
Satellitenbildbasierte Analyse der Landschaftsstruktur für die Habitatbewertung des Steinkauzes

Roland GRILLMAYER

Zusammenfassung

Viele Faktoren beeinflussen die Bestandespopulation des Steinkauzes (*Athene noctua*). Dieser Beitrag befaßt sich mit der Untersuchung von Landschaften, die Steinkauzhabitate enthalten. Den Schwerpunkt bildet die Analyse der Landschaftsstruktur und Landbedeckungsveränderungen im Zeitraum zwischen 1984 – 1994 in ausgewählten Gebieten in Niederösterreich und dem Burgenland an Hand von Satellitenbildern. Diese großräumige Landschaftsinformation bildet die Grundlage zur Bewertung der Bestandesentwicklung des Steinkauzes.

1 Einleitung

Nicht weniger als 10 Eulenarten sind in Österreich heimisch. Das Größenspektrum reicht vom starengroßen Sperlingskauz bis hin zum Uhu mit einer Spannweite von fast 1,80 Meter. Der Steinkauz mit einer durchschnittlichen Körpergröße von 17 cm ist einer der kleinsten Vertreter der Ordnung der Eulen (*Strigiformes*). In den letzten drei Jahrzehnten kam es in Mitteleuropa zu einem dramatischen Populationseinbruch beim Steinkauz. Auch in Österreich ist dieser Trend zu verfolgen. Da der Steinkauz zu den vom Aussterben bedrohten Tierarten in Österreich gehört, wurden zahlreiche Forschungsprojekte eingeleitet, deren Ziel es ist, die Ursachen, die für diese Entwicklung verantwortlich sind, zu ergründen und geeignete Gegenmaßnahmen zu formulieren. So wurde in Niederösterreich 1996 ein "Artenschutzprogramm Steinkauz" initiiert. Im Rahmen dieses Projektes kam es zu einer systematischen Erhebung der Steinkauzpopulationen in Niederösterreich. Gleichzeitig wurden erste Gefährdungsursachen aufgezeigt und erste Schutzmaßnahmen eingeleitet. Auf diese Erhebungen aufbauend wurde im Rahmen des Forschungsschwerpunktes "Kulturlandschaftsforschung" das Modul "Einfluß kulturlandschaftstypischer Faktoren auf die Bestandesentwicklung des Steinkauzes in Niederösterreich und dem Burgenland" genehmigt. Ziel dieses Projektes ist die Erhebung der Veränderung der Landschaftsstruktur und Landbedeckung in fünf ausgewählten Gebieten Niederösterreichs und des Burgenlandes in den letzten 10 Jahren.

Unter der Landschaftsstruktur versteht man das räumliche und zeitliche Verteilungsmuster der kleinsten im Gelände erfaßbaren Raumeinheiten, der sogenannten Landschaftselemente. Solche Elemente sind zum Beispiel Gebäude, Waldparzellen, Flurgehölze, Tümpel usw. (WRBKA 1999). Um eine Interpretation dieser Landschaftsstruktur zu erleichtern, wurde die Auswertung in Anlehnung an das "patch-matrix-corridor" Modell von FORMAN und GODRON (1986) durchgeführt.

Als wesentlicher Grund für die Bestandeseinbrüche des Steinkauzes wird die Intensivierung der Landwirtschaft und die damit verbundene Verarmung an Landschaftselementen vermutet. Vor allem das für den Steinkauz wichtige extensiv genützte Grünland, welches sein bevorzugtes Jagthabitat ist, und der Verlust an wichtigen vertikalen Strukturen, in denen er zahlreiche Ruhe-, Einstands- und Brutplätze findet, führen zu einer Bestandesbedrohung der Steinkauzpopulationen.

