

Ein Modell zur Planung von Reservaten für Lerchen in der Nama Karoo (Südafrika)

Lorenz Fahse und Christian Wissel

Synopsis

In the Nama Karoo, a semi-arid region in southern Africa, are living four lark species (*Eremopterix australis*, *Eremopterix verticalis*, *Eremalauda starki*, *Spizocorys sclateri*). Reproduction of these species is only possible on grass-areas that grow up after sufficient rainfall. Since in the Nama Karoo rain falls in a patch-like manner, these grass areas are distributed patchily and the persistence of the lark species depends on their ability to find suitable grass areas at a sufficient rate. Because the availability of grass-areas is more and more reduced by cattle grazing, reserves for the larks are planned. Because of the strange way the rain falls, it is unclear from the outset which number, size and spatial arrangement of protected areas would be optimal. We introduce a model that allows to address these questions. First results are presented which prove the potential of the model to be a helpful tool for reserve design in the Nama Karoo.

Vögel, abiotische stochastische Faktoren, Regen, konzeptionelle Modelle, Umweltrauschen, Populationsdynamik, Umweltmanagement, Reservatdesign

birds, abiotic stochastic factors, rain, conceptual models, environmental noise, population dynamics, environmental management, reserve design

1. Einführung

Das Gebiet der Nama Karoo liegt überwiegend in der Republik Südafrika. Es handelt sich dabei um eine Halbwüste mit durchschnittlich 170 mm Niederschlag im Jahr. Die Vegetation besteht typischerweise aus Zwergsträuchern (*Chamaephytes*) und Gräsern (*Hemicryptophytes*), die ausschließlich dort hochwachsen, wo *ausreichend* Niederschlag gefallen ist (mehr als 20 mm). Dann beginnen die im Prinzip überall in der Nama Karoo zu findenden Samen zu keimen, und innerhalb weniger Tage entstehen grüne »Grasareale« in der Landschaft (im Mittel ca. 3,5 km mal 3,5 km groß), die mit der Zeit wieder verstepen.

In der Nama Karoo leben vier nomadisierende Lerchenarten: *Eremopterix australis*, *Eremopterix*

verticalis, *Eremalauda starki* und *Spizocorys sclateri*. Diese Arten sind granivor; sie ernähren sich überwiegend von Grassamen (DEAN & HOCKEY 1989). Die Lerchen können deswegen prinzipiell in der *gesamten* Nama Karoo *überleben*. Bei der *Reproduktion* werden die Nestlinge jedoch vor allem mit Arthropoden (Ameisen, Termiten, Käfern, Schmetterlingslarven, Grashüpfern etc.) gefüttert (DEAN & HOCKEY 1989; MACLEAN 1970). Dafür muß ein genügend großes Nahrungsreservoir an solchen Insekten vorhanden sein. Dieses ist jedoch ausschließlich in Grasarealen zu finden, die vor kurzer Zeit durch einen kräftigen Regenschauer entstanden sind.

In den letzten Jahren ist die Viehwirtschaft in der Nama Karoo deutlich intensiviert worden, d.h. immer häufiger ziehen Viehherden durch die Karoo und weiden im zunehmenden Maße die Graswuchsflächen ab, die die Lerchen zum Brüten benötigen. Man plant deswegen die Einrichtung von Reservaten, indem man bestimmte Gebiete einzäunt und so vor den Herden schützt. Doch dabei ist folgendes zu beachten: Bei den Regenfällen, die hauptsächlich zum Entstehen der Grasareale beitragen, handelt es sich um räumlich *streng lokalisierte* Gewitterschauer. Dabei regnet es innerhalb eines bestimmten Gebietes sehr kräftig ab, während in unmittelbarer Nachbarschaft so gut wie kein Niederschlag fällt. Die Gewitterschauer gehen somit »fleckenhaft« über die Karoo nieder (in Afrikaans deswegen lautmalerisch »plek-plek« genannt). Als Folge sind die daraus ggf. entstehenden Grasareale ebenfalls fleckenhaft über der Nama Karoo verteilt. Da die Regenschauer so extrem lokalisiert fallen, ergibt sich daraus das Problem, daß man bei der Einrichtung eines Reservates nicht garantieren kann, daß es im Laufe eines jeden Jahres stets innerhalb des Reservates zu einem ausreichenden Regenereignis und somit zur Entstehung einer Grasfläche kommt, die von den Lerchen zur Brut genutzt werden kann. Man wird aus diesem Grunde vermutlich mehrere Reservate einrichten müssen, um im Sinne einer »spreading-of-risk«-Strategie ein langfristiges Überleben der Lerchen sichern zu können. Dabei treten folgende Fragen auf: Wieviele Reservate werden benötigt? Wo sollen diese liegen (denn es gibt jahreszeitlich bedingte räumliche Gradienten in der Niederschlagsmengenverteilung)? Und: Wie sollen die Reservate räumlich angeordnet werden? Ist eine

