

# **GIS-gestützte Habitatmodelle für das Biotopmanagement in Großschutzgebieten**

Stefan TAEGER

## **Zusammenfassung**

Der vorliegende Beitrag stellt die Entwicklung einer Methode zum Aufbau praxistauglicher tierökologischer Habitatmodelle für den Aufgabenbereich des Biotopmanagements in Großschutzgebieten vor. Am Beispiel von Vogelarten verschiedener Landschaftstypen werden in einem Untersuchungsgebiet im Biosphärenreservat Spreewald Habitatmodelle aufgebaut, die als Schlüsselfaktoren zur Bewertung der Habitateignung neben Biotoptypen auch deren raumstrukturelle Anordnungsmuster über Landschaftsstrukturmaße berücksichtigen. Die speziell auf das Biotopmanagement in Niederungsgebieten abzielende modular aufgebaute Modellkonzeption ermöglicht es, nicht nur die derzeitige Habitateignung aufzuzeigen, sondern auch nutzungsbedingte Änderungen der künftigen Habitateignung zu prognostizieren. Die Prognose künftiger Veränderungen der Habitateignung erfolgt anhand von Entwicklungsszenarien, die die Bandbreite realistischer Entwicklungstendenzen zwischen intensiver landwirtschaftlicher Nutzung bis hin zu vollständiger Nutzungsauffassung abbilden.

## **1 Hintergrund und Problemstellung**

Die derzeit verfügbare große Bandbreite an methodischen Konzepten der Habitatmodellierung steht in deutlichem Kontrast zum Einsatz von Habitatmodellen in der Planungspraxis. Die Gründe für die geringe Verbreitung in der Praxis sind vielschichtig. Die innerhalb von Forschungsvorhaben entwickelten Methoden der Habitatmodellierung stellen hohe Anforderungen an die Datengrundlagen, die zur Modellbildung erforderlich sind. Darüber hinaus ist die Modellkonzeption ein komplexer interdisziplinärer Prozess, für den in der Regel weder personelle noch finanzielle Ressourcen verfügbar sind.

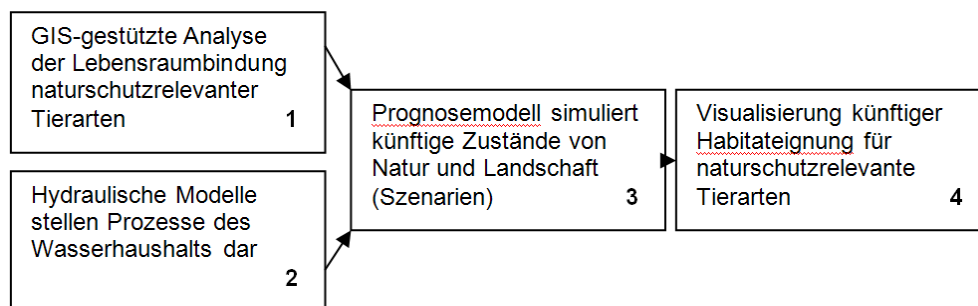
Die Etablierung von tierökologischen Habitatmodellierung in der Praxis erfordert daher ein „Downsizing“ der Methoden zum Aufbau von Habitatmodellen. Zukunftsweisende Konzepte der Habitatmodellierung für die Planungspraxis erfordern darüber hinaus die Integration möglichst flächendeckend vorliegender, nach standardisierten Methoden erhobener Grundlagendaten. Weiterhin sind vor dem Hintergrund knapper finanzieller und personeller Ressourcen insbesondere für landschaftstypische bzw. naturschutzfachlich relevante Zielarten Habitatmodelle zu konzipieren, deren Ergebnisse im Idealfall über das konkrete Anwendungsgebiet hinaus übertragbar sind. Die hier zu entwickelnden Habitatmodelle sollen modular aufgebaut sein und insbesondere für den Einsatz in Flussniederungen geeignet sein. Als Untersuchungsgebiet zum Aufbau und Test der Habitatmodelle wurde ein Poldergebiet im Biosphärenreservat „Spreewald“ ausgewählt. Hier treffen eine in Europa einmalige, seit Jahrhunderten extensiv genutzte Kulturlandschaft von hohem Naturschutzwert auf

der einen Seite und unterschiedlichste Nutzungsinteressen, insbesondere von Tourismus und Landwirtschaft auf der anderen Seite zusammen. Mit Hilfe der Habitatmodelle sollen dabei die Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungskonzepte der dortigen Hauptnutzungen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft auf die Habitateignung von Zielarten der Avifauna dargestellt werden.