2 Methodik

2.1 Auswahl der Testgebiete

Ziel der Arbeit ist eine flächendeckende Kartierung der Veränderung der Landbedeckung in fünf Testgebieten zu zwei Zeitpunkten. Bei der Auswahl der Testgebiete wurden darauf geachtet, daß diese einerseits die bedeutendsten Steinkauzpopulationen in Österreich enthalten und andererseits in unterschiedlichen Kulturlandschaften Österreichs liegen (Abbildung 1). Die Testgebiete lassen sich aufgrund der dominanten Landbedeckungsklasse in zwei Unterklassen gliedern: Testgebiete, im weinbaudominierten Teil Österreichs und jene in agrarischen Gunstgebieten.

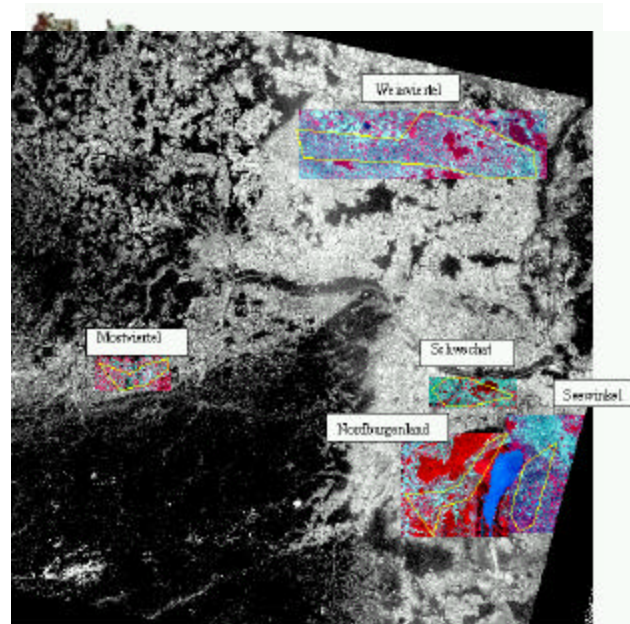


Abb.1: Überblick über die Lage der fünf Testgebiete

2.2 Populationsdatenerhebungen

In den Schwerpunktgebieten Niederösterreichs wurde mit den systematischen Erhebungen der Populationsdichte 1996 begonnen. In den Gebieten des Burgenlandes gibt es längere Beobachtungsreihen. So wurde mit einer systematischen Erhebung im Gebiet Seewinkel 1990 begonnen, im Testgebiet Nordburgenland zwei Jahre später.

Vor diesen Zeitpunkten existieren keine verlässlichen Populationsdaten. Die einzigen zur Verfügung stehenden Daten sind vereinzelte Sichtmeldungen von Privatpersonen, die ihre Beobachtungen den verschiedenen Forschungseinrichtungen meldeten und eine grobe Abschätzung der früheren Steinkauzpopulation ermöglichen.

2.3 Satellitenbildauswertung

Aufgrund der großen Testgebietsflächen und der limitierten Projektmittel war eine flächendeckende Kartierung der Veränderung mit Luftbildern weder finanziell noch arbeitstechnisch bewältigbar. Als Datengrundlage für dieses Projekt kamen Satellitenbilddaten zum Einsatz, da diese einerseits große Gebiete zu einem einheitlichen Zeitpunkt abbilden und andererseits eine Differenzierung der relevanten Landbedeckungsklassen ermöglichen.

2.3.1 Datengrundlage

Aufgrund der Fragestellung wurden für diese Arbeit Landsat TM Daten verwendet, da diese über eine längere Zeitspanne verfügbar sind und eine Differenzierung von vegetationsbedeckten Oberflächen nach Art und Dichte durch die Aufzeichnungen im nahen und mittleren Infrarot ermöglichen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die verwendeten Satellitenbilddaten und deren Aufnahmezeitpunkte.