gleichmäßige Verteilung über die Nama Karoo besser als eine Akkumulation?

Man steht vor dem Problem, daß man in diesem Fall nicht von vornherein sagen kann, wie die Reservate in sinnvoller Weise eingerichtet werden sollen. Hier liegt die Motivation, für dieses Ökosystem ein *Modell* zu erstellen, wie es im folgenden vorgestellt wird. Mit seiner Hilfe erhält man einen ersten Zugang zur Problematik, indem man hypothetisch einzelne Reservatskonfigurationen durchspielen kann. Durch eine Analyse der Ergebnisse kann man Rückschlüsse auf die Effekte und Mechanismen treffen, die auftreten, wenn die Reproduktionsmöglichkeiten der Lerchen auf bestimmte Gebiete eingeschränkt werden. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht weniger darin, die verschiedenen speziellen Reservatskonfigurationen für die Nama Karoo im einzelnen zu diskutieren, sondern zu zeigen, daß unter bestimmten Bedingungen konzeptionelle (WISSEL 1989) ökologische Modelle nicht nur für die Theoriebildung von Interesse sind, sondern auch als Werkzeuge im ökologischen Management eine wichtige Rolle spielen können.

2. Das Modell für die räumliche Verteilung des Regens und des Graswuchses

Für die Modellierung teilen wir die Nama Karoo in gleich große Felder ein, die jeweils die mittlere Ausdehnung der Regenschauer bzw. der Grasareale besitzen, also ca. 3,5 km mal 3,5 km. Unser Regenmodell ist stochastischer Natur, d.h. über Zufallsverteilungen werden jeweils Ort und Menge eines Regenschauers bestimmt. Dabei sind diese Verteilungen durch Annahmen bestimmt, die die wesentlichen Trends und Charakteristika des Regenfalls berücksichtigen. Da das Modell als Entscheidungshilfe für die Einrichtung von Reservaten dienen soll, waren die Anforderungen an die Realitätsnähe des Regenmodells wesentlich höher als in weniger anwendungsbezogenen Modellen üblich. Aus diesem Grund ist das Regenmodell mit einigem modelltechnischen Aufwand verbunden und kann daher hier aus Platzgründen nicht dargestellt werden (s. FAHSE 1994).

Abb. 1 zeigt beispielhaft ein aus dem Regenmodell erhaltenes räumliches Regenmuster. Der Zeitschritt des Modells beträgt 1 Woche, so daß die dargestellte Verteilung als Zusammenfassung der Regenereignisse in der vergangenen Woche zu verstehen ist.

