grosses Moos	Im Looch	D	1.34
Grosses Moos	Isleren, Zieglermoos	E	2.23
Grosses Moos	Heumoos	F	2.33
Grosses Moos	Witzwilermoos	G	3.63
Grosses Moos	Oberfeld, Chräjenberg	H	3.77
Grosses Moos	Le Rondet, Witzwil, Glungge, Grebliteile	I	9.03
Klettgau (1995)	Widen	J	3.53
Klettgau (1996)	Widen	K	3.53
Klettgau (1997)	Widen	L	3.53
Klettgau (1998)	Widen	M	3.53
Oensingen	Dünnerenächer	N	1.61
Reinach BL	Sandacher, Schlatt, Tschuppen	O	4.96

5.3 Resultate

5.3.1 Habitatwahlmodell

Abb. 20 gibt beispielhaft einen Einblick in eine analysierte Landschaft.

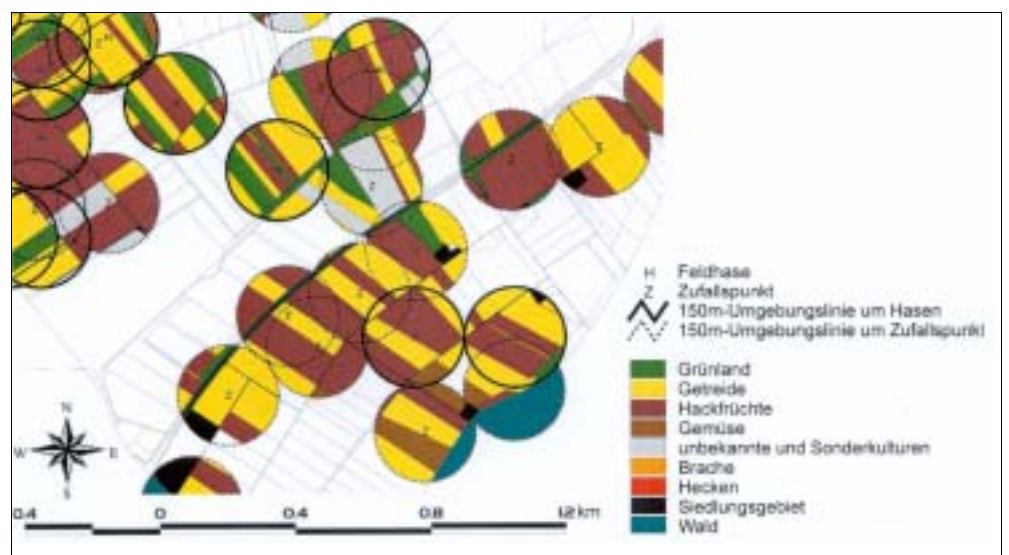


Abbildung 20 Kartenbeispiel zur Untersuchungsmethode: Ausschnitt aus dem Untersuchungsgebiet Rafz mit einem Betrachtungsradius von 150 m.

Da verschieden grosse Radien betrachtet wurden, können Korrelationen des Feldhasen mit Landschaftseigenschaften hinsichtlich Präferenzen bezüglich des Kernraums und solche für Eigenschaften der Gesamtlandschaft unterschieden werden. Die entsprechenden Trends sind in Tab. 22 zusammengefasst und werden in den folgenden Abschnitten weiter ausgeführt. Die Signifikanzwerte für die Korrelation des Feldhasen mit bestimmten Landschaftseigenschaften sind für alle Variablen im Anhang 12 zusammengestellt.

Tabelle 22 Übersicht über die landschaftlichen Vorlieben des Feldhasen.
 +: positive Korrelation; -: negative Korrelation; 0: keine signifikante Korrelation.
 Angaben in Klammern beziehen sich auf schwache oder nicht eindeutig interpretierbare Ergebnisse. Für Details siehe nachfolgenden Text.

Landschaftseigenschaft	Bedeutung als Eigenschaft des Kernraumes	Bedeutung als Eigenschaft der Gesamtlandschaft
Gemüse	+	+
Getreide	+	+
Wärmesumme über 3°C	+	+
Bodentrockenheit	+	+
Siedlung und Einzelhöfe	–	–
Bach	–	–
Bodenfruchtbarkeit	–	–
Lärm	–	–
Hochstammobst	–	0
Spezialkulturen	(0)	–
Buntbrache	(0)	(–)
Hecken	0	+
Kies-Gras-Weg	(+)	(+)
Graswege	(–)	(–)

Einzelne Parameter des Habitatwahlmodells

Lokale Vorlieben des Feldhasen sind daran erkennbar, dass sie bei kleineren Betrachtungsradien besser mit dem Auftreten des Feldhasen korrelieren als bei grösseren. Davon ausgehend kann man folgende Aussagen treffen:

Gute Feldhasenlebensräume werden typischerweise als Gemüse- und Getreidebaugebiete genutzt (Abb. 21).

Ebenso wird sichtbar, dass Feldhasen warme Gebiete bevorzugen. Inwiefern dies eine lokale Affinität oder eine Anforderung an die gesamte Landschaft ist, ist schwer zu sagen, da die zugrundeliegenden Klimamodelle relativ grob (km²) aufgelöst sind.

Zudem wird aus Abb. 21 ersichtlich, dass der Feldhase Siedlungen, und Bäche meidet, er weicht diesen Elementen bis auf Distanzen von 300 m aus. Der Feldhase meidet ebenfalls die Nähe von Hochstammobstgärten (Abb. 21).

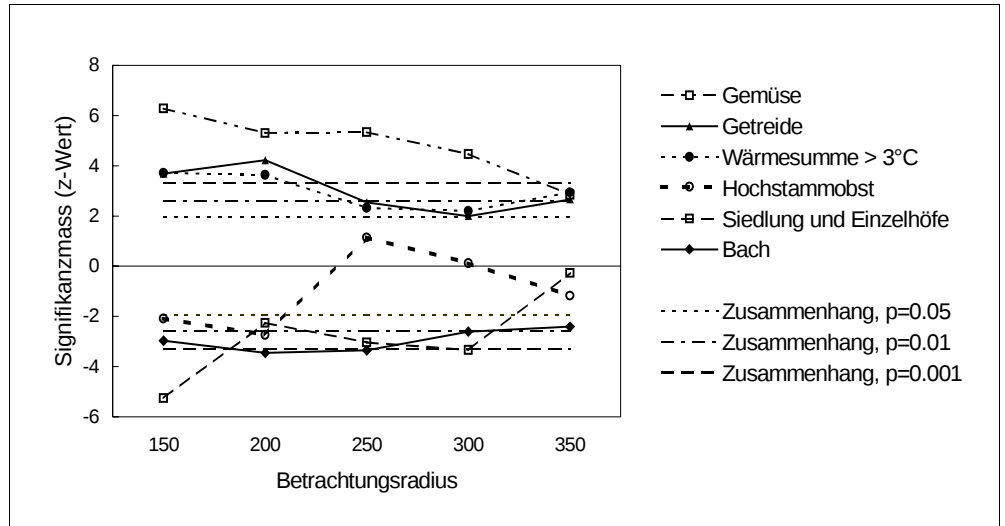


Abbildung 21 Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit Gemüse, Getreide, Wärmesumme, Siedlungen, Hochstammobst und Bächen.

Feldhasen bevorzugen Landschaften mit schnell abtrocknenden Bodentypen (Abb. 22).

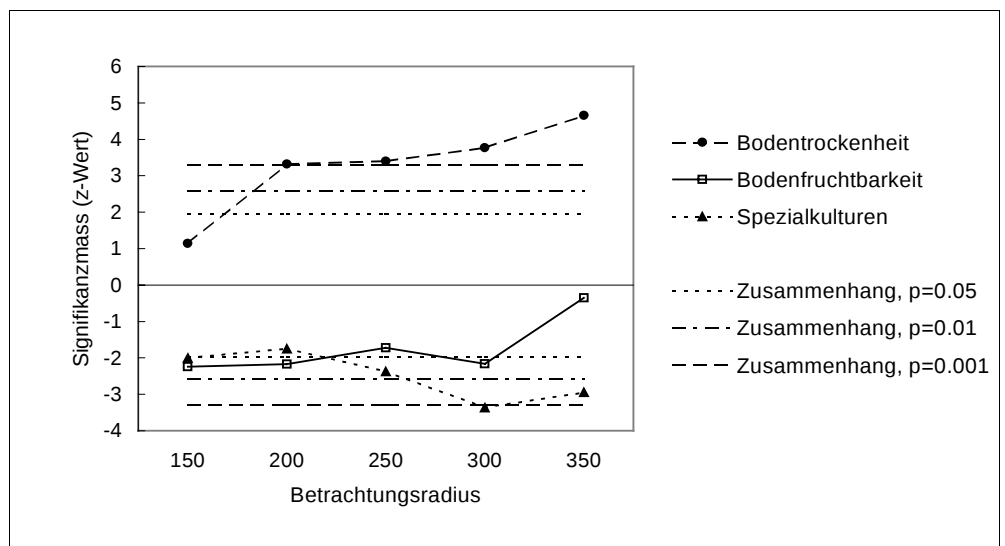


Abbildung 22 Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit Bodeneigenschaften und Spezialkulturen.

Die negative Korrelation der Feldhasen mit Spezialkulturen (Abb. 22) ist schwierig zu interpretieren.

Feldhasen bevorzugen auf mittlerer Skalenebene Landschaftskammern mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Hecken (Abb. 23). Die Feldhasenaufenthaltsorte korrelieren nicht mit Buntbrachen, anderen ökologischen Ausgleichsflächen oder naturnahem Grünland (Abb. 23).

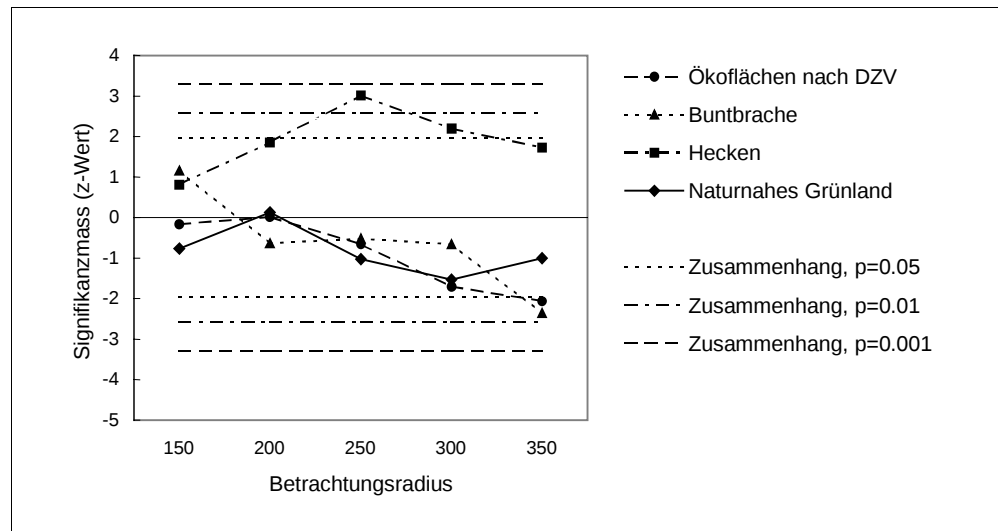


Abbildung 23 Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit ökologischen Ausgleichsflächen und naturnahem Grünland.

Das Vorkommen von Feldhasen ist negativ korreliert mit hohen Lärmwerten (Abb. 24).

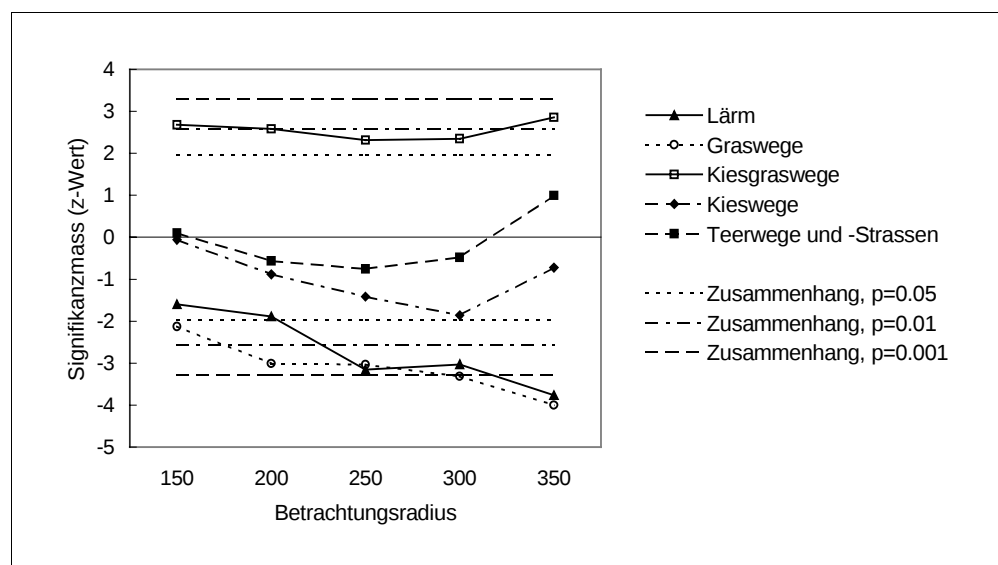


Abbildung 24 Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit (Verkehrs)-Lärm und verschiedenen Typen landwirtschaftlicher Erschliessungsstrassen.

Gesamtes Habitatwahlmodell

Die Korrelationen der Feldhasenaufenthaltssorte mit verschiedenen Typen landwirtschaftlicher Erschliessungsstrassen können sachlich nicht interpretiert werden (Abb. 24). Ein methodisches Artefakt ist dabei nicht auszuschliessen.

Die übrigen Einflussfaktoren wie Diversität, Evenness oder die Anzahl verschiedener Nutzungstypen korrelieren schlecht oder in nicht nachvollziehbarer Radianabhängigkeit mit den Feldhasenaufenthaltssorten. Sie sind offensichtlich zu wenig differenzierte Masse, um die Eignung einer Landschaft für den Feldhasen zu beschreiben. Ein Hinweis dafür, dass landschaftliche Diversität für den Feldhasen interessant ist, kommt von der Klasse der «übrigen Nutzungen»: Bei grossen Betrachtungsradien tragen diese zur Attraktivität einer Landschaft für den Feldhasen bei. Kein signifikant gerichtetes Verhalten des Feldhasen ist auch gegenüber Wiesen und Wäldern festzustellen.

Das gesamte Habitatwahlmodell erklärt einen Anteil von 15–18% der Varianz (Abb. 25). Die Verteilung des Feldhasen lässt sich mit Modellen, die eine grössere Umgebung berücksichtigen, sogar etwas besser erklären.

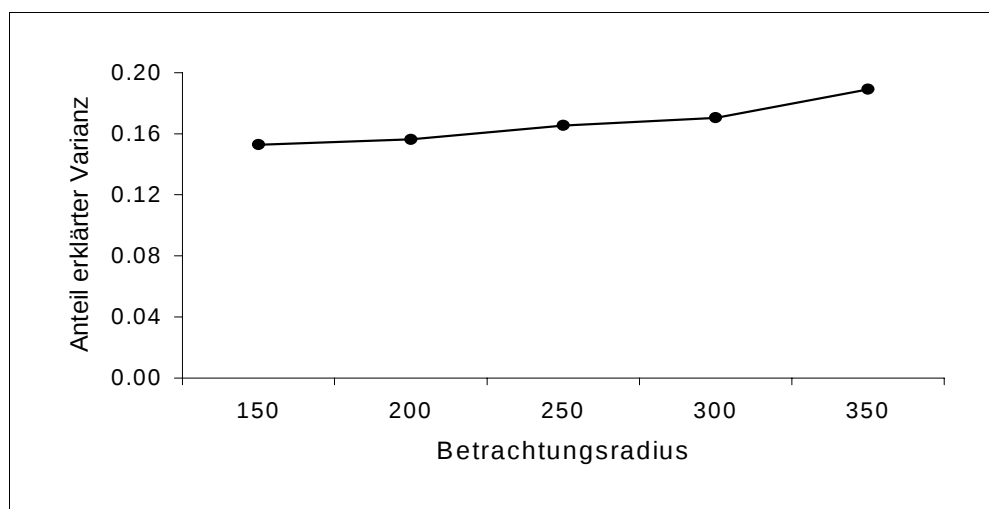


Abbildung 25 Modellqualität in Abhängigkeit des Umgebungsradius.

5.3.2 Überprüfung und Ergänzung des Habitatwahlmodelles

Trotz der geringen Anzahl analysierter Landschaftskammern (Tab. 21, Abb. 26) konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Prognosefehlern des Habitatwahlmodells und der Grösse der Landschaftskammern (in km²) gezeigt werden (lineares Modell, $m = 0.22$, $p = 0.035$).

In grossen Landschaftskammern hat es somit mehr Feldhasen als aufgrund des Habitatwahlmodells vorhergesagt werden. Da die Daten aus dem Grossen Moos nicht für die Bestimmung der Parameterwerte des Habitatwahlmodells verwendet wur-

den, entspricht der Vergleich der Hasenbeobachtung mit der Modellprognose einer Modellvalidierung.

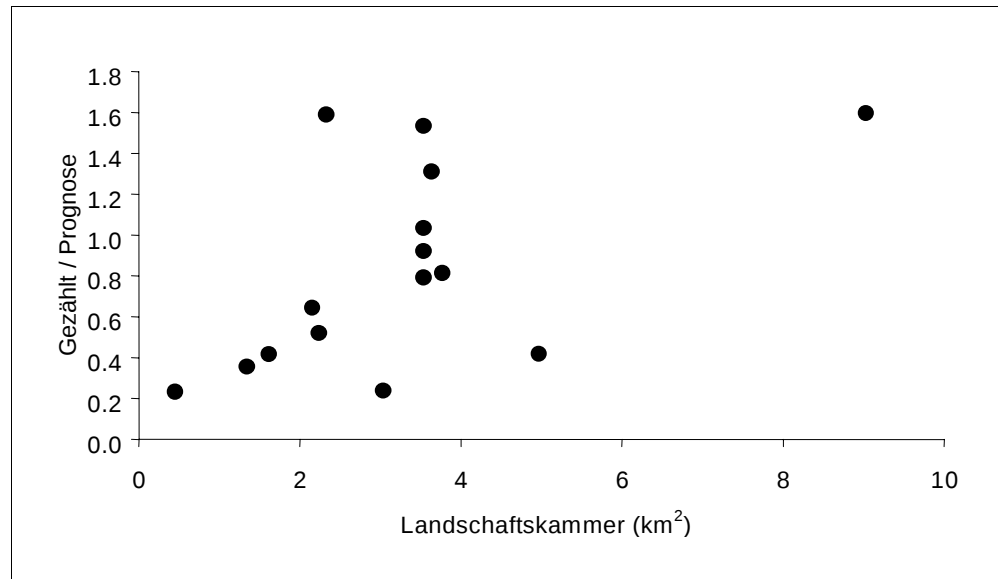


Abbildung 26 Verhältnis von gezähltem zu prognostiziertem Feldhasenbestand als Funktion der Grösse der Landschaftskammer.

Beim Betrachten der Abb. 28 fällt auf, dass die Prognose gut stimmt. Nur in der Landschaftskammer (I) wird im Gegensatz zu der realen Anzahl Feldhasen eine geringe Aufenthaltswahrscheinlichkeit vorhergesagt. Vermutlich hängt dies mit (nicht erfassten) Faktoren auf dem Gebiet der Arbeitserziehungsanstalt, oder mit der überaus grossflächigen Bewirtschaftung zusammen.

Die Trennwirkung von Strasse und Bahnlinie im Bereich der Landschaftskammer C (Abb. 28) wird unzureichend dargestellt; vermutlich weitgehend deshalb, weil Eisenbahnlinien und deren Lärm im Modell nicht berücksichtigt werden. In den anderen Teilen des Grossen Moores lassen sich Strasseneffekte mehrheitlich bereits aus dieser groben Rasterkarte erkennen.

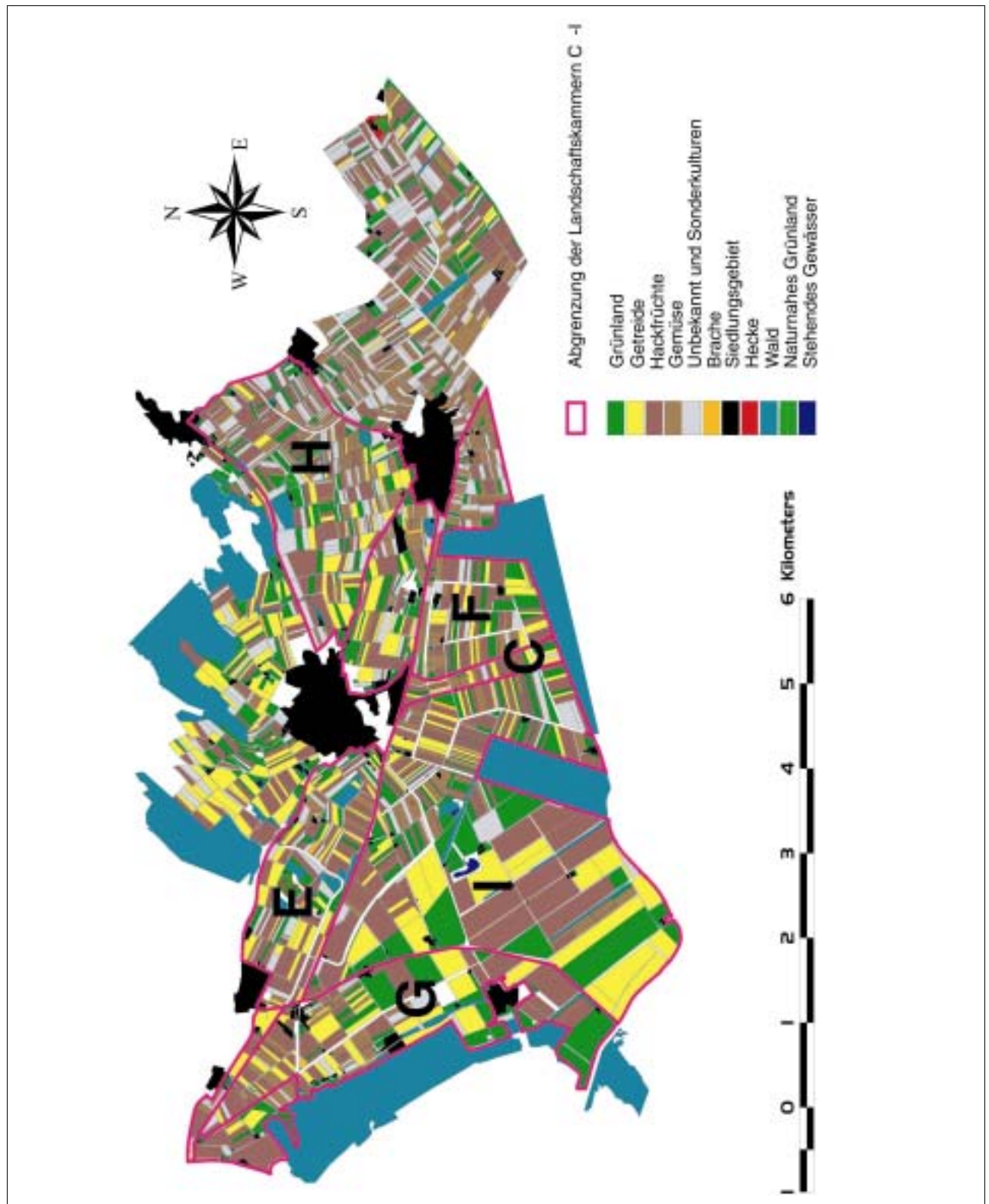


Abbildung 27 Das Grosse Moos, die grösste Untersuchungsfläche, zeichnet sich durch eine sehr heterogene Parzellengrösse aus. Mit den Buchstaben C-I sind die in Tab. 1 aufgeführten Landschaftskammern bezeichnet.

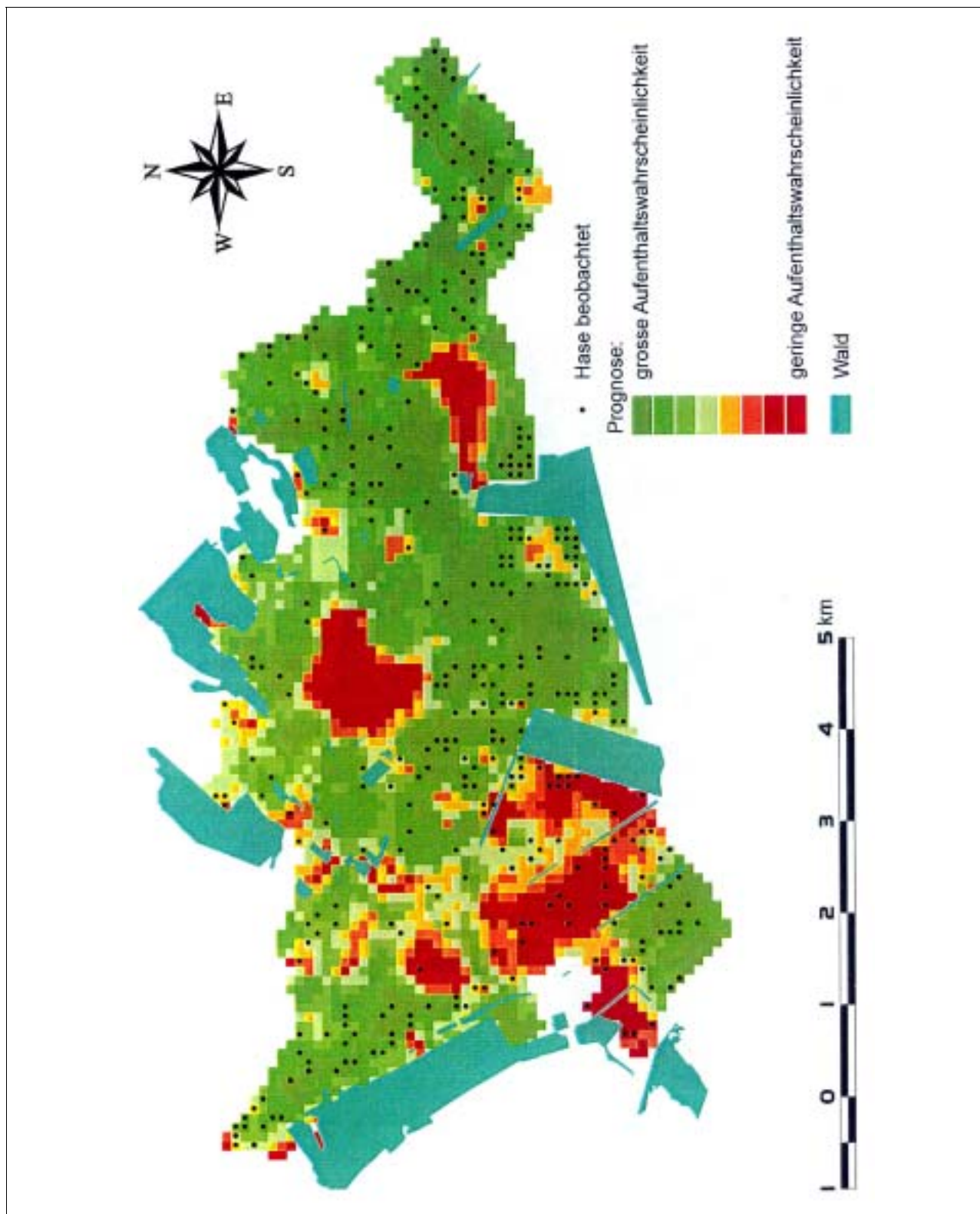


Abbildung 28 Vergleich der Hasenbeobachtungspunkte mit der Prognose über eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Feldhasen aufgrund der Landnutzung.

5.3.3 Soziale Faktoren

Die Verteilung der Feldhasen kann neben landschaftlichen Faktoren auch vom Sozialverhalten abhängen. Feldhasen treten im Frühjahr aufgrund des Rammelns geklumpt auf (PFISTER 1984, MONAGHAN & METCALFE 1985). Betrachtet man die Verteilung der Feldhasen unabhängig von der Landschaft, so stellt man Häufungen fest: Der durchschnittliche Abstand zum nächsten Feldhasen beträgt 73 m, während der Erwartungswert für den Abstand bei einer Zufallsverteilung mit 130 m signifikant höher liegt ($p < 0.0001$). Eine Klumpung aufgrund der Landschaftsressourcen müsste durch das Habitatwahlmodell vorausgesagt werden. Die darüber hinausgehende sozial bedingte Klumpung von Feldhasen müsste als Residuen (Prognosefehler Habitatwahlmodell) sichtbar werden. Diese Korrelation zwischen den Residuen und prognostizierter Feldhasendichte ist jedoch nicht signifikant ($p = 0.6$). Soziale Interaktionen zwischen Feldhasen wurden schon in früheren Untersuchungen nur bei Distanzen unter 40 m festgestellt (MERZ 1976, PFISTER 1984).

5.4 Diskussion

Die Resultate bilden nur einen Teil der für den Feldhasen wichtigen Strukturen ab. Die Feldhasenbeobachtungen beschränkten sich auf eine bestimmte Tageszeit, bzw. auf eine Saison. In der Nacht ist der Feldhase aktiv (Nahrungssuche, Sozialverhalten). Welche Strukturen für den Feldhasen zu anderen Tages-, oder Jahreszeiten von Bedeutung sind, kann nicht gesagt werden. Verschiedene Autoren haben ähnliche Fragestellungen viel ausführlicher behandelt (PFISTER 1984, TAPPER & BARNES 1986, SPÄTH 1989). Trotz dieser Einschränkung wird der Aufenthaltsort der Feldhasen in der Verteilungsmusteranalyse durch die gleichen Variablen erklärt, die auch die Feldhasenbestände (Kapitel 3.3.5) beeinflussen.

Die Wichtigkeit der Grösse der Landschaftskammer oder des Zählgebietes, der negative Einfluss von Strassen und Hochstammobstgärten, sowie der positive Einfluss von Bodentrockenheit und Hecken wurde schon in Kapitel 3.3.5 gezeigt. Dass die Diversität positiv mit den Feldhasenbeständen korreliert ist, nicht aber den Aufenthaltsort der einzelnen Feldhasen zum Zeitpunkt der Zählungen bestimmt, könnte mit der oben diskutierten Beschränktheit der Verteilungsmusteranalyse zu tun haben. In Untersuchungen, in denen Feldhasen telemetriert wurden (TAPPER & BARNES 1986, SPÄTH 1989), war die Diversität positiv mit den Aufenthaltsorten korreliert.

Da die Feldhasenzählungen im Frühling, die Nutzungskartierung aber erst im Frühsommer durchgeführt wurden, entstehen möglicherweise gewisse Fehler. Sicher wird ein Teil der Wiesen gepflügt, und es wurden Hackfruchtkulturen angelegt. Die Hackfrüchte wurden, um diesen Fehler zu minimieren, als Variable für die Transformation verwendet.

Feldhasen bevorzugten die Nähe von Gemüse- und Getreidefeldern (Abb. 21). Die sehr stark positive Korrelation mit dem Gemüsebau beschränkt sich allerdings auf

Landschaften mit geringem und mässigem Anteil der Gemüsekulturen an der gesamten Landnutzung. Kontrollen anhand der Daten aus dem Grossen Moos haben ergeben, dass sich die Feldhasen bei einem hohen Gemüseanteil von rund 15% diesen Kulturen gegenüber ziemlich indifferent verteilen.

Feldhasen halten sich signifikant häufiger in einem Abstand von 200 bis 300 m von Hecken auf (Abb. 23). In intensiv genutzten Landschaften wie dem Grossen Moos verstärkt sich dieser Effekt noch. Dass die nächste Umgebung der Hecken nicht signifikant bevorzugt wird, ist wohl auf den Zeitpunkt der Zählung zurückzuführen. Frühere Untersuchungen zeigten, dass Hecken den Feldhasen als Deckung dienen (HOMOLKA 1982, TAPPER & BARNES 1986, HOMOLKA et al. 1988, WASILIEWSKI 1991).

Buntbrachen und naturnahes Grünland kommen nur in äusserst geringen Anteilen und sehr unregelmässig verteilt vor, so dass möglicherweise die Datenbasis für eine genaue Bestimmung der Effekte auf die Feldhasen zu klein ist. Bei den Spezialkulturen handelt es sich meist um hochwüchsige Kulturen wie Niederstammobst, Chinaschilf oder Reben. Niederstammkulturen sind oft eingezäunt und wirken somit als Hindernis. Feldhasen sind im Chinaschilf relativ selten (PFISTER et al. 1998). Zudem sind die Feldhasen je nach Zeitpunkt der Zählung nicht sichtbar, sofern das Chinaschilf noch nicht geerntet ist. Reben liegen meistens auch am Hang. Hanglagen (im Modell sonst nicht erfasst) könnten von den Feldhasen ebenfalls gemieden werden. Für diese Kulturen sind daher keine schlüssigen Aussagen möglich.

Die Aufenthaltsorte der Feldhasen sind negativ mit dem Verkehrslärm korreliert (Abb. 24). Eine Aussage über die Reichweite der Trennwirkung ist aber nicht möglich, da die Variable «Verkehrslärm» nicht als Eigenschaft der Umgebungsfläche mit einem bestimmten Radius, sondern nur als Eigenschaft des Aufenthaltsortes des Feldhasen modelliert werden kann. Die negative Auswirkung des Verkehrslärms ist also bei allen Betrachtungsradien dieselbe. Dass die Signifikanz bei grösseren Betrachtungsradien zunimmt hängt mit der abnehmenden Bedeutung der lokalen Einflussgrössen wie z.B. Siedlung oder Gemüsebau (Abb. 21) zusammen.