Tab. 1: Überblick über die einzelnen Satellitenszenen

Szene	Aufnahmezeitpunkt	Bildart	Bildinhalt
Wien	01.08.94	Floating-Fullscene	Seewinkel/BGL1
			Schwechat/NÖ1
			Nordburgenland/BGL2
			Weinviertel/NÖ2
			Mank/NÖ3
Wien	24.08.85	Floating-Quarterscene	Weinviertel/NÖ2
St.Pölten	21.08.84	Floating-Quarterscene	Mank/NÖ3
Eisenstadt	05.08.84	Floating-Quarterscene	Seewinkel/BGL1
			Schwechat/NÖ1
			Nordburgenland/BGL2

2.3.2 Geokodierung

Die Transformationsparameter für die geometrische Transformation wurden über Paßpunkte bestimmt. Die Geländeunebenheiten wurden durch die Mitverwendung eines digitalen Höhenmodells mit einer Maschenweite von 250 Metern berücksichtigt. Durch diese Vorgangsweise konnte eine geometrische Genauigkeit von 1 – 1.5 Pixel oder ca. 45 Metern erreicht werden.

2.3.3 Radiometrische Korrektur

Eine radiometrische Korrektur ist notwendig, um Satellitenbilder unterschiedlicher Aufnahmezeitpunkte vergleichbar zu machen. Diese radiometrische Korrektur wurde mit folgenden Verfahren durchgeführt.

- Verringerung der atmosphärischen Einflüsse mittels Luftlichtkorrektur
- Berücksichtigung der Sonnenhöhe mittels Kosinuskorrektur

2.3.3 Bildsegmentierung

Ziel einer Bildsegmentierung ist es, ein Satellitenbild in homogene Bildbereiche (Segmente) zu unterteilen, die in der Natur eine reale Bedeutung besitzen und im Idealfall der kleinsten Raumeinheit, dem Landschaftselement, entsprechen (STEINWENDNER 1998). Für die Segmentierung der Testgebiete wurde ein Region-Growing-Verfahren mit einem spektralen Homogenitätskriterium verwendet. Das Wachstum eines Segmentes wird abgebrochen, wenn kein benachbartes Bildelement gefunden wird, welches dieses Homogenitätskriterium erfüllt (HARALIK, 1992). Als Kriterium wurden die Schwellenwerte der Landsat-TM-Kanäle 1,2,3,4,5 und 7 verwendet, die in zahlreichen Probesegmentierungen gesondert ermittelt wurden.

2.3.4 Klassifizierung der Segmente

Nach der Abgrenzung der Segmente stellt die Zuweisung der Einzelsegmente in die betreffende Landbedeckungsklasse den nächsten Arbeitsschritt dar. Als Klassifizierungsalgorithmus wurde der Maximum-Likelihood-Klassifikator verwendet.

Da trotz der Aufspaltung spektral sehr inhomogener Landbedeckungsklassen in mehrere Musterklassen kein zufriedenstellendes Klassifizierungsergebnis erzielt werden konnte, wurde ein thematischer Zusatzkanal, der im Maßstab 1:200.000 visuell ausgeschiedene Landschaftstypen beinhaltet, mitverwendet (WRBKA, 1997). Das so erhaltene pixelweise Klassifikationsergebnis wurde auf die Geometrie der Segmente übertragen. Für jedes Segment waren somit die drei häufigst vorkommenden Landbedeckungsklassen und deren relative Häufigkeiten vorhanden, die die Grundlage zur Zuweisung der einzelnen Segmente zur entsprechenden Landbedeckungsklasse bildeten.

2.3.5 Verwendete Strukturparameter und Gestaltparameter

Um die Größe und räumliche Verteilung der Landbedeckungsklassen in den Testgebieten beschreiben zu können, wurden „Fragstat-Indizes“ (MCGARIGAL K., 1994) und spezielle Gestaltparameter berechnet. Die für den Steinkauz relevanten Veränderungen der Landbedeckung und Landschaftsstruktur können mit folgenden Parametern beschrieben werden:

- Relativer Flächenanteil und Patch Density (**PD**) des Grünlandes
- Mean Patch Size (**MPS**) der Ackerkulturen
- Median der Elongation
- Die Anzahl an Konvergenzpunkte (**KPA**).