Dort wo es ausreichend (mehr als 20 mm) geregnet hat, entsteht jeweils ein Grasareal. Abb. 2 zeigt beispielhaft die aus der Regenverteilung folgende räum-

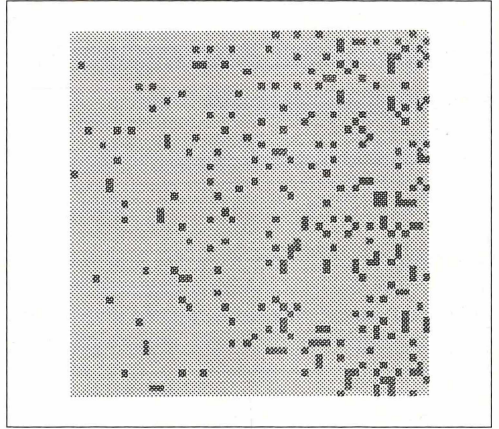


Abb. 1

Typisches räumliches Regenmuster, das mit dem Regenmodell produziert wird. Die Abnahme der Regenereignisse von Osten (rechts im Bild) nach Westen (links im Bild) ist ein klimatisches Charakteristikum, das im Modell berücksichtigt wurde.

Fig. 1

Typical spatial rain pattern as produced by the rain model. Note the characteristic decline of rain events from the east to the west (from the right to the left).

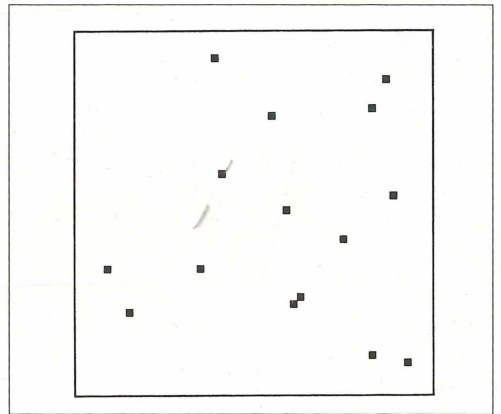


Abb. 2

Typische räumliche Verteilung von Grasarealen, die dort entstehen, wo es zuvor ausreichend geregnet hat.

Fig. 2

Typical spatial pattern of grass-areas that grow up after sufficient rainfalls.

liche Verteilung der Grasareale. Im Modell wird jede Woche mit Hilfe des Regenmodells ein Regenmuster erzeugt, aus dem sich anschließend eine räumliche Verteilung der Grasareale ableiten läßt.

3. Die Modellierung der Lerchenschwärme

Das zeitlich variierende Grasarealmuster bildet den abiotischen Untergrund, auf dem sich die Populationsdynamik der Lerchen abspielt. Es ist offensichtlich, daß in diesem Zusammenhang die Art und Weise der *Zugbewegung* der Lerchenschwärme von großer Bedeutung ist. Doch es ist unbekannt, auf welche Weise die Lerchen die Grasareale orten und anfliegen. Wir nehmen in unserem Modell an, daß die Lerchenschwärme von Woche zu Woche maximal eine bestimmte Strecke zurücklegen können und dabei Grasareale, die sich innerhalb dieses Zuggebietes befinden, gezielt anfliegen. Dies ist in Abb. 3 verdeutlicht: Ein Schwarm befindet sich an der markierten Stelle (x). Wöchentlich soll er höchstens 4 Felder weit ziehen können; d.h. sein Zuggebiet ist auf ein Quadrat der Ausdehnung 9x9 Felder begrenzt (gestrichelte Grenzlinie in Abb. 3). Als Position für die kommende Woche wird innerhalb dieses Quadrates ein Feld zufällig bestimmt. Befindet sich allerdings in diesem Bereich ein Grasareal, so wird dieses gezielt angefliegen (bei mehreren solcher Grasarealen wird eines zufällig ausgewählt). Insgesamt ziehen die Schwärme demnach zufällig umher (»random walk«), doch orientieren sie sich dabei an Grasarealen, die sich innerhalb ihres »Gesichtskreises« befinden. Dies ist sicherlich eine plausible Annahme.

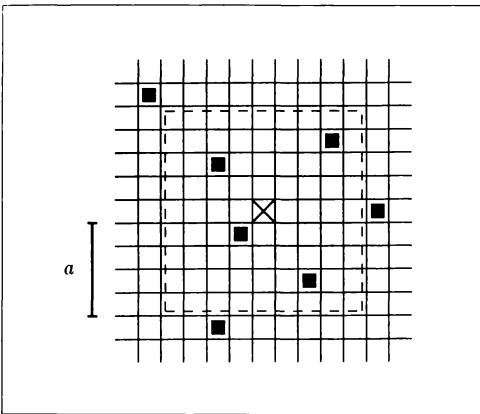


Abb. 3
Modellierung der Wanderung der Lerchenschwärme.
x: Aktuelle Position des Schwarms;
schwarze Felder: Grasareale (s. Text für weit. Erläuterungen).
 Fig. 3
The model for the migration of a flock.
x: position of the flock;
black squares: grass-areas. (See text for further explanations).