Die Modellqualität ist mit einem Anteil erklärter Varianz von 15–18% nicht überragend, aber bei einem multivariaten logistischen Modell für ein so mobiles Tier wie den Feldhasen bereits beachtlich. Da das Modell nicht von Territorien ausgeht und sich damit Feldhasen- und Zufallspunkte räumlich nicht ausschliessen, ist die Modellqualität geringer als die Modelle für Singvögel (LARSON & BOCK 1984, KÄSTLI & REINEKING 1999), bei denen ein Anteil erklärter Varianz von 40% erreicht wurde. Am Beispiel von Fischen im Wasser kann dies illustriert werden: Geht man von einer Landschaft aus, die zur Hälfte von Wasser bedeckt ist, und nimmt man an, dass die Verteilung eines Fisches ausschliesslich von der Anwesenheit von Wasser abhängig ist, so erklärt das optimale Modell «alle Fische leben im Wasser» lediglich einen Drittel der Varianz, da die Hälfte der Zufallspunkte (Vergleichsstichprobe) auch im Wasser liegen.

Die unerklärte Varianz beim Feldhasen verteilt sich auf drei Bereiche:

- Nicht erfasste Einflussfaktoren auf die Feldhasenverteilung (z.B. Verteilung von Feinden).
- Statistische Streuung (auch wenn alle äusseren Einflüsse gleich sind, hat der Hase eine gewisse Entscheidungsfreiheit, wie er sich im Raum bewegen will), oder Fehler bei der Protokollierung beobachteter Feldhasen.
- Diskriminanzschwächen des Untersuchungsansatzes; die Bedeutung dieses Faktors nimmt mit zunehmendem Anteil guter Lebensräume an der Gesamtlandschaft zu.

Die Modellqualität des gesamten Habitatwahlmodells sollte aufgrund der in Abschnitt 5.2.1.4 vorgestellten Überlegungen bei einer Tierart, die hauptsächlich ein Indikator für die individuell genutzte Umgebung ist, bei zunehmendem Betrachtungsradius sinken. Mit dem maximalen Betrachtungsradius von 350 m ist dieser Effekt sowohl dann zu erwarten, wenn als «genutzte Umgebung» der Kernraum (350 m Radius) als auch der Aktionsraum (500 m Radius) angenommen wird (PFISTER 1984).

Schon bei kleinen Betrachtungsradien bzw. einem Flächenanteil von 20% wird der Kern- bzw. Aktionsraum repräsentativ abgebildet (Tab. 23). Grössere Betrachtungsradien führen lediglich zu einer erhöhten Wahrscheinlichkeit von Randeffekten (Tab. 23). Ein solcher Randeffekt entsteht, wenn der Feldhase zur Beobachtungszeit näher beim Rand des Kern- oder Aktionsraums ist, als der Betrachtungsradius, mit dem die Beobachtung analysiert wird. Dadurch ist in der Stichprobenfläche auch Land enthalten ist, das vom Feldhasen nicht genutzt wird (Abb. 27).

Tabelle 23 Erfasste Fläche [%] und Wahrscheinlichkeiten für Randeffekte [%] bei unterschiedlichen Betrachtungsradien für Kernraum- und Aktionsraum. Annahme: Die Aktivität des Feldhasen ist innerhalb der Kern- bzw. Aktionsräume gleich verteilt.

Betrachtungsradius [m]	Anteil am Kernraum [%]		Anteil am Aktionsraum [%]	
	Erfasste Fläche	Randeffekte	Erfasste Fläche	Randeffekte
150	18	67	9	51
200	33	82	16	64
250	51	92	25	75
300	73	98	36	84
350	100	100	49	91

Grössere Betrachtungsradien konnten nicht gerechnet werden, weil sonst einerseits die Anzahl der auswertbaren Feldhasenpunkte stark reduziert wird und andererseits die analysierte Umgebung der verbleibenden Feldhasenpunkte immer ähnlicher wird.

6 Lebensraumaufwertungen

Das Feldhasenprojekt beabsichtigte unter anderem, in ausgewählten Zählgebieten Massnahmen zur Förderung der Feldhasenbestände anzuregen und die dazu notwendigen Massnahmen in der Praxis zu testen. Mit dem Feldhasen sollten gleichzeitig auch die anderen Offenland-Tierarten gefördert werden. Die eigentlichen Aufwertungen waren jedoch nicht Teil des Feldhasenprojektes sondern, mussten als selbständige Projekte durchgeführt und finanziert werden.

6.1 Auswahl der aufzuwertenden Gebiete

Schon zu Beginn war klar, dass das Aufwerten ganzer Landschaften schwierig ist und nur unter optimalen Bedingungen gelingen kann. Die wichtigste Bedingung war, dass alle Beteiligten, vor allem die Landwirte, aber auch die Jäger, Naturschützer und die kommunalen und kantonalen Behörden, das Projekt aktiv unterstützen und ihre Anliegen einbringen konnten. Ferner musste die Finanzierung der Massnahmen von dritter Seite gewährleistet sein. Im Rahmen des Feldhasenprojektes konnten Aufwertungsprojekte nur angeregt und die Erfolgskontrolle im Sinne der Feldhasenzählungen gesichert werden.

Es wurde deshalb in allen Regionen mit Feldhasenzählungen abgeklärt, ob die genannten Bedingungen erfüllt sind. Im Rahmen von Vorträgen zum Feldhasenprojekt bei kantonalen und kommunalen Behörden, Jagd- und Naturschutzorganisationen wurde für die Idee geworben. Regelmässige Presseinformationen zum Projekt, Ausstellungen und allgemeinverständliche Publikationen (PFISTER & BIRRER 1991, PFISTER et al. 1994, 1998, PFISTER 1998b) machten das Projekt einer breiten Öffentlichkeit bekannt. Direkte persönliche Gespräche und Beziehungen wurden ebenfalls genutzt, um mögliche Trägerschaften für Aufwertungsprojekte zu bilden.

Tabelle 24 Kennzahlen naturnahe Lebensräume in einigen Aufwertungsprojekten. Feldfläche, Anteil naturnahe Lebensräume beim Projektbeginn und im Jahr 1999 sowie aufgewertete Fläche und Projektbeginn. * = naturnahe Grubenböschungen nicht berücksichtigt.

Region	Projektbeginn	Fläche [km ²]	Naturnahe Lebensräume [%]		Aufgewertete Flächen [ha]
			Projektbeginn	Stand 1999	
Champagne genevoise*	1992	6.0	0.8	4.9	24.1
Wauwiler Moos	1995	16.5	4.9	6.4	24.0
Inwil	1998	7.3	8.9	9.7	6.0
Klettgau Widen	1992	4.9	2.0	4.3	11.6
Klettgau Langfeld	1992	2.0	0.4	2.9	5.1
St. Galler Rheintal	1992	54	7.6	8.3	41.0

In vielen Regionen und Kantonen wurde die durch das Projekt gegebene Chance nicht genügend erkannt, oder die Projekte scheiterten an der fehlenden Finanzierung.

Im Folgenden werden die erfolgreich angelaufenen Aufwertungsprojekte kurz beschrieben. Die Projekte und Erfolgskontrollen werden auch in Zukunft weiter laufen. Die hier vorgestellten Ergebnisse sind als Zwischenstand zu verstehen. Tab. 24 gibt einen Überblick über die aufgewerteten Gebiete.

6.2 Champagne genevoise

Die Champagne genevoise ist eine landwirtschaftlich intensiv genutzte Ebene auf 420 bis 450 m ü.M. und liegt rund 7 km westlich des Stadtrandes von Genf. Wegen des milden, niederschlagsarmen Klimas besitzt die Champagne genevoise im Vergleich zu grossen Teilen des Mittellandes ein grosses Potenzial für Flora und Fauna. Die Ausbeutung von Kiesgruben führt zu einer sich ständig wandelnden Landschaft mit vielen Böschungen und Brachflächen. Der Erholungsdruck der nahen Stadt ist erheblich und verursacht viele Störungen.

Das aufgewertete Gebiet umfasst 6.0 km² Feldfläche und liegt in den Zählgebieten GE01 und GE03. 82% der Fläche ist landwirtschaftliche Nutzfläche. 9% werden durch Kiesgruben mit zum Teil ökologisch wertvollen Böschungen eingenommen, und 4% sind überbaut (inkl. Strassen). Bei der landwirtschaftlichen Nutzung dominiert der Getreidebau. 1996 waren es 58.4% der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Daneben nehmen noch Raps (11.6%), Mais (5.8%) und extensiv genutzte Wiesen auf stillgelegtem Ackerland (5.1%) mehr als 5% der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein. Alle ökologischen Ausgleichsflächen gemäss DZV machen zusammen 9.1% aus (JOSEPHY 2000). Der Anteil der im Feld sichtbaren naturnahen Strukturen an der gesamten Fläche erreicht aber nur 4.9% (exkl. naturnahe Grubenränder, jedoch inkl. Gehölze und Naturschutzgebiete) (Tab. 24).

Die Champagne genevoise beherbergte zu Beginn des Projektes noch eine der letzten Schweizer Rebhuhnpopulationen. Deshalb wurde dort ein Projekt gestartet, mit dem Ziel, die letzten Rebhühner zu erhalten (JENNY et al. 2002).

Von Beginn an wurde versucht, möglichst viele Brachstreifen auf hochwertigem Ackerland anzulegen. Nach einer breit angelegten Informationskampagne wurden alle interessierten Landwirte persönlich besucht. Gemeinsam wurden in der Folge die Möglichkeiten der Extensivierung und geeignete Standorte für ökologische Ausgleichsflächen diskutiert. Im Fall einer Einigung wurde eine schriftliche Vereinbarung getroffen.

Das Projekt erhielt neue Impulse durch die vom Kanton 1995 geschaffene Möglichkeit zur zusätzlichen Abgeltung ökologischer Ausgleichsflächen. Die bis damals durch die Vogelwarte finanzierten Massnahmen wurden fortan durch den Kanton Genf getragen.

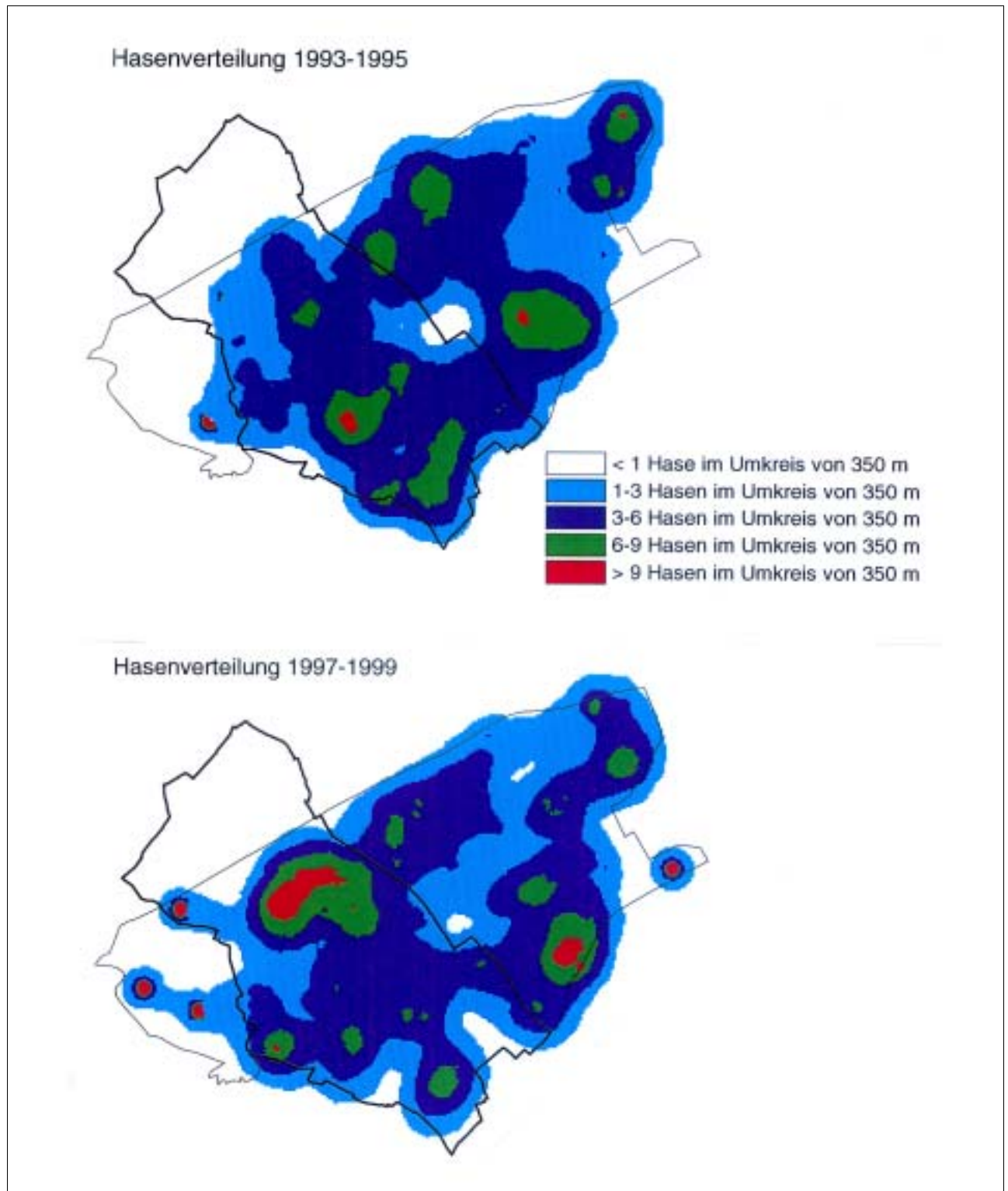


Abbildung 29 Verteilungsmuster der Feldhasen in der Champagne genevoise oben 1993–1995 (n=282 Feldhasen) bzw. unten 1997–1999 (n=290). Die Isoplethen wurden aufgrund von Punktkarten berechnet (NAEF-DAENZER 1993). Sie zeigen an, wie viele Feldhasen durchschnittlich im Umkreis von 350 m festgestellt wurden.

Im Rahmen des Projektes konnten von 1992 bis 1999 insgesamt 24.1 ha ökologische Ausgleichsflächen angelegt werden. 35% waren angesäte Bunt- und Rotationsbrachen und 62% spontan auflaufende Brachen. Insgesamt stieg der Anteil hochwertiger ökologischer Ausgleichsflächen im Gebiet von 0.8% 1992 auf 4.9% 1999 (JENNY et al. 2001).

Der Feldhasenbestand zeigte von 1993 bis 1999 im gesamten Populationsraum Genf-West relativ starke Schwankungen von Jahr zu Jahr (Nr. 1 in Tab. 11). 1993 bis 1995 waren 48% aller 282 im Populationsraum gezählten Feldhasen im aufgewerteten Gebiet zu finden, 1997 bis 1999 waren es 52% der 290 Feldhasen (Abb. 26). Der Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Die wertvollen ökologischen Ausgleichsflächen und insbesondere die spontan auflaufenden Brachen stellten sich als bedeutendes Habitat für viele Pflanzen- und Tierarten heraus. LAMBELET-HAUETER (1995) fand in den Buntbrachen 188 Pflanzenarten, darunter 31 der Roten Liste, und 1996 konnten anlässlich zweier Durchgänge auf 12 Brachen total 16 Heuschreckenarten nachgewiesen werden, darunter sieben der Roten Liste (INSECTA 1996). Stark profitiert haben mehrere Brutvogelarten. Die Bestände von Grauammer, Wachtel, Dorngrasmücke und Schwarzkehlchen nahmen im aufgewerteten Gebiet deutlich zu (JENNY et al. 2001, LUGRIN 1999). GIS-gestützte Detailauswertungen zeigten auf, dass die Buntbrachen vom zweiten Standjahr an mehr Revierzentren beherbergen als erwartet (JOSEPHY 2000).

Insgesamt wirkten sich die ökologischen Ausgleichsflächen deutlich positiv auf die Artenvielfalt des Gebietes aus.

6.3 Klettgau (SH)

Der Klettgau liegt auf 420 bis 470 m ü.M. westlich der Stadt Schaffhausen. Die maximal 4 km breite Talrinne wird vom bewaldeten Südranden und den Rebbergen am Randen umrahmt. Da der Klettgau im Regen- und Windschatten des Schwarzwaldes liegt, zeichnet sich das Klima durch geringe Niederschlagsmengen (830 mm) aus.

Im Klettgau wurden drei Gebiete ausgeschieden. Das Gebiet Widen (4.9 km² Feldfläche) wurde stark, das Gebiet Langfeld (2.0 km²) mässig aufgewertet. Das Gebiet Plomberg (4.5 km²) diente als Vergleichsgebiet (Details siehe JENNY et al. 2001). Die Nutzung der drei Gebiete ist in Tab. 25 aufgeführt.

Zu Projektbeginn war der Klettgau wie die Champagne genevoise eine Region mit Rebhuhnvorkommen. Auch hier wurde versucht das Kerngebiet der Rebhuhnpopulation möglichst rasch mit Buntbrachen und anderen ökologischen Ausgleichsflächen aufzuwerten. Man konnte auf den Vorarbeiten des Forschungsinstitutes für biologischen Landbau aufbauen («Agrarökologisches Projekt Klettgau 1984–86»

(HUFSCHEID et al. 1987) und «Realisierungs-Projekt Klettgau 1987–1991» (DICK & PIERI 1992). Auf der rechtlichen Seite standen bereits zu Projektbeginn vorbildliche kantonale Abgeltungsrichtlinien für ökologische Leistungen zur Verfügung (Richtlinien zur Bemessung der Abgeltung von Leistungen für den ökologischen Ausgleich).

Tabelle 25 Landwirtschaftliche Nutzung der drei Untersuchungsgebiete im Klettgau im Jahre 1996. Aufgeführt sind Nutzungstypen, die in mindestens einem Gebiet mindestens 5% an der freien Feldfläche resp. an der landwirtschaftlichen Nutzfläche ausmachen. LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche. Grünland ohne Flächen, die als ökologischer Ausgleich angemeldet waren. Aus Jenny et al. 1997.

	Widen	Langfeld	Plomberg
Feldfläche [km ²]	4.9	2.0	4.5
Überbaut (inkl. Strassen) [%]	10.1	14.8	6.1
LN [%] davon	85.4	77.0	89.7
Grünland [%]	10.8	6.1	12.3
Getreide [%]	49.2	57.3	45.3
Hackfrüchte [%]	35.5	34.1	38.4
Spezialkulturen [%]	1.4	-	1.2
öAF nach DZV	3.1	2.5	2.8
naturnahe Strukturen [% FF]	4.3	2.9	1.5

Das Vorgehen bezüglich Motivation und Beratung der Landwirte ist mit jenem in der Champagne genevoise direkt vergleichbar. Im Klettgau ging man aber mit dem Emmer-Einkorn-Projekt noch einen entscheidenden Schritt weiter, indem eine Vernetzung von Naturschutz und Ökonomie gewagt wurde. Die uralten Weizen-Sorten «Emmer» *Triticum dicoccum* und «Einkorn» *Triticum monococcum* wurden wieder angebaut und zwar in sogenannten Feldflora-Reservaten. Das Getreide wurde dann zu Produkten wie Bier, Teigwaren usw. weiterverarbeitet und vermarktet. Es zeigte sich, dass die Nischenprodukte gut verkauft werden konnten (JENNY et al. 1999a, JENNY 2000a).

Dank den Anstrengungen stieg der Anteil ökologisch wertvoller Ausgleichsflächen im Klettgau deutlich an (JENNY & WEIBEL 1999, Tab. 26).

Der Feldhasenbestand zeigte von 1993 bis 1999 im Populationsraum Klettgau relativ starke Schwankungen (Nr. 57 in Tab. 11). Die Bestände in den verschiedenen Zählgebieten verliefen nicht parallel. In den beiden aufgewerteten Gebieten konnte kein abweichender Trend festgestellt werden.

Tabelle 26 Entwicklung der ökologisch wertvollen Ausgleichsflächen auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) von 1991 bis 1998 in den drei Teilgebieten (in ha; aus JENNY & WEIBEL 1999).

	Widen		Langfeld		Plomberg	
	1991	1999	1991	1999	1991	1999
Buntbrachen, Feldflorareservat [ha]	–	8.2	–	3.2	–	1.3
artenreiche Wiesen [ha]	6.4	9.8	0.8	2.4	3.2	4.2
Hecken [ha]	0.4	0.4	–	0.2	0.5	1.2
Total [ha]	6.8	18.4	0.8	5.8	3.7	6.7
Anteil an der LN [%]	1.5	4.0	0.4	3.3	0.9	1.6

Verschiedene Detailuntersuchungen zeigten, dass sich die hochwertigen ökologischen Ausgleichsflächen, besonders die Buntbrachen und Feldflora-Reservate, für viele Pflanzen- und Tierarten einen wertvollen Lebensraum darstellen (z.B. ULLRICH 1999, UEHLINGER 2000). Auch auf die Vögel übten die neuen ökologischen Ausgleichsflächen einen positiven Einfluss auf (JENNY 2000b). Der Turmfalke *Falco tinnunculus* profitierte vom verbesserten Nahrungsangebot im Winter (BUNER 1998). Die Feldlerche nutzt die Buntbrachen überproportional häufig zur Nahrungssuche und zum Nestbau (WEIBEL 1999, JENNY & WEIBEL 1999). Die ökologischen Ausgleichsflächen wirken sich aber auch positiv auf die Artenvielfalt des Gebietes aus. Grauammer *Miliaria calandra*, Wachtel *Coturnix coturnix* und Schwarzkehlchen *Saxicola torquata* nahmen im Bestand zu (JENNY et al. 1999a).

6.4 St. Galler Rheintal

Die St. Galler Rheinebene zwischen Oberriet und Widnau umfasst rund 54 km² und liegt auf 400 bis 440 m ü.M. Die ganze Ebene wurde im Feldhasenprojekt bearbeitet (SG02, SG03, SG05 bis SG15).

Das Gebiet ist landwirtschaftlich intensiv genutzt (Tab. 27). 51 km Windschutzstreifen und viele Meliorationskanäle gliedern die Landschaft. Als Relikte grossflächiger Moorlandschaften sind mehrere national bedeutende Flachmoore erhalten geblieben, darunter die Torfstichlandschaft Bannriet/Spitzmäder in den Gemeinden Altstätten und Oberriet (SCHLEGEL et al. 1997). Insgesamt nahmen die naturnahen Strukturen mit 7.6% bereits zu Beginn einen relativ hohen Anteil am Untersuchungsgebietes ein (Tab. 24).

Das Aufwertungsprojekt wurde vor allem vom Verein Pro Riet Rheintal vorangetrieben. Mit diversen Partnern wurden mehrere Projekte durchgeführt. Als Partner waren die Schweizerische Vogelwarte, verschiedene Stiftungen (Dr. Berthold Suhner-Stiftung, Dr. Viktor Klingler-Stiftung, Fonds Landschaft Schweiz, Lotteriefonds des Kantons St. Gallen, Schweizerische Stiftung für Vogelschutzgebiete, Pro Patria) und die beteiligten Gemeinden sowie die Melioration beteiligt.

Tabelle 27 Landwirtschaftliche Nutzung des St.Galler Rheintals im Jahre 1999.

	Rheintal SG	
Feldfläche [km ²]	53	
Überbaut (inkl. Strassen) [%]	11	
Landwirtschaftlich genutzt [%] davon	80.7	
Grünland [%]		58
Getreide [%]		12
Hackfrüchte [%]		26
Spezialkulturen [%]		4
Naturnahe Strukturen [% FF]	8.3	

Bis 1997 lag der Schwerpunkt beim Schaffen neuer Naturschutzgebiete und Pufferzonen. Dazu wurden die Flächen aufgekauft und aufwändige Massnahmen getroffen (z.B. oberflächlich abhumusiert, grosse Weiher angelegt). 1998 wurde zusätzlich zusammen mit der Vogelwarte das Projekt «Ökoflächen für den Feldhasen» gestartet. Zur Förderung des Feldhasen, der Feldlerche und anderer Tiere der offenen Kulturlandschaft wurden mit Landwirten Verträge für neu gesäte Blumenwiesen, Buntbrachen oder extensiv genutzte Dauerwiesen abgeschlossen.

Bis 1999 konnten insgesamt auf einer Fläche von rund 41 Hektaren Lebensraumverbesserungen ausserhalb der Naturschutzgebiete vorgenommen werden (Tab. 24). Knapp die Hälfte entfällt auf Vertragsflächen.

Der Feldhasenbestand zeigte noch keine positive Reaktion. Im zentralen Zählgebiet SG07 sank er sogar von 13.9 Feldhasen/km² im Jahr 1991 auf 5.4 im Jahr 1999. Er näherte sich somit den Werten der übrigen Zählflächen in der Region.

Es wurden aber Erfolgskontrollen an verschiedenen anderen Tiergruppen und an Pflanzen durchgeführt. So werden seit 1999 Schwebfliegen und Heuschrecken kartiert, und es laufen Versuche zur Optimierung der floristischen Artenvielfalt.

In sechs vormalig landwirtschaftlich intensiv genutzten Parzellen im Umfeld der Torfstichlandschaft Bannriet/Spitzmäder wurden 1994 und 1995 neue Flachgewässer geschaffen, der nährstoffreiche Oberboden teilweise abhumusiert und kleinere Teilflächen als Blumenwiesen angesät bzw. mit Strauchgruppen bestockt. Für die Untersuchungsperiode 1994–1998 ergaben sich zusammenfassend folgende Zwischenergebnisse (SCHLEGEL et al. 1999):

- Pflanzen: In den sechs Untersuchungsparzellen wurden bisher über 250 Pflanzenarten nachgewiesen, davon 25 Arten der Roten Liste (LANDOLT 1991). Besonders hervorzuheben ist der Nachweis des äusserst seltenen Mittleren Sonnentaus *Drosera intermedia*. Spontan aufgekommen, spriest diese fleischfressende Pflanze wieder zu mehreren Tausend auf einem freigelegten Torfboden.
- Vögel: Der Kiebitz war einst Charaktervogel der offenen Rheinebene ist aber in den letzten Jahren selten gewordenen. In den aufgewerteten Parzellen hat er jetzt

wiederholt erfolgreich gebrütet. Während der Zugzeit finden an den neugeschaffenen sumpfig-schlickigen Gewässeruferrn viele Watvögel ideale Nahrungsgründe. Auch Weissstörche halten sich immer wieder in den aufgewerteten Parzellen auf und haben in der näheren Umgebung bereits erfolgreich gebrütet.

- Amphibien: In den neugeschaffenen Flachgewässern kommen insgesamt 10 Amphibienarten vor, darunter alle vier auf der Alpennordseite heimischen Molche. Dies ist auch gesamtschweizerisch gesehen ein bedeutender Erfolg. Auch die Rufe des Laubfrosches und, in wenigen Exemplaren, der Gelbbauchunke sind an einzelnen Gewässern zu vernehmen.
- Libellen: Beobachtungen zeigen, dass auch Arten vom erweiterten Gewässerangebot (vor allem den Flachwasserzonen) profitieren, die in den schmalen Gräben der Torfstichlandschaft Bannriet/Spitzmäder kaum vorkommen. Dazu gehören Vertreter der Roten Liste wie die Sumpf-Heidelibelle, die Gefleckte Heidelibelle, der Südliche Blaupfeil, das Kleine Granatauge, die Südliche Binsenjungfer und die Feuerlibelle. Insgesamt wurden bisher 35 Arten nachgewiesen, davon 10 der Roten Liste.
- Heuschrecken: 1998 wurde in einer aufgewerteten Parzelle erstmals eine Population der stark gefährdeten Sumpfschrecke nachgewiesen. In zwei Parzellen konnten 1998 ebenfalls einige Sumpfgrielen vernommen werden. Auch sie werden in der Roten Liste als stark gefährdet eingestuft.

6.5 Grosses Moos (BE / FR)

Das Grosse Moos liegt im bernisch-freiburgischen Seeland zwischen Bieler-, Neuenburger- und Murtensee auf 430 bis 440 m ü.M. Das Gebiet wird intensiv landwirtschaftlich genutzt (Tab. 28). Naturnahe Lebensräume konzentrieren sich auf Verlandungszonen der Seeufer, Wälder, einige als Schutzgebiete ausgewiesene Reste der ehemaligen Sumpflandschaft sowie wenige Heckenzüge. Hier halten sich, unterstützt durch die klimatische Gunstlage, einige gefährdete Vogelarten der Feldflur in geringer Dichte, wozu das Rebhuhn allerdings nicht mehr gehört.

Im Grossen Moos laufen verschiedene Projekte nebeneinander. Der «Biotopverbund Grosses Moos» koordiniert die Bestrebungen. Pro Natura Bern und die Gemeinden haben Projekte zur Aufwertung der Landschaft durchgeführt. Das Hauptgewicht der Aktivitäten der Vogelwarte bestand darin, Grundlagen für die Erfolgskontrolle bereitzustellen. 1993 erstellten Mitarbeiter der Vogelwarte für den ganzen Berner Teil ein Lebensrauminventar, welches 1997 aktualisiert wurde. Seit 1995 werden anspruchsvolle Brutvogelarten jährlich auf 70 km², seit 1997 auf knapp 100 km² kartiert.

Verschiedenste konkrete Massnahmen zum ökologischen Ausgleich konnten angegangen werden. So entstanden u.a. in Kallnach 3.7 ha extensiv genutzte Wiesen auf stillgelegtem Ackerland, in Kerzers wurden in Zusammenarbeit mit der Gemeinde diverse Elemente der Landschaftsplanung (Kleingehölze, Wiesen) realisiert. Für die Landwirtschaftsbetriebe der beiden Strafanstalten Witzwil und Bellechasse wurden

Konzepte zur ökologischen Aufwertung erstellt und mit der Umsetzung begonnen. Auf dem Gebiet der Anstalt Witzwil konnten 1,6 ha Buntbrache angelegt werden, in Bellechasse entstanden 1 ha Buntbrache und 0,9 ha extensive Wiese, zudem wurde die Umwandlung einer Birkenhecke in Angriff genommen, und eine Dauerweide mit Gebüschgruppen aufgewertet.

Tabelle 28 Landwirtschaftliche Nutzung der Zählgebiete im Grossen Moos.

	Grosses Moos	
Feldfläche [km ²]	36.45	
Überbaut (inkl. Strassen) [%]	7.5	
Landwirtschaftlich genutzt [%] davon	87.5	
Grünland [%]		25
Getreide [%]		22
Hackfrüchte [%]		36
Spezialkulturen [%]		15
Naturnahe Strukturen [% FF]	5.1	

Der Feldhasenbestand im Grossen Moos ist im Vergleich zu den übrigen Zählgebieten der Schweiz hoch (Nr. 21 und 22 in Tab. 11). Im Zentrum der Ebene (Zählgebiet BE09) ist der Bestand mit 22,2 Feldhasen/km² auch absolut gesehen als hoch zu bezeichnen. Im Verlauf der Jahre schwankte er zwar, zeigt aber keine Tendenz.

Auch die Brutvögel zeigen (noch) keine Tendenz. Immerhin deuten Einzelereignisse auf einen Erfolg hin, so bezog ein Paar Grauammern ein Revier auf der Extensivwiese in Treiten ein Jahr nach deren Anlegen.

6.6 Gürbetal (BE)

Das Gürbetal liegt südlich der Stadt Bern auf 510 bis 580 m ü.M. Das Tal ist eine durch eiszeitliche Gletscher und Fliessgewässer geformte Übergangslandschaft zwischen Alpen und Mittelland. Die Nutzung der Talebene ist in Tab. 29 aufgeführt. Die wenigen naturnahen Lebensräume konzentrieren sich auf die Hangbereiche und entlang der Gürbe und ihrer Zuflüsse.

Als Aufwertungsgebiet wurden bisher vor allem die Zählgebiete BE06 und BE07 bearbeitet. Im Unterschied zu anderen Landschaften bestanden zu Projektbeginn noch wenig andere Naturschutzprojekte. Der Planungsverein Region Gürbetal erstellte ein Landschaftsentwicklungskonzept (LEK; 1996–1999). Das im Rahmen des Feldhasenprojektes erstellte Lebensrauminventar wurde als Grundlage dafür verwendet. 1999 wurde eine private regionale Trägerschaft gegründet, mit dem Ziel, Massnahmen im Bereich des ökologischen Ausgleichs zu fördern und die Finanzierung gemäss Vorgaben der bernischen «Verordnung über die Erhaltung der Lebensgrundlagen und der Kulturlandschaft» sicherzustellen.

Tabelle 29 Landwirtschaftliche Nutzung der Zählgebiete im Gürbetal.

	Gürbetal	
Feldfläche [km ²]	16.3	
Überbaut (inkl. Strassen) [%]	5.6	
Landwirtschaftlich genutzt [%] davon	91.2	
Grünland [%]		64
Getreide [%]		24
Hackfrüchte [%]		10
Spezialkulturen [%]		2
Naturnahe Strukturen [% FF]	3.2	

1998 wurde im Rahmen des Feldhasenprojektes damit begonnen, in einem Kernbereich der Ebene ökologische Ausgleichsflächen zu schaffen. In der Gürbetalebene wurde der ökologische Ausgleich mit Zusatzbeiträgen finanziell unterstützt und damit gefördert. Zahlreiche Bauern machten vom Angebot Gebrauch, so dass im ersten Jahr bereits 17 ha unter Vertrag genommen werden konnten.

