

Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Ein Prognosemodell über den Bruterfolg von Feldlerchen (*Aves: Alauda arvensis*) - Ansatz mit "Fuzzy Set Theory"

Winfried D. Daunicht, Arkadiusz Salski und Claudia Sperlbaum

Synopsis

The paper shows some first results obtained by modelling the breeding success of Skylarks (*Alauda arvensis*). The fuzzy logic approach to solve this problem has been proposed. Density and high of vegetation and population of larks are taken into account as input variables for this model.

skylark, breeding success, modelling, Fuzzy Set Theory

1. Einleitung

Die Feldlerche (*Alauda arvensis*) hat in den letzten Jahren in Mitteleuropa so stark abgenommen, daß sie schon in verschiedene "Roten Listen" aufgenommen wird (SUKOPP & ELVERS 1982, KNIEF & al. im Druck). Der Bruterfolg auf landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen reicht in vielen Fällen nicht mehr aus, um den Bestand langfristig zu erhalten. Mit dieser Arbeit soll versucht werden, den Bruterfolg dieser Vogelart auf ausgedehnten und einheitlich genutzten Ackerflächen (40 ha und mehr) mit Hilfe eines wissenschaftlichen Modells quantitativ vorauszusagen.

2. Methodische Voraussetzungen

2.1 Ökologische Voraussetzungen

Ein einfaches Beziehungsmodell (Abb. 1), das die wirksamsten Einflüsse auf eine Lerchenpopulation darstellt, dient als Grundlage für die weiteren Arbeiten.

Bei Freilandarbeiten in den Jahren 1988 bis 1990 zeigte sich, daß vor allem die Entwicklung der Feldvegetation im Jahresverlauf den wohl wichtigsten Einfluß auf eine Population und ihren Bruterfolg darstellt. Vegetationshöhe, Bedeckungsgrad und Vegetationsdichte sind dabei die entscheidenden Parameter. Darin spiegeln sich auch klimatische Einflüsse, Bearbeitung und Nutzung des Landwirts und die Bodenverhältnisse wider. Da die Pflanzendichte in der Hauptsache durch die Aussaat festgelegt ist, verändern sich im Jahresverlauf am stärksten Bedeckungsgrad und Vegetationshöhe. Während der Bedeckungsgrad die absolute Nutzung der eigentlichen Vegetationsfläche durch die Lerchen steuert, ist die Nutzung der restlichen Flächenteile wie z. B. Fahrspuren beinahe gänzlich von der Vegetationshöhe abhängig. Es ist sicherlich leicht vorstellbar, daß der Bruterfolg der Lerchen ganz entscheidend beeinflusst werden kann, wenn die Vegetationsentwicklung eine Nutzung der Feldflächen durch die Lerchen noch vor Beginn der Brutzeit stark einschränkt oder sogar gänzlich verhindert.

Eine Erbsenkultur wurde für den ersten Versuch einer Voraussage ausgewählt. Unbefestigte Wege stellten die einzige Randbedingung dar.