Hat ein Schwarm ein Grasareal gefunden, so beginnt er dort sofort mit der Reproduktion. Insgesamt dauern Nestbau, Brüten und Aufzucht der Jungen bis

zum Flüggewerden ca. 5 Wochen (KEITH & al. 1992; MACLEAN 1970); d.h. ein Schwarm verbleibt in der Simulation 5 Zeitschritte an seinem Ort und besteht anschließend zusätzlich aus einer neuen juvenilen Kohorte.

Die Mortalität wird in unserem Modell individuell simuliert: Jede Woche wird anhand der Überlebensrate »ausgewürfelt«, ob ein Individuum die betreffende Woche überlebt oder nicht. Der Wert der wöchentlichen Überlebensrate orientiert sich dabei an den empirischen Schätzungen der Ornithologen: Die Vögel werden durchschnittlich 3–5 Jahre alt, wobei lediglich 30% der Juvenilen nach ca. 8 Monaten das adulte Alter erreichen (R. DEAN, pers. Mitteilung).

Zusammenfassend ergibt sich die in Abb. 4 dargestellte Modellstruktur: Pro Woche wird mit Hilfe des Regenmodells ein räumliches Regenmuster simuliert, aus dem man eine räumliche Verteilung der Grasareale erhält. Auf diesem Muster wird pro Woche für jeden Schwarm das Zugverhalten simuliert. Trifft der Schwarm dabei auf ein Grasareal, so reproduziert er sich dort und zieht nach 5 Zeitschritten mit einer neuen juvenilen Kohorte weiter. Unabhängig, ob gebrütet wurde oder nicht, wird individuell die wöchentliche Mortalität der Lerchen bestimmt.

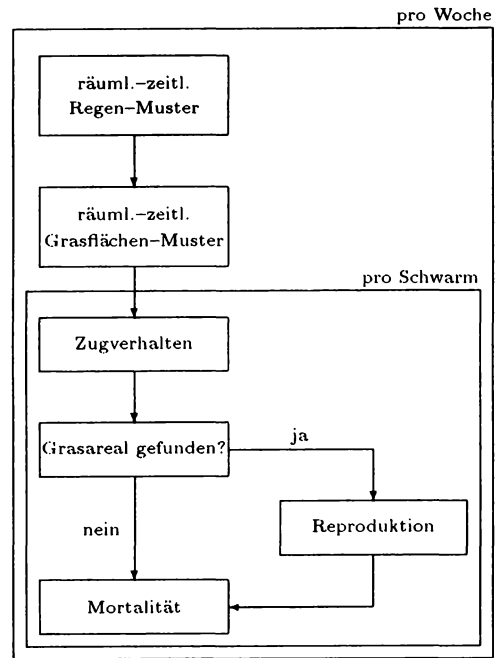


Abb. 4
Struktur des gesamten Modells.
 Fig. 4
Structure of the entire model.

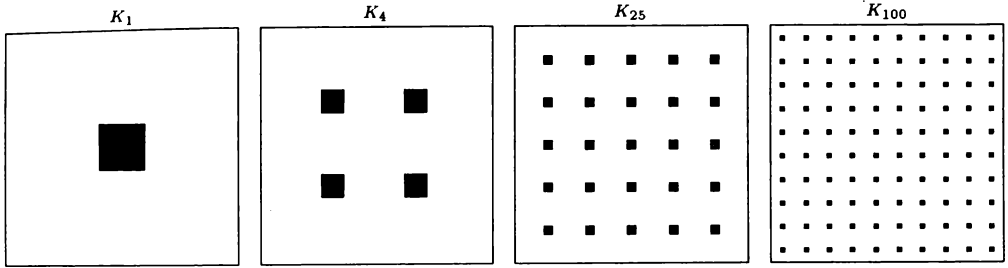


Abb. 5: Vier Reservatskonfigurationen mit jeweils konstanter Gesamtfläche (100 Felder).