Der Feldhasenbestand ist niedrig und zeigt negative Tendenzen. Wie die seit 1997 auf Teilflächen laufenden Bestandsaufnahmen der Brutvögel zeigen, reagieren die Vögel offenbar positiv auf die ökologischen Ausgleichsflächen. Der Feldlerchenbestand nahm in Seftigen von 1997 bis 1999 deutlich zu und 1999 besetzte erstmals seit langem ein Paar Braunkehlchen ein Revier und zwar auf einer extensiv genutzten Wiese. Noch ist es aber zu früh, um den Erfolg abschliessend zu beurteilen.

6.7 Wauwiler Ebene (LU)

Die Wauwiler Ebene liegt im Luzernischen Mittelland nordwestlich des Sempachersees auf 500 m ü.M. Die ehemalige Flachmoor-Landschaft wurde seit dem zweiten Weltkrieg stark drainiert und ist heute landwirtschaftlich intensiv genutzt (Tab. 30). Noch herrschen aber feuchte Böden vor. Der Anteil naturnaher Flächen ist mit rund 5% an der offenen Fläche recht gering, obwohl drei national oder regional bedeutende Flachmoore im Gebiet liegen. Die Grenzen von BLN-Gebiet und Aufwertungsgebiet decken sich weitgehend (18 km²).

Anlässlich des 2. Europäischen Naturschutzjahres initiierten der Luzerner Natur- und Vogelschutzverband und die Schweizerische Vogelwarte Sempach ein Revitalisierungsprojekt für die Ebene (GRAF 1999). Den Landwirten wurden Verträge und zusätzliche Zahlungen angeboten, wenn sie sich bereit erklärten, zusätzliche Auflagen zu Gunsten des Naturschutzes in Kauf zu nehmen. Wichtiger Teil war auch die Information der Bevölkerung.

Tabelle 30 Landwirtschaftliche Nutzung des Wauwiler Moores.

	Wauwiler Moos	
Feldfläche [km ²]	16.5	
Überbaut (inkl. Strassen) [%]	1.8	
Landwirtschaftlich genutzt [%] davon	72	
Grünland [%]		48.0
Getreide [%]		16.4
Hackfrüchte [%]		35.1
Spezialkulturen [%]		0.6
Naturnahe Strukturen [% FF]	5	

Positiv für den Verlauf des Projektes war, dass 1993 vom Kanton ein Nutzungs- und Schutzkonzept für die gesamte Ebene erstellt wurde, in dem unter anderem auch die Rahmenbedingungen für die Pacht resp. für den Verkauf von Staatsland geregelt wurden. In der Folge konnte die Vogelwarte zwei bis anhin intensiv landwirtschaftlich genutzte Parzellen pachten, ökologisch aufwerten und den ansässigen Landwirten zur Unterpacht weitergeben. Die beiden 6 resp. 3 ha grossen Parzellen liegen auf ökologisch besonders wertvollen Standorten (regelmässige Vernässung) und bilden heute zwei Kerngebiete im Lebensraumverbund der Gegend (GRAF 1999).

Im Rahmen des Revitalisierungsprojektes konnten bis 1999 21.5 ha ökologische Ausgleichsflächen angelegt werden (Tab. 31).

Tabelle 31 Im Rahmen des Projektes Revitalisierung Wauwiler Ebene angelegte ökologische Ausgleichsflächen (Angaben in ha).

	Vertragsabschluss					Total
	1995	1996	1997	1998	1999	
Hecke [ha]		0.03	0.20	0.07		0.30
Saum [ha]	1.38	2.47		1.61	0.50	5.96
Teich [ha]		0.02	0.04	0.05		0.11
Buntbrache & ext. Ackerbau [ha]	0.79	1.19	1.08	0.37		3.43
Extensivwiese [ha]		4.31	5.45	2.78	0.18	12.72
Total [ha]	2.17	8.02	6.77	4.88	0.68	21.52

Das Schwergewicht lag auf extensiv genutzten Wiesen, Säumen und Buntbrachen. Es wurden aber auch mehrere neue Teiche angelegt.

Der Feldhasenbestand in der Wauwiler Ebene nahm bis 1997 deutlich ab, seither hat er sich wieder leicht erhöht. Allerdings liegt der heutige Schwerpunkt der Feldhasenpopulation im Ostteil der Ebene, wo am wenigsten Ausgleichsflächen realisiert werden konnten (SIEBER & PFISTER 1999).

Vor allem die beiden grossen extensiv genutzten Parzellen, auf denen jeweils auch künstliche Tümpel angelegt wurden, haben sich auf verschiedene Tiergruppen positiv ausgewirkt. So stieg der Bestand der gefährdeten Kreuzkröte *Bufo calamita* sprunghaft an (WIPRÄCHTIGER 1999) und die Teiche wirkten sich positiv auf die Libellenfauna aus (BOLZERN & WIPRÄCHTIGER 1999). GRAF et al. (1999) konnten bei einer Untersuchung eines Brachestreifens zeigen, dass sich dieser positiv auf die Laufkäfer- und Heuschreckenfauna auswirkte.

Dass sich ökologische Ausgleichsflächen für die Landwirte auch finanziell durchaus positiv auswirken, zeigte die Modellrechnung vom Betrieb mit dem grössten Anteil ökologischer Ausgleichsflächen (HUNKELER 2000).

6.8 Inwil (LU)

Der südwestliche Teil der Gemeinde Inwil liegt in der Luzerner Reuss-Ebene auf 410 m ü.M. Der nordwestliche Teil ist hügelig, die höchsten Erhebungen reichen bis 550 m ü.M. Seit 1997 ist die Luzerner Reuss-Ebene ein Zählgebiet des Feldhasenprojektes (LU07). Auf Initiative der örtlichen Jagdvereine werden seit 1998 ökologische Ausgleichsflächen angelegt (Tab. 24; KESTENHOLZ 2000).

In den ersten beiden Jahren konnten schon elf Weiher ausgehoben, diverse Säume und extensiv genutzte Wiesen angelegt und ein Arboretum mit 30 alten Obstsorten gesetzt werden. Erfolgskontrollen liegen noch keine vor.

6.9 Kanton Basel-Landschaft

Im Kanton Basel-Landschaft werden die drei Flächen «Laufen» (BL05), «Aesch-Ettigen-Rheinach-Therwil» (BL02) und «Wenslinger Feld» (BL04) seit 1996 im Rahmen des Feldhasenprojektes bearbeitet. Der Basellandschaftliche Jagdschutzverband, der Basellandschaftliche Natur- und Vogelschutzverband und Pro Natura Baselland haben sich zu einer Arbeitsgemeinschaft zusammengefunden mit dem Ziel, den ökologischen Ausgleich in den drei Teilgebieten zu fördern. Die Bedingungen sind im Kanton ideal, da der Kanton den Landwirten zusätzliche Beiträge für besonders wertvolle ökologische Ausgleichsflächen anbietet. In Teilgebieten «Aesch-Ettigen-Rheinach-Therwil» und «Wenslinger Feld» wurden bereits mehrere Buntbrachen angesät. Für eine Erfolgskontrolle ist es jedoch noch zu früh.

6.10 Erfahrungen aus den Aufwertungsgebieten

Das Konzept des regionalen Vorgehens hat sich bewährt. Eine Region von 5–25 km² Grösse ist übersichtlich genug, damit sich die beteiligten Partner (Projektleiter, Landwirte, Behörden usw.) persönlich kennen und ein Vertrauensverhältnis aufbauen können, und dass mit vertretbarem Aufwand eine sichtbare Aufwertung erreicht

werden kann. Andererseits braucht es solch grosse Räume, damit überlebensfähige Populationen mittelgrosser Tierarten (Kleinsäuger, viele Singvogelarten) gefördert werden können.

Es hat sich gezeigt, dass sich jede Region eigenständig entwickelt, also zum Beispiel andere Massnahmenswerpunkte gesetzt wurden. Da die notwendige enge Zusammenarbeit der verschiedensten Partner nicht garantiert werden kann, muss auch mit einem Scheitern einzelner Projektregionen gerechnet werden. Soll das Gesamtprojekt erfolgreich verlaufen, muss deshalb die Zahl der bearbeiteten Regionen gross genug sein.

Es bestätigte sich erneut, dass massnahmenorientierte Projekte genügend offen formuliert sein müssen, damit sich bietende Chancen rasch genutzt werden können. Es liesse sich so vermeiden, dass starre und detailreiche Konzepte den Widerstand der Betroffenen hervorruft.

Als sehr hilfreich hat sich erwiesen, eine oder zwei Ansprechpersonen pro Region zu bestimmen, über die alle Kontakte laufen. Der Aufwand, den diese Regionalkoordinatoren leisten müssen, ist beachtlich, doch ist nur so gewährleistet, dass ein Vertrauensverhältnis mit den Landwirten aufgebaut werden kann.

Selbst wenn dank der Konzentration in den Regionen rasch relativ viele ökologische Ausgleichsflächen angelegt werden können, muss genügend Zeit für das Projekt eingerechnet werden. Bis alle Grundlagen bereit sind (Konzept, Finanzen, Ansprechpersonen) und die ersten Massnahmen realisiert werden können, vergehen in der Regel ein bis zwei Jahre. Danach braucht es nochmals einige Jahre, bis genügend viele Massnahmen realisiert sind. Die Reaktion der Tiere braucht in der Regel noch länger. Nur wenige Arten reagieren spontan. Gerade der Feldhase ist in dieser Beziehung eine schwierige Art, denn eine Reaktion des Bestandes kann wegen dem Phänomen des Massenwechsels erst spät als solche erkannt werden. Der Feldhase hat sich dagegen als sehr geeignete Art für die Öffentlichkeitsarbeit erwiesen. Dank seiner Beliebtheit gelang es immer wieder, Personen und Institutionen von der Notwendigkeit von Massnahmen zu überzeugen.

7 Allgemeine Diskussion

7.1 Überwachung des Feldhasenbestands

Es gibt eine Vielzahl von möglichen Methoden um Feldhasenbestände zu ermitteln (eine Übersicht gibt LANGBEIN et al. 1999). Die meisten Methoden sind aber so aufwändig, dass nur sehr kleine Flächen bearbeitet werden können. Die Wahl der Methode hängt aber nicht nur vom Aufwand ab, sondern auch von den zu bearbeitenden Landschaften. So entwickelten z.B. VERHEYDEN (1991) eine spezielle Methode, die an heckenreiche Landschaften angepasst ist.

Die Scheinwerfer-Flächentaxation wurde für die Beobachtung von Feldhasen im Schweizer Mittelland entwickelt (PFISTER 1984). Dank dem spezifischen Verhalten des Feldhasen ist es mit dieser Methode möglich, Bestand und Verteilung fast vollständig zu erfassen. Die Doppelbeobachtungsrate liegt bei maximal 5% (PFISTER 1984). Die Methode erwies sich als so robust, dass sie sich für die quantitative Erfassung von Feldhasenbeständen und Verteilungsmustern gut eignet.

Für ein landesweites Monitoring müssen viele verschiedene Bearbeiter eingesetzt werden. Obwohl die Bearbeiter entsprechend instruiert wurden, ergibt sich aus diesem Umstand eine gewisse Varianz der Datenqualität. Eine weitere Quelle für grosse Unterschiede liegt in den tiefen Feldhasendichten. Bei tiefen Feldhasendichten werden die Vorgaben der Scheinwerfer-Flächentaxation (z.B. Schrittempo) schlechter eingehalten als bei hohen Dichten. Dadurch steigt aber das Risiko, Feldhasen zu übersehen. In sehr kleinen Zählgebieten kann aber schon ein einziger (übersehener) Feldhase einen grossen relativen Fehler erzeugen.

7.2 Indikationswert des Feldhasen

Der Feldhase war 1999 im schweizerischen Mittelland noch weit verbreitet, wenn auch vielerorts nur in minimalen Dichten (Abb. 9). Da das schweizerische Mittelland heute nur noch sehr wenig naturnahe Strukturen aufweist, ist auch die darauf angewiesene Fauna nur in Ausnahmefällen oder in geringer Häufigkeit vorhanden. So sind z.B. anspruchsvollere Brutvögel so selten, dass aufgrund ihres Vorkommens statistisch gesicherte Aussagen nur sehr beschränkt möglich sind (SPIESS et al. 2002).

Der Feldhase ist wegen des Massenwechsels und der nicht-linearen Abhängigkeit von der Raumgrösse nicht einfach zu überwachen. Aussagen über die Bestandsentwicklung sind nur über längere Zeiträume hinweg möglich. Kurzfristige Erfolge aufgrund der Aufwertungsmassnahmen können im Gegensatz zu einigen Vogelarten (JENNY et al. 1999b, LUGRIN 1999) nicht nachgewiesen werden. Das «Allerton Projekt» in England zeigt aber, dass sich die Feldhasenbestände bei guten Bedingungen (u.a. 15% naturnahe Strukturen) innert mehrerer Jahre wieder erholen (BOATMAN 1996).

Im Vergleich mit den meisten Vogelarten hat der Feldhase den Vorteil, dass er das ganze Jahr im Untersuchungsgebiet bleibt und somit auch die Lebensraumqualität im Winterhalbjahr anzeigt.

7.3 Machbarkeit der landesweiten Bestandsüberwachung

Die Methode der Scheinwerfer-Flächentaxation erwies sich als geeignet, um mit Hilfe von Jägern und Wildhütern grossflächig und langfristig die Feldhasenbestände zu erfassen. Wie die Auswertungen zeigten (Kapitel 3.3.5), sind die gewählten Raumeinheiten und die Qualität der Daten ausreichend, um mit relativ gutem Erklärungsgrad die wichtigsten Einflussgrössen auf die Feldhasenbestände zu ermitteln. Die Methode lässt sich somit für ein langfristiges Feldhasenmonitoring auf kantonaler Ebene verwenden, nachdem die Jagdstatistiken diesem Zweck heute nicht mehr genügen.

Die robuste Beschreibung der Landschaftsqualitäten (Kapitel 2.2.4) entspricht der Genauigkeit der Feldhasenzählungen. Einerseits kann der Landschaftszustand periodisch im Sinne eines Monitorings überprüft und andererseits das Defizit an Lebensraumelementen spezifisch für den Feldhasen geschätzt werden. Die Veränderungen bspw. durch ökologische Ausgleichsmassnahmen lassen sich zum Teil quantitativ bestimmen und mit Veränderungen bezüglich Verteilungsmuster und Dichte beim Feldhasen und anderen Tierarten vergleichen. Damit erhält man die notwendigen Grundlagen für Erfolgskontrollen.

Andererseits kann das gewählte Vorgehen nur Hinweise auf die ökologischen Beziehungen zwischen Feldhase und Lebensraum vermitteln. Die Korrelationen zeigen Ausprägung und Richtung möglicher Zusammenhänge. Die entsprechenden Hypothesen können aber dazu dienen, in Feldexperimenten (z.B. durch wissenschaftliche Studien im Rahmen von Erfolgskontrollen) die Annahmen zu verifizieren.

7.4 Naturnahe Strukturen und ökologischer Ausgleich

Naturnahe Strukturen bestehen in den meisten Zählgebieten weitgehend aus Hochstammobstgärten oder Feuchtgebieten (Abb. 8). Diese Strukturen werden aber von den Feldhasen nur ausnahmsweise genutzt oder sogar gemieden.

Gesamtschweizerisch erreichen die ökologischen Ausgleichsflächen zwar die vom BLW angestrebten Anteile an der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Es herrscht aber eine grosse Diskrepanz zwischen den insgesamt angemeldeten ökologischen Ausgleichsflächen und der Situation in Ackerbaugebieten (JENNY et al. 2001, SPIESS et al. 2002). Unter den momentanen Rahmenbedingungen werden ökologische Ausgleichsflächen häufig an Grenzertragsstandorten wie Waldrändern und Strassen angelegt bzw. es handelt sich oft um bestehende und bereits extensiv genutzte Flächen

(Strassen- u. Bachböschungen, Restflächen). Auf intensiv ackerbaulich genutzten Flächen werden ökologische Ausgleichsflächen nur dann angelegt, wenn den Landwirten neben dem finanziellen Anreiz auch eine weitgehende Beratung und Betreuung angeboten wird (JENNY et al. 1999b).

Die Bestandszunahmen des Feldhasen während der letzten beiden Jahre (Abb. 13) deutet darauf hin, dass sich die Feldhasenbestände langsam erholen.

Die ökologischen Ausgleichsflächen könnten eine Verbesserung des Lebensraumes bewirkt haben, und/oder der Massenwechsel könnte zur Bestandsentwicklung beigetragen haben. Wiesen, die als ökologische Ausgleichsflächen angemeldet sind, dürfen erst am 15. Juni gemäht werden. In den letzten Jahren ist der Anteil solcher Wiesen auf knapp 5% angestiegen. Viele dieser Wiesen weisen eine geringe Artenvielfalt auf und konnten bis jetzt nur aufgrund des unterschiedlichen Schnitttermines von Wirtschaftswiesen unterschieden werden (SPIESS et al. 2002). Der spätere Schnitttermin ermöglicht beim Feldhasen aber, dass ein bis zwei zusätzliche Sätze überleben. Die Bestandsveränderung hängt von der Anzahl Sätze und von der Satzgrösse ab (HANSEN 1992). In den Monaten Mai und Juni sind auch die Satzgrössen überdurchschnittlich.

Mit den 1999 neu eingeführten Beiträgen für eingeführten Rotationsbrachen und Ackerschonstreifen ist auf ackerbaulichen Grenzertragböden in den kommenden Jahren zudem eine weitere Verbesserung der Lebensraumqualität für den Feldhasen zu erwarten.

7.5 Schlussfolgerungen

Der Feldhase ist als Indikatorart geeignet, weil er immer noch weit verbreitet ist und relativ einfach und zuverlässig gezählt werden kann. Zudem ist der Feldhase ein Sympathieträger mit grosser Akzeptanz in der Bevölkerung und kann als «Schirmart» für andere bedrohte Arten verwendet werden. Die Methode der Scheinwerfer-Flächentaxation ist geeignet, um mit Hilfe von Jägern und Wildhütern grossflächig und langfristig Feldhasenbestände zu erfassen. Für den Vergleich benötigte landschaftsökologische Daten lassen sich mit der LRI-Methode und Nutzungskartierung periodisch ebenfalls grossflächig und zeitgerecht erheben.

Die Analyse der Bestandsentwicklung und der Verteilungsmuster bestätigen im Wesentlichen die Resultate der multiplen Regression: Als zentrale Einflussgrössen für den Feldhasen resultierten in allen Auswertungen die Raumgrösse, die Frühjahrsniederschläge, die Landwirtschaft und die Verkehrsnetzdichte.

Folgende Fragen konnten aber nicht abschliessend geklärt werden: Sind Gebiete mit viel Grünland für den Feldhasen ungünstig, weil die Aufzucht von Junghasen durch die häufige Mahd verunmöglicht wird, oder ist die fehlende Diversität (z.B. an Nahrungspflanzen) der zentrale Punkt. Ist eine hohe Verkehrsnetzdichte ungünstig, weil

die Raumgrösse zusätzlich eingeschränkt wird, oder verursacht ein dichtes Verkehrsnetz vermehrte Störungen durch menschliche Aktivitäten (z.B. Verkehrslärm oder intensiver Freizeitbetrieb).

Wegen des Massenwechsels müssen sich Bestandsüberwachungen mindestens über 10 Jahre erstrecken, bevor zuverlässige Aussagen über Trends gemacht werden können. Im letzten Drittel der vorliegenden Untersuchung konnte, nach jahrzehntelangen Bestandsabnahmen, eine Trendwende festgestellt werden. Die Auswertung der Zählungen vom Frühjahr 2000 zeigen weiterhin eine Bestandszunahme, obwohl der Frühling sehr niederschlagsreich war. Dies festigt die Hoffnung, dass der ökologische Ausgleich für die Bestandszunahmen verantwortlich ist. Da die Landwirte die ökologischen Ausgleichsflächen heute auf Pläne einzeichnen müssen, sollte es in Zukunft möglich sein, ihre Bedeutung genauer zu ermitteln.

Das Monitoring der Feldhasenbestände kann sinnvoll in der beschriebenen Art und Weise weitergeführt werden. Der Detaillierungsgrad erlaubt zwar keine Analysen von punktuellen Fragestellungen auf intensivem Niveau, dafür können so langfristige, landesweite Untersuchungen durchgeführt werden.

8 Literatur

- AITCHISON, J. (1986): The Statistical Analysis of Compositional Data. Chapman & Hall, London, New York.
- ANDERSEN, J. (1957): Studies in Danish hare populations. I. Population fluctuations. Danish Review of Game Biology 3: 85–131.
- BARNES, R.F.W.; TAPER, S.C.; WILLIAMS, J. (1983): Use of pastures by brown hares (*Lepus europaeus*). Journal of Applied Ecology 20: 179–186.
- BFS (Bundesamt für Statistik) (1997): Einblick in die schweizerische Landwirtschaft. Ausgabe 1997. Bundesamt für Statistik, Bern.
- BLAB, J. (1993): Grundlagen des Biotopschutzes für Tiere. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 24.
- BOATMAN, N. (1996): Farmland conservation: a case study – the Allerton project. Game Conservancy Review 27: 75–80.
- BODENKARTEN 1:25000. Blätter Bregenz, Feldkirch und Dornbirn. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- BOLZERN, H.; WIPRÄCHTIGER, P. (1999): Zur Libellenfauna in der Wauwiler Ebene. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern 36: 139–144.
- BRESINSKI, W. (1983): The effect of some habitat factors on the spatial distribution of a hare population during winter. Acta Theriologica 28: 435–442.
- BROGGI, M.F.; SCHLEGEL, H. (1989): Mindestbedarf naturnaher Ausgleichsflächen in schweizerischen Kulturlandschaften. Bericht des Nationalen Forschungsprogramm «Boden» 31.
- BUNER, F. (1998): Habitat use of wintering Kestrels *Falco tinnunculus* in relation to perch availability, vole abundance and spatial distribution. Diplomarbeit Universität Basel und Schweizerische Vogelwarte Sempach Basel, Sempach.
- BURNHAM, K.P., ANDERSON, D.R. (1998). Model Selection and Inference: A Practical Information-Theoretic Approach. New York, Springer Verlag.
- Buwal (Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft)(1997): Landschaftskonzept Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- BÜTTNER, S. (1996): Gesundheitszustand der Feldhasen in der Schweiz. Dissertation Universität Bern.
- CARL, M. & B. JESSEL (1998). Strukturierte Bibliographie: Zielarten-Leitarten-Indikatorarten. In: Jessel, B. (Hrsg.): Zielarten-Leitarten-Indikatorarten. Laufener Seminarreihe 8: 229–273.
- DAVIES, N.B. (1977): Prey selection and social behaviour in wagtails (*Aves: Motacillidae*). Journal of Applied Ecology 46: 37–57.
- DICK, M.; PIERI, M. (1992): Das Projekt Klettgau – Ökologischer Ausgleich in der Praxis. Bauhinia 10: 227–240.
- DIREKTZAHLUNGSVERORDNUNG Liechtensteinisches Landesgesetzblatt Nr. 92 (1996).
- DUELLI, P. (Hrsg.) (1994): Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. BUWAL-Reihe Rote Listen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- EIBERLE, K.; MATTER, F. (1982): Ergebnisse einer Streckenanalyse beim Feldhasen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 28: 178–193.
- EIBERLE, K.; MATTER, J.F.; WETTMANN, O. (1982): Zur Bestandesentwicklung des Feldhasen im Kanton Zürich. Vierteljahresschrift der naturforschenden Gesellschaft Zürich 127: 231–245.
- ENGELHARDT, W.; OBERGRUBER, R.; REICHHOLF, J. (1985). Lebensbedingungen des europäischen Feldhasen (*Lepus europaeus*) in der Kulturlandschaft und ihre Wirkung auf Physiologie und Verhalten. ANL Beiheft 5.

- FORMAN, R.T.T.; REINEKING, B.; HERSPERGER, A.M. (in Vorb.): Road Traffic and Nearby Grassland Bird Patterns in a Suburbanizing Landscape. Eingereicht bei Ecological Applications.
- FREI, E. (1980). Bodeneignungskarte der Schweiz 1:200'000. Bundesamt für Raumplanung, Bern.
- FRYLESTAM, B. (1979): Structure, size and dynamics of 3 European hare (*Lepus europaeus*) populations in southern Sweden. *Acta Theriologica* 24: 449–464.
- FRYLESTAM, B. (1980): Utilization of farmland habitats by European hares, *Lepus europaeus*, in southern Sweden. *Swedish Wildlife Research Viltrevy* 11: 449–464.
- GRAF, R. (1999): Vom Reservat in die Fläche – Ein Revitalisierungs- und Informationsprojekt für die Wauwiler Ebene. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern* 36: 347–358.
- GRAF, R.; HERTACH, T.; RÖÖSLI, T. (1999): Auswirkungen einer Grünland-extensivierung auf Laufkäfer Carabidae und Heuschrecken Orthoptera. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern* 36: 245–257.
- HANSEN, K. (1992): Reproduction in European hare in a Danish farmland. *Acta Theriologica* 37: 27–40.
- HARER, G.; NICOLET, J.; BACCIARINI, L.; GOTTSTEIN, B.; GIACOMETTI, M. (2001): Todesursachen, Zoonosen und Reproduktion bei Feldhasen in der Schweiz. *Schweizerisches Archiv für Tierheilkunde* 143: 193–201.
- HOMOLKA, M. (1982): The food of *Lepus europaeus* in a meadow and woodland complex. *Folia Zoologica* 31: 243–253.
- HOMOLKA, M.; ZEJDA, J.; BAUEROVA, Z.; KOZENA, I.; NESVADBODA, J. (1988): Importance of windbreaks for *Lepus europaeus* and *Capreolus capreolus*. *Folia Zoologica* 31: 17–25.
- HOSMER, D.W.; LEMESHOW, S. (1989): Applied Logistic Regression. Wiley, New York.
- HUFSCHMID, N.; ZEHNDER, A.; TUERLER, C.; SUTER, H. (1987): Agrar-ökologisches Projekt «Klettgau». Eine Modellstudie für Biologischen Landbau. FIBL Oberwil.
- HUNKELER, H. (2000): Erhaltung der Artenvielfalt aus der Sicht eines Bauern. *Schriftenreihe der FAL* 31: 29–31.
- INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE (2000). Atlas der Schweiz. Hrsg: Bundesamt für Landestopographie, Wabern.
- JENNY, M. (2000a): Die Auswirkungen von Buntbrachen auf Brutvögel. In: NENTWIG, W. (Hrsg.): Streifenförmige ökologische Ausgleichsflächen in der Kulturlandschaft. Ackerkrautstreifen – Buntbrache – Feldränder. 137–151. Verlag Agrarökologie, Bern, Hannover.
- JENNY, M. (2000b): Nischenproduktion als Chance für die Artenvielfalt am Beispiel des Klettgauer Emmer/Einkorn-Projektes. In: VORSTAND DES DACHVERBANDES AGRARFORSCHUNG (Hrsg.): Entwicklung nachhaltiger Landnutzungssysteme in Agrarlandschaften. *Schriftenreihe Agrarspectrum* 31: 236–246. DLG-Verlag, BLV Verlagsgesellschaft, Landwirtschaftsverlag, Frankfurt (Main), München, Münster-Hiltrup.
- JENNY, M.; WEIBEL, U.; LUGRIN, B.; JOSEPHY, B.; REGAMEY, J.-L.; ZBINDEN, N. (2002): Rebhuhn. Schlussbericht 1991–2000. *Schriftenreihe Umwelt* 335: 143 S. BUWAL, Schweizerische Vogelwarte, Bern, Sempach.

- JENNY, M.; WEIBEL, U. (1999): Qualität und Quantität des ökologischen Ausgleichs in drei intensiv genutzten Ackerbauflächen des Klettgaus. *Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 44: 107–116.
- JENNY, M.; BÄNNINGER, A.; GEHRING, B.; BARHTA, B. (1999a): Vom Artenschutzprojekt zur erfolgreichen Nischenproduktion – das Emmer-Einkorn-Projekt. *Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 44: 147–154.
- JENNY, M.; WEIBEL, U.; BUNER, F. (1999b): Der ökologische Ausgleich in intensiv genutzten Ackerbaugebieten des Klettgaus und seine Auswirkungen auf die Brutvogelfauna. *Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen* 44: 203–220.
- JESSEL, B. (Hrsg.) (1998). Zielarten-Leitarten-Indikatorarten. Laufener Seminarreihe 8: 229–273.
- JOSEPHY, B. (2000): GIS-gestützte Analyse zum Ansiedlungsverhalten ausgewählter Brutvogelarten bei Revitalisierungsmassnahmen in der Champagne genevoise (GE) von 1992 bis 1996. Diplomarbeit Geographisches Institut der Universität Zürich, Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- KÄSTLI, P.; REINEKING, B. (1999): Räumliche Habitatmodellierung am Beispiel der Goldammer *Emberiza citrinella*. Diplomarbeit an der Abteilung XB (Umwelt-naturwissenschaften) ETH Zürich.
- KALUZINSKI, J.; PIELOWSKI, Z. (1976): The effect of technical agricultural operations on the hare population. In: PIELOWSKI, Z.; PUCKECK, Z. (Hrsg.): Ecology and management of European brown hare populations. Proc. Int. Symp. Warszawa. 205–211.
- KESTENHOLZ, M. (2000): Natur aus Jägerhand. *Jagd & Natur* 2000 3: 31–34.
- KOHL, J. (1998): Das Verteilungsmuster des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) in Abhängigkeit der Waldrandstruktur. Diplomarbeit an der Professur für Natur- und Landschaftsschutz ETH Zürich, Abt. für Forstwissenschaften.
- LAMBELET-HAUETER, C. (1995): Etude de la végétation de friches spontanées dans le canton de Genève. *Candonella* 50: 330–349.
- LANDOLT, E. (1977): Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröffentlichung des. Geobotanischen Instut. ETH, Stiftung Rübel 64: Zürich.
- LANDOLT, E. (1991): Gefährdung der Farn- und Blütenpflanzen in der Schweiz. Mit gesamtschweizerischen und regionalen roten Listen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- LANGBEIN, J.; HUTCHINGS, M.R.; HARRIS, S.; STOATE, C.; TAPPER, S.C.; WRAY, S. (1999): Techniques for assessing the abundance of Brown Hares *Lepus europaeus*. *Mammal Review* 29: 93–116.
- LARSON, D. L. & C. E. BOCK (1984). Determing Avian Habitat Preference by Bird-Centered Vegetation Sampling. In: Verner J.; Morrison M. L.; Ralph C. J. (Hrsg.) *Wildlife 2000: The University of Wisconsin Press*. Madison, Wisconsin.
- LEWANDOWSKI, K.; NOWAKOWSKI, J.J. (1993): Spatial distribution of brown hare *Lepus europaeus* populations in habitats of various types of agriculture. *Acta Theriologica* 38: 435–442.
- LUGRIN, B. (1999): Habitat, densité et évolution de la population de Tarier pâtre *Saxicola torquata* du canton de Genève. *Nos Oiseaux* 46: 219–228.
- LUKA, H. (1996): Laufkäfer: Nützlinge und Bioindikatoren in der Landwirtschaft. *Agrarforschung* 3: 33–36.

- MAGURRAN, A.E. (1991): Ecological Diversity and its Measurement. Chapman & Hall, London, New York.
- MARBOUTIN, E.; AEBISCHER, N.L. (1996): Does harvesting arable crops influence the behaviour of the European hare *Lepus europaeus*? Wildlife Biology 2: 83–91.
- MARBOUTIN, E.; HANSEN, K. (1998): Survival rates in a nonharvested brown hare population. Journal of Wildlife Management 62: 772–779.
- MARKOWSKI, N. (1995): Non-metric traits: Remarks on sex dependence, age dependence, and on intercorrelations among characters. Acta Theriologica 40, Suppl. 3: 65–74.
- MEINIG, H. (1992): Möglichkeiten und Grenzen der ökologischen Habitatbewertung mittels Säuger. In: EIKHORST, R. (Hrsg.): Beiträge zur Biotop- und Landschaftsbewertung. 39–53. Verlag für Ökologie und Faunistik, Duisburg.
- MERIGGI, A.; ALIERI, R. (1989): Factors affecting brown hare density in northern Italy. Ethology, Ecology & Evolution 1: 255–264.
- MERIGGI, A.; VERRI, A. (1990): Population dynamics and habitat selection of the European hare on poplar monocultures in northern Italy. Acta Theriologica 35: 69–76.
- MERZ, H. (1976): Nächtliche Standplatzwahl individuell gekennzeichnete Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) innerhalb ihrer Aktionsräume. Diplomarbeit Universität Zürich.
- MEYER-CORDS, C.; BOYE, P. (1999): Schlüssel-, Ziel-, Charakterarten. zur Klärung einiger Begriffe im Naturschutz. Natur und Landschaft 74: 99–101.
- MONAGHAN, P.; METCALFE, N.B. (1985): Group foraging in wild brown hares (*Lepus europaeus*): Effects of resource distribution and social status. Animal Behaviour 33: 993–999.
- MOSHER, J. A.; TITUS, K. (1984). Developing a Practical Model to Predict Nesting Habitat of Woodland Hawks. Wildlife 2000: In: Verner J.; Morrison M. L.; Ralph C. J. (Hrsg.) Wildlife 2000: The University of Wisconsin Press. Madison, Wisconsin.
- NAEF-DAENZER, B. (1993): A new transmitter for small animals and enhanced methods for home-range analysis. The Journal of Wildlife Management 57: 680–689.
- NESVADBOVA, J.; ZEJDA, J. (1989): Food supply for roe deer (*Capreolus capreolus*) and hare (*Lepus europaeus*) in fields in winter. Folia Zoologica 38: 289–298.
- NOWAKOWSKI, J.J.; LEANDOWSKI, K. (1992): Stability of spatial organization of brown hare (*Lepus europaeus*) populations in habitats with different types of agricultural land use. In: POLISH HUNTING ASSOCIATION GENERAL ADMINISTRATION (Hrsg.): Hare. Proc. Int. Symp. Czempin 1992. 194–207.
- NYENHUIS, H. (1999): Verteilung und Dichte des Feldhasen (*Lepus europaeus* P.) analysiert nach dem Einfluss der Bodennutzung in Nordwestdeutschland. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 170: 28–33.
- PANEK, P.; KAMIENIARZ, R. (1999): Relationships between density of brown hare *Lepus europaeus* and landscape structure in Poland in the years 1981–1995. Acta Theriologica 44: 67–75.
- PANNEKOEK, J.; VAN STRIEN, A. (1998): Trends and Indices for monitoring data TRIM 2.08 for Windows. Statistics Netherlands, Voorburg.
- PAVEL, H.; SLAMECKA, J.; PAVEL, F. (1997): Einfluss der Witterungsverhältnisse auf die Strecke und den Zuwachs des Feldhasen in der südslowakischen Agrarlandschaft. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 22: 165–172.