## 2 Modellaufbau

### 2.1 Überblick

Die Skalierung des Modells wird aufgrund der o. g. Zielsetzung anhand sämtlicher Modellkomponenten (Modellarten, verwendete Geodaten, Ergebnisse) auf die Bereitstellung *flächenkonkreter Ergebnisse* ausgerichtet. Die Gesamtkonzeption strebt dabei den bestmöglichen Kompromiss im Sinne eines wissenschaftlich fundierten und gleichzeitig praxisorientierten *Modellkonzepts zur GIS-gestützten Simulation möglicher nutzungsbedingter Änderungen* der Habitatqualität an. Die Modellvariablen bzw. Schlüsselfaktoren werden dabei auf das unbedingt notwendige, erklärungsrelevante Maß beschränkt. Es wird überprüft, inwieweit vorhandene Geodaten, insbesondere Biotoptypenerhebungen, für diese Zwecke nutzbar sind. Das Modellkonzept ist insbesondere zur *Anwendung in Niederungslandschaften* konzipiert, in denen der *Gebietswasserhaushalt* und die *landwirtschaftliche Nutzung die prägenden Standortfaktoren* bilden. Zur Simulation von Nutzungsänderungen und damit einhergehenden Veränderungen der Habitatstrukturen wird *hydrologische Modellsoftware mit Geo-Informationssystemen gekoppelt* und in ein *modular aufgebautes Gesamtsystem* integriert. Die Struktur des Gesamtmodells zeigt Abbildung 1.



**Abb. 1:** Struktur und Bestandteile des Gesamtmodells (die Ziffern bezeichnen die Nummerierung der Teilmodelle)

Darüber hinaus werden geeignete Validierungsprozeduren entwickelt, die Aussagen darüber ermöglichen, in welchem Rahmen die Modellergebnisse auf ähnlich strukturierte Naturräume übertragbar sind. Detaillierte Informationen zur Modellkonzeption finden sich bei TAEGER (2008).

## **2.2 Teilmodell 1: Analyse der artspezifischen Habitatpräferenz**

Die Habitatpräferenzen werden anhand eines indexbasierten Verfahrens (Electivity-Index, vgl. hierzu BLASCHKE 1997, JUST 2005). Die potenziellen Schlüsselfaktoren zur Analyse der Habitatpräferenzen werden deterministisch ausgewählt, wobei sich die Auswahl an bekannten Habitatpräferenzen der untersuchten Arten orientiert. Eine Variablenselektion mit statistischen Methoden findet nicht statt. Anhand empirischer Daten zu Artenvorkommen (Brutnachweise aus Revierkartierungen) und flächiger Ausprägung der potenziellen Schlüsselfaktoren, wird ermittelt, welche der Faktoren erklärungsrelevant für das Auftreten der Arten sind. Zentraler Bestandteil der Analysen ist die Auswertung von Biotoptypen, es werden darüber hinaus explizit räumliche Parameter wie Lage, Form und Verteilung der Biotoptypen berücksichtigt. Hierbei kommen artspezifisch auszuwählende Landschaftsstrukturmaße (LSM) zur Anwendung. Das Teilmodell stellt für die auszuwählenden Arten Aussagen zu heutigen Habitatpräferenzen bereit. Als Ergebnis stehen für jeden Biotoptyp die Präferenzindizes der untersuchten Vogelarten zur Verfügung. Diese bilden die Grundlage für die Simulation der künftig zu erwartenden Habitateignung bei sich ändernder Flächennutzung.