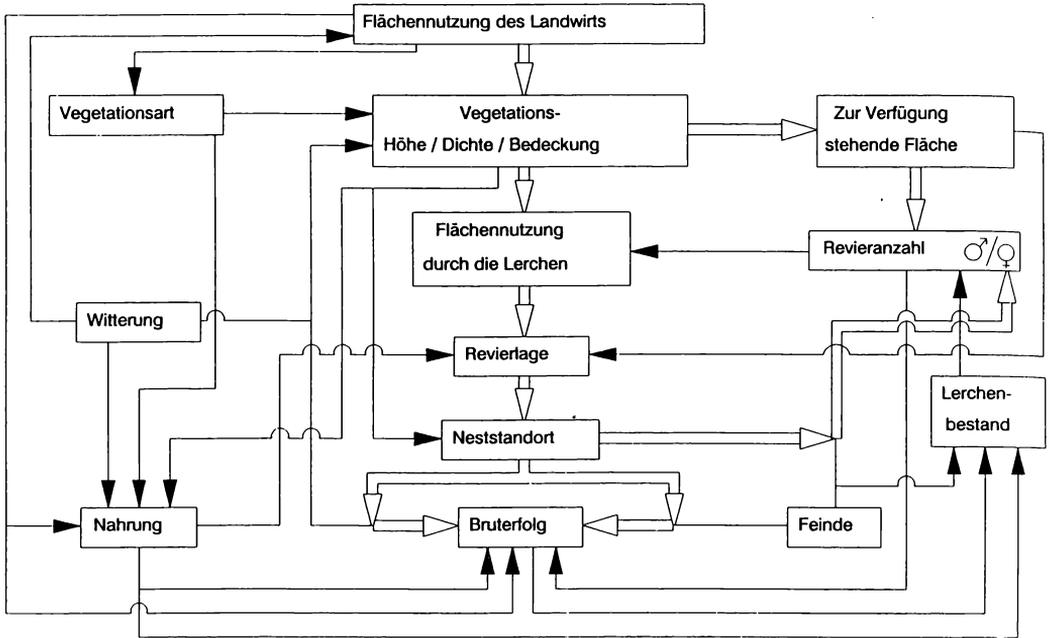


Abb. 1: Allgemeines Beziehungsmodell der Einflüsse auf eine Feldlerchenpopulation und deren Bruterfolg

2.2 Wissensbasierte Modelle

Das Expertenwissen ist manchmal die einzige Grundlage für eine Modellierung von solchen ökologischen Prozessen, für die unter den bestehenden Bedingungen kein mathematisches, analytisches Modell erstellt werden kann. Zur Darstellung der Expertenkenntnis und zur Schätzung nicht meßbarer Parameter werden häufig natürlich-sprachliche Formulierungen verwendet, die unpräzise und unscharf sind. Ein konventionelles Modell ist nicht in der Lage, die hier auftretenden Probleme der Unpräzision zu berücksichtigen. Deswegen wird ein Modell erarbeitet, das die Repräsentation und die Verarbeitung von unpräzisen Daten und unpräzisem Wissen zuläßt. Die Wissensrepräsentation erfolgt durch eine Menge von linguistischen Regeln in Form von "WENN-DANN"-Regeln, z. B.:

WENN (Vegetationshöhe ist 'niedrig')
 UND (Lerchenbestand ist 'sehr hoch')
 UND (Dichte ist 'minimal geringer als standard')
 DANN (Revieranzahl ist 'hoch').

Die unpräzisen Ausdrücke in diesen Regeln werden als 'fuzzy sets' (unscharfe Mengen n. ZADEH 1975, BANDEMER 1989) betrachtet, die in Zusammenarbeit mit den Experten definiert und in der sog. Wissensbasis gespeichert werden. Mit Hilfe von Schlußfolgerungsmethoden (sog. Inferenz-Methoden n. BANDEMER 1990, SALSKI & SPERLBAUM 1990) kann man diese Wissensbasis verarbeiten und die Ergebnisse als Modellentwurf auf verschiedene Dateneingabe bekommen. Die Dateneingabe kann in exakter oder unpräziser Form (als unscharfe Mengen) durchgeführt werden.

3. Ein wissensbasiertes Modell über den Bruterfolg von Feldlerchen

Voraussetzungen für dieses Modell sind:

- eine Feldlerchen-Population mit bestimmten Ausgangsbestand,
- ein maximaler, im Felde ermittelter Bruterfolg einer bestimmten Anzahl an Jungen pro Brutpaar und Brutversuch,
- eine Einteilung der Vegetationsdichte in 5 Klassen.

Der Einfluß von Witterung und Beutegreifer ist zum einen im Ausgangsbestand und im Bruterfolg schon berücksichtigt oder wird zum anderen (z. B. auf die Altvögel) vernachlässigt.