- PEGEL, M. (1986): Der Feldhase (*Lepus europaeus* Pallas) im Beziehungsgefüge seiner Um- und Mitweltfaktoren. Enke, Stuttgart.
- PEPIN, D.; CARGNELUTTI, B. (1994): Individual variations of daily activity patterns in radiotracked European hares during winter. *Acta Theriologica* **39**: 399–409.
- PFISTER, H.P. (1978): Einführung in die Methodik der Scheinwerfertextation. Dokumentationsstelle für Wildforschung, Zürich.
- PFISTER, H.P. (1984): Raum-zeitliche Verteilungsmuster von Feldhasen *Lepus europaeus* Pallas in einem Ackerbaugebiet des schweizerischen Mittellandes. Dissertation Universität Zürich.
- PFISTER, H.P. (1991): Lebensraumverbund – Grundlage und praktische Bedeutung für ein Arten- und Biotopschutzkonzept im Alpenraum. In: STREIBL, M. (Hrsg.): Arten- und Biotopschutz. Arbeitsgemeinschaft Alpenländer, Kommission II. Ber. internat. Symposium 1990. 367–390. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen, München.
- PFISTER, H.P. (1995): Die Feldhasen-Situation in der Schweiz. In: POLISH HUNTING ASSOCIATION – GENERAL ADMINISTRATION (Hrsg.): Hare. International Symposium Czempin '92. 21–42. Warszawa.
- PFISTER, H.P. (1998a): Lebensraum für den Feldhasen. Massnahmen zur Förderung des Feldhasenbestandes in der Kulturlandschaft. *Milan* **98** (4): 3–7.
- PFISTER, H.P. (1998b): Rebhuhn und Feldhase als Indikatorarten in der landwirtschaftlich genutzten Landschaft. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern N.F.* **55** (Symp. Natursch. & Landwirtschaft): 191–197.
- PFISTER, H.P.; BIRRER, S. (1990): Inventar naturnaher Lebensräume im Kanton Luzern. *Anthos* **29**: 18–22.
- PFISTER, H.P.; BIRRER, S. (1991): Lebensraum für die Zukunft. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P.; SCHMID, H. (1990): Die Entwicklung des Heckenbestands und ausgewählter Heckenvögel im Kanton Thurgau 1979–1988. *Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft* **50**: 81–96.
- PFISTER, H.P.; NAEF-DAENZER, B.; BLUM, H. (1986): Qualitative und quantitative Beziehungen zwischen Heckenvorkommen im Kanton Thurgau und ausgewählten Heckenbrütern: Neuntöter, Goldammer, Dorngrasmücke, Mönchsgrasmücke und Gartengrasmücke. *Der Ornithologische Beobachter* **83**: 7–34.
- PFISTER, H.P.; BIRRER, S.; DURAND, P.; HUGENTOBLE, I.; JENNY, M.; KELLER, V.; et al. (1994): Ökologischer Ausgleich in der Kulturlandschaft. Fallbeispiele aus verschiedenen Regionen der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Schweizerische Vogelwarte Sempach, Bern und Sempach.
- PFISTER, H.P.; BIRRER, S.; SIEBER, U. (1998): Lebensraum für den Feldhasen. *Jagd & Natur* **2**: 1–12.
- PIELOWSKI, Z.; PUCECK, Z. (1976): Ecology and management of European brown hare populations. *Proc. Int. Symp. Warszawa*.
- PIELOWSKI, Z. (1996). Forschung über den Feldhasen. XII. Die Raumstruktur der Population. *Acta Theriologica* **XI** (22): pp. 449–484.
- POLISH HUNTING ASSOCIATION GENERAL ADMINISTRATION (Hrsg.) (1995): Hare. *Proc. Int. Symp. Czempin 1992*.
- RECK, H.; WALTER, R.; OSINSKI, E.; HEINL, T.; KAULE, G. (1996): Räumlich differenzierte Schutzprioritäten für den Arten- und Biotopschutz in Baden-

- Württemberg – Zeilartenkonzept. Institut für Landschaftsplanung und Ökologie der Universität Stuttgart, Stuttgart.
- REICHHOLF, J. (1981): Der Bestandstrend beim Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas 1778) und die jahreszeitliche Verteilung der Verluste im Strassenverkehr. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 27: 240–246.
- REITZ, F.; LEONARD, Y. (1993): Summer and autumn survival in European hare (*Lepus europaeus*) in a plain of intensive cereal cultivation in the Paris basin. Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife 10: 167–172.
- REITZ, F.; LEONARD, Y. (1994): Characteristics of European hare *Lepus europaeus* use of space in a French agricultural region of intensive farming. Acta Theriologica 39: 143–157.
- RIECK, W. (1956): Untersuchung über die Vermehrung des Feldhasen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 2: 160–164.
- RIMATHÉ, R. (1977): Zur saisonalen Abundanzdynamik des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) im schweizerischen Mittelland. Dissertation Universität Zürich.
- RINGLER, A. (1987): Gefährdete Landschaft. Lebensräume auf der roten Liste. Eine Dokumentation im Bildvergleichen. BLV, München, Wien und Zürich.
- ROTH, U.; LEISER, F.; SCHMITT, H.-M.; GREMMINGER, T.; ENGEL, J.; ZEH, W.; et al. (1994): Landschaft unter Druck – Fortschreibung: Zahlen und Zusammenhänge über Veränderungen in der Landschaft Schweiz, Beobachtungsperiode 1978–1989. Bundesamt für Raumplanung und Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- RÜHE, F. (1999): Effect of stand structures in arable crops on brown hare (*Lepus europaeus*) distribution. Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife 16: 317–337.
- SALVIONI, M. (1995): *Lepus europaeus*. In: HAUSSER, J. (Hrsg.): Säugetiere der Schweiz. Verbreitung, Biologie, Ökologie. Denkschriften der Schweizerischen Akademie für Wissenschaften 103: 205–209. Birkhäuser, Basel.
- SCHIFFERLI, L. (1998): Brutvögel in unterschiedlich genutzten Kulturlandschaften. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern N.F. 55 (Symp. Natursch. & Landwirtschaft): 183–190.
- SCHIFFERLI, L.; ZBINDEN, N.; PFISTER, H.P. (1991): Ornithologische Langzeitforschung – Bestandsveränderungen bei Vögeln. Publikationen der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften 4: 81–98.
- SCHLEGEL, J.; WEBER, U.; GÜTTINGER, R.; HUGENTOBLE, I. (1997): Die Torfstichlandschaft Bannriet / Spitzmäder. Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft 88: 243–308.
- SCHLEGEL, J.; WEBER, U.; HUGENTOBLE, I. (1999): Erfolgskontrolle in ökologisch aufgewerteten, bisher intensiv genutzten Kulturlandflächen (Gemeinden Altstätten und Oberriet SG). Untersuchungsperiode 1994–1998. Verein Pro Riet Rheintal, Altstätten.
- SCHMID, H.; LUDER, R.; NAEF-DAENZER, B.; GRAF, R.; ZBINDEN, N. (1998): Schweizer Brutvogelatlas. Verbreitung der Brutvögel in der Schweiz und in Liechtenstein 1993–1996. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- SCHRÖPFER, R.; NYENHUIS, H. (1982): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Populationsdichte des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas 1778). Zeitschrift für Jagdwissenschaft 28: 213–231.
- SCHWEIZERISCHE VOGELWARTE SEMPACH (1994): Ökologischer Ausgleich – Chance für die Natur. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

- SIEBER, U.; PFISTER, H.P. (1999): Der Feldhase *Lepus europaeus* in der Wauwiler Ebene: Ergebnisse der Zählungen 1992–1998. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern **36**: 173–179.
- SIIVONEN, L. (1956): The correlation between fluctuations of partridge and European hare populations and the climatic conditions of winters in South-West Finland during the last thirty years. Papers on Game Research **17**: 2–29.
- SKIRNISSON, K. (1990): On the population development of the hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) in Schleswig-Holstein (West Germany). Zeitschrift für Jagdwissenschaft **30**: 9–21.
- SPÄTH, V. (1989): Untersuchung zur Poulationsdynamik des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) in der Oberrheinebene. Dissertation Universität Freiburg i.Br.
- SPIESS, M.; MARFURT, C.; BIRRER, S. (2002): Evaluation der Ökomassnahmen im Schweizer Mittelland: III. Brutvögel Agrarforschung **9** (4).
- SPITTLER, H. (1987): The cause of the dramatic decline in numbers of the brown hare (*Lepus europaeus* Pallas 1778) in the years 1978 and 1979. Zeitschrift für Jagdwissenschaft **33**: 175–184.
- SPITTLER, H. (1999): Zur Besatzsituation, Hege und Bejagung des Feldhasen (*Lepus europaeus* Pallas) in Nordrhein-Westfalen. LÖBF-Mitteilungen **4**: 32–39.
- STOATE, C.; TAPPER, S.C. (1993): The impact of three hunting methods on brown hare (*Lepus europaeus*) populations in Britain. Gibier Faune Sauvage, Game and Wildlife **10**: 229–240.
- TAPPER, S.C.; BARNES, R.F.W. (1986): Influence of farming practice on the ecology of the brown hare (*Lepus europaeus*). Journal of Applied Ecology **23**: 39–52.
- TAPPER, S.C.; PARSONS, N. (1984): The changing status of the Brown hare (*Lepus capensis* L.). Mammal Review **14**: 57–70.
- TER BRAAK, C.J.F.; VAN STIEN, A.J.; et al. (1994): Analysis of monitoring data with many missing values: which method? In: HAGMEIJER, E.J.M.; VERSTRAEL, T.J. (Hrsg.): Bird numbers 1992. Proc. 12 Int. Conf. 663–673. IBCC & EOAC, Noordwijerhout.
- UEHLINGER, G. (2000): Einfluss von Buntbrachen auf die Diversität der Wanzenfauna und des Samenvorrates im Boden in einer Ackerlandschaft. Diplomarbeit Geobotanisches Institut der ETH Zürich.
- ULLRICH, K. (1999): Buntbrachen im Klettgau: Vegetation und Wanzenfauna (Heteroptera). Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen **44**: 127–137.
- UNDERHILL, L.G.; PRYS-JONES, R.P. (1994): Index numbers for waterbird populations. I: Review and methodology. Journal of Applied Ecology **31**: 463–480.
- VERHEYDEN, C. (1991): A spotlight, circular-plot method for counting Brown Hares in a hedgerow system. Acta Theriologica **36**: 255–265.
- WASILEWSKI, M. (1991): Population dynamics of the European hare *Lepus europaeus* Pallas, 1778 in Central Poland. Acta Theriologica **36**: 267–274.
- WEAVER, J.C. (1995): Indicator species and scale of observation. Conservation Biology **9**: 939–942.
- WEIBEL, U. (1998): Habitat use of foraging skylarks (*Alauda arvensis* L.) in an arable landscape with wild flower strips. Veröffentlichung des. Geobotanischen Instit. ETH, Stiftung Rübel **64**: 37–45.
- WEIBEL, U. (1999): Effects of wild flower strips on breeding skylarks. Dissertation ETH, Zürich.

- WIENS, J.A.; ROTENBERRY, J.T.; VAN HORNE, B. (1987): Habitat Occupancy Patterns of North-American Shrubsteppe Birds – the Effects of Spatial Scale. *Oikos* **48**: 132–147.
- WIPRÄCHTIGER, P. (1999): Amphibien im Wauwiler Moos. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern* **36**: 155–162.
- ZBINDEN, N.; IMHOF, T.; PFISTER, H.P. (1987): Ornithologische Merkblätter für die Raumplanung 1987. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- ZBINDEN, N.; BÜHLER, U.; JENNY, M. (1992): Aspekte zur Frage der Vogelgefährdung in der Schweiz. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Land- und Forstwirtschaft* **280**: 176–180.
- ZBINDEN, N.; GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N.; SCHMID, H.; SCHIFFERLI, L. (1994): Liste der Schweizer Brutvögel mit Gefährdungsgrad in den einzelnen Regionen. In: DUELLI, P. (Hrsg.): Rote Listen der gefährdeten Tierarten in der Schweiz. BUWAL-Reihe Rote Listen: 24–30. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- ZETTEL, J. (1998): Landwirtschaftlich genutztes Grünland als Lebensraum für Insekten. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern* **55**: 169–173.
- ZIMMERMANN, K., KIENAST, F. (1995): Das Klima lässt sich nicht kartieren – Klimakarten werden gerechnet. *Informationsblatt Forschungsbereich Landschaft (WSL)* **27**: 1–3.

Interne Dokumente

- DURAND, P.; REGAMEY, J.-L.; DAENDLIKER, G. (1993): Etude et recensement du lièvre en suisse romande. Recensement du printemps 1991 au printemps 1993. Cantons de Genève, Vaud, Fribourg et Valais. Station ornithologique Suisse, Sempach.
- GRAF, R., BIRRER, S. (2001) Qualität und Vernetzung in der Wauwiler Ebene (LU).
- HALLER, R.; HESS, M.; ALLGÖWER, B. (1997): Untersuchungen über die Verbreitung des Feldhasen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems in den Gebieten Wauwiler Moos und Klettgau. Geographisches Institut der Universität Zürich, Zürich.
- HILKE, G. (1992): Zusammenfassung der Arbeit «Sécurité Faune/Trafic» von S. Müller und F. Magnetti. Schweizerische Vogelwarte, Sempach. 4 S.
- INSECTA (1996): Entretien / Exploitation de Pelouses Maigres. Rapport Orthopteres. Typoskript.
- JENNY, M.; LUGRIN, B.; REGAMEY, J.-L.; WEIBEL, U.; ZBINDEN, N. (1997): Der ökologische Ausgleich in intensiv genutzten Ackerbaugebieten der Champagne genevoise GE und des Klettgaus SH und ihre Bedeutung für Vögel, Flora und Wirbellose. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- KELLER, V.; PFISTER, H.P. (1992): Feldhasenbestand 1991 und 1992 (Frühling und Herbst) Kanton Appenzell-Ausser rhoden. Teilbericht im Rahmen des Schweizerischen Feldhasenprojektes. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- VON LERBER, F.; KELLER, V.; PFISTER, H.P. (1993): Feldhasen im Kanton Jura: Auswertung der vorhandenen Daten der Jagdstatistik. Teilbericht im Rahmen des Schweizerischen Feldhasenprojektes. Schweizerische Vogelwarte Sempach, Sempach.
- PFISTER, H.P. (1992a): UVP N5 (Aare-Grenchen und Nennigkofen-Lüsslingen): Massnahmen beim Bau der N5 zur Erhaltung der Feldhasenbestände in der Aareebene

- westlich Solothurn. Bestandsveränderung beim Feldhasen 1975–89. Folgerungen für die Lebensraumbewertung. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P. (1992b): UVP N5 (Nennigkofen-Lüsslingen): Massnahmen beim Bau der N5 zur Erhaltung der Feldhasenpopulation im Aarefeld nördlich Nennigkofen. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P. (1993): Wirksamkeit kantonaler Abschussverbote für Feldhasen. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P. (1998): Feldhase und ökologischer Ausgleich in der Landwirtschaft. Schlussbericht zuhanden BUWAL für die Projektphase 1991–1996. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P.; KELLER, V. (1993): Schweizerisches Feldhasenprojekt (BUWAL-Projekt). Schlussbericht für die erste Projektphase 1991–93 im Rahmen des FE-Vertrags 310.91.114 vom 7.10.1991. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P.; SIEBER, U. (1998): Feldhasenbestand Frühling 1998 Kanton Basel-Landschaft. Schweizerische Vogelwarte, Sempach. 5 S. + Anhang. (Derartige Berichte existieren für alle Zählregionen mit Zählungen 1998).
- PFISTER, H.P.; KELLER, V.; FILLI, F. (1991): Wildzählungen in ausgewählten Gebieten im Kanton Zürich, Frühling 1991. Spezialbericht im Rahmen des Pilotprojektes «Wildatlas Zürich» und des Schweizerischen Projekts «Feldhase/Rebhuhn». Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- PFISTER, H.P.; ANDEREGG, R.; SALVIONI, M.; HUBER, C. (1993): Zur Biologie der Hasen. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- SALVIONI, M.; PFISTER, H.P. (1993): Die Situation des Feldhasen (*Lepus europaeus* P.) im Kanton Tessin. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- STEFFEN, M. (1992): Feldhase: Bestandsschätzung, Abschuss und Fallwildstatistik im Kanton Basel-Landschaft 1980–1992. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.

Dokumente im Internet

BIOCLIM: www.wsl.ch/land/dynamics/modeling/bioclim.html

BUWAL: www.buwal.ch

Schweizerischen Dokumentationsstelle für Wildforschung: www.wild.unizh.ch

Schweizerische Vogelwarte Sempach: www.vogelwarte.ch

Dank

Zahlreich sind die Personen, Organisationen und Institute, die am Zustandekommen dieser Arbeit beteiligt waren. Ihnen allen sprechen wir an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank aus.

**Auftraggeber,
Zusammenarbeit**

BUWAL; Kontaktpersonen Hansjörg Blankenhorn, Rolf Anderegg, Daniel Zürcher
Kantonale Jagdbehörden der Kantone Aargau, Appenzell Ausserrhoden, Bern, Basel-Landschaft, Freiburg, Genf, Glarus, Luzern, Neuenburg, Nidwalden, St.Gallen, Schaffhausen, Solothurn, Schwyz, Thurgau, Waadt, Wallis, Zug, Zürich

Finanzierung

BUWAL, Fonds Landschaft Schweiz, Kanton Aargau, Kanton Basel-Landschaft, Kanton Bern, Kanton Luzern, Migros Genossenschafts Bund, Schweizerische Vogelwarte, Zigerli Stiftung und Zürcher Tierschutz.

Regionale Koordinatoren

P. Voser (AG), D. Trachsel (BE), R. Altermatt (BL), H. Odermatt (SZ), J-L. Regamey, P. Durand, G. Daendliker (GE), A. Stüssi (GL), M. Zanolli (SG Linth), I. Hugentobler (SG Rheintal), M. Jenny (SH, Rafzerfeld), W. Arber (Selzacher Witi), H. Spielmann (SO), W. Mösch (AR), K. Antener (NW), A. Krämer (TG), P. Ullmann (ZG)

Zählungen

Zahlreiche freiwillige Helfer aus Jagd- und Naturschutzkreisen

Materialverwaltung

Heinz Bachmann, Paul Albisser

Anhang

Anhang 1: Landschaftliche Kenngrößen der Zählgebiete

Zähl- gebiet	Koord x	Koord y	Fläche	Umfang	Siedlung	Wald	Waldrand- zone	Andere	Feld- fläche	Isolation		Verkehrs- netzdicke	Relief	Höhe	Boden- typ trocken- heit	
			km ²	km	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%	-index	km/km ²	m	m		
AG01	670	240	2.3	6.6	0.03	0.18	0.18	0.07	2.06	69	33	1.79	9	384	G1	nass
AG02	671	238	3.9	10.7	0.13	0.23	0.23	0.01	3.48	45	13	1.70	35	382	G1	nass
AG03	671	236	4.9	9.4	0.17	0.04	0.04	0.05	4.65	32	7	0.56	21	384	G1	nass
AG04	672	233	6.0	10.7	0.16	0.25	0.25	0.01	5.62	70	12	2.14	18	388	G4	trocken
AR01	740	249	8.9	13.3	0.13	2.14	2.14	0.00	6.63	65	10	1.55	219	820	O2	trocken
AR02	749	250	9.2	13.1	0.19	1.48	1.48	0.00	7.55	27	4	0.85	335	900	O2	trocken
BE01	604	195	2.9	8.1	0.14	0.00	0.00	0.00	2.73	62	23	1.28	53	510	G4	trocken
BE02	606	194	6.1	15.0	0.27	0.90	0.90	0.37	4.57	82	18	1.64	11	514	G4	trocken
BE03	604	191	1.2	7.1	0.13	0.00	0.00	0.00	1.08	78	72	3.06	6	557	G4	trocken
BE04	605	190	3.7	11.0	0.23	0.78	0.78	0.00	2.73	54	20	1.03	135	532	G4	trocken
BE05	605	188	2.4	11.1	0.31	0.00	0.00	0.00	2.05	57	28	2.59	12	532	G4	trocken
BE06	606	186	9.2	19.6	0.14	0.57	0.57	0.00	8.48	53	6	0.93	70	542	G4	trocken
BE07	606	181	2.1	8.7	0.12	0.00	0.00	0.00	1.95	54	28	1.85	42	574	G4	trocken
BE08	570	209	11.4	21.4	0.87	2.48	2.48	0.00	8.04	87	11	2.25	72	434	F1	nass
BE09	572	203	18.4	20.5	0.20	2.98	2.98	0.29	15.24	85	6	1.65	5	432	F1	nass
BE10	574	208	18.3	20.5	0.82	6.92	6.77	0.00	10.61	25	2	2.22	172	445	H6	trocken
BE11	581	210	17.8	28.8	0.75	3.48	3.48	0.01	13.52	50	4	2.29	132	437	F1	nass
BE12	576	204	3.0	8.3	0.03	0.40	0.40	0.00	2.57	52	20	1.87	2	433	F1	nass
BE13	582	208	20.7	22.5	0.53	0.58	0.58	0.07	19.55	42	2	2.19	50	435	F1	nass
BE14	584	210	5.5	10.9	0.15	0.00	0.00	0.00	5.36	82	15	1.83	7	444	F4	trocken
BE15	582	212	5.1	12.7	0.15	0.25	0.25	0.01	4.71	54	12	0.89	44	445	F1	nass
BE16	588	216	28.3	29.2	1.59	3.08	3.08	0.00	23.64	66	3	1.21	157	440	F4	trocken
BE17	591	218	12.8	16.5	1.34	1.87	1.87	0.21	9.33	78	8	1.99	6	431	F4	trocken
BE18	592	221	3.3	11.8	0.31	0.13	0.13	0.04	2.79	65	23	1.40	16	431	F4	trocken
BE19	594	222	3.5	9.6	0.12	0.00	0.00	0.05	3.38	90	27	1.33	1	430	F4	trocken
BE20	595	224	10.2	22.3	1.30	0.82	0.82	0.00	8.06	43	5	2.10	71	430	F4	trocken
BE21	608	215	15.1	20.9	1.12	3.27	3.27	0.02	10.73	60	6	1.83	40	495	F1	nass
BE22	606	219	8.5	16.3	0.68	1.67	1.67	0.00	6.12	67	11	1.13	38	465	H5	trocken
BE23	608	218	6.9	17.5	0.77	1.32	1.32	0.02	4.53	65	14	2.96	36	480	F4	trocken
BE24	610	221	13.0	17.6	1.24	3.46	3.03	0.00	8.28	59	7	2.34	35	480	F2	trocken
BE25	612	218	11.8	16.4	1.28	0.87	0.87	0.01	9.67	66	7	1.49	107	493	F2	trocken
BE26	621	227	2.3	6.7	0.19	0.58	0.58	0.00	1.56	22	14	2.89	51	471	G3	trocken
BE27	624	232	3.5	8.1	0.19	0.89	0.89	0.00	2.39	62	26	2.35	97	436	F2	trocken
BE28	627	235	4.0	11.1	0.29	1.37	1.37	0.00	2.33	59	26	1.59	99	422	F2	trocken
BE29	623	228	12.2	15.0	1.07	2.83	2.83	0.05	8.23	23	3	1.75	73	481	G3	trocken
BE30	625	226	4.2	10.0	0.24	1.39	1.39	0.00	2.54	33	13	1.97	97	510	H5	trocken
BE31	629	197	11.3	20.3	0.42	3.37	3.37	0.00	7.51	12	2	4.04	284	750	N3	trocken
BE32	625	198	8.0	13.2	0.17	1.88	1.88	0.00	5.98	58	10	2.94	321	670	J2	trocken
BE33	623	194	10.3	14.3	0.02	2.82	2.82	0.01	7.47	20	3	2.34	340	900	K3	trocken
BE34	626	194	4.2	15.3	0.16	0.66	0.66	0.00	3.39	18	5	2.09	58	700	J1	trocken
BE35	630	191	12.7	15.2	0.03	5.56	5.56	0.00	7.08	16	2	2.16	570	1000	N3	trocken
BE36	620	201	15.5	17.9	0.19	2.72	2.72	0.05	12.55	0	0	2.16	329	700	K2	trocken
BL02	610	259	8.3	13.6	0.22	1.27	1.27	0.00	6.79	59	9	1.15	122	350	A9	trocken

Zähl- gebiet	Koord x	Koord y	Fläche	Umfang	Siedlung	Wald	Waldrand- zone	Andere	Feld- fläche	Isolation		Verkehrs- netzdichte	Relief	Höhe	Boden-	
										%	-index				typ	trocken- heit
			km ²	km	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²			km/km ²	m	m		
BL04	636	254	9.7	17.1	0.27	2.42	2.08	0.00	7.01	21	3	2.05	236	600	A4	trocken
BL05	607	252	12.7	16.4	0.54	1.90	1.90	0.08	10.18	52	5	1.37	225	400	B9	trocken
BR01	559	187	8.6	14.0	0.08	0.00	0.00	0.00	8.48	30	4	0.70	37	448	F4	trocken
BR02	561	188	6.6	12.3	0.06	0.00	0.00	0.00	6.51	66	10	0.49	6	443	F4	trocken
BR03	564	189	10.6	17.7	0.10	0.00	0.00	0.00	10.46	59	6	1.03	11	441	F4	trocken
BR04	564	191	8.6	14.6	0.14	0.00	0.00	0.00	8.48	59	7	0.35	13	438	F4	trocken
BR05	567	194	4.0	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.99	46	11	0.33	7	433	F3	nass
BW01			9.5	13.9	0.83	4.54	4.39	0.00	4.18	32	8	1.63	160	480	-	-
BW02			15.4	17.1	0.08	6.68	6.68	0.00	8.67	23	3	1.80	200	530	-	-
BW03			11.6	17.5	0.20	4.37	4.37	0.00	7.00	18	3	1.30	180	520	-	-
BW04			11.0	15.3	0.18	4.72	4.72	0.07	6.05	26	4	2.13	300	540	-	-
BW05			11.1	16.0	0.46	5.49	5.06	0.00	5.13	21	4	1.58	180	530	-	-
BW06			12.3	20.0	0.52	1.68	1.68	0.31	9.84	14	1	1.74	90	490	-	-
FL01	759	235	6.2	12.5	0.13	0.41	0.41	0.00	5.68	29	5	0.53	15	433	Q3	nass
FL02	758	234	2.2	7.3	0.15	0.18	0.18	0.02	1.84	47	25	4.02	78	450	Q1	trocken
FL03	758	233	3.6	10.0	0.11	1.69	1.69	0.00	1.81	2	1	3.25	192	610	Q1	trocken
FL04	759	231	3.4	9.1	0.28	0.00	0.00	0.00	3.16	39	12	1.01	54	450	Q3	nass
FL05	756	228	5.1	12.4	0.02	0.00	0.00	0.00	5.06	74	15	0.67	7	445	Q1	trocken
FL06	757	230	7.6	12.0	0.32	0.00	0.00	0.00	7.31	53	7	1.05	23	442	Q3	nass
FL07	758	227	3.4	11.2	0.09	1.53	1.53	0.00	1.79	21	12	1.96	131	496	Q3	nass
FL08	756	226	1.2	5.1	0.07	0.00	0.00	0.00	1.17	100	86	2.05	5	450	Q1	trocken
FL09	757	223	1.8	10.8	0.04	0.00	0.00	0.00	1.76	98	56	1.88	12	458	Q1	trocken
FL10	758	221	0.7	4.2	0.08	0.00	0.00	0.00	0.25	86	343	3.60	0	459	Q1	trocken
FL11	758	218	0.7	5.4	0.03	0.00	0.00	0.00	0.62	76	122	0.64	0	470	Q1	trocken
FL12	756	215	3.9	13.0	0.00	0.33	0.33	0.00	3.56	76	21	2.67	18	475	Q1	trocken
FL13	757	214	0.7	3.3	0.03	0.00	0.00	0.00	0.70	56	80	0.00	8	477	Q3	nass
GE01	490	113	6.2	12.5	0.12	0.00	0.00	0.02	6.08	21	3	1.35	67	430	H1	trocken
GE02	510	119	6.5	11.7	0.53	0.78	0.78	0.00	5.20	21	4	1.17	79	473	H1	trocken
GE03	492	112	4.5	11.6	0.17	0.00	0.00	0.10	4.27	24	6	1.64	56	447	H1	trocken
GE04	494	113	2.0	6.0	0.11	0.00	0.00	0.00	1.86	35	19	0.00	50	415	G4	trocken
GE05	496	113	3.0	7.0	0.17	0.00	0.00	0.00	2.65	76	29	2.98	39	410	G4	trocken
GE06	497	114	0.9	4.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.85	73	85	2.23	19	402	G4	trocken
GR01	759	208	9.6	18.3	0.58	1.61	1.39	0.04	7.37	42	6	2.86	324	564	Q4	trocken
GR02	807	184	1.8	6.7	0.06	0.32	0.32	0.00	1.45	26	18	3.66	484	1800	V4	trocken
GR03	821	189	3.2	8.3	0.14	0.33	0.33	0.00	2.70	5	2	2.48	362	1430	U5	trocken
LI01	708	229	0.4	3.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	95	213	1.35	4	411	Q3	nass
LI02	709	229	1.9	6.4	0.05	0.00	0.00	0.03	1.83	88	48	0.49	10	410	Q3	nass
LI03	713	229	11.4	17.6	0.12	3.33	3.09	0.45	7.56	83	11	2.33	230	470	H2	trocken
LI04	715	228	5.0	9.3	0.21	0.00	0.00	0.02	4.82	96	20	1.60	2	409	Q3	nass
LI05	716	230	3.6	10.5	0.00	0.00	0.00	0.05	3.55	99	28	2.20	13	408	Q1	trocken
LI06	710	228	2.7	6.8	0.47	0.00	0.00	0.00	2.22	84	38	2.12	20	424	Q1	trocken
LI07	712	227	7.3	15.5	0.62	0.00	0.00	0.08	6.60	72	11	3.26	29	420	Q1	trocken
LI08	719	225	5.5	13.0	0.25	0.00	0.00	0.13	5.07	73	14	2.23	26	415	Q3	nass
LI09	721	223	2.6	8.0	0.24	0.00	0.00	0.00	2.31	76	33	2.51	21	420	Q3	nass
LI10	723	222	0.6	6.6	0.07	0.00	0.00	0.00	0.52	100	194	3.64	7	420	Q3	nass