Fig. 5: Four different spatial arrangements of reserves. The total area is the same in all each (100 squares).

Bei der Realisierung des Modells als Computerprogramm wird allerdings eine andere Struktur verwendet. Durch Einführung einer Schnittstelle ist es möglich, den abiotischen Anteil (Regen- und Grasareal-Verteilung) vom populationsdynamischen zu trennen (FAHSE 1994). Dadurch können die erhaltenen Ergebnisse sehr genau analysiert und verstanden werden. Ferner erhalten wir auf diese Weise direkte Aussagen über das *Umweltrauschen* (WISSEL 1989) im modellierten System. Es sei an dieser Stelle betont, daß in unserem Modell – im Gegensatz zu vielen anderen stochastischen Modellen – das Umweltrauschen, das sich für die Lerchen in der Nama Karoo vor allem in der zufälligen räumlich-zeitlichen Verteilung der Grasareale äußert, *explizit* berücksichtigt wird.

4. Erste Ergebnisse

Stellvertretend für die vielen verschiedenen Reservatskonfigurationen, die mit Hilfe des Modells untersucht wurden, werden hier die in Abb. 5 dargestellten vier Varianten betrachtet. Die Gesamtfläche der Teilreservate ist bei allen vier Varianten gleich groß (100 Felder).

Wir machen die (idealisierende) Annahme, daß die Lerchen ausschließlich in Grasarealen brüten können, die sich *innerhalb* eines Reservates befinden. Für diese vier Konfigurationen wurde das Modell durchgespielt. Um die Ergebnisse zu veranschaulichen, wurde in Abb. 6 der Verlauf der mittleren Lebensdauern eines Schwarms mit anfangs 20 adulten und 20 juvenilen Vögeln aufgetragen.

Die mittlere Lebensdauer nimmt mit steigender Fragmentierung der Reservate zu und zeigt bei 25 Reservaten ein deutliches Maximum. Durch eine genauere Analyse kann dieser Kurvenverlauf verständlich gemacht werden: Die Existenz eines Maximums folgt aus zwei einander entgegenwirkenden Effekten, die biologisch einsichtig sind. Zum einen ist festzustellen, daß mit zunehmender Fragmentierung

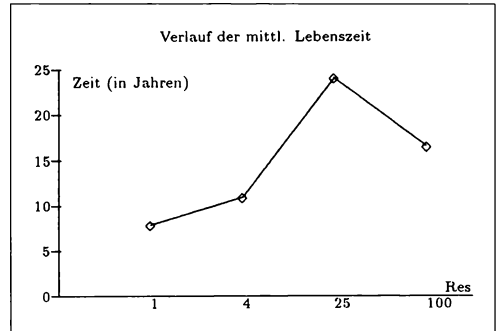


Abb. 6

Mittlere Lebensdauern eines Schwarms (Start mit 20 Adulten und 20 Juvenilen) bei den vier Reservatskonfigurationen aus Abb. 5.

Fig. 6

Mean lifetimes of a flock (starting with 20 adults and 20 juveniles) for the four arrangements of Fig. 5.

der Reservate die Wahrscheinlichkeit steigt, daß ein Schwarm überhaupt eine Brutmöglichkeit orten und anfliegen kann. Andererseits sinkt mit abnehmender Größe der Teilreservate die Wahrscheinlichkeit, daß der Schwarm in einem Teilreservat ein *weiteres* Mal brüten kann. Man beachte, daß in dem hier untersuchten Szenarium davon ausgegangen wird, daß es außerhalb der Reservate keine Brutmöglichkeiten gibt. Die beiden Effekte lassen sich noch detaillierter mit Hilfe weiterer, während der Simulation aufgenommener Größen erkennen und erklären. Das Modell wurde sehr viel eingehender und gründlicher untersucht, als es hier aus Platzgründen dargestellt werden kann (FAHSE 1994).