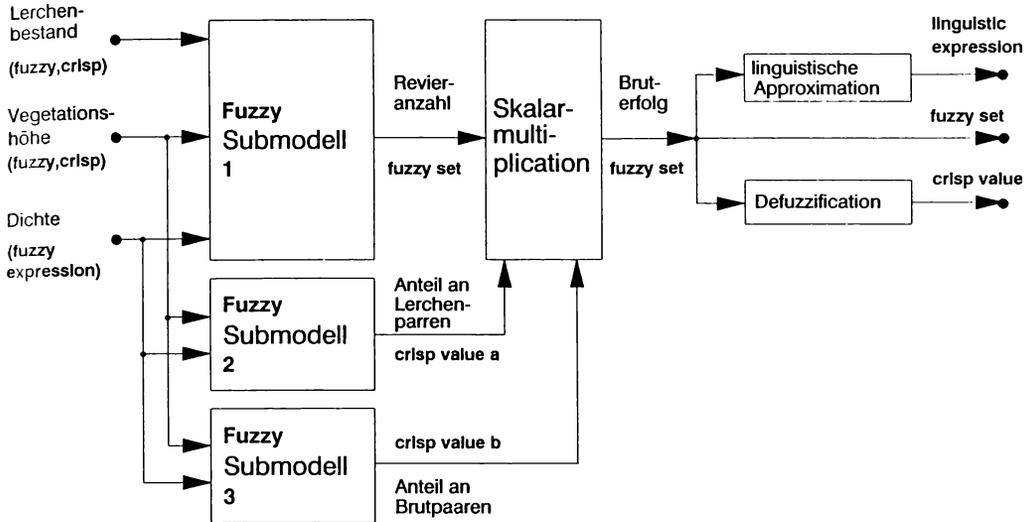


Abb. 2: Das 'fuzzy' Prognosemodell über den Bruterfolg von Feldlerchen

Die Eingangsvariablen des Modells sind der aktuelle **Lerchenbestand** (hier wird vereinfacht nur die Anzahl der überlebenden Lerchenmännchen des Vorjahres berücksichtigt), die **Vegetationshöhe** und die **Vegetationsdichte** einer Pflanzenart. Die Eingabewerte können "crisp" (z. B. es gibt 15 Lerchen/20 ha) oder "fuzzy" (z. B. der Lerchenbestand ist gering) sein.

Die Wissensbasis der drei Teilmodelle (Abb. 2) umfaßt sowohl die Gesamtheit aller "fuzzy" Regeln als auch die Menge aller Definitionen der linguistischen Ausdrücke.

Das Teilmodell 1 illustriert die "Bewertung" der Umweltbedingungen durch das Lerchenmännchen, welches sich in der **Anzahl der Reviere** widerspiegelt. Diese Ausgangsvariable ist für den Prozeß wichtig und kann extern überprüft werden. Für das Teilmodell 1 sind 125 Regeln (in der im Punkt 2.2 gezeigten Form) in die Wissensbasis aufgenommen worden.

Das zweite Teilmodell, für das 25 Regeln aufgestellt wurden, stellt die "Einschätzung" der Vegetationsstruktur in den angebotenen Revieren durch das Lerchenweibchen dar. Daraus resultiert eine entsprechende **Anzahl an Lerchenpaaren 'a'**, die als Anteil der Lerchenmännchen mit Revieren definiert ist.

Mit dem Teilmodell 3 wird die Anzahl der Paare ermittelt, die tatsächlich zur Brut schreiten. Die Ausgangsvariable 'b' ist die **Anzahl der brütenden Lerchen**, die anteilmäßig von der Anzahl der Brutpaare berechnet wird. Auch für dieses Submodell sind 25 Regeln definiert worden.

Die Anzahl der brütenden Lerchenpaare bestimmt den **Bruterfolg**. Die Werte der Ausgangsvariablen können wahlweise als "fuzzy set", als numerischer Wert ("crisp" Wert, nach dem sog. "defuzzification process", ZADEH 1975) oder als linguistisch approximierter Ausdruck ausgegeben werden (s. Abb. 2).

4. Ergebnisse

Die Simulationsergebnisse stimmen mit den im Felde gefundenen Daten sehr gut überein. Es wurden zwei Untersuchungsfälle geprüft: Der Bruterfolg in Lerchenrevieren, die auf dem Erbsenschlag zentral lagen und der der Reviere, die Wegränder beinhalten.