Zähl- gebiet	Koord x	Koord y	Fläche	Umfang	Siedlung	Wald	Waldrand- zone	Andere	Feld- fläche	Isolation		Verkehrs- netzdichte	Relief	Höhe	Boden-	
			km²	km	km²	km²	km²	km²	km²	%	-index	km/km²	m	m	typ	trocken- heit
LI11	721	225	5.7	13.1	0.15	0.00	0.00	0.03	5.47	51	9	1.52	11	415	Q3	nass
LI12	721	228	6.3	12.8	0.22	0.61	0.61	0.03	5.47	33	6	2.30	136	418	Q3	nass
LI13	719	228	6.1	9.5	0.37	1.28	1.28	0.01	4.42	50	11	3.85	193	500	O1	trocken
LI14	720	230	3.4	9.8	0.18	0.00	0.00	0.00	3.18	88	28	1.23	38	415	Q3	nass
LI15	718	229	5.9	11.0	0.26	0.00	0.00	0.03	5.63	93	16	1.87	8	408	Q3	nass
LI16	716	231	0.8	4.1	0.04	0.00	0.00	0.00	0.77	87	114	2.87	5	412	Q1	trocken
LI17	715	231	0.8	4.4	0.00	0.00	0.00	0.04	0.77	96	125	2.34	7	412	Q1	trocken
LU01	644	224	18.1	21.1	0.29	0.64	0.64	0.63	16.50	37	2	1.58	42	506	G1	nass
LU02	659	217	4.8	9.6	0.12	0.49	0.49	0.00	4.21	20	5	0.90	66	546	G3	trocken
LU03	659	219	4.7	10.9	0.08	0.70	0.70	0.00	3.91	58	15	1.66	56	540	G1	nass
LU04	660	220	6.1	10.8	0.05	1.14	1.14	0.02	4.85	77	16	1.34	109	565	G1	nass
LU05	658	223	7.6	12.2	0.14	0.96	0.96	0.00	6.53	29	4	0.46	204	660	H2	trocken
LU06	650	215	13.5	22.0	0.20	0.80	0.80	0.24	12.26	32	3	1.09	179	615	G1	nass
LU07	668	218	16.7	30.0	0.69	2.30	2.30	0.03	13.63	100	7	1.73	37	405	G4	trocken
NE01	555	221	12.7	17.5	0.00	3.33	3.33	0.00	9.37	21	2	1.91	450	1000	D1	trocken
NE03	557	207	18.7	20.9	0.52	6.57	5.97	0.17	11.42	46	4	1.37	242	760	C2	trocken
NE04	545	203	19.4	21.5	0.22	2.82	2.82	0.00	16.35	12	1	0.92	227	998	C1	nass
NE06	550	194	22.5	28.0	0.45	8.25	7.51	0.00	13.84	14	1	2.32	658	550	E1	trocken
NW01	666	199	4.5	11.0	0.15	0.88	0.88	0.04	3.42	5	1	1.87	97	510	R3	nass
NW02	677	200	3.1	8.9	0.02	0.96	0.96	0.00	2.08	54	26	2.07	719	1000	U6	trocken
SG01	766	255	0.9	4.7	0.05	0.00	0.00	0.00	0.87	94	108	3.09	2	404	Q1	trocken
SG02	766	251	2.0	19.3	0.00	0.00	0.00	0.00	2.02	99	52	0.25	14	414	Q1	trocken
SG03	768	251	7.6	12.7	1.79	0.00	0.00	0.00	5.83	98	17	2.04	4	409	Q1	trocken
SG04	763	252	0.4	4.0	0.04	0.00	0.00	0.00	0.41	90	222	1.97	7	408	Q3	nass
SG05	760	251	1.1	5.3	0.09	0.00	0.00	0.00	1.05	46	43	4.85	5	418	Q1	trocken
SG06	764	252	7.8	16.2	0.33	0.00	0.00	0.01	7.46	80	11	1.74	16	411	Q1	trocken
SG07	763	249	9.5	15.9	0.00	0.00	0.00	0.00	9.46	73	8	1.44	13	414	Q3	nass
SG08	766	251	4.7	11.1	0.33	0.00	0.00	0.05	4.37	71	16	1.88	18	409	Q3	nass
SG09	763	247	6.2	14.6	0.56	0.00	0.00	0.04	5.58	77	14	1.16	12	412	Q1	trocken
SG10	759	248	3.2	8.9	0.11	0.00	0.00	0.00	3.08	9	3	2.11	21	435	Q3	nass
SG11	760	247	7.3	12.8	0.10	0.95	0.95	0.00	6.27	7	1	2.34	129	460	Q3	nass
SG12	760	245	5.6	11.1	1.35	0.55	0.55	0.08	3.60	45	12	3.31	39	455	Q3	nass
SG13	761	243	1.8	8.7	0.25	0.00	0.00	0.01	1.57	60	38	2.48	3	420	Q3	nass
SG14	762	244	1.6	7.6	0.12	0.00	0.00	0.01	1.52	90	59	1.06	11	419	Q1	trocken
SG15	763	245	1.5	13.9	0.00	0.00	0.00	0.00	1.53	98	67	0.07	7	423	Q1	trocken
SG16	759	240	3.0	10.2	0.26	0.00	0.00	0.01	2.75	91	33	2.70	48	433	Q1	trocken
SG17	758	239	0.7	4.5	0.03	0.00	0.00	0.00	0.66	45	68	0.91	31	439	Q1	trocken
SG18	757	238	1.6	6.7	0.05	0.00	0.00	0.00	1.55	72	47	1.42	37	452	Q3	nass
SG19	758	237	1.8	7.3	0.15	0.00	0.00	0.00	1.65	96	58	2.79	1	433	Q1	trocken
SG20	756	234	5.7	11.7	0.24	1.30	1.30	0.00	4.16	53	13	3.06	34	445	Q3	nass
SG21	754	233	8.2	15.3	0.22	0.00	0.00	0.00	7.93	41	5	1.63	50	449	Q3	nass
SG22	756	233	2.2	9.7	0.25	0.00	0.00	0.00	2.00	95	48	2.11	3	436	Q1	trocken
SG23	753	230	3.6	8.8	0.17	0.00	0.00	0.00	3.39	54	16	2.00	44	456	Q1	trocken
SG24	753	229	5.0	10.9	0.21	0.00	0.00	0.01	4.74	71	15	1.92	23	449	Q4	trocken
SG25	755	230	2.4	8.3	0.12	0.69	0.69	0.00	1.56	95	61	1.47	6	442	Q1	trocken

Zähl- gebiet	Koord x	Koord y	Fläche	Umfang	Siedlung	Wald	Waldrand- zone	Andere	Feld- fläche	Isolation		Verkehrs- netzdichte	Relief	Höhe	Boden- typ trocken- heit	
			km ²	km	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%	-index	km/km ²	m	m		
SG26	753	228	2.7	7.6	0.12	0.00	0.00	0.00	2.53	42	17	1.42	12	446	Q1	trocken
SG27	754	228	1.1	5.0	0.04	0.00	0.00	0.00	1.03	52	51	0.48	1	444	Q1	trocken
SG28	756	224	1.2	8.8	0.02	0.00	0.00	0.01	1.15	95	82	0.52	7	453	Q1	trocken
SG29	755	222	1.6	6.0	0.03	0.16	0.16	0.00	1.42	21	15	1.69	4	453	Q1	trocken
SG30	756	221	5.2	14.0	0.19	0.00	0.00	0.00	4.99	75	15	0.80	10	454	Q1	trocken
SG31	756	219	1.1	4.5	0.04	0.07	0.07	0.00	1.01	41	41	1.49	16	466	Q1	trocken
SG32	757	219	2.1	9.0	0.02	0.64	0.64	0.04	1.43	87	61	1.19	9	460	Q1	trocken
SG33	756	217	0.3	3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	37	127	0.69	0	470	Q1	trocken
SG34	757	217	2.5	10.4	0.00	0.30	0.30	0.00	2.20	63	29	0.91	11	470	Q1	trocken
SH01	678	279	10.0	21.4	0.27	3.07	3.07	0.00	6.62	5	1	2.46	227	410	B3	trocken
SH02	680	282	8.7	18.8	0.29	3.24	3.24	0.01	5.16	13	2	2.48	240	456	A6	trocken
SH03	678	283	14.1	17.5	1.10	0.00	0.00	0.00	12.96	17	1	2.76	101	428	A7	trocken
SH04	681	284	5.4	10.0	0.28	0.00	0.00	0.00	5.09	29	6	1.14	90	460	A7	trocken
SH05	681	283	4.4	12.3	0.22	0.19	0.19	0.00	3.95	31	8	1.67	50	460	A6	trocken
SH06	684	283	4.9	10.7	0.13	1.75	1.75	0.00	3.00	11	4	2.60	215	434	A6	trocken
SH07	679	285	6.2	10.4	0.18	0.00	0.00	0.00	6.04	16	3	1.87	178	500	A5	trocken
SH08	677	288	6.1	12.0	0.03	1.22	1.22	0.00	4.83	11	2	1.66	154	535	A4	trocken
SH09	679	289	5.8	10.4	0.17	0.00	0.00	0.00	5.67	18	3	2.54	134	600	A6	trocken
SH10	682	290	4.3	10.4	0.07	1.31	1.31	0.00	2.95	20	7	2.03	218	630	A3	trocken
SH11	681	286	5.7	12.6	0.06	2.69	2.65	0.00	2.93	7	2	1.54	247	560	A5	trocken
SH12	682	286	4.3	13.1	0.29	2.38	2.34	0.00	1.67	17	10	1.26	273	530	A5	trocken
SO01	602	227	3.3	9.0	0.00	0.00	0.00	0.00	3.27	67	20	1.13	11	429	F3	nass
SO02	597	225	10.7	20.4	0.44	0.00	0.00	0.21	10.07	41	4	1.20	42	430	F3	nass
SO03	623	237	12.0	16.8	0.68	3.79	3.47	0.07	7.50	36	5	1.53	75	450	F3	nass
SO04	626	235	17.3	20.4	1.47	5.29	5.22	0.04	10.24	84	8	2.04	83	430	F2	trocken
SO05	629	239	15.0	19.2	1.78	4.11	3.89	0.11	8.65	53	6	0.66	23	429	F2	trocken
SO06	632	242	11.7	14.7	0.93	5.70	4.54	0.01	4.97	67	14	2.86	290	423	F2	trocken
SO07	638	224	7.5	14.1	0.60	2.67	2.67	0.00	4.20	100	55	1.38	311	450	E6	trocken
SO08	640	244	7.7	11.8	0.57	2.51	2.51	0.00	4.40	33	8	3.23	193	500	F2	trocken
SO09	639	247	9.6	13.4	1.13	3.56	3.56	0.00	4.71	68	15	1.87	142	460	F2	trocken
SO10	639	254	8.4	12.4	0.23	2.48	2.48	0.00	5.36	10	2	1.10	397	600	H2	trocken
TG01	708	270	5.5	10.8	0.12	0.82	0.82	0.11	4.42	84	19	3.55	23	383	F4	trocken
TG02	710	271	4.2	11.6	0.03	0.85	0.85	0.00	3.34	99	30	3.65	6	391	F3	nass
TG03	713	271	5.2	15.8	0.39	0.15	0.15	0.03	4.61	69	15	2.06	16	403	F4	trocken
TG04	716	271	7.2	15.1	0.41	2.27	2.27	0.01	4.48	18	4	3.28	128	400	H3	trocken
TG05	719	273	5.2	10.9	0.37	0.00	0.00	0.00	4.81	46	10	1.77	27	411	F4	trocken
TG06	723	270	7.4	15.8	0.17	1.51	1.51	0.07	5.64	69	12	2.87	15	420	F4	trocken
TG07	723	272	2.8	8.7	0.16	0.00	0.00	0.00	2.66	43	16	2.52	26	418	F4	trocken
VA01	766	260	17.5	25.4	1.20	0.25	0.25	0.58	15.50	70	4	0.63	7	398	Q3	nass
VA02	768	260	1.8	6.6	0.23	0.00	0.00	0.05	1.54	79	51	0.78	0	400	Q3	nass
VA03	769	260	12.0	18.0	0.79	0.00	0.00	0.03	11.23	85	8	0.69	11	402	Q3	nass
VA04	769	258	8.7	17.5	0.21	0.00	0.00	0.00	8.50	87	10	1.26	6	402	Q3	nass
VA05	771	255	7.0	13.4	0.04	0.00	0.00	0.00	6.95	88	13	0.59	12	406	Q3	nass
VA06	773	258	2.9	9.1	0.13	0.00	0.00	0.00	2.79	58	21	1.11	11	407	Q1	trocken
VA07	774	257	3.4	7.4	0.09	0.00	0.00	0.00	3.30	18	5	0.15	13	406	Q1	trocken

Zähl- gebiet	Koord x	Koord y	Fläche	Umfang	Siedlung	Wald	Waldrand- zone	Andere	Feld- fläche	Isolation		Verkehrs- netzdichte	Relief	Höhe	Boden- typ trocken-	
			km ²	km	km ²	km ²	km ²	km ²	km ²	%	-index	km/km ²	m	m		heit
VA08	768	253	4.1	9.4	0.08	0.00	0.00	0.00	4.05	70	17	1.21	9	407	Q3	nass
VA09	770	253	2.6	7.1	0.01	0.00	0.00	0.00	2.58	77	30	0.97	16	407	Q1	trocken
VA10	772	252	5.0	9.6	0.63	0.00	0.00	0.00	4.36	61	14	1.35	13	408	Q4	trocken
VA11	769	251	0.9	5.7	0.01	0.00	0.00	0.00	0.87	77	89	0.00	0	407	Q1	trocken
VA12	769	250	0.6	4.7	0.03	0.00	0.00	0.00	0.57	98	173	0.35	0	410	Q1	trocken
VA13	770	250	3.8	7.6	0.02	0.00	0.00	0.00	3.77	56	15	0.85	4	409	Q1	trocken
VA14	767	248	1.3	6.3	0.24	0.00	0.00	0.00	1.07	95	89	1.50	2	411	Q1	trocken
VA15	766	248	3.9	11.8	0.44	0.00	0.00	0.03	3.39	92	27	2.06	6	412	Q1	trocken
VA16	764	246	2.3	7.1	0.63	0.40	0.40	0.00	1.29	79	61	0.78	82	415	Q1	trocken
VA17	765	246	2.5	6.7	0.57	0.03	3.80	0.01	1.93	75	39	1.14	8	415	Q1	trocken
VA18	764	244	7.7	14.3	1.33	1.04	0.89	0.00	5.33	90	17	1.41	249	420	Q2	trocken
VA19	765	243	2.5	7.6	0.08	1.54	1.50	0.00	0.89	28	31	0.45	76	422	Q2	trocken
VA20	762	241	11.2	14.0	0.88	0.24	0.24	0.01	10.04	86	9	0.37	25	427	Q2	trocken
VA21	762	239	10.7	16.1	1.03	3.49	3.31	0.28	6.01	85	14	0.92	17	431	Q1	trocken
VA22	760	238	7.8	14.2	0.04	3.88	3.28	0.00	3.84	63	16	0.94	16	431	Q2	trocken
VA23	761	233	2.3	6.4	0.16	0.33	0.33	0.00	1.83	24	13	1.58	28	443	Q3	nass
VD01	501	130	7.7	15.2	0.05	1.56	1.56	0.02	6.11	76	12	1.70	54	440	H1	trocken
VD02	534	178	13.1	19.6	0.19	0.00	0.00	0.00	12.95	57	4	1.31	62	435	F1	nass
VD03	536	175	6.2	11.3	0.16	0.66	0.66	0.00	5.36	6	1	1.64	163	550	H5	trocken
VD04	536	163	11.8	16.1	0.18	1.43	1.43	0.31	9.67	47	5	1.28	48	600	H5	trocken
VD05	559	134	9.4	14.0	0.26	0.77	0.77	0.00	8.36	50	6	2.24	8	377	Q1	trocken
VS01	560	130	8.9	18.5	0.13	0.27	0.27	0.10	8.35	83	10	2.43	8	383	Q1	trocken
VS02	582	113	4.0	8.9	0.07	0.00	0.00	0.00	3.93	67	17	4.76	5	467	Q2	trocken
VS03	587	117	4.1	11.5	0.00	0.00	0.00	0.01	4.07	100	25	2.36	14	475	Q2	trocken
VS04	619	128	8.8	17.4	0.07	0.00	0.00	0.12	8.57	25	3	2.20	32	622	Q2	trocken
VS05	669	152	2.0	6.8	0.02	0.14	0.14	0.00	1.88	21	11	3.20	37	1363	R1	trocken
VS06	650	135	4.1	12.6	0.15	0.92	0.92	0.00	3.03	17	5	2.37	368	1068	U6	trocken
VS07	578	103	4.1	11.5	0.18	0.57	0.57	0.00	3.33	35	10	3.69	310	730	R2	trocken
VS08	579	104	2.3	6.1	0.19	0.16	0.16	0.00	1.92	43	22	3.49	185	800	U4	trocken
ZG01	673	231	9.0	16.8	0.24	1.65	1.65	0.00	7.06	84	12	1.50	9	393	G1	nass
ZG02	676	229	8.4	12.2	0.50	0.70	0.70	0.12	7.10	79	11	2.29	73	435	H1	trocken
ZG03	675	223	7.1	13.9	0.52	0.93	0.93	0.00	5.67	71	13	1.85	83	400	H1	trocken
ZG04	676	227	3.9	11.2	0.45	0.40	0.40	0.00	3.02	69	23	1.43	68	446	H1	trocken
ZG05	686	224	10.4	15.2	0.20	1.32	1.32	0.12	8.74	32	4	2.01	485	850	J1	trocken
ZH01	673	237	9.8	15.1	1.32	1.29	1.29	0.06	7.14	50	7	1.54	144	490	H2	trocken
ZH02	676	241	5.5	13.7	0.24	0.88	0.88	0.00	4.39	25	6	2.14	165	500	H2	trocken
ZH03	687	271	6.7	11.7	0.11	1.48	1.48	0.01	5.14	64	12	2.14	70	353	F4	trocken
ZH04	682	272	11.3	16.8	0.22	2.08	2.08	0.51	8.51	27	3	3.61	70	415	H2	trocken
ZH05	675	259	19.4	23.8	1.84	6.89	6.39	0.00	11.94	18	2	3.27	378	500	G3	trocken
ZH06	682	272	13.0	16.0	1.11	2.99	2.99	0.36	8.51	22	3	2.27	111	400	F2	trocken

**Anhang 2: Bodentypen nach Bodeneignungskarte der Schweiz (1980)
Anzahl Zählgebiete je Bodentyp, und Bodentrockenheit**

Bodentyp	Nomenklatur		Wasserdurch- lässigkeit	Vernässung	Zähl- gebiete	Boden- trockenheit
	CH	Vorarlberg				
Rendzina	A3		gehemmt	grundfeucht	1	trocken
Cambisol eutric	A4		gehemmt	-	2	trocken
Cambisol gleyic	A5		gehemmt	grundfeucht	3	trocken
Cambisol gleyic	A6		schwach gehemmt	grundfeucht	4	trocken
Cambisol eutric	A7		gehemmt	-	2	trocken
Cambisol eutric	A9		gehemmt	grundfeucht	1	trocken
Cambisol calcaric	B3		normal	-	1	trocken
Cambisol eutric	B9		normal	grundfeucht	1	trocken
Histosol eutric	C1		gehemmt	grundnass	1	nass
Cambisol calcaric	C2		schwach gehemmt	-	1	trocken
Rendzina	D1		normal	-	1	trocken
Cambisol eutric	E1		schwach gehemmt	-	1	trocken
Cambisol eutric	E6		gehemmt	-	1	trocken
Histosol eutric	F1		gehemmt	grundnass	8	nass
Luvisol orthic	F2		normal	-	10	trocken
Gleysol mollic	F3		stark gehemmt	schwach grundnass	5	nass
Cambisol calcaric	F4		normal	grundfeucht	17	trocken
Gleysol humic	G1		gehemmt	grundnass	6	nass
Luvisol orthic	G2		schwach gehemmt	schwach grundnass	4	trocken
Cambisol eutric	G3		schwach gehemmt	-	4	trocken
Cambisol gleyic	G4		schwach gehemmt	schwach grundnass	12	trocken
Cambisol eutric	H1		schwach gehemmt	grundfeucht	5	trocken
Cambisol eutric	H2		schwach gehemmt	schwach grundnass	5	trocken
Cambisol eutric	H3		schwach gehemmt	-	1	trocken
Cambisol gleyic	H4		gehemmt	grundnass	1	nass
Cambisol eutric	H5		normal	-	4	trocken
Cambisol eutric	H6		normal	-	1	trocken
Cambisol gleyic	J1		schwach gehemmt	schwach grundnass	2	trocken
Cambisol gleyic	J2		normal	schwach grundnass	1	trocken
Cambisol eutric	K2		normal	grundfeucht	1	trocken
Cambisol eutric	K3		normal	-	1	trocken
Cambisol dystic	N3		normal	grundfeucht	2	trocken
Cambisol gleyic	O2		schwach gehemmt	schwach grundnass	2	trocken
Regosol eutric	P7		schwach gehemmt	-	1	trocken
Cambisol gleyic	Q1	6, 7, 8, 10	gehemmt	grundfeucht	49	trocken
Regosol eutric	Q2	1, 26	normal	-	7	trocken
Gleysol mollic	Q3	2, 3, 4, 11, 12	stark gehemmt	grundnass	32	nass
Cambisol calcaric	Q4	15	stark gehemmt	grundnass	3	trocken
Fluvisol eutric	R1		normal	schwach grundnass	1	trocken
Regosol eutric	R2		normal	grundfeucht	1	trocken
Gleysol humic	R3		gehemmt	grundnass	1	nass
Gleysol mollic	S4		stark gehemmt	grundnass	1	nass
Cambisol eutric	U4		schwach gehemmt	-	1	trocken
Cambisol eutric	U6		schwach gehemmt	grundfeucht	2	trocken
Cambisol dystic	V4		normal	-	1	trocken

Anhang 3: Berechnung der kritischen Witterung für den Feldhasen

Um die kritischen Werte der Witterung für die Bestandsänderung der Feldhasen zu ermitteln wurden die Daten der Jagdstatistiken der Kantone Bern, Zürich und Freiburg der Jahre 1971–1989 mit den entsprechenden Klimadaten korreliert.

Die Jagdstrecken in diesem Zeitraum nahmen ab (Abb. 30).

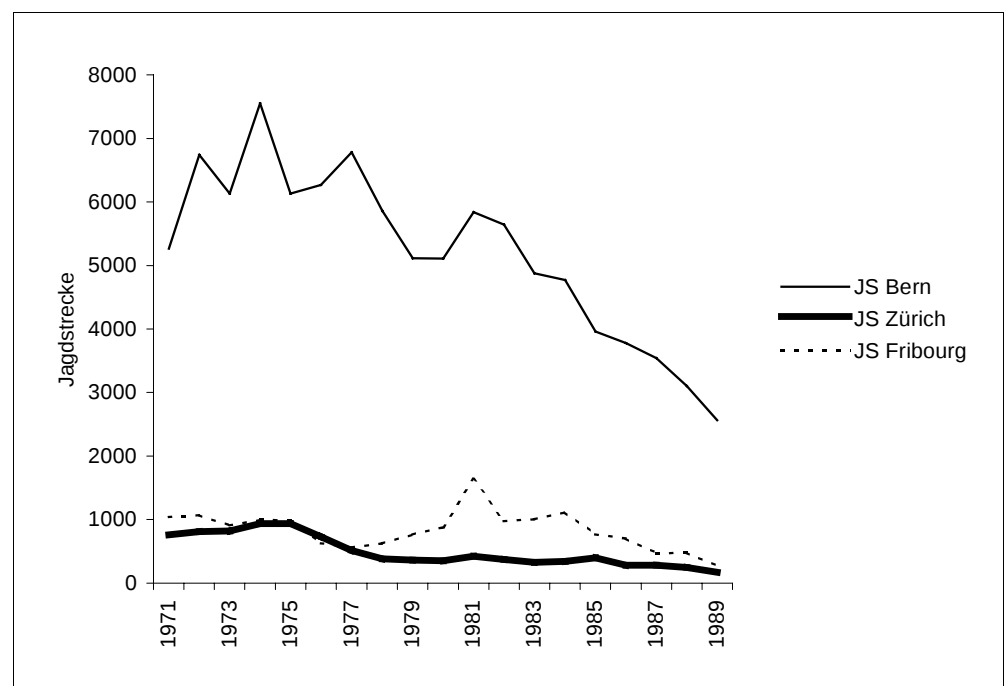


Abbildung 30 Die Jagdstrecken der Kantone Bern, Zürich und Fribourg der Jahre 1971–1989.
Quelle BUWAL, Bereich Wildtiere, www.wildunizh.ch

Da diese Abnahme nicht nur durch die Witterung bedingt ist, wurde die relative Abweichung von der Vorjahresstrecke $((JS_{t1}-JS_{t0})/JS_{t0})$ berechnet. Dadurch konnten erstens langfristige Veränderungen wie die Verkehrszunahme, die intensivere Bewirtschaftung usw. aus der Berechnung ausgeschlossen werden und zweitens konnten unterschiedlich hohe Jagdstrecken miteinander verglichen werden.

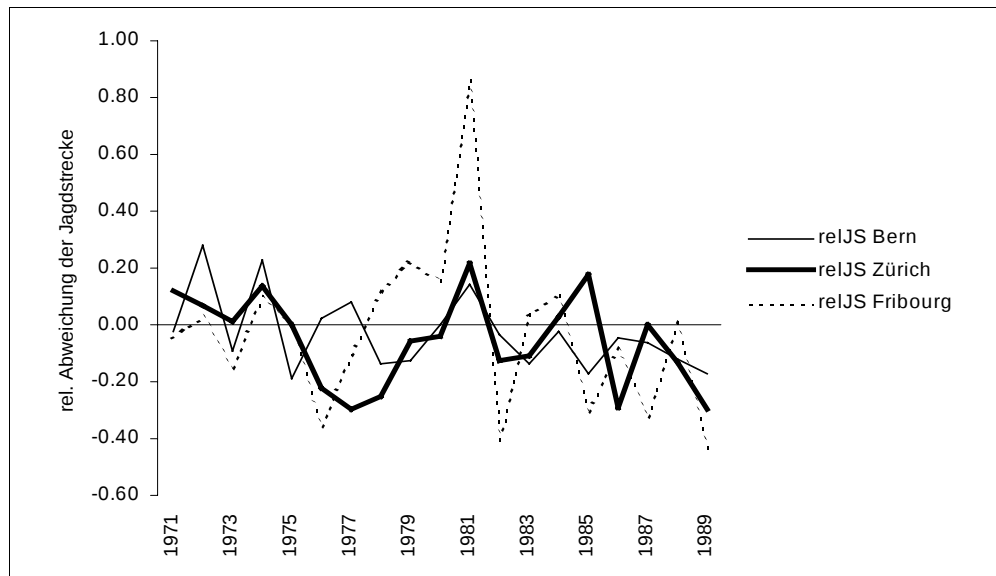


Abbildung 31 Die relativen Abweichungen der Jagdstrecken vom Vorjahr der Kantone Bern, Zürich und Fribourg der Jahre 1971–1989.

Die relative Abweichung von der Vorjahresstrecke (Abb. 30) wurde mit dem Temperaturmittel der Pentaden (5-Tage) und der Niederschlagssumme der Pentaden in den entsprechenden Jahren korreliert. Ein Jagdjahr dauerte von Oktober bis September des Folgejahres. Dort wo sich positive oder negative Korrelationskoeffizienten folgten wurden von den entsprechenden Zeiträumen die Summen gebildet und in einer multiplen Regression mit der relativen Abweichung vom Vorjahreswert der Jagdstrecke verrechnet.

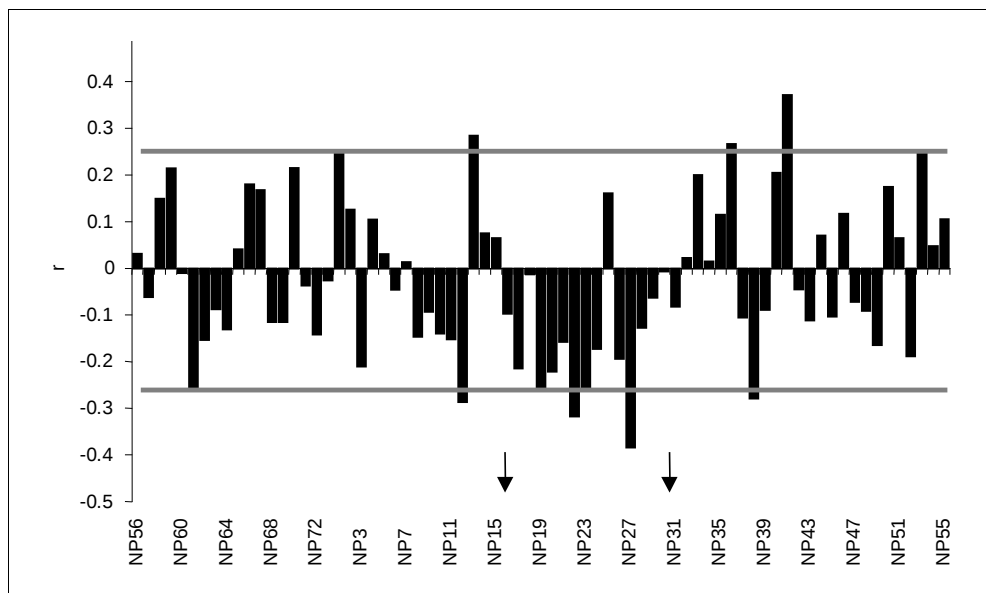


Abbildung 32 Beispielhafte Darstellung der Korrelationskoeffizient r für die Beziehung zwischen relativen Jagdstrecken von Bern, Zürich und Fribourg der Jahre 1971–1989 mit den Niederschlagssummen der einzelnen Pentaden (Niederschlagspentade NPx) der entsprechenden SMA-Stationen. Das Jagdjahr beginnt im Oktober. Das Signifikanzniveau liegt bei 0.26. Die Pfeile markieren Anfang und Ende der Zeitspanne, die für die Korrelation aufsummiert wurde.

Es zeigte sich, dass die Frühjahrsniederschläge (Niederschlagssumme der Pentaden 16–31, 16. März bis 4 Juni) die aussagekräftigsten Werte für die Bestandesabnahme darstellten (Abb. 32).

Tabelle 32 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen relativer Jagdstrecke und Witterungselementen mit Hilfe einer multiplen Regression.
Regressionszusammenfassung für ab hängige Variable = relative Jagdstrecke $R = 0.491$
 $R^2 = 0.241$ Korrigiertes $R^2 = 0.198$; $F(3,53) = 5.621$ $p < 0.002$ SE der Abweichung: 0.183.