5. Diskussion

Das in der vorliegenden Arbeit vorgestellte Modell ist zwar in sich abgeschlossen, denn es produziert

erklärbare Ergebnisse. Aber in bezug auf den eigentlichen Zweck des Modells, nämlich bei der Entscheidung für eine Reservatskonfiguration zum Schutz der Lerchen in der Nama Karoo als Entscheidungshilfe zu dienen, ist bisher nur der erste Schritt getan. Im nächsten Schritt muß mit Hilfe der Modellergebnisse wieder der Dialog mit den Biologen und Ornithologen vor Ort aufgenommen werden. Das Modell ist zwar in sich konsistent und produziert aus unserer Sicht »vernünftige« Ergebnisse, aber das liefert keine Garantie dafür, daß es die entscheidenden Prozesse, die das Überleben der Lerchenpopulationen in der Nama Karoo bestimmen, angemessen berücksichtigt. Blindes Vertrauen in die Modellergebnisse ist nicht das Ziel konzeptioneller Modellierung (WISSEL 1989)! Aus diesem Grund ist es unerlässlich, neben der Überlebenszeit auch andere (hier nicht dargestellte) vom Modell produzierte Eigenschaften zu untersuchen. Es ist durchaus denkbar, daß das Modell in der einen oder anderen Situation ein Verhalten zeigt, von dem die Empiriker vor Ort mit Bestimmtheit sagen können, daß sich das reale System »Lerchen in der Nama Karoo« nicht so verhält. Die Modellannahmen müßten dann modifiziert werden.

In der gegenwärtigen Form ist das vorgestellte Modell nicht auf andere Populationen und Gebiete übertragbar. Aber die behandelte Problematik dürfte generell bei der Einrichtung von Reservaten von Bedeutung sein. Bei den meisten Populationen wird es Schlüsselprozesse geben, die die Überlebenschancen der Population bestimmen, die aber zeitlich und räumlich nur zufällig und sporadisch auftreten. Ein Schutz durch Reservate kann dann nur sinnvoll sein, wenn bei der Planung der Zahl, der Größe und der räumlichen Anordnung der Reservate die zeitliche und räumliche Zufallsverteilung der abiotischen (oder biotischen) Schlüsselprozesse berücksichtigt wird. Ziel der vorliegenden Arbeit war es zu zeigen, daß bei dieser »Berücksichtigung« konzeptionelle ökologische Modelle ein wertvolles Hilfsmittel sein können.

Danksagung

Wir danken Volker Grimm für die kritische Durchsicht einer früheren Version dieses Artikels.

Literaturverzeichnis

- DEAN, W. R. J. & P. A. R. HOCKEY, 1989: An ecological perspective of lark (*Alaudidae*) distribution and diversity in the southwest-arid zone of Africa. – *Ostrich* 60 : 27–34.
- FAHSE, L., 1994: Konsequenzen stochastischer abiotischer Faktoren für die Populationsdynamik von Lerchen in der Nama Karoo. – Diplomarbeit am

Fachbereich Physik der Philipps-Universität Marburg.

- KEITH, URBAN, FRY, 1992: *The Birds of Africa*. – Academic Press, London.
- MACLEAN, G.L., 1970: Breeding behaviour of Larks in the Kalahari Sandveld. – *Ann. Natal Mus.* 20: 381–401.
- WISSEL, C., 1989: *Theoretische Ökologie: Eine Einführung*. – Springer Verlag, Berlin Heidelberg: 299 S.

Adresse

Lorenz Fahse, Christian Wissel,
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle
Sektion Ökosystemanalyse
Permoserstraße 15
D-04318 Leipzig.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1995

Band/Volume: [24_1995](#)

Autor(en)/Author(s): Wissel Christian, Fahse Lorenz

Artikel/Article: [Ein Modell zur Planung von Reservaten für Lerchen in der Nama Karoo \(Südafrika\) 39-43](#)