Anhand der ersten drei Parameter kann eine Bewertung der Testgebiete hinsichtlich der Grünlandausstattung und der vorherrschenden Struktur der Agrarflächen erfolgen.

Die sehr unterschiedlichen dominanten Segmentformen in den einzelnen Testgebieten konnten anhand des Gestaltparameters Elongation beschrieben werden. Die Elongation ist ein Maß für die Länglichkeit eines Segmentes und kann einen Wert 0 (=Kreis) und 1 (=Linie) annehmen.

Treffen mehr als zwei verschiedene Habitats aufeinander, entstehen sogenannte „Konvergenzpunkte“. Die Anzahl dieser Punkte in der Landschaft beschreibt die Verteilung der unterschiedlichen Habitattypen. Je höher die Anzahl an Konvergenzpunkten, um so höher ist die „Vernetztheit“ der Landschaft zu bewerten. Durch die Anzahl und Verteilung der Konvergenzpunkte kann eine Bewertung der Testregionen hinsichtlich der Biodiversität erfolgen.

3. Ergebnisse der Satellitenbildauswertung

Tab. 2: Überblick der wichtigsten Gestalt- und Strukturparameter

Gebiete	Grünland %	PD Grünland	MPS Acker	Median-Elongation	KPA
Mank 1984	7,4	4,2	1,5	-----	549
Mank 1994	4,6	2,9	1,7	0,63	221
Weinviertel 1984	1	0,6	2,2	-----	84
Weinviertel 1994	10,4	4,3	2,0	0,76	252
Seewinkel 1984	1	0,5	5,0	-----	105
Seewinkel 1994	2,3	0,7	5,1	0,69	92
Nordburgenland 1984	5,4	1,8	2,3	-----	217
Nordburgenland 1994	7	2	2	0,71	182
Schwechat 1984	9	3,9	2,5	-----	290
Schwechat 1994	5,1	1,9	2,2	0,73	80

Die folgenden Bildbeispiele sollen verdeutlichen, wie sich unterschiedliche Bildinhalte auf die Werte der einzelnen Gestalt- und Formparameter auswirken.

Das linke Bild der Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt aus der Testregion Mank. In diesem Testgebiet weisen die meisten Segmente eine rundliche, unregelmäßige Form auf. Dieses Verhalten wird durch den Medianwert der Elongation von 0,63 beschrieben. Die

Grünlandflächen sind klein strukturiert und relativ regelmäßig über den gesamten Bildausschnitt verteilt. Die durchschnittliche Anzahl an Grünlandflächen pro Hektar beträgt 2,9 (= Patch Density Grünland). Die Durchschnittliche Flächengröße der Ackerkulturen beträgt in dieser Region 1,7 ha (Mean Patch Size Ackerkulturen).

Das rechte Bild der Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt aus der Testregion Schwechat. Hier dominieren meist längliche, sehr regelmäßige Segmentformen. Der Medianwert der Elongation weist deshalb mit 0,73 einen höheren Wert auf als in der Region Mank. Auch die Grünlandausstattung ist im Vergleich zur Region Mank geringer. Pro Hektar wurden nur 1,9 Grünlandflächen festgestellt. Die Region weist auch im Vergleich zu Mank größere Feldstrukturen auf. So beträgt die durchschnittliche Flächengröße der Ackerkulturen in dieser Region 2,2 Hektar.