	B	SE von B.	t(53)	p-level
Konstante	0.140940	0.137663	1.02380	0.310579
Frühjahrsniederschläge	-0.000976	0.000318	-3.06794	0.003392
Frühjahrstemperatur	0.002473	0.002529	0.97777	0.332629
Winterniederschläge	-0.001756	0.001306	-1.34539	0.184228

**Anhang 4: Naturnahe Lebensräume (ha)
nach Lebensrauminventar pro Zählgebiet**
(# = nicht kartiert)

Gebiet	Feld-Fläche	Hecken	Obstgarten Fläche	Feuchtgebiete	Fließgewässer	Kleingewässer	Artenreiche Wiesen	Wildkrautfluren	Gruben	S-Räume	Total
	[km ²]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
AG01	2.1	1.0	16.9	44.7	2.8	6.7	0.9	0.4	0.0	0.7	74.1
AG02	3.5	1.1	4.4	43.3	3.5	1.3	0.1	0.4	0.0	0.0	54.1
AG03	4.7	1.8	11.3	44.0	3.4	5.3	0.2	1.3	1.6	0.0	68.9
AG04	5.6	2.0	10.0	30.1	3.5	1.6	1.0	2.0	0.0	0.0	50.2
BE03	1.1	0.2	1.8	0.0	1.1	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	3.8
BE04	2.7	0.1	2.6	0.0	2.8	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	5.8
BE05	2.0	0.2	0.3	0.0	2.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	4.5
BE06	8.5	0.2	3.8	0.0	6.3	0.0	0.1	1.3	0.0	0.0	11.7
BE07	1.9	0.9	3.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	7.4
BE08	8.0	1.6	5.9	0.3	7.3	0.5	0.1	1.6	0.0	0.0	17.3
BE09	15.2	5.3	3.2	110.4	16.1	5.4	1.8	8.9	0.0	0.0	151.2
BE11	13.5	4.1	3.1	0.6	11.5	0.0	2.4	2.6	3.9	2.5	30.6
BE12	2.6	0.7	0.0	0.0	3.5	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	4.6
BE13	19.5	10.5	2.8	0.7	17.2	0.9	0.5	4.0	11.1	9.5	57.2
BE14	5.4	0.6	2.9	0.0	9.2	0.0	3.5	0.8	3.8	0.1	21.0
BE15	4.7	0.5	13.7	0.0	6.7	0.8	1.2	0.4	2.6	4.5	30.4
BE17	9.3	6.8	8.8	23.0	9.8	0.0	5.5	2.0	0.0	0.0	55.9
BE18	2.8	1.5	1.8	7.4	1.7	25.1	1.3	0.2	0.0	0.0	38.9
BE19	3.4	2.7	0.8	11.4	2.5	42.6	0.2	0.2	0.0	0.0	60.4
BE20	8.1	5.7	9.2	1.4	13.2	0.0	1.5	2.8	0.0	0.0	33.7
BE21	10.7	2.4	9.0	0.0	10.3	0.3	1.4	0.9	2.6	2.3	29.1
BE22	9.3	1.8	4.6	0.0	3.2	0.0	3.5	13.2	1.5	10.7	38.5
BE23	4.5	1.1	2.4	0.0	4.3	0.0	2.1	1.0	0.0	4.9	15.8
BE24	8.3	1.3	6.1	0.0	2.7	0.0	0.8	1.1	0.0	0.0	12.1
BE25	9.7	0.7	11.9	0.0	1.7	0.6	2.7	1.3	2.0	0.0	20.9
BE27	2.4	1.5	6.1	0.2	3.9	0.2	0.1	0.0	2.0	0.0	14.0
BE28	2.3	1.5	8.0	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0
BE29	8.2	2.1	21.5	0.8	3.7	4.4	0.8	0.5	0.0	0.0	33.8
BL02	6.8	2.2	80.9	0.2	0.4	0.1	6.0	10.3	0.0	1.9	102.0
GE01	6.1	5.0	4.7	0.0	0.8	0.1	1.3	6.4	21.3	3.0	42.6
GE02	5.2	2.8	4.0	0.1	0.6	0.0	0.6	0.5	0.0	0.0	8.6
LU01	16.5	12.2	43.8	24.9	11.8	0.1	12.4	3.6	0.0	0.0	108.8
LU02	4.2	4.3	71.1	0.0	2.2	0.2	0.5	0.6	0.0	0.6	79.5
LU03	3.9	4.5	77.4	0.0	4.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	86.1
LU04	4.8	3.9	97.4	0.0	1.0	5.4	0.2	1.7	0.0	0.0	109.6
LU05	6.5	6.3	78.3	0.1	2.5	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	89.2
LU06	12.3	5.0	124.5	1.3	8.5	24.4	2.2	0.5	0.7	0.0	167.1

Gebiet	Feld-Fläche	Hecken	Obstgarten Fläche	Feuchtgebiete	Fließgewässer	Kleingewässer	Artenreiche Wiesen	Wildkrautfluren	Gruben	S-Räume	Total
	[km ²]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]	[ha]
LU07	6.6	7.1	15.5	8.4	11.4	3.3	1.5	2.7	0.0	2.7	52.7
SG01	0.9	0.8	0.9	0.0	4.6	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	6.9
SG02	2.0	0.5	0.0	0.0	10.8	0.0	2.8	22.5	0.0	0.0	36.6
SG03	5.8	1.9	3.2	0.0	10.6	40.4	3.6	9.5	5.3	0.0	74.5
SG04	0.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	1.0
SG05	1.1	0.2	10.3	0.0	1.1	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	13.1
SG06	7.5	5.9	9.1	3.6	23.2	1.7	0.0	4.0	0.0	0.0	47.5
SG07	9.5	10.3	0.7	52.5	33.0	0.4	0.0	1.8	0.0	0.0	98.8
SG08	4.4	2.7	0.9	4.0	10.6	1.9	1.9	0.5	0.0	0.0	22.5
SG09	5.6	3.3	1.8	0.1	25.7	2.5	0.1	1.5	0.0	0.0	35.0
SG10	3.1	0.5	45.6	0.0	5.7	0.1	0.3	0.0	0.0	0.9	53.1
SG11	6.3	3.3	31.7	0.1	10.8	1.2	0.0	2.5	0.0	0.0	49.5
SG12	3.6	2.0	8.6	3.2	5.1	5.4	0.0	2.4	0.1	0.0	26.8
SG13	1.6	0.4	2.3	1.3	9.3	0.1	0.7	1.1	0.0	0.0	15.2
SG14	1.5	1.1	3.2	0.0	6.6	0.4	0.2	0.4	0.0	0.0	12.0
SG15	1.5	0.0	0.0	0.0	6.5	0.1	2.1	12.5	0.0	0.0	21.2
SG16	2.7	1.1	0.4	0.1	9.7	0.0	0.3	5.7	7.3	0.0	24.6
SG17	0.7	0.4	2.3	6.0	0.7	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	9.7
SH02	5.2	0.8	10.1	0.0	1.3	0.5	4.7	2.3	0.0	0.0	19.7
SH03	13.0	4.1	12.8	0.0	10.0	0.1	11.4	7.9	15.6	1.5	63.4
SH04	5.1	1.3	12.5	0.7	2.6	0.3	5.7	4.0	0.3	0.0	27.4
SH05	3.9	0.5	9.7	0.0	1.0	0.0	1.9	2.0	0.0	0.0	15.0
SH06	3.0	0.6	2.1	0.0	0.2	0.0	3.2	1.9	6.4	1.0	15.4
SO01	3.0	2.3	1.9	0.0	0.5	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	5.2
SO02	8.8	4.3	3.5	4.1	5.6	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	17.9
SO03	6.2	1.3	4.4	0.0	1.6	0.1	1.2	1.1	0.0	0.0	9.7
VD02	13.0	2.5	10.7	0.0	42.4	0.5	0.0	5.5	0.0	0.0	61.6
ZH03	5.1	4.7	#	7.1	10.5	1.2	2.3	0.0	3.6	17.2	46.6
ZH05	11.9	7.1	23.2	0.2	2.5	0.4	6.7	2.5	0.0	0.0	42.6

Anhang 5: In der Nutzungskartierung unterschiedene Kulturen

Kulturen	Abk.	Beispiele
Kleewiese	WIK	Kunst-, Kleewiese, Luzerne
Wiese	WI	Wiese
Weide	WE	Weide, Pferdeweide
Gerste	GG	Gerste
Roggen	GR	Roggen
Weizen	GW	Weizen, Dinkel, Triticale
Emmer	GE	Emmer, Einkorn
Hafer	GH	Hafer
Bohnen	AB	Bohnen, Erbsen
Soja	ASO	Soja
Raps	ARA	Raps
Sonnenblume	ASB	Sonnenblume
Kartoffeln	AKA	Kartoffeln
Mais	M	Mais
Rüben	ARU	Rüben
Gemüse	AG	Gemüse
Nachwachsende Rohstoffe	ANR	Chinaschilf, Hanf
Andere	AA	Blumenfeld, Beeren, Phacelia, Buchweizen, Tabak
Brache	B	Gras-, Kraut-, Stauden-, Buntbrache, Feldflorareservat
Vegetationsarme Fläche	BV	vegetationsarme Fläche, Schweineweide, Kompost
Offener Acker	AO	gepflügter, gegrubberter, geegter Acker
Holz, künstlich	HK	Baumschule, Niederstammobst, Aufforstung
Rebberg	R	Rebberg

Anhang 6: Instruktionen für die Zählequipen / Methodik der Scheinwerfertaxation

DIE SCHÄTZUNG VON FELDHASENBESTÄNDEN MIT HILFE DER SCHEINWERFER-STREIFENTAXATION

von Hans-Peter Pfister

Allgemeines

Zählung mit Scheinwerfern	Die Verwendung von Scheinwerfern für die nächtlichen Zählungen von nachtaktiven Wildtieren ist nicht neu. Aus der Literatur ist ersichtlich, dass die Beobachtung mit Hilfe von Scheinwerfern durchwegs zu befriedigenden Resultaten geführt hat. LORD (1959, 1961) gibt an, dass nächtliche Zählungen praktikable Werte für die Häufigkeit verschiedener Hasenarten ergeben. GRIFFITH und EVANS (1970) setzten mit Erfolg Scheinwerfer für den Einfang von Hasen ein, LABIBSKY (1968) ebenso für Kaninchen und andere Tierarten. Auch für Hirschzählungen hat sich der Einsatz von Scheinwerfern bewährt, wie die Publikationen und Berichte von PROGULSKE und DUERRE (1964) und BUCHLI (1974) zeigen.
Einschränkungen	Es werden aber auch Einschränkungen gemacht. Besonders beim Hirsch können sich Wetterfaktoren zum Teil stark auf die Zählwerte auswirken. Nach PROGULSKE und DUERRE (1964) werden bei höherer Temperatur sowie in dunklen Nächten (wenig Mondlicht), mehr Hirsche gezählt. Bei starker Bewölkung, Regen oder Tau werden dagegen weniger Hirsche erfasst. Der Hase ist in dieser Beziehung offenbar weniger empfindlich. SALZMANN und SALZMANN (1973) fanden keine Abhängigkeit der Zählresultate von Temperatur, Luftdruck, Windstärke, Luftfeuchtigkeit und Bewölkungsgrad bei der nächtlichen Beobachtung von Feldhasen. Hingegen erhielten sie hohe Werte bei Taxationen vor Schneefall auf aperm Grund, sehr geringe Werte unmittelbar nach Schneefall.
Zuverlässigkeit	Nach eigenen Erfahrungen (PFISTER, 1975) können Hasenzählungen unter bestimmten extremen Bedingungen unzuverlässig sein, z.B. während Schneefall, bei starken Regenfällen, hoher Windgeschwindigkeit und in sehr hellen Mondnächten. ALKON (1965) und NEWMAN (1959) bezweifelten, dass sich ihre Zählresultate problemlos als Dichtewerte verwenden liessen, da diese offensichtlich allzu stark klimatischen Schwankungen unterworfen waren. Im Gegensatz dazu haben die Methodentests im Rahmen des Feldhasenprojektes des Allg. Schweiz. Jagdschutzvereins gezeigt, dass sich die Scheinwerfermethode gerade für die Erfassung von Hasenbeständen hervorragend eignet und mit wenigen Ausnahmen zuverlässige Werte liefert. (PFISTER und RIMATHE, 1975). Solche unterschiedliche Ansichten lassen sich dadurch erklären, dass zwar mit Scheinwerfern, aber mit verschiedenen Methoden gearbeitet wurde. Die meisten der erwähnten Autoren führten ihre Zählungen entlang von Strassen durch und begnügten sich damit, in Zickzackfahrt die unmittelbar an die Strasse grenzenden Feldstreifen mit den Autoscheinwerfern abzuleuchten. Damit erfassten sie nur einen beschränkten Bereich des Lebensraumes

eines Bestandes und erhielten infolge der saisonal unterschiedlichen und witterungsabhängigen Verteilung der beobachteten Tierarten grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Zählwerten. Im Unterschied zu diesem Vorgehen wurden im Hasenprojekt des Allg. Schweiz. Jagdschutzvereins die Scheinwerfer seitlich des Fahrzeuges und frei beweglich eingesetzt und die Geländekammern durch Befahren des Feldwegnetzes und zum Teil in Querfeldeinfahrten praktisch lückenlos abgeleuchtet. Im Prinzip wurde dabei Streifen um Streifen eines zu taxierenden Areals abgesucht und die Fahrroute so gewählt, dass die benachbarten Taxationsstreifen lückenlos aneinander grenzten. Durch dieses Vorgehen konnten ganze Populationsräume erfasst und sogenannte «tote» Beobachtungsflächen vermieden werden. Diese Methode wird in den folgenden Abschnitten als «Scheinwerfer-Streifen-Taxation» bezeichnet.

Wildarten

Die Scheinwerfer-Streifen-Taxation ergibt bei richtiger Anwendung nicht nur sehr präzise Informationen über die örtliche Häufigkeit von Feldhasen, sie liefert auch relativ gute Werte bei Reh-, Hirsch- und Katzenzählungen, sowie beschränkt brauchbare für die Beurteilung der Häufigkeitsverteilung und der Bestandesentwicklung beim Rotfuchs. Ein grosser Vorteil der Methode besteht darin, dass sie einfach und wenig aufwendig in der praktischen Anwendung ist und sich besser als irgendeine Tagbeobachtungsmethode für die Beobachtung nachtaktiver Wildarten eignet.

Vorgehen

Fahrzeug, Scheinwerfer

Für die Durchführung der Scheinwerfer-Streifen-Taxation werden ein geländegängiges Fahrzeug und zwei, von Hand bedienbare Halogenscheinwerfer benötigt. Im Hasenforschungsprojekt wurde mit handelsüblichen Autohalogenscheinwerfern mit speziell angefertigten Handgriffen gearbeitet. Interessenten können diese Scheinwerfer zum Stückpreis von etwa Fr. 122.– bei der Garage Elit, 7402 Bonaduz, Brinkmann Q-Beam, beziehen oder die Handgriffe selbst an Halogenscheinwerfer montieren. Die Scheinwerfer werden über entsprechende, speziell montierte Steckdosen an der 12-V- oder 6-V-Autobatterie angeschlossen (Voltzahl bei der Scheinwerferbestellung angeben).

Karten

Als Unterlage für die Eintragung der Beobachtungen können entweder fotokopierte Ausschnitte aus der Landeskarte 1: 25'000 oder Katasterpläne im Massstab 1:10'000 resp. 1:5'000 verwendet werden. Diese Unterlagen werden mit «Routenkarte» bezeichnet und gelten gleichzeitig als Protokoll.

Beobachter

Die Beobachterequipe setzt sich im Idealfall aus 4 Personen zusammen: einem Fahrer, der zugleich auch Beobachter ist, einem Schreiber auf dem Beifahrersitz und je ein Beobachter mit Scheinwerfer auf dem linken und dem rechten Hintersitz (Leuchter). Jeder einzelne der Equipe ist mit einem guten Feldstecher ausgerüstet (Nachtbläser), der Schreiber zusätzlich mit Schreibzeug, Taschenlampe und Routenkarte.

Vorbereitungsphase

Rekognoszieren	Vor der Durchführung einer Taxation muss das Gelände bei Tageslicht rekognosziert werden. Das Rekognoszieren des Beobachtungsraumes hat folgenden Zweck:
Beobachtungsräume	• Festlegen der Beobachtungsräume zwecks Einteilung des Revieres in Beobachtungseinheiten. Diese Einteilung ist sehr wichtig und grundlegend und muss sich nach der räumlichen Verteilung der zu beobachtenden Tiere richten. Es geht darum, die Räume so abzugrenzen, dass man in ihnen die örtlich gebundenen Bestände möglichst vollständig erfassen kann. Als Grenze eignen sich vor allem Strukturen mit Hindernischarakter wie Autobahnen, Flüsse, kompakte Überbauungszonen, sowie z.T. auch parallel nebeneinander verlaufende Bahntrassen und Schnellverkehrsstrassen. Da bei diesen grundsätzlichen Überlegungen auch das Verhalten und die Aktionsradien der jeweils interessierenden Tierarten zu berücksichtigen sind, lohnt es sich, in einer ersten Phase eine Fachperson beizuziehen. Bei der Arbeit mit Scheinwerfern macht man die Erfahrung, dass auch in Gebieten, die man leer glaubte, noch Tiere beobachtet werden können. Es empfiehlt sich deshalb, bei einer systematischen Überwachung eines Revieres auch solche Gebiete regelmässig zu beobachten.
Taxationsroute	• Festlegen der Taxationsrouten. Die Route sollte so gewählt werden, dass jedes sich nicht in Deckung befindende Tier irgendwann ins Scheinwerferlicht gerät, ganz gleich, wo es seinen Standort gewählt hat. Wie engmaschig das Routennetz zu wählen ist, hängt von der Grösse der jeweiligen Tierart ab. Für Hasen beträgt die praktische Einsatzdistanz des beschriebenen Halogenscheinwerfers etwa 200 Meter. In diesem Fall dürfen zwei benachbarte Fahrwege nicht weiter als 400 Meter voneinander entfernt sein (Abb. 33) In kuppertem Gelände muss der Zugang hinter sichtbehindernde Geländestrukturen (z.B. Hügel, Bauten, Gebüsche usw.) soweit möglich – zum Beispiel mit einer Querfeldeinfahrt – erzwungen werden. Die Erfahrung zeigt, dass bei nicht konsequentem Vorgehen durchschnittlich 20–30% der vorhandenen Hasen übersehen werden. Bei Rehen ist der Prozentsatz geringer, bei Füchsen wahrscheinlich höher. Die rekognoszierte und festgelegte Route wird nach genauer Überprüfung ihrer Befahrbarkeit definitiv auf der Routenkarte eingetragen. • Orientierungshilfen. Markante Punkte, Objekte und Kulturen, sowie ebenfalls nicht eingezeichnete Geländestrukturen werden als wichtige Orientierungsmarken und als Anhaltspunkte für einen möglichst genauen Eintrag der Beobachtungen auf der Routenkarte eingetragen. • Vorbesprechung aller technischen und methodischen Einzelheiten mit der Equipe. Die Vorbesprechung des Vorgehens wird mit Vorteil bei der Rekognoszierung im Gelände durchgeführt.
Zeit	Nach dem Rekognoszieren müssen die Beobachtungsfahrten zeitlich und örtlich geplant werden:

- Zeitplanung. Vor dem Rekognoszieren hat man bereits festgelegt, wie viele Taxationen man pro Saison durchführen will. Zum Beispiel drei Taxationen im Frühjahr, drei vor der Jagd und drei nach der Jagd. Nun gilt es noch bestimmte Nachtstunden festzulegen, beispielsweise die erste Stunde, die dritte und die fünfte Stunde nach Nachteinbruch, wobei jedes der Beobachtungsgebiete je einmal zu jeder der drei Nachtstunden befahren wird. Als günstigste Nachtstunden haben sich im Verlaufe des Hasenforschungsprojektes gezeigt:

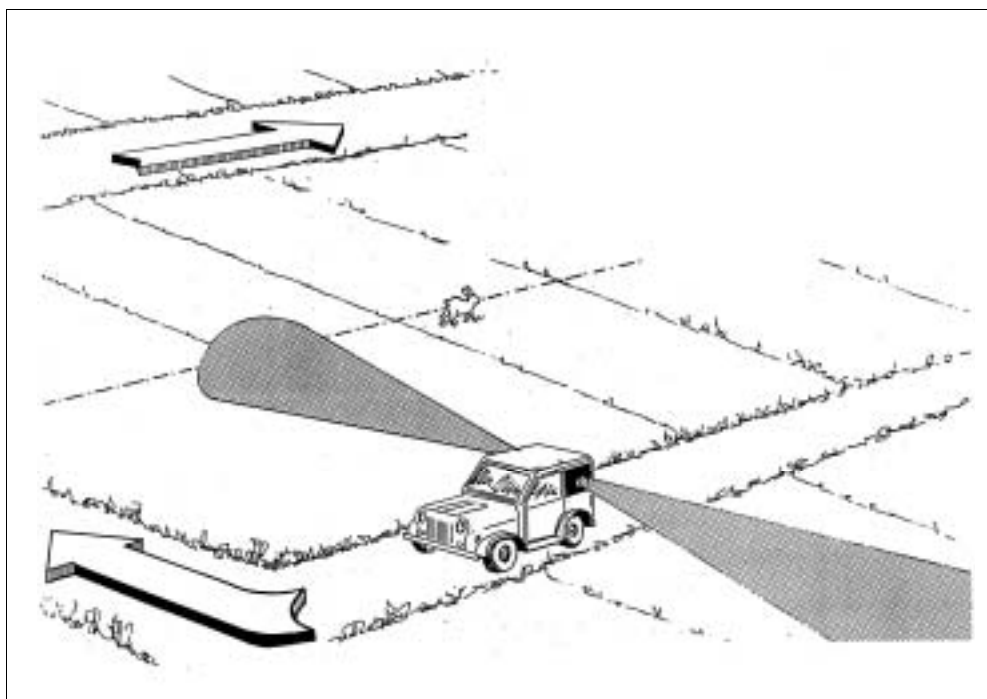


Abbildung 33 Die praktische Reichweite der Scheinwerfer bestimmt, wie engmaschig das Routennetz gewählt werden muss. Im abgebildeten Beispiel reicht der Scheinwerferkegel nur bis in die Mitte der Felder, weshalb der hintere Feldweg ebenfalls befahren werden muss, damit die zwischen den beiden Wegen liegenden Felder lückenlos abgeleuchtet werden können. Der Feldhase in der Mitte kann von beiden Seiten gesehen werden. Er darf deshalb nicht mehr gezählt werden, wenn er von der Gegenseite noch einmal beobachtet werden kann (Vermeiden von Doppelzählungen).

Tierart	Jahreszeit	Nachtstunden
Hasen in Feldgebieten	September bis März	1 Std. nach Abenddämmerung bis 1 Std. vor Morgendämmerung
Hasen in Waldgebieten	Januar bis Ende Februar	1. Std. nach Abenddämmerung bis Mitternacht
Rehe	Mitte März bis Ende April	1. bis 3. Stunde nach Abenddämmerung

Startort

Routenplanung: Es empfiehlt sich, pro Beobachtungsperiode in jedem Beobachtungsgebiet mindestens 3 Taxationen in verschiedenen Nächten durchzuführen. Dabei sollte der Startort auf der stets gleichbleibenden Route jedes Mal in einem anderen Routenabschnitt gewählt werden. Für den Vergleich der Resultate verschiedener Jahre wird mit Vorteil jedes Jahr der gleiche Zeit- und Routenplan gewählt.

Information: Nach Abschluss aller Planungs- und Vorbereitungsarbeiten sollte man sich die Mühe nehmen, besonders empfindsame Bewohner im Taxationsgebiet, Landwirte, über deren Felder Querfeldeinfahrten geplant sind und auch die zuständigen Polizeiorgane über Ort, Zweck und Zeit der geplanten Aktionen orientieren.

Durchführung der Scheinwerfer-Streifen-Taxation

Eine Taxation muss ähnlich wie ein gut organisierter Jagdtag straff und diszipliniert durchgeführt werden. Auch wenn es verlockend ist, bei sich bietender Gelegenheit noch rasch einen Hegeabschuss im Scheinwerferlicht zu tätigen, ist davon abzuraten. Solche Einlagen stören nicht nur den Ablauf der Taxation, sie bewirken auch, dass die Bevölkerung glaubt, Scheinwerferzählungen seien nur ein Vorwand, damit die Jäger auch nachts dem Wild nachstellen können.

Scheinwerfertechnik

Bei der Durchführung einer Taxation ist vor allem auf eine korrekte Handhabung der Scheinwerfer zu achten:

- Für Hasenzählungen ist eine mittlere Fahrgeschwindigkeit von 4–10 km/h einzuhalten. Dies entspricht einer Taxationsleistung von ca. 1 km²/Stunde.
- Für Hasenbeobachtungen werden die Scheinwerfer rechtwinklig zur Fahrtrichtung, also genau seitwärts vom Fahrzeug weg eingesetzt. Die Scheinwerfer sollten so geneigt werden, dass das Gelände bis zur maximalen Einsatzdistanz des Scheinwerfers für die jeweilige Tierart ausgeleuchtet wird (z.B. Hasen 200 m, Rehe und Hirsche 400 m). Der rechtwinklige Einsatz des Scheinwerfers garantiert eine maximale Ausnutzung der Reichweite (Abb. 34), mit anderen Worten eine maximale Breite des abgeleuchteten Streifens. Flächen mit sichtbehindernder Vegetation müssen mit dem Feldstecher abgesucht werden. Ist der Feldstechereinsatz über längere Strecken nötig, so wird die Fahrt alle 100 Meter unterbrochen, damit die Beobachter genügend Zeit haben, die Halbdeckungen systematisch abzusuchen. Dieses Verfahren ist zwar zeitraubend, aber meist gewinnbringend und verspricht auch in vegetationsreichen Jahreszeiten (z.B. Juli/August) brauchbare Resultate.

Reh- und Hirschzählung
im Mittelland

Bei Reh- und Hirschzählungen im Mittelland ist das Vorgehen das gleiche wie bei Hasenzählungen, nur ist hier eine höhere Fahrgeschwindigkeit zu empfehlen, nämlich etwa 10–20 km/h. Zudem muss beim Eintritt in jede neue Geländekammer als vorsorgliche Massnahme der Raum vor dem Fahrzeug abgeleuchtet werden, da ein Teil der Tiere sich bei Annäherung des Fahrzeuges durch Flucht der Beobachtung auf kürzere Distanz entzieht. Da Rehe und Hirsche im Gegensatz zum Hasen bereits

auf grosse Distanz ausgemacht werden können, liefert das Vorausleuchten bessere Zählwerte als die reine Hasenbeobachtungstechnik.

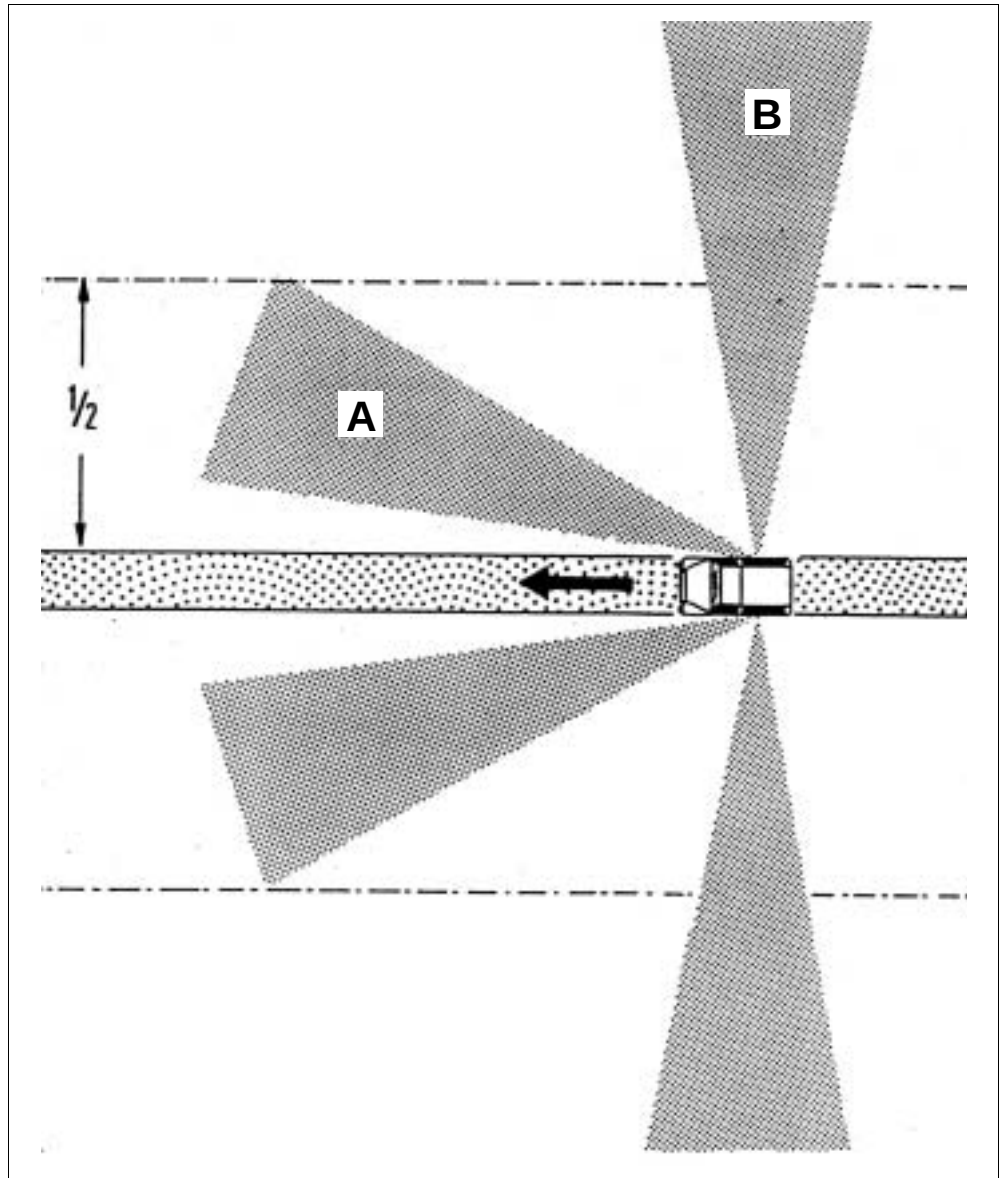


Abbildung 34 Die Darstellung zeigt den richtigen Einsatz des Scheinwerfers (B). Der Scheinwerferkegel steht rechtwinklig zur Fahrtrichtung und ermöglicht das Ableuchten eines maximal breiten Streifens. Beim Scheinwerfereinsatz A sind die Scheinwerferkegel weit nach vorne gerichtet. Die Breite des abgeleuchteten Streifens wird dadurch auf die Hälfte reduziert.

Protokolltechnik

Protokoll

Doppelbeobachtungen

Ein vollständiges Protokoll muss im Minimum folgende Angaben enthalten: Datum, Beobachtungszeit, Ort, Tierart, Beobachter. Für die verschiedenen beobachteten Tierarten kann ein bestimmtes Signet verwendet werden. Durch Eintrag aller Beobachtungen auf die Routenkarte ist auch der Standplatz jedes Tieres genau festgelegt. Die Beobachtungen einer Taxation werden fortlaufend nummeriert und die genaue Beobachtungszeit neben dem Eintrag vermerkt. Besondere Bemerkungen können unter der entsprechenden Beobachtungsnummer auf einem Notizzettel notiert werden. Doppelbeobachtungen sind nicht zu vermeiden, besonders, wenn kurz nacheinander parallel verlaufende, benachbarte Feldwege befahren werden. Um in solchen Fällen Doppelbeobachtungen als solche erkennen zu können, versucht man diejenigen Tiere, die man bereits von der Gegenseite her beobachtet und eingetragen hat, mit dem Feldstecher noch einmal auszumachen und notiert nur zusätzlich beobachtete Tiere als Neubeobachtungen.

Nach jeder Taxation notiert man die besonderen Umstände, wie Wetter, Temperatur und Störfaktoren. Hat man den Eindruck, dass die Beobachtungsbedingungen sehr ungünstig waren, so sollte man die Taxation zu einem anderen Zeitpunkt wiederholen.

Als zum Teil sehr negativ haben sich bei Hasenzählungen gezeigt: Nebel, Schneefall oder kurz nachher, sturmartiger Regen, starker Wind, Vollmondhelle. Bei Reh-zählungen: kalte Regennächte, helle Mondnächte und starke Bewölkung.

Fehlerquellen

Fehler

Auch die besten Scheinwerfer nützen nichts, wenn sie unzweckmässig eingesetzt werden. Das sogenannte «Funzeln» nützt nichts. Als «Funzeln» bezeichne ich den ungezielten und planlosen Einsatz eines Scheinwerfers. Eine seriöse Vorbereitung auf einige, in ihrer Zahl beschränkte Taxationen schafft die meisten Fehlerquellen aus der Welt. Dennoch besteht die Gefahr, dass aus Gründen, die mit der Beobachtungstechnik nicht direkt zu tun haben, Fehler begangen werden:

- Einzelbeobachtungen: Aufgrund einiger weniger Beobachtungen dürfen keine allgemeinen Schlussfolgerungen gezogen werden.
- Systematischer Zeitfehler: entsteht, wenn der Beobachter seine Beobachtungsaktivität nicht der Aktivität der beobachteten Tierart anpasst.
- Systematischer Ortfehler: entsteht, wenn der Beobachter bestimmte Teilgebiete seines Reviers bevorzugt, weil es dort viel zu sehen gibt.
- Vernachlässigung wichtiger Faktoren: Man notiert wichtige Begleitumstände nicht, die zu einer Beobachtung oder auch zu einem abweichenden Resultat geführt haben.
- Systematischer Gewichtungsfehler: Man hat vorgefasste Meinungen und versucht, eigene Ansichten zu bestätigen, auch wenn die Beobachtungen noch andere Gesichtspunkte zulassen.
- Interpretationsfehler: vermenschlichende Denkweise, Nichtbeachtung der Vielfalt zusammenwirkender Faktoren (Scheinabhängigkeiten).

Zusammenfassung der wichtigsten Punkte

- Scheinwerfertaxationen zur Bestimmung des Hasenbestandes
- Die Scheinwerferzählung eignet sich besonders für die Erfassung des Hasenbestandes:
 - sie liefert sehr gute Werte,
 - sie ist einfach und zeitsparend.
- Welches Material muss bereitgestellt werden?
 - 2 Halogenscheinwerfer
 - 1 geländegängiges Fahrzeug
 - 1 Routenkarte
 - 1 Notizblatt
- Mannschaft:
 - 1 Fahrer, 2 Beobachter mit Scheinwerfern, 1 Schreiber
- Wie geht man vor?
 - Zählungen müssen straff organisiert werden.
 - 3 Zählungen im Frühjahr, 3 vor der Jagd.
 - Keine Einzelaktionen und Disziplinlosigkeit.
 - 1. Einteilung des Reviers in Beobachtungseinheiten.
 - 2. Rekognoszieren der Fahrroute bei Tag und Eintrag der Route in die Karte.
 - 3. Mitteilungen an die Polizei und an Bewohner einsamer Gegenden betreffend Taxationsraum, Datum, Zeitraum, Beobachtungstechnik, Fahrzeug.
 - 4. Durchführung der Zählung bei günstigem Wetter (ungünstig: Nebel, Schneefall oder kurz danach, sturmartiger Regen, starker Wind, Vollmondhelle.
- Grundsätze: Arealfläche möglichst 100%-ig ableuchten, Feldstecher einsetzen.

Auskünfte und Kurse

Weitere Auskünfte über Scheinwerfer-Taxationen erhalten Sie bei der Schweizerischen Vogelwarte, 6204 Sempach.