## **2.3 Teilmodell 2: Modellierung des Gebietswasserhaushalts**

Das Untersuchungsgebiet weist sehr hoch anstehende Grundwasserstände sowie ein sehr geringes Gefälle der Fließgewässer auf. Die enge Wechselwirkung von Grund- und Oberflächenwasser macht daher die Kopplung eines Oberflächenabflussmodells (2D-HN) mit einem Grundwassermodell (3D-HN) notwendig. Die Berechnung von Wasserspiegellage, Strömungsrichtung und -geschwindigkeit erfolgt mit der „Finite-Elemente Methode“. Die hydrologischen Rahmenbedingungen des werden aus Pegeldata der umschließenden Gewässer des Polders übernommen, zum Aufbau des Berechnungsnetzes für das Untersuchungsgebiet steht ein hochgenaues Laserscan-DGM zur Verfügung. Als Ergebnis stehen flächendeckende Angaben zu Wasserspiegellagen, Wassertiefe, Grundwasserflurbestand und Überflutungsdauer zur Verfügung. Diese Werte können nunmehr auch für variabel wählbare Varianten des Einstaumanagements berechnet werden.

## **2.4 Teilmodell 3: Simulation und Prognose der künftigen Habitateignung**

Den ersten Schritt zur Simulation künftiger Habitatqualitäten bildet die Abschätzung möglicher Entwicklungstendenzen bezüglich landwirtschaftlicher Nutzung und wasserwirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Es werden fünf Entwicklungsszenarien aufgestellt, die unterschiedliche Bewirtschaftungskonzepte, insbesondere hinsichtlich des Einstaumanagements und der landwirtschaftlichen Nutzungsintensität abbilden. Hierbei werden alle denkbaren Tendenzen von der Nutzungsintensivierung bis hin zur vollständigen Aufgabe der Landwirtschaft berücksichtigt.

Für jedes der Szenarien wird daraufhin eine idealisierte Wasserstandsganglinie konstruiert, die den Jahresverlauf der Wasserstände abbildet und die Grundlage zur flächendeckenden Berechnung der Wasser- bzw. Grundwasserstände für die einzelnen Szenarien bildet. Für sämtliche im Untersuchungsgebiet vorkommenden Biotoptypen wird anhand der Einflussgrößen „Wasserstand“ und „Nutzungsart“ für jedes Szenario eine Entwicklungsreihe für

einen Zeitraum von 25 Jahren aufgestellt. Die Grundlage für die Prognose bildet neben Referenzflächen, die bereits heute auf vergleichbaren Standorten ähnliche Einstau- und Nutzungsverhältnisse aufweisen, eine Auswertung der Arbeit von GOEBEL (1996).

Die Zusammenführung aller Grundlagendaten und die Simulation künftiger Verteilungsmuster der Biotoptypen bei sich ändernder Nutzung findet in einer eigens für diesen Anwendungszweck programmierten Simulationsumgebung statt (vgl. RATHKE 2005). Hier werden die Ergebnisse des hydraulischen Modells zum Gebietswasserhaushalt mit den heutigen Ausprägungen der Biotoptypen räumlich verknüpft. Auf dieser Datenbasis wird für jedes Entwicklungsszenario der künftige Einstau flächendeckend für das gesamte Untersuchungsgebiet berechnet und anhand der resultierenden Standortveränderungen die künftige Ausprägung der heute anzutreffenden Biotoptypen prognostiziert. Damit wird die zeitlich-strukturelle Dynamik als Entwicklungsreihe von Biotoptypen für das gesamte Untersuchungsgebiet sichtbar. Dieses Vorgehen wird für jede Modellart und jedes Szenario wiederholt. Die Ergebnisse werden im Vektorformat exportiert und zur Visualisierung an ein GIS übergeben.

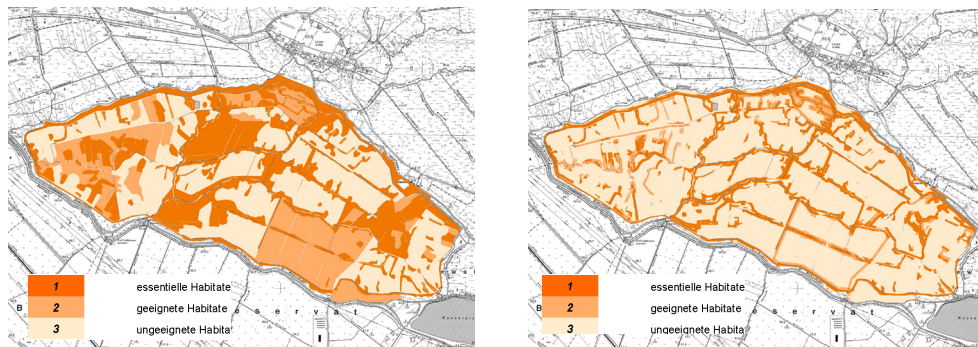
## 2.5 Teilmodell 4: Visualisierung der Ergebnisse