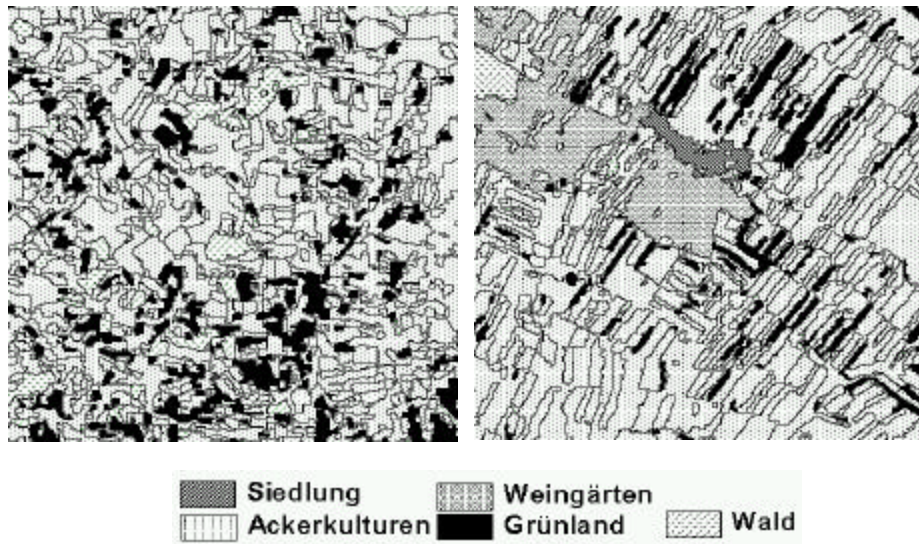


Abb. 2: Bildausschnitte aus den Testgebieten Mank (linkes Bild) und Schwechat (rechtes Bild). Um die Verteilung der Landbedeckungsklasse Grünland hervorzuheben, wurden einzelne Klassen zusammengefaßt.

4. Interpretation der Ergebnisse

Die Testgebiete Mank und Weinviertel besitzen die besten strukturellen Voraussetzungen für den Steinkauz. Auch wenn es in der Region Mank zu einer Reduktion der Grünlandausstattung kam, dürfte diese noch keinen kritischen Wert unterschritten haben. Vor allem die geringe durchschnittliche Flächengröße der Ackerkulturen und der niedrige Wert der Elongation unterscheiden dieses Gebiet von den Anderen. Im Weinviertel kam es hingegen zu einer Verbesserung der Grünlandausstattung. Die durchschnittliche Schlaggröße ist in diesem Gebiet etwas höher (=2,0 ha). Der hohe Werte der Elongation

(=0,76) weist darauf hin, daß in diesem Gebiet vorwiegend längliche, regelmäßige Segmentformen eine dominante Rolle spielen. Dieser hohe Wert der Elongation ergibt sich durch die Tatsache, das es sich bei dem Großteil der Segmente um Feldflächen handelt, die im Normalfall eine geometrische, längliche Form aufweisen. Diese Tatsache läßt auch den Schluß zu, daß es sich bei den starken Grünlandzuwächsen zum Großteil um brach liegende Felder handelt.

Beide Gebiete weisen eine hohe Konvergenzpunkteanzahl auf, was auf eine hohe Vernetztheit der einzelnen Habitattypen schließen läßt.

Diese Entwicklungen decken sich auch mit der Entwicklung der Steinkauzpopulationen in den beiden Testgebieten. Vor allem in der Testregion Mank konnte in den letzten 10 Jahren ein starker Zuwachs der dort lebenden Populationsdichte festgestellt werden. Sowohl die Populationsdichte von 0,2 Exemplaren/km² als auch die Reproduktionsrate von 1,07 Jungen/Revier weisen in dieser Testregion die höchsten Werte auf.

Auch in der Region Weinviertel konnte eine positive Entwicklung der Steinkauzpopulationen festgestellt werden, auch wenn die Populationsdichte wesentlich geringer ist als in der Region Mank (=0,09 Exemplare/km²).