Anhang 7: Landwirtschaftliche Nutzung in % und transformiert in den verschiedenen Zählgebieten

Zähl- gebiet	Wiesland		Getreide		Spezial- kultren		Gemüse		Naturnah		Brache		Obst		Hecken		Übrige		Strassen		Hack- frucht
	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%
AG01	27.7	0.49	16.7	-0.01	0.2	-4.35	0.7	-3.25	21.6	0.25	0.2	-4.36	8.2	-0.72	1.8	-2.25	5.3	-1.15	0.6	-3.29	16.9
AG02	41.8	0.56	12.9	-0.61	1.1	-3.07	3.8	-1.84	12.6	-0.63	0.0	-10.08	1.3	-2.94	1.6	-2.68	1.0	-3.14	0.0	-6.72	23.8
AG03	38.5	0.33	11.2	-0.90	0.2	-4.88	0.0	-10.22	9.9	-1.03	0.0	-10.22	2.4	-2.43	2.8	-2.28	7.4	-1.32	0.0	-7.16	27.6
AG04	16.8	0.04	9.6	-0.52	0.1	-5.08	0.0	-9.69	5.9	-1.00	0.0	-9.69	1.8	-2.20	2.8	-1.74	46.6	1.06	0.2	-4.24	16.1
BE03	31.5	1.19	12.1	0.23	0.3	-3.39	1.8	-1.67	0.6	-2.76	0.0	-9.17	1.7	-1.74	0.9	-2.38	41.4	1.46	0.1	-4.64	9.6
BE04	37.0	1.44	10.6	0.19	0.8	-2.41	0.4	-3.08	0.1	-4.08	0.0	-9.08	1.0	-2.22	0.1	-4.22	40.2	1.52	1.0	-2.15	8.8
BE05	36.7	1.70	19.4	1.06	0.0	-8.82	2.0	-1.19	0.6	-2.49	0.0	-8.82	0.2	-3.76	0.2	-3.30	33.6	1.61	0.5	-2.62	6.7
BE06	38.0	1.81	13.4	0.77	0.0	-8.74	0.6	-2.27	0.2	-3.61	0.2	-3.24	0.4	-2.63	0.3	-3.16	39.8	1.85	0.8	-2.02	6.2
BE07	18.8	1.51	13.3	1.17	0.0	-8.33	1.6	-0.97	0.2	-3.09	0.0	-8.33	1.9	-0.81	1.4	-1.09	56.7	2.61	1.9	-0.77	4.2
BE08	24.8	-0.41	20.8	-0.58	0.8	-3.88	6.0	-1.82	0.3	-4.97	0.0	-10.53	0.7	-3.93	1.6	-3.18	6.6	-1.73	1.3	-3.34	37.2
BE09	20.2	-0.43	20.2	-0.43	2.3	-2.60	5.3	-1.77	18.0	-0.54	0.2	-5.01	0.2	-4.98	5.6	-1.71	0.0	-10.34	0.2	-4.82	30.9
BE11	18.9	-0.32	17.5	-0.40	0.3	-4.36	14.2	-0.61	0.4	-4.12	0.0	-10.17	0.2	-4.74	4.2	-1.82	17.3	-0.41	0.7	-3.60	26.1
BE12	14.5	-0.67	16.2	-0.57	6.9	-1.41	19.0	-0.41	0.1	-5.33	0.0	-10.26	0.1	-5.65	0.8	-3.58	13.8	-0.73	0.0	-6.60	28.5
BE13	14.0	-0.81	20.6	-0.43	0.6	-4.01	16.1	-0.68	0.6	-4.03	0.2	-5.32	0.1	-5.39	11.2	-1.03	4.8	-1.89	0.3	-4.80	31.6
BE14	10.4	-1.23	22.3	-0.47	0.1	-5.47	1.3	-3.28	0.8	-3.74	0.0	-10.48	0.5	-4.18	1.0	-3.60	26.8	-0.28	1.1	-3.46	35.5
BE15	9.6	-0.78	23.3	0.11	0.4	-3.98	1.2	-2.83	0.3	-4.12	0.2	-4.58	2.9	-1.97	0.6	-3.60	40.4	0.66	0.2	-4.58	20.8
BE17	14.3	-0.75	21.9	-0.33	1.2	-3.23	0.6	-3.88	3.3	-2.21	0.0	-7.61	0.9	-3.47	7.6	-1.39	19.0	-0.47	0.7	-3.73	30.4
BE18	8.9	-1.13	25.2	-0.09	0.6	-3.80	0.0	-10.22	3.2	-2.15	0.4	-4.34	0.6	-3.75	2.0	-2.64	30.7	0.11	0.8	-3.51	27.5
BE19	14.0	-0.75	37.4	0.23	0.0	-10.30	0.1	-5.52	3.6	-2.12	0.0	-10.30	0.2	-4.83	3.5	-2.14	11.5	-0.94	0.0	-6.91	29.6
BE20	12.0	-0.68	25.3	0.07	0.2	-4.89	0.1	-5.85	0.8	-3.41	0.1	-5.17	1.1	-3.03	6.3	-1.32	29.4	0.22	1.1	-3.10	23.7
BE21	14.1	-0.37	19.5	-0.05	0.0	-9.92	0.0	-6.13	0.2	-4.49	0.0	-9.92	0.8	-3.19	2.5	-2.08	41.5	0.71	0.9	-3.14	20.4
BE22	24.1	-0.36	33.9	-0.02	0.1	-5.87	0.3	-4.75	1.8	-2.95	0.3	-4.89	0.5	-4.25	2.0	-2.83	1.8	-2.96	0.5	-4.27	34.7
BE23	25.5	-0.04	20.1	-0.28	1.8	-2.68	0.0	-10.19	0.8	-3.53	0.0	-10.19	0.5	-3.92	2.0	-2.60	22.3	-0.18	0.4	-4.26	26.6
BE24	29.3	0.03	30.3	0.06	0.5	-4.14	0.3	-4.55	0.2	-4.83	0.0	-7.09	0.7	-3.66	1.7	-2.84	7.0	-1.41	1.3	-3.06	28.6
BE25	18.9	-0.24	21.8	-0.10	0.2	-5.03	0.1	-5.92	0.4	-4.06	0.0	-6.53	1.2	-2.97	0.8	-3.40	31.3	0.27	1.2	-3.02	24.0
BE27	30.4	0.89	17.2	0.32	1.4	-2.21	0.9	-2.66	0.2	-4.12	0.0	-9.43	2.6	-1.59	2.1	-1.80	32.7	0.96	0.0	-5.70	12.5
BE28	19.1	0.16	17.0	0.04	1.2	-2.63	1.1	-2.68	0.1	-4.72	0.0	-9.70	3.4	-1.56	1.3	-2.55	39.1	0.87	1.2	-2.61	16.4
BE29	24.7	0.63	19.6	0.40	1.7	-2.06	0.1	-4.76	0.3	-3.87	0.0	-9.49	2.6	-1.62	2.2	-1.77	35.0	0.98	0.7	-2.99	13.2
BL02	33.3	0.83	24.9	0.54	2.6	-1.70	2.1	-1.94	2.5	-1.77	1.0	-2.63	11.9	-0.20	2.5	-1.74	4.1	-1.25	0.4	-3.49	14.5
GE01	11.2	-0.51	30.9	0.51	4.0	-1.54	0.6	-3.46	1.3	-2.66	0.6	-3.42	0.8	-3.18	5.3	-1.25	25.9	0.34	1.1	-2.87	18.5
GE02	5.2	-1.60	27.6	0.08	5.5	-1.54	1.2	-3.10	0.3	-4.55	1.6	-2.75	0.8	-3.50	3.5	-1.99	28.1	0.10	0.8	-3.50	25.5
LU01	31.1	0.22	11.8	-0.74	0.3	-4.54	0.4	-4.26	2.6	-2.25	0.2	-4.94	2.7	-2.24	13.5	-0.61	12.0	-0.73	0.6	-3.68	24.9
LU02	43.3	2.37	5.5	0.30	0.0	-4.77	0.1	-3.84	0.5	-2.20	0.0	-8.31	16.9	1.43	5.2	0.24	24.5	1.80	0.1	-4.04	4.1
LU03	33.8	1.53	6.7	-0.09	0.2	-3.87	0.4	-2.86	0.0	-5.66	0.0	-5.48	19.8	0.99	5.2	-0.33	25.5	1.25	1.0	-2.00	7.3
LU04	46.8	1.88	7.4	0.03	1.6	-1.48	0.2	-3.76	0.4	-2.89	0.0	-8.88	20.1	1.03	3.8	-0.63	12.1	0.52	0.4	-2.86	7.2
LU05	27.1	1.16	13.7	0.47	1.2	-1.98	0.0	-5.61	0.3	-3.28	0.0	-9.05	12.0	0.34	6.3	-0.31	30.5	1.27	0.3	-3.43	8.6
LU06	36.5	1.25	12.8	0.20	0.3	-3.61	0.1	-4.28	0.4	-3.22	0.0	-9.26	10.2	-0.03	5.6	-0.63	22.9	0.78	0.6	-2.87	10.5
LU07	42.2	1.14	7.6	-0.58	0.1	-5.24	0.8	-2.83	2.3	-1.75	0.0	-9.52	2.3	-1.76	8.6	-0.45	21.5	0.46	0.9	-2.73	13.6
SG01	11.3	-1.28	15.3	-0.98	0.0	-10.61	8.9	-1.52	0.7	-4.06	0.0	-10.61	1.0	-3.68	0.9	-3.81	21.0	-0.66	0.2	-5.18	40.7
SG02	51.0	6.23	0.1	0.00	0.0	-4.61	0.0	-4.61	12.5	4.83	0.0	-4.61	0.1	0.00	0.5	1.59	35.5	5.87	0.3	0.98	0.1
SG03	29.9	0.67	5.1	-1.09	1.0	-2.75	4.5	-1.22	2.2	-1.91	0.0	-9.63	0.5	-3.32	1.8	-2.16	39.1	0.94	0.6	-3.27	15.3

Zähl- gebiet	Wiesland		Getreide		Spezial- kultren		Gemüse		Naturmah		Brache		Obst		Hecken		Übrige		Strassen		Hack- frucht
	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	%	transf.	
SG04	26.8	0.12	11.8	-0.70	3.8	-1.84	5.1	-1.54	0.2	-4.57	0.0	-10.08	0.1	-5.47	0.1	-5.47	27.6	0.15	0.7	-3.48	23.8
SG05	21.5	0.87	14.6	0.49	0.7	-2.57	3.7	-0.87	1.5	-1.77	0.0	-9.10	9.8	0.09	0.2	-3.59	37.2	1.42	1.7	-1.66	9.0
SG06	40.2	1.04	6.6	-0.76	0.3	-3.96	3.9	-1.30	1.0	-2.62	0.1	-5.63	1.2	-2.45	5.9	-0.88	25.8	0.60	0.8	-2.84	14.2
SG07	55.6	1.14	7.4	-0.87	0.0	-9.78	1.8	-2.27	5.7	-1.13	0.1	-5.07	0.1	-5.48	10.3	-0.54	0.8	-3.06	0.5	-3.62	17.7
SG08	35.9	0.32	9.0	-1.07	1.3	-2.99	0.7	-3.63	1.5	-2.88	0.2	-4.91	0.2	-4.84	2.1	-2.51	22.6	-0.14	0.5	-3.95	26.1
SG09	31.4	0.24	11.6	-0.76	0.5	-3.93	1.5	-2.82	0.3	-4.40	0.0	-7.24	0.3	-4.34	3.3	-2.02	25.4	0.03	1.0	-3.24	24.7
SG10	67.2	2.58	4.5	-0.13	0.4	-2.64	0.0	-8.53	0.1	-3.83	0.0	-8.53	14.8	1.07	0.6	-2.07	7.1	0.33	0.3	-2.93	5.1
SG11	62.9	1.95	5.6	-0.47	0.5	-2.91	0.3	-3.52	0.4	-3.04	0.0	-9.10	5.1	-0.57	3.4	-0.98	11.8	0.28	1.1	-2.09	9.0
SG12	41.8	1.32	4.4	-0.92	0.4	-3.39	0.4	-3.21	1.6	-1.97	0.1	-5.00	2.4	-1.54	2.0	-1.74	34.2	1.12	1.6	-1.92	11.1
SG13	39.0	0.41	4.9	-1.66	0.0	-10.16	2.5	-2.33	2.0	-2.57	0.0	-10.16	1.5	-2.87	0.4	-4.23	22.4	-0.14	1.5	-2.87	25.9
SG14	20.3	0.00	17.2	-0.17	0.0	-9.92	6.0	-1.22	0.4	-3.92	0.0	-9.92	2.1	-2.26	1.3	-2.72	31.9	0.45	0.5	-3.76	20.3
SG15	66.6	3.10	0.9	-1.19	1.8	-0.50	0.5	-1.78	9.5	1.15	0.0	-8.01	0.1	-3.40	0.1	-3.40	17.4	1.75	0.1	-3.83	3.0
SG16	40.5	1.46	5.3	-0.57	0.0	-9.15	1.6	-1.77	2.3	-1.43	0.0	-9.15	0.1	-4.17	1.3	-1.96	38.8	1.42	0.6	-2.78	9.4
SG17	75.6	6.63	2.1	3.03	4.0	3.68	0.0	-4.61	9.4	4.55	0.0	-4.61	3.5	3.56	1.6	2.75	2.9	3.36	0.9	2.21	0.1
SH02	22.0	-0.09	27.9	0.15	1.1	-3.06	1.3	-2.92	1.4	-2.86	0.2	-4.61	2.0	-2.51	0.9	-3.24	18.5	-0.26	0.7	-3.58	24.0
SH03	3.8	-1.57	21.7	0.17	19.9	0.08	0.0	-9.82	1.5	-2.47	0.2	-4.48	1.0	-2.92	4.5	-1.41	27.8	0.42	1.2	-2.76	18.3
SH04	7.7	-1.47	11.3	-1.09	1.4	-3.20	0.4	-4.48	2.1	-2.78	1.2	-3.30	2.5	-2.61	1.8	-2.95	38.0	0.12	0.2	-5.14	33.5
SH05	5.8	-1.69	26.7	-0.16	0.0	-10.35	0.0	-6.94	1.0	-3.42	0.0	-6.88	2.5	-2.55	0.8	-3.67	31.3	0.00	0.5	-4.13	31.4
SH06	16.7	-0.36	22.6	-0.05	0.5	-3.86	0.1	-5.98	1.7	-2.61	0.0	-6.68	0.7	-3.53	1.0	-3.18	30.6	0.25	2.2	-2.36	23.8
SO01	24.7	0.05	39.7	0.52	0.9	-3.28	0.5	-3.90	0.3	-4.21	0.0	-10.06	0.6	-3.61	4.2	-1.72	5.4	-1.48	0.2	-4.57	23.5
SO02	13.8	-0.27	24.1	0.29	0.0	-5.96	0.2	-4.68	0.5	-3.50	0.0	-9.80	0.4	-3.82	4.4	-1.41	37.8	0.74	0.5	-3.50	18.1
SO03	23.2	0.15	25.8	0.26	0.4	-3.97	3.3	-1.81	1.0	-3.02	0.0	-9.90	0.7	-3.33	1.8	-2.39	23.5	0.17	0.3	-4.18	19.9
VD02	9.3	-1.36	23.5	-0.43	0.1	-5.53	7.4	-1.58	0.5	-4.38	0.0	-7.26	0.8	-3.78	2.7	-2.58	19.1	-0.64	0.3	-4.90	36.2
ZH03	12.3	-0.85	15.0	-0.65	3.4	-2.14	1.6	-2.89	2.0	-2.69	0.1	-5.53	0.1	-5.66	4.7	-1.81	31.1	0.08	0.9	-3.43	28.8
ZH05	12.1	0.25	12.2	0.26	1.5	-1.85	2.6	-1.29	0.8	-2.41	0.1	-4.66	1.9	-1.58	7.6	-0.22	50.0	1.67	1.8	-1.67	9.4

Anhang 8: Feldhasendichten (Ind./km²) von 1991–1999 in den Zählgebieten, Nr. entspricht den Populationsräumen, Bestandsindex (ja) wurde für die Berechnung der Bestandsveränderung verwendet

Zähl- gebiet	Feld [km ²]	Nr.	Bestands- index	Feldhasendichte (Ind./km ²)								
				1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
AG01	2.1	52	ja	-	-	-	-	2.9	3.4	1.5	1.0	1.5
AG02	3.5	52	ja	-	-	-	-	2.9	2.6	2.0	2.0	2.3
AG03	4.7	52	ja	-	-	-	-	6.0	4.1	3.0	1.5	2.8
AG04	5.6	52	ja	-	-	-	-	2.1	0.9	0.2	0.4	0.4
AR01	6.6	73	ja	0.6	1.5	1.7	1.7	1.5	0.9	0.6	0.9	0.8
AR02	7.6	74	ja	0.8	0.9	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.1	0.0
BE01	2.7	29	ja	-	4.4	5.5	2.2	1.8	-	-	4.0	-
BE02	4.6	29	ja	-	5.3	6.6	3.1	3.5	-	-	1.5	-
BE03	1.1	30	ja	-	0.9	0.0	0.9	0.9	-	-	0.9	-
BE04	2.7	30	ja	-	2.6	3.7	2.2	3.3	-	-	2.9	-
BE05	2.0	30	ja	-	2.4	2.4	0.5	3.4	-	-	0.5	-
BE06	8.5	30	ja	-	3.2	3.5	5.1	5.2	-	-	3.5	-
BE07	1.9	31	ja	-	1.0	2.6	1.5	0.0	-	-	3.1	-
BE08	8.0	21	ja	-	3.9	3.9	2.6	2.1	-	2.1	-	-
BE09	15.2	22	ja	-	9.2	9.4	10.7	10.5	8.7	9.7	9.0	7.2
BE10	10.6	21	ja	-	7.4	4.3	4.3	4.5	-	2.2	-	-
BE11	13.5	23	ja	-	8.3	8.7	6.2	6.4	-	5.7	-	-
BE12	2.6	22	ja	-	19.9	13.2	21.0	17.1	14.4	17.9	20.3	22.2
BE13	19.5	23	ja	-	10.1	10.0	8.2	8.1	-	-	10.3	-
BE14	5.4	23	ja	-	3.9	4.1	3.2	1.9	-	-	1.9	-
BE15	4.7	24	ja	-	3.4	4.9	3.6	3.8	-	2.5	-	-
BE16	23.6	24	ja	-	3.6	4.3	4.2	3.6	-	3.8	-	-
BE17	9.3	24	ja	-	4.3	3.1	3.9	2.7	-	1.2	-	-
BE18	2.8	25	ja	-	2.9	1.4	1.4	1.4	-	-	0.0	-
BE19	3.4	26	ja	-	3.3	4.7	4.1	4.7	5.9	7.1	11.8	9.5
BE20	8.1	28	ja	-	3.6	4.8	4.7	4.2	-	-	-	6.6
BE21	10.7	32	ja	-	1.2	2.1	2.8	2.0	-	-	-	3.6
BE22	6.1	32	ja	-	1.6	2.3	2.4	3.1	-	-	-	3.9
BE23	4.5	34	ja	-	2.2	2.0	0.9	1.5	-	-	-	2.0
BE24	8.3	34	ja	-	2.2	3.9	4.4	3.9	-	-	-	6.4
BE25	9.7	36	ja	-	2.6	3.0	3.8	5.4	-	-	-	5.6
BE26	1.6	38	ja	-	8.4	8.4	5.1	4.5	-	-	3.9	-
BE27	2.4	38	ja	-	9.2	5.5	4.6	5.5	-	-	2.9	-
BE28	2.3	38	ja	-	3.0	2.6	1.3	0.9	-	-	0.9	-
BE29	8.2	38	ja	-	3.6	3.4	3.0	2.8	-	-	3.6	-
BE30	2.5	38	ja	-	3.1	4.3	4.7	3.9	-	-	3.9	-
BE31	7.5	40	-	-	-	-	-	-	1.5	-	0.5	-
BE32	6.0	40	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.7	-
BE33	7.5	40	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-	0.9
BE34	3.4	40	-	-	-	-	-	-	-	0.9	-	0.9
BE35	7.1	40	-	-	-	-	-	-	2.0	-	3.1	-
BE36	12.5	37	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	0.3

Zähl- gebiet	Feld [km ²]	Nr.	Bestands- index	Feldhasendichte (Ind./km ²)								
				1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
BL02	6.8	35	ja	-	-	-	-	-	2.6	2.2	2.6	2.8
BL04	7.0	42	ja	-	-	-	-	-	4.6	4.6	4.1	4.7
BL05	10.2	33	ja	-	-	-	-	-	0.8	0.5	0.3	0.5
BR01	8.5	20	ja	-	-	1.1	-	-	1.7	-	1.8	2.5
BR02	6.5	20	ja	-	-	0.6	-	-	0.3	-	1.7	1.2
BR03	10.5	20	-	-	-	0.1	-	-	0.0	-	0.0	0.0
BR04	8.5	20	ja	-	-	0.6	-	-	0.4	-	1.5	1.7
BR05	4.0	20	ja	-	-	1.5	-	-	2.3	-	2.5	2.5
BW01	4.2	89	-	4.1	-	1.9	-	-	-	-	-	-
BW02	8.7	89	-	4.2	-	5.0	-	-	3.7	-	-	-
BW03	7.0	89	-	5.1	-	6.6	-	-	5.1	-	-	-
BW04	6.0	89	-	4.0	-	7.4	-	-	4.6	-	-	-
BW05	5.1	89	-	6.6	-	3.5	-	-	3.7	-	-	-
BW06	9.8	89	-	3.2	-	2.5	-	-	-	-	-	-
FL01	5.7	84	-	4.8	3.0	4.9	-	-	4.8	-	-	-
FL02	1.8	84	-	0.5	1.1	0.0	-	-	0.0	-	-	-
FL03	1.8	84	-	1.1	0.6	3.3	-	-	1.1	-	-	-
FL04	3.2	84	-	3.5	0.6	2.8	-	-	1.3	-	-	-
FL05	5.1	84	-	2.0	1.0	2.4	-	-	5.1	-	-	-
FL06	7.3	84	-	1.4	1.5	1.5	-	-	1.5	-	-	-
FL07	1.8	84	-	0.6	1.1	2.8	-	-	3.9	-	-	-
FL08	1.2	84	-	3.4	5.1	3.4	-	-	0.9	-	-	-
FL09	1.8	84	-	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	-
FL10	0.3	84	-	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	-
FL11	0.6	84	-	0.0	1.6	3.2	-	-	1.6	-	-	-
FL12	3.6	84	-	3.9	4.5	5.1	-	-	4.8	-	-	-
FL13	0.7	84	-	0.0	0.0	0.0	-	-	1.4	-	-	-
GE01	6.1	1	ja	-	7.1	7.4	8.4	8.2	4.4	6.4	8.4	11.7
GE02	5.2	3	ja	-	8.5	11.0	9.2	10.6	7.1	7.3	6.9	8.5
GE03	4.3	1	ja	-	-	9.6	11.0	11.5	8.2	7.0	10.8	12.4
GE04	1.9	1	ja	-	-	5.9	11.3	13.4	9.1	6.5	6.5	7.0
GE05	2.6	1	ja	-	-	5.3	4.5	4.2	1.9	0.0	0.0	0.0
GE06	0.9	2	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
GR01	7.4	85	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-
GR02	1.5	87	-	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-
GR03	2.7	88	-	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-
LI01	0.4	67	-	-	-	2.2	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0
LI02	1.8	67	ja	-	-	0.5	1.1	1.1	0.0	-	-	0.0
LI03	7.6	67	ja	-	-	4.2	2.1	2.0	1.7	-	-	0.9
LI04	4.8	67	ja	-	-	1.2	1.5	2.7	2.9	-	-	1.0
LI05	3.5	69	ja	-	-	2.0	1.1	3.7	2.5	3.1	0.6	1.1
LI06	2.2	66	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	0.0
LI07	6.6	66	ja	-	-	0.0	0.2	0.0	0.0	-	-	0.3
LI08	5.1	71	ja	-	-	0.2	0.2	0.4	0.0	-	-	0.6
LI09	2.3	71	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LI10	0.5	72	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Zähl- gebiet	Feld [km ²]	Nr.	Bestands- index	Feldhasendichte (Ind./km ²)								
				1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
LI11	5.5	70	ja	-	-	2.9	2.0	2.0	1.6	0.7	1.5	0.7
LI12	5.5	70	ja	-	-	0.9	0.5	1.5	1.1	0.9	2.0	0.9
LI13	4.4	70	ja	-	-	2.3	1.1	1.8	2.3	1.6	2.7	2.9
LI14	3.2	70	-	-	-	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LI15	5.6	70	ja	-	-	6.8	4.8	2.3	1.2	2.3	1.6	2.7
LI16	0.8	70	ja	-	-	3.9	9.1	6.5	5.2	5.2	2.6	6.5
LI17	0.8	68	ja	-	-	7.8	9.1	6.5	9.1	9.1	5.2	5.2
LU01	16.5	46	ja	-	4.8	5.4	5.0	3.0	2.7	1.7	2.5	2.4
LU02	4.2	48	-	-	-	-	-	-	0.5	-	0.5	0.0
LU03	3.9	48	-	-	-	-	-	-	0.0	-	1.8	0.5
LU04	4.8	49	-	-	-	-	-	-	3.7	-	1.4	1.9
LU05	6.5	49	-	-	-	-	-	-	1.5	-	2.1	1.8
LU06	12.3	47	-	-	-	-	-	-	-	2.1	2.8	2.2
LU07	13.6	51	-	-	-	-	-	-	-	2.3	2.5	1.9
NE01	9.4	10	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	-	-
NE03	11.4	11	-	-	-	-	2.1	-	1.8	1.4	-	-
NE04	16.3	8	ja	-	-	-	0.1	0.3	0.4	0.7	-	-
NE06	13.8	9	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-
NW01	3.4	50	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
NW02	2.1	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
SG01	0.9	82	-	1.1	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0
SG02	2.0	80	ja	1.0	2.5	8.4	-	-	4.4	-	-	4.4
SG03	5.8	83	ja	3.9	5.3	5.5	-	-	4.1	-	4.6	4.8
SG04	0.4	79	ja	7.4	2.5	9.8	-	-	0.0	-	-	0.0
SG05	1.1	79	ja	1.0	1.9	2.9	-	-	0.0	-	-	0.0
SG06	7.5	79	ja	5.2	7.6	6.3	-	-	4.3	-	-	5.4
SG07	9.5	79	ja	13.9	12.6	9.6	7.3	8.0	6.7	5.0	6.0	5.4
SG08	4.4	81	ja	3.2	3.7	5.3	-	-	6.2	-	-	3.4
SG09	5.6	81	ja	5.7	6.8	5.4	3.9	6.3	7.5	6.6	6.1	4.3
SG10	3.1	78	ja	6.5	4.9	7.1	-	-	2.3	-	-	0.6
SG11	6.3	78	ja	4.3	4.6	4.3	-	-	1.4	-	-	2.7
SG12	3.6	78	ja	3.6	3.3	1.4	-	-	1.1	-	-	2.5
SG13	1.6	78	ja	5.1	5.1	3.2	-	-	5.1	-	-	3.2
SG14	1.5	78	ja	2.6	4.0	3.3	-	-	2.6	-	-	1.3
SG15	1.5	80	ja	7.2	5.9	10.4	-	-	7.8	-	-	5.2
SG16	2.7	77	ja	0.0	0.7	1.5	-	-	0.0	-	-	0.0
SG17	0.7	75	-	3.0	0.0	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0
SG18	1.6	75	ja	0.0	1.3	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0
SG19	1.6	75	ja	0.6	3.0	0.6	-	-	6.7	-	-	6.1
SG20	4.2	75	ja	3.8	2.4	1.7	-	-	1.7	-	-	1.4
SG21	7.9	75	ja	1.5	1.0	1.1	1.0	0.9	1.5	1.3	1.0	0.8
SG22	2.0	75	ja	5.5	11.5	9.5	6.5	5.0	2.5	3.0	1.5	1.0
SG23	3.4	75	ja	0.6	0.9	0.9	0.0	-	0.3	-	-	0.3
SG24	4.7	75	ja	2.1	1.1	0.8	0.6	-	0.6	-	-	0.6
SG25	1.6	75	ja	4.5	2.6	5.1	-	-	1.3	-	-	3.2
SG26	2.5	75	ja	0.0	0.4	0.4	-	-	0.0	-	-	2.0

Zähl- gebiet	Feld [km ²]	Nr.	Bestands- index	Feldhasendichte (Ind./km ²)								
				1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
SG27	1.0	75	ja	3.9	4.8	3.9	-	-	1.0	-	-	6.8
SG28	1.1	76	ja	3.5	5.2	5.2	-	-	6.1	-	-	3.5
SG29	1.4	76	ja	-	2.1	0.7	-	-	0.7	-	-	1.4
SG30	5.0	76	Ja	2.8	1.6	1.4	-	-	1.6	-	-	1.0
SG31	1.0	76	Ja	1.0	1.0	5.9	-	-	0.0	-	-	0.0
SG32	1.4	76	Ja	8.4	11.2	8.4	-	-	7.7	-	-	2.8
SG33	0.3	76	-	0.0	3.4	0.0	-	-	0.0	-	-	0.0
SG34	2.2	76	Ja	8.6	5.0	8.2	-	-	5.0	-	-	1.4
SH01	6.6	57	ja	-	4.2	5.6	3.0	3.0	3.5	4.1	3.3	4.4
SH02	5.2	58	ja	-	-	1.5	2.5	2.9	1.7	-	1.9	1.9
SH03	13.0	58	ja	-	-	5.2	4.4	3.7	3.1	3.5	2.6	3.8
SH04	5.1	58	ja	-	4.5	5.9	7.3	4.9	4.9	5.7	3.9	2.9
SH05	3.9	58	ja	-	0.5	1.8	0.8	1.8	2.5	1.3	1.3	1.0
SH06	3.0	58	ja	-	-	2.0	2.3	1.7	1.7	-	1.7	5.3
SH07	6.0	59	ja	-	6.6	6.3	-	-	4.5	4.0	5.3	5.6
SH08	4.8	59	-	-	8.5	7.7	-	-	-	-	-	4.6
SH09	5.7	59	-	-	5.3	3.7	-	-	-	-	-	-
SH10	3.0	59	ja	-	3.4	6.4	-	-	-	-	6.4	7.5
SH11	2.9	59	-	-	-	6.2	-	-	-	-	-	-
SH12	1.7	59	-	-	-	6.6	-	-	-	-	-	-
SO01	3.3	27	-	11.6	11.0	9.5	-	6.1	-	-	-	-
SO02	10.1	28	-	-	-	-	-	-	-	10.5	-	9.1
SO03	7.5	39	-	-	-	-	-	-	-	-	12.4	12.5
SO04	10.2	39	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	5.5
SO05	8.7	39	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	2.2
SO06	5.0	41	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	2.8
SO07	4.2	43	-	-	-	-	-	-	-	-	9.5	9.5
SO08	4.4	43	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	-
SO09	4.7	44	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	2.1
SO10	5.4	45	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	-
TG01	4.4	63	ja	-	-	3.4	3.8	1.6	2.7	-	-	2.9
TG02	3.3	63	ja	-	-	3.3	2.4	4.2	6.0	-	-	3.9
TG03	4.6	64	ja	-	-	0.9	2.2	1.7	3.0	-	-	-
TG04	4.5	64	ja	-	-	1.6	1.6	2.0	1.6	-	-	-
TG05	4.8	65	ja	-	-	1.7	1.0	0.8	0.4	1.9	1.7	1.0
TG06	5.6	65	ja	-	-	6.2	5.5	3.5	3.5	2.3	1.6	2.1
TG07	2.7	65	ja	-	-	0.8	0.8	1.1	1.1	0.8	1.1	0.0
VA01	15.5	86	-	10.7	8.3	8.7	7.0	-	-	-	-	7.5
VA02	1.5	86	-	0.6	3.2	5.8	5.2	-	-	-	-	4.5
VA03	11.2	86	-	16.0	12.2	12.7	8.8	6.8	4.7	-	-	4.6
VA04	8.5	86	-	5.4	3.9	6.4	6.4	-	-	-	-	6.4
VA05	6.9	86	-	5.9	8.5	7.3	-	-	-	-	-	7.5
VA06	2.8	86	-	1.4	3.2	3.2	-	-	-	-	-	-
VA07	3.3	86	-	2.4	3.3	4.2	-	-	-	-	-	-
VA08	4.1	86	-	4.7	9.6	12.8	-	-	-	-	-	6.4
VA09	2.6	86	-	5.4	8.5	7.4	-	-	-	-	-	-

Zähl- gebiet	Feld [km ²]	Nr.	Bestands- index	Feldhasendichte (Ind./km ²)								
				1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
VA10	4.4	86	-	2.8	3.2	1.8	-	-	-	-	-	-
VA11	0.9	86	-	1.2	4.6	10.4	-	-	-	-	-	-
VA12	0.6	86	-	5.3	7.1	5.3	-	-	-	-	-	-
VA13	3.8	86	-	3.5	4.2	3.5	-	-	-	-	-	-
VA14	1.1	86	-	0.0	1.9	0.9	-	-	-	-	-	-
VA15	3.4	86	-	3.2	7.4	6.8	-	-	-	-	-	-
VA16	1.3	86	-	5.4	7.0	10.1	-	-	-	-	-	-
VA17	1.9	86	-	0.0	0.5	0.0	-	-	-	-	-	-
VA18	5.3	86	-	2.1	3.2	1.5	-	-	-	-	-	-
VA19	0.9	86	-	6.7	1.1	2.2	-	-	-	-	-	-
VA20	10.0	86	-	2.4	4.7	6.1	-	-	-	-	-	-
VA21	6.0	86	-	4.0	7.2	6.7	-	-	-	-	-	-
VA22	3.8	84	-	3.1	6.0	4.4	-	-	-	-	-	-
VA23	1.8	84	-	1.6	3.8	2.2	-	-	-	-	-	-
VD01	6.1	4	ja	-	6.9	6.2	8.2	8.5	5.9	4.9	2.9	2.8
VD02	12.9	5	ja	-	2.9	1.7	1.8	1.5	1.1	1.8	0.7	0.8
VD03	5.4	7	ja	-	-	-	1.3	2.1	2.1	1.5	1.3	2.2
VD04	9.7	6	ja	-	-	-	2.5	2.5	2.7	2.7	4.8	6.3
VD05	8.4	12	ja	-	-	-	4.3	4.5	3.8	2.5	2.9	1.9
VS01	8.4	13	ja	-	-	0.4	0.2	-	0.0	-	0.0	0.0
VS02	3.9	14	ja	-	-	8.1	8.6	-	2.8	-	4.6	7.4
VS03	4.1	16	ja	-	-	1.5	2.0	-	3.4	-	2.9	2.9
VS04	8.6	17	Ja	-	-	2.0	-	-	0.5	-	0.2	0.1
VS05	1.9	19	-	-	-	-	4.8	-	4.8	-	-	2.1
VS06	3.0	18	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-
VS07	3.3	15	ja	-	-	5.1	3.0	-	3.0	-	1.2	6.3
VS08	1.9	15	-	-	-	2.6	-	-	-	-	-	-
ZG01	7.1	54	ja	-	-	1.4	0.6	0.3	1.6	-	-	-
ZG02	7.1	54	ja	-	-	0.7	0.3	0.4	0.3	-	-	-
ZG03	5.7	54	ja	-	-	1.8	0.7	0.5	0.5	-	-	-
ZG04	3.0	54	ja	-	-	0.3	1.3	0.3	0.7	-	-	-
ZG05	8.7	61	-	-	-	0.6	0.2	-	-	-	-	-
ZH01	7.1	53	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
ZH02	4.4	53	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
ZH03	5.1	62	-	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-
ZH04	8.5	60	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-
ZH05	11.9	55	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-
ZH06	8.5	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8

Anhang 9: Zählgebiete für die Bestandsentwicklung mit Feldfläche, Isolationsindex, Verkehrsnetzdichte, Frühjahrs-Niederschlag, Ausgangsdichte, Hauptnutzung und Bodentrockenheit und den dazugehörigen Klassen (Kl.).