Für die Pflanzenart Erbse und für die Inputwerte:

Vegetationshöhe: 'mittel'
 Lerchenbestand: 7 Männchen (auf ca. 20 ha)
 Dichte: 'standard'

sind die Ergebnisse in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Simulationsergebnisse für zentral im Erbsenfeld gelegene Reviere

Eingangsvariable	Typ des Ausgangswertes	Simulationsergebnisse	Ergebnisse der Felduntersuchung
Anzahl der Reviere	crisp	6.54	6
	ling. appr.	'mittel'	'cirka 6'
Anzahl der verpaarten Lerchen	crisp	3.17	3
Anzahl der brütenden Lerchen	crisp	1.44	1
	ling. appr.	'sehr gering'	'sehr gering'

Für den Wegrand und für die Inputwerte:

Vegetationshöhe: 'circa 30'
 Lerchenbestand: 12 Männchen (auf ca. 20 ha)
 Dichte: 'standard'

sind die Ergebnisse Tab. 2 zu entnehmen.

Tab. 2: Simulationsergebnisse für Reviere, die Wegränder beinhalten

Ausgangsvariable	Typ des Ausgangswertes	Simulationsergebnisse	Ergebnisse der Felduntersuchung
Anzahl der Reviere	crisp	11.62	12
	ling. appr.	'groß'	'groß'
Anzahl der verpaarten Lerchen	crisp	11.04	11
Anzahl der brütenden Lerchen	crisp	10.89	11
	ling. appr.	'hoch'	'hoch'

Sofern es gelingt, auch für die übrigen, am häufigsten angebaute Feldfrüchte ähnliche Modelle aufzustellen und diese miteinander zu verbinden, könnte der Bruterfolg der Feldlerche auch für größere Landschaftseinheiten vorhergesagt werden.

Danksagung

Dieses Projekt wird vom Bundesministerium für Forschung und Technologie gefördert.

Literatur

- BANDEMER, H. & S. GOTTWALD, 1989: Einführung in Fuzzy-Methoden. Akademie-Verlag, Berlin.
- BUSCHE, G., 1989: Drastische Bestandseinbußen der Feldlerche (*Alauda arvensis*) in Schleswig-Holstein. Vogelwelt 110: 51-59.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U. N. & K. M. BAUER, 1985: Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Bd. 10 Passeriformes, Alaudidae - Prunellidae. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- KNIEF, W., BERNDT, R. K., BUSCHE, G. & B. STRUWE, im Druck: Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Vogelarten. Schriftenr. Landesamt Naturschutz u. Landschaftspf. Schleswig-Holstein.
- SALSKI, A. & C. SPERLBAUM, 1990: Fuzzy approach to modelling in ecosystem research. Proc. of 3rd Inter. Conf. on Information Processing and Management of Uncertainty in Knowledge-Based Systems, Paris: 367-369.
- SCHLÄPFER, A., 1988: Populationsökologie der Feldlerche *Alauda arvensis* in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Orn. Beob. 85: 309-371.
- SUKOPP, H. & H. ELVERS (Hrsg.), 1982: Rote Liste der gefährdeten Pflanzen und Tiere in Berlin (West). Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Nr. 11. Schriftenr. des Fachbereichs Landschaftsentwicklung der TU Berlin.
- ZADEH, L. A., 1975: The concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning. Information Sciences 8: 199-250.

Adresse

Winfried D. Daunicht
Arkadiusz Salski
Claudia Sperlbaum
Projektzentrum Ökosystemforschung
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Schauenburgerstr. 112

W - 2300 Kiel 1

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [20_1_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Daunicht Winfried D., Salski Arkadiusz, Sperlbaum Claudia

Artikel/Article: [Ökosystemforschung im Bereich der Bornhöveder Seenkette: Ein Prognosemodell über den Bruterfolg von Feldlerchen \(Aves: Alauda arvensis\) - Ansatz mit 'Fuzzy Set Theory' 211-215](#)