Trotz des hohen relativen Flächenanteiles an Grünland im Testgebiet Nordburgenland ist die Grünlandausstattung im Testgebiet schlechter zu bewerten als in den zuvor genannten Regionen. Der hohe relative Flächenanteil kommt durch die großen, zusammenhängenden Grünlandflächen die rund um den Neusiedlersee situiert sind zustande. Pro Hektar stehen jedoch im Durchschnitt nur 2 Grünlandflächen zur Verfügung. Die Größenverhältnisse der Agrarstruktur sind ähnlich zu bewerten als in der Region Weinviertel, der niedrigere Werte der Konvergenzpunkteanzahl läßt jedoch auf einen schlechtere Vernetztheit dieser Flächen schließen. Diese Strukturängel scheinen auch einen Einfluß auf die Entwicklung der Steinkauzpopulation in der Region zu haben. Der Steinkauz hat in dieser Region schon eine kritische Populationsgröße erreicht, eine Verwaisung der Gebiete ist zu befürchten.

Die schlechtesten Voraussetzungen zu Aufrechterhaltung einer stabilen Steinkauzpopulation sind in den Testgebieten Schwechat und Seewinkel gegeben. Beide weisen ein schlechte bzw. kaum existierende Grünlandausstattung auf. So kommen im Gebiet Schwechat im Durchschnitt nur 1,9 Grünlandflächen auf einen Hektar, in der Region Seewinkel nur 0,7.

Auch die anderen Struktur- und Gestaltparameter liefern Indizien, daß es sich in diesen Gebieten um intensiv bewirtschaftet Landschaftsräume handelt. Die großen Agrarstrukturen und die mangelnde Vernetzung der einzelnen Habitattypen wird durch die Werte der durchschnittlichen Flächengröße der Ackerkulturen (Schwechat MPS = 2,2 Ha, Seewinkel MPS = 5,0 Ha) und die geringe Konvergenzpunkteanzahl (Schwechat KP=80, Seewinkel KP=92) verdeutlicht. In beiden Gebieten wurde die kritische Bestandesgröße unterschritten. Ohne sofortige Gegenmaßnahmen scheint eine Verwaisung der Gebiete unvermeidbar.

5. Ausblick

Anhand der verwendeten Gestaltparameter und Indizes konnten die Veränderungen in den einzelnen Testgebieten und die Strukturunterschiede, die zwischen den einzelnen Testgebieten auftreten, beschrieben werden. Die Analyse der Landschaftsstruktur mittels

Satellitenbildern wird auch in Zukunft eine der wesentlichen Aufgaben der Landschaftsplanung darstellen. Um die großräumigen Zusammenhänge und Interaktionen der einzelnen Landschaftsräume besser verstehen und beschreiben zu können, wird die Entwicklung von geeigneten Indikatoren und Indizes ein wesentlicher Forschungsschwerpunkt der nächsten Jahre sein.

6. Literaturliste

- Forman R.T.T.; 1995: *Land Mosaics, The ecology of landscapes and regions*, Cambridge University Press
- Forman R.T.T, Godron M.; 1986: *Landscape Ecology*, John Wiley & Son, Inc.
- Haralick R.M., Shapiro L.G., 1992: *Computer and Robot Vision*, Volume I and II Addison - Wesley Publishing
- McGarigal K., Mark B.S.; 1994: *Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*, Oregon State University
- Steinwendner, J., Schneider, W., Suppan, F. , 1998: *Vector segmentation using Multiband Spatial Subpixel Analysis for object extraction*. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 32, B3/1, 265-271.
- Wrbka T., Fink M.H., 1997: *Wo i leb...., Kulturlandschaft in Österreich*, Gutenberg-Werbering Ges.m.b.H
- Wrbka T., Szerencsits E., Kiss A.; 1999: *Die Landschaftsstruktur – ein aussagekräftiges und rasch verfügbares Indikatorenset zur Dokumentation der Umweltsituation in Österreich*, im Tagungsbericht "Umweltindikatoren für Österreich", 16-17. November 1998, Schloß Wilheminenberg, Wien, Österreich.