Zähl- gebiet	Feld		Isolations- index		Verkehrs- netzdichte		Nieder- schlag		Ausgangs- dichte		Haupt- nutzung		Boden- trockenheit	
	km ²	Kl.		Kl.		Kl.		Kl.	Ind./km ²	Kl.		Kl.		Kl.
AG01	2.1	1	12	1	1.8	1	222	2	2.9	1	Gemischt	2	nass	1
AG02	3.5	1	13	1	1.7	1	230	2	2.9	1	Gemischt	2	nass	1
AG03	4.7	1	13	1	0.6	1	222	2	6.0	2	Gemischt	2	nass	1
AG04	5.6	2	20	2	2.1	2	363	2	2.1	1	Gemischt	2	trocken	2
AR01	6.6	2	21	2	1.6	1	190	1	2.3	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
AR02	7.6	2	15	2	0.8	1	265	2	0.9	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
BE01	2.7	1	13	1	1.3	1	222	2	4.4	2	Gemischt	2	trocken	2
BE02	4.6	1	19	2	1.6	1	187	1	5.3	2	Gemischt	2	trocken	2
BE03	1.1	1	9	1	3.1	2	149	1	0.9	1	Gemischt	2	trocken	2
BE04	2.7	1	12	1	1.0	1	336	2	2.6	1	Gemischt	2	trocken	2
BE05	2.0	1	11	1	2.6	2	230	2	2.4	1	Gemischt	2	trocken	2
BE06	8.5	2	21	2	0.9	1	238	2	3.2	2	Gemischt	2	trocken	2
BE07	1.9	1	10	1	1.9	1	222	2	1.0	1	Gemischt	2	trocken	2
BE08	8.0	2	27	2	2.3	2	251	2	3.9	2	Gemischt	2	nass	1
BE09	15.2	2	36	2	1.6	1	251	2	11.7	2	Ackerbau	1	nass	1
BE10	10.6	2	17	2	2.2	2	183	1	7.4	2	Ackerbau	1	trocken	2
BE11	13.5	2	26	2	2.3	2	118	1	8.3	2	Ackerbau	1	nass	1
BE12	2.6	1	12	1	1.9	1	195	1	19.9	2	Ackerbau	1	nass	1
BE13	19.5	2	29	2	2.2	2	192	1	10.1	2	Ackerbau	1	nass	1
BE14	5.4	2	21	2	1.8	1	251	2	3.9	2	Ackerbau	1	trocken	2
BE15	4.7	1	16	2	0.9	1	192	1	3.4	2	Ackerbau	1	nass	1
BE16	23.6	2	40	2	1.2	1	391	2	3.6	2	Ackerbau	1	trocken	2
BE17	9.3	2	28	2	2.0	2	111	1	4.3	2	Ackerbau	1	trocken	2
BE18	2.8	1	13	1	1.4	1	111	1	2.9	1	Ackerbau	1	trocken	2
BE19	3.4	1	17	2	1.3	1	415	2	4.7	2	Ackerbau	1	trocken	2
BE20	8.1	2	19	2	2.1	2	277	2	3.6	2	Ackerbau	1	trocken	2
BE21	10.7	2	26	2	1.8	1	187	1	1.2	1	Ackerbau	1	nass	1
BE22	6.1	2	21	2	1.1	1	163	1	1.6	1	Ackerbau	1	trocken	2
BE23	4.5	1	18	2	3.0	2	347	2	2.2	1	Ackerbau	1	trocken	2
BE24	8.3	2	23	2	2.3	2	336	2	2.2	1	Ackerbau	1	trocken	2
BE25	9.7	2	25	2	1.5	1	163	1	2.6	1	Ackerbau	1	trocken	2
BE26	1.6	1	6	1	2.9	2	222	2	8.4	2	Gemischt	2	trocken	2
BE27	2.4	1	12	1	2.3	2	268	2	9.2	2	Gemischt	2	trocken	2
BE28	2.3	1	12	1	1.6	1	277	2	3.0	1	Gemischt	2	trocken	2
BE29	8.2	2	15	2	1.7	1	203	1	3.6	2	Gemischt	2	trocken	2
BE30	2.5	1	9	1	2.0	2	203	1	3.1	2	Gemischt	2	trocken	2
BL02	6.8	2	20	2	1.1	1	195	1	2.6	1	Ackerbau	1	trocken	2
BL04	7.0	2	12	1	2.1	2	248	2	4.6	2	Gemischt	2	trocken	2
BL05	10.2	2	23	2	1.4	1	180	1	0.8	1	Gemischt	2	trocken	2
BR01	8.5	2	17	2	0.7	1	251	2	1.1	1	Ackerbau	1	trocken	2

Zähl- gebiet	Feld		Isolations- index		Verkehrs- netzdichte		Nieder- schlag		Ausgangs- dichte		Haupt- nutzung		Boden- trockenheit	
	km ²	Kl.		Kl.		Kl.		Kl.	Ind./km ²	Kl.		Kl.		Kl.
BR02	6.5	2	21	2	0.5	1	192	1	0.6	1	Ackerbau	1	trocken	2
BR04	8.5	2	23	2	0.4	1	195	1	0.6	1	Ackerbau	1	trocken	2
BR05	4.0	1	14	1	0.3	1	192	1	1.5	1	Ackerbau	1	nass	1
GE01	6.1	2	12	1	1.3	1	130	1	7.1	2	Ackerbau	1	trocken	2
GE02	5.2	2	11	1	1.2	1	130	1	8.5	2	Ackerbau	1	trocken	2
GE03	4.3	1	11	1	1.6	1	130	1	9.6	2	Ackerbau	1	trocken	2
GE04	1.9	1	8	1	0.0	1	192	1	5.9	2	Ackerbau	1	trocken	2
GE05	2.6	1	14	1	3.0	2	195	1	5.3	2	Ackerbau	1	trocken	2
LI02	1.8	1	13	1	0.5	1	268	2	0.5	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
LI03	7.6	2	25	2	2.3	2	111	1	4.2	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
LI04	4.8	2	21	2	1.6	1	162	1	1.2	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
LI05	3.5	1	19	2	2.2	2	391	2	2.0	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
LI07	6.6	2	22	2	3.3	2	415	2	0.0	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
LI08	5.1	2	20	2	2.2	2	180	1	0.2	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
LI11	5.5	2	17	2	1.5	1	180	1	2.9	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
LI12	5.5	2	15	1	2.3	2	391	2	0.9	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
LI13	4.4	1	15	1	3.8	2	111	1	2.3	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
LI15	5.6	2	23	2	1.9	1	268	2	6.8	2	Viehwirtschaft	3	nass	1
LI16	0.8	1	8	1	2.9	2	268	2	3.9	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
LI17	0.8	1	9	1	2.3	2	180	1	7.8	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
LU01	16.5	2	26	2	1.6	1	227	2	4.8	2	Gemischt	2	nass	1
NE04	16.3	2	16	2	0.9	1	216	1	0.1	1	Gemischt	2	nass	1
SG02	2.0	1	15	1	0.2	1	268	2	1.0	1	Gemischt	2	trocken	2
SG03	5.8	2	24	2	2.0	2	111	1	6.2	2	Gemischt	2	trocken	2
SG04	0.4	1	6	1	2.0	1	277	2	7.4	2	Gemischt	2	nass	1
SG05	1.1	1	7	1	4.8	2	268	2	1.0	1	Gemischt	2	trocken	2
SG06	7.5	2	25	2	1.7	1	227	2	6.4	2	Gemischt	2	trocken	2
SG07	9.5	2	26	2	1.4	1	415	2	13.9	2	Gemischt	2	nass	1
SG08	4.4	1	18	2	1.9	1	268	2	4.1	2	Gemischt	2	nass	1
SG09	5.6	2	21	2	1.2	1	227	2	6.6	2	Gemischt	2	trocken	2
SG10	3.1	1	6	1	2.1	2	227	2	6.5	2	Viehwirtschaft	3	nass	1
SG11	6.3	2	7	1	2.3	2	391	2	4.3	2	Viehwirtschaft	3	nass	1
SG12	3.6	1	13	1	3.3	2	180	1	3.6	2	Gemischt	2	nass	1
SG13	1.6	1	10	1	2.5	2	268	2	5.1	2	Gemischt	2	nass	1
SG14	1.5	1	12	1	1.1	1	277	2	2.6	1	Gemischt	2	trocken	2
SG15	1.5	1	13	1	0.1	1	162	1	7.2	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG16	2.7	1	16	2	2.7	2	415	2	0.0	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG18	1.6	1	11	1	1.4	1	227	2	0.0	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
SG19	1.6	1	13	1	2.8	2	415	2	0.6	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG20	4.2	1	15	1	3.1	2	111	1	3.8	2	Viehwirtschaft	3	nass	1
SG21	7.9	2	18	2	1.6	1	180	1	1.5	1	Viehwirtschaft	3	nass	1
SG22	2.0	1	14	1	2.1	2	162	1	9.5	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG23	3.4	1	14	1	2.0	2	391	2	0.6	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG24	4.7	2	18	2	1.9	1	277	2	2.1	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG25	1.6	1	12	1	1.5	1	180	1	4.5	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2

Zähl- gebiet	Feld		Isolations- index		Verkehrs- netzdichte		Nieder- schlag		Ausgangs- dichte		Haupt- nutzung		Boden- trockenheit	
	km ²	Kl.		Kl.		Kl.		Kl.	Ind./km ²	Kl.		Kl.		Kl.
SG26	2.5	1	11	1	1.4	1	111	1	0.0	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG27	1.0	1	8	1	0.5	1	277	2	3.9	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG28	1.1	1	10	1	0.5	1	277	2	3.5	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG29	1.4	1	6	1	1.7	1	180	1	2.1	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG30	5.0	2	20	2	0.8	1	180	1	2.8	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG31	1.0	1	7	1	1.5	1	391	2	1.0	1	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG32	1.4	1	11	1	1.2	1	277	2	8.4	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SG34	2.2	1	12	1	0.9	1	391	2	8.6	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
SH01	6.6	2	6	1	2.5	2	119	1	4.2	2	Gemischt	2	trocken	2
SH02	5.2	2	8	1	2.5	2	153	1	1.5	1	Ackerbau	1	trocken	2
SH03	13.0	2	15	2	2.8	2	199	1	5.2	2	Gemischt	2	trocken	2
SH04	5.1	2	12	1	1.1	1	372	2	5.7	2	Ackerbau	1	trocken	2
SH05	3.9	1	12	1	1.7	1	300	2	2.3	1	Ackerbau	1	trocken	2
SH06	3.0	1	7	1	2.6	2	128	1	2.0	1	Gemischt	2	trocken	2
SH07	6.0	2	10	1	1.9	1	372	2	4.5	2	Gemischt	2	trocken	2
SH10	3.0	1	8	1	2.0	2	194	1	3.4	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
TG01	4.4	1	20	2	3.6	2	199	1	3.4	2	Gemischt	2	trocken	2
TG02	3.3	1	18	2	3.7	2	300	2	3.3	2	Gemischt	2	nass	1
TG03	4.6	1	19	2	2.1	2	119	1	0.9	1	Gemischt	2	trocken	2
TG04	4.5	1	10	1	3.3	2	119	1	1.6	1	Gemischt	2	trocken	2
TG05	4.8	2	15	1	1.8	1	372	2	1.7	1	Gemischt	2	trocken	2
TG06	5.6	2	20	2	2.9	2	128	1	6.2	2	Gemischt	2	trocken	2
TG07	2.7	1	11	1	2.5	2	128	1	0.8	1	Gemischt	2	trocken	2
VD01	6.1	2	22	2	1.7	1	130	1	6.9	2	Ackerbau	1	trocken	2
VD02	12.9	2	28	2	1.3	1	300	2	2.9	1	Ackerbau	1	nass	1
VD03	5.4	2	6	1	1.6	1	258	2	1.3	1	Ackerbau	1	trocken	2
VD04	9.7	2	22	2	1.3	1	186	1	2.5	1	Ackerbau	1	trocken	2
VD05	8.4	2	21	2	2.2	2	251	2	4.3	2	Ackerbau	1	trocken	2
VS01	8.4	2	27	2	2.4	2	130	1	0.4	1	Ackerbau	1	trocken	2
VS02	3.9	1	16	2	4.8	2	195	1	8.1	2	Gemischt	2	trocken	2
VS03	4.1	1	20	2	2.4	2	65	1	1.5	1	Gemischt	2	trocken	2
VS04	8.6	2	15	2	2.2	2	90	1	2.0	1	Gemischt	2	trocken	2
VS07	3.3	1	11	1	3.7	2	86	1	5.1	2	Viehwirtschaft	3	trocken	2
ZG01	7.1	2	25	2	1.5	1	227	2	1.4	1	Gemischt	2	nass	1
ZG02	7.1	2	24	2	2.3	2	268	2	0.7	1	Gemischt	2	trocken	2
ZG03	5.7	2	20	2	1.9	1	268	2	1.8	1	Gemischt	2	trocken	2
ZG04	3.0	1	15	1	1.4	1	162	1	0.3	1	Gemischt	2	trocken	2

Anhang 10: Die logistische Regression

Logistische Regression ist geeignet, binäre Zielvariablen, beispielsweise die Präsenz/Absenz einer Art, zu modellieren. Ergebnis der Regression (erklärte Variable) ist dabei eine Logtransformation der Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmter Datenpunkt zur «Präsenz»-Klasse gehört. Die Werte der erklärenden Variablen können quantitativ (z.B. Heckenlänge) oder qualitativ (z.B. Präsenz/Absenz von Bäumen) sein (MOSHER & TITUS. 1989).

Die Formel der logistischen Regression lautet:

$$\log\left(\frac{p_j}{1-p_j}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_{i,j}$$

Dabei ist:

- k die Anzahl der Variablen (z.B. Heckenlänge, Anzahl verschiedene Flächennutzungen usw.),
- p_j die Wahrscheinlichkeit der Präsenz des Feldhasen im Zentrum in der j -ten Untersuchungsfläche,
- β_0 ein Mass für die *a-priori*-Wahrscheinlichkeit der Präsenz eines Feldhasen,
- β_i der Parameterschätzwert der i -ten Variable, und
- $x_{i,j}$ der Wert der i -ten Variable in der j -ten Untersuchungsfläche.

Die Werte der Parameter β_i werden nach dem *maximum-likelihood*-Prinzip geschätzt. Dies besagt, dass die besten Werte für die Parameter β_i diejenigen sind, die die Wahrscheinlichkeit L maximieren, die Daten bei gegebenem Regressionsmodell und gegebenen Parameterwerten zu beobachten. Die Wahrscheinlichkeit L ist somit definiert als:

$$L = p(\text{beobachtete Daten} \mid \text{Regressionsmodell, Parameter})$$

Anhang 11: Anzahl Datensätze bei verschiedenen Radien

Gebiet	Anzahl Feldhasen bei Stichprobenflächenradius					Anzahl Referenzpunkte bei Stichprobenflächenradius				
	150m	200m	250m	300m	350m	150m	200m	250m	300m	350m
Altstätten	2	2	2	2	1	42	37	31	28	26
Aristau	3	3	3	3	2	50	45	41	38	38
Grosses Moos	548	510	485	444	405	427	414	395	374	354
Klettgau-Langfeld	5	4	3	2	1	18	13	9	4	4
Klettgau-Langfeld	3	3	2	2	0	17	12	9	7	6
Klettgau-Langfeld	1	1	0	0	0	11	10	9	6	3
Klettgau-Plomberg	6	6	3	3	3	11	9	9	5	5
Klettgau-Plomberg	0	0	0	0	0	11	10	8	6	5
Klettgau-Plomberg	6	6	6	6	2	12	11	11	11	9
Klettgau-Widen	43	42	35	27	24	44	37	33	26	23
Klettgau-Widen	40	38	30	30	25	42	39	37	30	22
Klettgau-Widen	42	42	40	35	30	56	51	54	41	36
Klettgau-Widen	33	33	33	31	29	51	44	40	34	32
Laconnex	34	32	31	31	24	29	26	22	21	19
Laconnex	43	40	33	28	26	21	18	18	15	13
Laconnex	35	33	28	24	22	23	19	16	11	11
Laconnex	20	18	18	17	14	21	19	18	14	13
Method	2	2	2	2	0	21	19	14	11	8
Müntschemier	95	92	90	89	84	45	44	39	37	33
Oensingen	135	131	115	106	84	79	78	77	73	73
Rafz	18	18	18	15	14	33	32	29	27	23
Reinach	33	33	32	30	28	72	70	70	63	30
Wauwil	8	7	6	3	3	33	29	27	23	22
TOTAL	1155	1096	1015	930	821	1169	1086	1016	905	808

**Anhang 12: Landwirtschaftliche Nutzung
in den Untersuchungsgebieten des Habitatwahlmodells**

	Wiese	Getreide	Hack- frucht	Spezial- kulturen	Brache	Gemüse	anderes	versiegelt	Wald
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Altstätten	72	6	8	0	0	0	3	10	1
Aristau	39	12	21	1	0	3	12	5	7
Grossmoos	17	22	28	4	0	8	5	7	8
Langfeld 96	5	43	28	0	1	0	6	17	0
Langfeld 97	6	33	36	0	1	0	7	17	0
Langfeld 98	6	35	34	0	1	0	7	17	0
Plomberg 96	12	44	32	1	0	0	4	7	0
Plomberg 97	15	40	33	2	0	0	4	7	0
Plomberg 98	14	41	33	1	0	0	4	7	0
Widen 95	9	38	30	2	1	0	4	15	0
Widen 96	10	39	29	2	1	0	4	15	0
Widen 97	10	39	29	2	1	0	4	15	0
Widen 98	10	37	30	2	1	0	4	15	0
Laconnex 1993	9	55	14	3	3	0	10	5	2
Laconnex 1994	9	46	21	3	3	0	12	5	2
Laconnex 1995	9	45	20	3	4	0	13	5	2
Laconnex 1996	11	47	16	3	5	0	11	6	2
Method	11	30	34	1	0	9	5	6	4
Muentschemier	11	20	14	0	0	32	4	15	4
Oensingen	26	26	20	0	0	3	1	12	11
Rafz	8	32	36	5	0	2	8	0	9
Reinach	37	20	12	2	1	1	2	15	11
Wauwil	16	35	32	1	0	1	3	8	4

Anhang 13: Verkehrsbelastung der im Lärmmodell berücksichtigten Strassenabschnitte

Quellen: Kantonale Amtsstellen, EVED.

Gebiet	Jahr	Abschnitt	Anz. Fahrzeuge pro Tag
Laconnex	1998/99	Eaumorte-Avully	2000
		Eaumorte-La petite Grave	3080
		Avusy-Eaumorte	3050
		Avusy-Sézegnin	650
		Sézegnin-Laconnex	1000
		Laconnex-Sézenove	1950
		Laconnex-Cartigny	900
		Laconnex-Soral	1100
		Sézegnin-Soral	800
		Soral-Bernex	2400
Method	1995	Method-Rances	550
		Method-Orbe	3250
		Method-Montagny	2300
		Method-Suscévaz	2500
		Method-Pt. 437	300
		Pt. 437-Suscévaz	100
		Pr. 437-Ependes	300
		N1 Orbe-Yverdon	22250
Grosses Moos	diverse 1988-96	Gampelen-La Sarraz	3850
		Ins-Gampelen-Thielle	9277
		Ins-Erlach	2496
		(Ins)-Pt. 447-Vinelz	761
		Ins-Brüttelen	13477
		Ins-Sugiez	4855
		Ins-Müntschemier-Kerzers	7762
		Müntschemier-Treiten	2260
Reinach	1995	Kerzers-Galmiz	5781
		Ettingen-Aesch 7600	7600
		Westumfahrung Industrie Aesch (Grien-Langenhag)	6400
		Westumfahrung Industrie Aesch (Langenhag-Aesch Zentrum)	3000
		Grellingen-Aesch	11700
		Aesch-Egg (Autobahnanschluss)	10100
		Egg-Reinach	7200
		Reinach-Basel	10100
		Reinach-Terwil (Pt. 308)	15200
		Terwil (Pt. 308-Pt. 306)	12400
		Terwil-Ettingen	7000
		Ettingen-Witterswil	2700

Gebiet	Jahr	Abschnitt	Anz. Fahrzeuge pro Tag
Oensingen	1995	N1 Oensingen-Gunzgen	65258
		Kestenholz-Oensingen	4491
		Oensingen-Egerkingen	10250
		Kestenholz-Niederbuchsiten	2762
		Kestenholz-Wolfwil	2072
Wauwil	diverse	Schötz-Nebikon	3800
	1995–99	Ergolzwil-Nebikon	2501
		Schötz-Ergolzwil	1000
		Ergolzwil-Wauwil	2500
		Wauwil-Ettiswil	500
Aristau	diverse 1992–98	Kottwil-Ettiswil-Wyden	3700
		Ottenbach-Jonen-Oberlunkhofen	5450
		Birri-Ottenbach	3800
		Birri-Unterrüti	6450
		Birri: Pt. 408-Pt 415	9350
Rafz	1998	Muri-Birri	6200
		Althäusern-Birri	6700
		Muri-Althäusern	2400
		Rafz-Wil	1000
		Rafz-Autobahnauffahrt	1500
Klettgau	1998	Autobahn Bülach-Schaffhausen	7630
		Rüdlingen-Autobahnauffahrt	3280
		westliche Autobahnauffahrt:	1500
		östliche Autobahnauffahrt:	750
		Unterneuhaus-Trasadingen	3700
		Unterneuhaus-Wilchingen	2660
		Wilchingen-Osterfingen	1800
		Unterneuhaus-Hallau	1670
		Unterneuhaus-Neunkirch	3940
		Neunkirch-Hallau	1990
		Neunkirch-Oberhallau	500
		Neunkirch-Gächlingen	1400
		Neunkirch-Guntmadingen	4520
		Neunkirch-Löhningen	2010
		Sieblingen (Pt. 520)-Löhningen	4000
Altstätten	1998	Gächlingen-Sieblingen (Pt. 504)	1170
		Sieblingen (Pt. 504-Pt. 520)	2880
		Schleitheim-Pt. 504	2880
		Oberriet-Altstätten	9312

Anhang 14: z-Werte einzelner Variablen im Habitatwahlmodell

Modellvariable	Betrachtungsradius				
	150m	200m	250m	300m	350m
(Intercept)	-2.04	-2.92	-1.24	-0.52	-1.82
andere Nutzungen	-1.66	-0.39	-0.23	1.047	3.472
Anz. landw. Nutzungstypen	0.801	3.152	-1.41	0.058	0.877
Bach	-2.97	-3.46	-3.35	-2.61	-2.41
Buntbrache	1.155	-0.64	-0.53	-0.66	-2.36
Gemüse	6.283	5.307	5.342	4.465	2.848
Getreide	3.687	4.223	2.542	2	2.663
Graswege	-2.13	-3.01	-3.04	-3.32	-4
Hecken	0.811	1.853	3.009	2.194	1.723
Lärm	-1.6	-1.89	-3.16	-3.03	-3.76
Kiesweg	-0.06	-0.89	-1.42	-1.86	-0.72
Wärmesumme (°C x d)	3.715	3.637	2.319	2.196	2.94
Bodenfruchtbarkeit	-2.24	-2.17	-1.72	-2.17	-0.35
Bodentrockenheit	1.141	3.318	3.401	3.767	4.652
Jahresniederschlag	-0.78	-0.39	-1.4	-1.64	-1.05
Naturnahes Grünland	-0.76	0.127	-1.02	-1.53	-1
Hochstammobst	-2.09	-2.74	1.146	0.121	-1.18
Ökoflächen nach DZV	-0.16	0.015	-0.66	-1.7	-2.06
Simpson Evenness	-0.9	1.742	-2.23	-1.29	0.367
Simpson	1.225	-0.96	4.481	1.815	0.117
Spezialkulturen	-2	-1.75	-2.37	-3.36	-2.95
Teerwege und -Strassen	0.101	-0.56	-0.75	-0.48	0.994
Siedlung und Einzelhöfe	-5.25	-2.26	-3.04	-3.34	-0.27
Wald	0.047	-0.84	-0.5	0.269	-0.15
Wiese	1.076	0.413	-0.51	-0.39	0.095
Kiesgrasweg	2.679	2.584	2.316	2.35	2.858

Verzeichnisse

Abkürzungsverzeichnis

BUWAL

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

BLW

Bundesamt für Landwirtschaft

BFS

Bundesamt für Statistik

DZV

Direktzahlungsverordnung

JSG

Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel

LwG

Landwirtschaftsgesetz

LN

Landwirtschaftliche Nutzfläche

NHG

Natur- und Heimatschutzgesetz

öAF

ökologische Ausgleichsflächen

SE

Standardfehler

SGW

Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie

WSL

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Feldhasenstrecke in der Schweiz von 1993 bis 1999	17
Abbildung 2 Anzahl Feldhasen (Fallwild), die in der Schweiz zwischen 1970 und 1999 als Fallwild gemeldet wurden.	18
Abbildung 3 Massenwechsel	18
Abbildung 4 Korrelation zwischen Arealfläche und der Zahl der Feldhasen	20
Abbildung 5 Übersicht über die zu 89 Populationsräumen zusammengefassten Zählgebiete	24
Abbildung 6 Frühjahrsniederschläge [%] des langjährigen Mittels (1901–1960)	36
Abbildung 7 Frühjahrsniederschläge (Summe vom 17. März bis 4. Juni) an den Messstationen Genf, Bern, Zürich und Güttingen von 1991–1999.	37
Abbildung 8 Naturnahe Lebensräume nach ihrer möglichen Bedeutung für den Feldhasen	39
Abbildung 9 Zählgebiete [%] pro Jahr, aufgeteilt nach der wertenden Klassierung der Feldhasendichten	42
Abbildung 10 Häufigkeitsverteilung der Feldhasendichten im Zeitraum 1991–1999	43
Abbildung 11 Korrelation zwischen Feldfläche und dem Mittelwert der beobachteten Feldhasen	47
Abbildung 12 Einflussfaktoren für den Rückgang des Feldhasen	49
Abbildung 13 Index der Bestandsveränderungen von 1992 (Basis) bis 1999	53
Abbildung 14 Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 für Zählgebiete mit unterschiedlicher landwirtschaftlicher Hauptnutzung.	54

Abbildung 15	
Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 für Zählgebiete mit minimaler (< 2), kritischer (2–6) oder geringer (> 6) Ausgangsdichte.	54
Abbildung 16	
Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 für Zählgebiete mit wenig und viel Frühjahrsniederschlägen im vorhergehenden Frühjahr.	55
Abbildung 17	
Index der Bestandsentwicklung von 1992 (Basis) bis 1999 für Zählgebiete mit nassen und trockenen Böden.	56
Abbildung 18	
Vergleich von tatsächlichem Kernraum des Feldhasen und für die Verteilungsmusteranalyse verwendeten Radien.	64
Abbildung 19	
Schematische Darstellung der Modellqualität als Funktion des Umgebungsradius	65
Abbildung 20	
Kartenbeispiel zur Untersuchungsmethode	67
Abbildung 21	
Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit Gemüse, Getreide, Wärmesumme, Siedlungen, Hochstammbst und Bächen.	69
Abbildung 22	
Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit Bodeneigenschaften und Spezialkulturen	69
Abbildung 23	
Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit ökologischen Ausgleichsflächen und naturnahem Grünland.	70
Abbildung 24	
Korrelation des Feldhasenaufenthaltsortes mit (Verkehrs)-Lärm und verschiedenen Typen landwirtschaftlicher Erschliessungsstrassen.	70
Abbildung 25	
Modellqualität in Abhängigkeit des Umgebungsradius.	71
Abbildung 26	
Verhältnis von gezähltem zu prognostiziertem Feldhasenbestand als Funktion der Grösse der Landschaftskammer.	72
Abbildung 27	
Das grosse Moos	73

Abbildung 28	
Vergleich der Hasenbeobachtungspunkte mit der Prognose über eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Feldhasen aufgrund der Landnutzung.	74
Abbildung 29	
Verteilungsmuster der Feldhasen in der Champagne genevoise oben 1993–1995 bzw. unten 1997–1999.	81
Abbildung 30	
Die Jagdstrecken der Kantone Bern, Zürich und Fribourg der Jahre 1971–1989.	115
Abbildung 31	
Die relativen Abweichungen der Jagdstrecken vom Vorjahr der Kantone Bern, Zürich und Fribourg der Jahre 1971–1989.	116
Abbildung 32	
Korrelationskoeffizient r für die Beziehung zwischen relativen Jagdstrecken von Bern, Zürich und Fribourg der Jahre 1971–1989 mit den Niederschlagssummen der einzelnen Pentaden.	117
Abbildung 33	
Die Reichweite der Scheinwerfer bestimmt, wie engmaschig das Routennetz gewählt werden muss.	124
Abbildung 34	
Richtiger Einsatz des Scheinwerfers (B).	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	
Übersicht über die 89 Populationsräume.	25
Tabelle 2	
Kenngrossen der Zählgebiete mit Abkürzung, Beschreibung und Einheit.	27
Tabelle 3	
Bodentrockenheit.	28
Tabelle 4	
Zuordnung der Zählgebiete zu einer Meteostation.	29
Tabelle 5	
Gruppierung der Nutzungstypen und der naturnahen Elemente.	31
Tabelle 6	
Aussage von negativen und positiven Werten in der multiplen Regression.	33

Tabelle 7 Kenngrößen der Zählgebiete.	36
Tabelle 8 Prozentuale Anteile naturnaher Lebensräume nach Lebensraumtyp.	38
Tabelle 9 Gruppierung der Zählgebiete mit Habitatkartierung mittels Clusteranalyse in Gruppen mit ähnlicher Landnutzung.	40
Tabelle 10 Landwirtschaftliche Nutzung in verschiedenen Populationsräumen.	41
Tabelle 11 Feldhasendichten zwischen 1991 und 1999 in den 89 Populationsräumen.	44
Tabelle 12 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen der mittleren Anzahl Feldhasen und flächenbezogenen Variablen der Zählgebiete mit Hilfe einer multiplen Regression.	46
Tabelle 13 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen den Abweichungen der multiplen Regression in Tab. 12 vom Erwartungswert und qualitativen Variablen der Zählgebiete mit Hilfe einer multiplen Regression.	47
Tabelle 14 Statistische Berechnung der Beziehung zwischen den Residuen der vorhergehenden Regression Tab. 12 und naturnahen Strukturen mit Hilfe einer multiplen Regression.	48
Tabelle 15 Feldhasendichten im Vergleich.	48
Tabelle 16 Variablen für die Ermittlung unterschiedlicher Bestandsentwicklungen mit Klassen und Anzahl Zählgebieten.	52
Tabelle 17 Statistische Berechnung der Beziehung von Bestandsänderung mit einzelnen Variablen.	56
Tabelle 18 Statistische Berechnung der Beziehung von Bestandsänderung mit multifaktoriellen Modellen.	57
Tabelle 19 Übersicht über die Untersuchungsgebiete für die Verteilungsmusteranalyse.	62

Tabelle 20	
Variablen für die Berechnung des Habitatwahlmodells.	63
Tabelle 21	
Übersicht über die analysierten Landschaftskammern.	67
Tabelle 22	
Übersicht über die landschaftlichen Vorlieben des Feldhasen.	68
Tabelle 23	
Erfasste Fläche [%] und Wahrscheinlichkeiten für Randeffekte [%] bei unterschiedlichen Betrachtungsradien für Kernraum- und Aktionsraum.	77
Tabelle 24	
Kennzahlen naturnaher Lebensräume in einigen Aufwertungsprojekten.	79
Tabelle 25	
Landwirtschaftliche Nutzung der drei Untersuchungsgebiete im Klettgau im Jahre 1996.	83
Tabelle 26	
Entwicklung der ökologisch wertvollen Ausgleichsflächen auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) von 1991–98 in den drei Teilgebieten im Klettgau.	84
Tabelle 27	
Landwirtschaftliche Nutzung des St.Galler Rheintals im Jahre 1999.	85
Tabelle 28	
Landwirtschaftliche Nutzung der Zählgebiete im Grossen Moos.	87
Tabelle 29	
Landwirtschaftliche Nutzung der Zählgebiete im Gürbetal.	88
Tabelle 30	
Landwirtschaftliche Nutzung des Wauwiler Mooses.	89
Tabelle 31	
Im Rahmen des Projektes Revitalisierung Wauwiler Ebene angelegte ökologische Ausgleichsflächen (Angaben in ha).	89
Tabelle 32	
Statistische Berechnung der Beziehung zwischen relativer Jagdstrecke und Witterungselementen mit Hilfe einer multiplen Regression.	117