Die Vektordaten werden in ein Desktop-GIS (hier ArcGIS) importiert und nach einer Überarbeitung der Geometrien in Form von Habitateignungskarten visualisiert. Die Karten zeigen dabei die heutige und künftige potenzielle Eignung als Bruthabitat in drei Klassen (essentiell, grundsätzlich geeignet oder ungeeignet, vgl. Abb. 2) für jedes Szenario in variabel wählbaren Zeitschritten an.

## 3 Ergebnisse

Die Ergebnisse eines Modell-Prototyps, in dem die artspezifische Präferenz ausschließlich bezogen auf die Ausprägung von Biotoptypen, nicht aber deren raumstrukturelle Verteilungsmuster untersucht wurde, ergab wenig plausible Ergebnisse. Deutliche Verbesserungen der inhaltlichen Aussagekraft und auch der Validität der Ergebnisse wurden durch die Integration von Landschaftsstrukturmaßen (LSM) in die Habitatanalysen erreicht.

Dies soll am Beispiel von Vogelarten gezeigt werden, die eine deutliche Präferenz für Rand- und Übergangszonen zwischen verschiedenen Biotopstrukturen (Ökotonen) aufweisen. Die Dorngrasmücke (*Sylvia communis*) gilt als typischer Bewohner der Gehölzränder und halboffenen Landschaft mit saumartigen Gehölzen. Zur Berücksichtigung von Ökotonen eignet sich aus dem Methodenset der Landschaftsstrukturmaße die „Edge-Density“, strukturreiche Biotopkomplexe können über die Berechnung der Strukturdiversität ermittelt werden. Werden bei der Berechnung des Präferenzindex für die Dorngrasmücke neben dem Biotoptyp auch Klassen unterschiedlicher Ökotonendichte und struktureller Diversität berücksichtigt, ergibt sich zum einen eine deutliche Steigerung der inhaltlichen Aussagekraft wie Abbildung 2 zeigt. Hier werden nun ausschließlich die Randbereiche geeigneter Biotoptypen bzw. strukturreiche Biotopmosaik als essentielle Bruthabitate klassifiziert (Abb. 2 rechts, optimiertes Modell), nicht jedoch die gesamte Fläche eines Biotoptyps. Hier spiegeln die Habitateignungskarten des Modell-Prototyps (Abb. 2 links) eine deutlich zu optimistische Prognose der Habitateignung wider.



**Abb. 2:** Habitatauswertungskarten für *Sylvia communis* (Zustand 2005: links ohne, rechts mit Integration von LSM)

Zum anderen steigt auch die Validität der Prognosen, wie die Überprüfung anhand von Testdaten ergab. Ganz ähnliche Beobachtungen ergeben sich auch bei der Analyse der Habitatauswertung der Rohrammer (*Emberiza schoeniclus*), die landseitige Schilfbestände an Gewässern, besonders im Auflösungsbereich zu Feuchtgrünland bevorzugt, reine einschichtige Röhrlichtflächen aber eher meidet.

## 4 Diskussion

Die Ergebnisse der Habitatmodelle zeigen, dass mit der gewählten Modellkonzeption die heutige potenzielle Habitatauswertung für die ausgewählten Arten anhand weniger Schlüsselfaktoren plausibel und flächenkonkret darstellbar ist. Das vorgestellte Verfahren eignet sich insbesondere für Vorhaben, in denen lediglich wenige Schlüsselfaktoren (aufgrund von Projektressourcen, -fragestellungen oder Datenlage) auf ihre Relevanz für die Habitatauswertung untersucht werden sollen.

Die Simulation künftiger Veränderungen der potenziellen Habitatauswertung bildet jeweils in Abhängigkeit vom zugrundeliegenden Szenario nachvollziehbare Entwicklungen ab. Dabei sind insbesondere langfristig wirkende Prozesse gut nachvollziehbar, kurzfristig wirksame Änderungen der Biotopqualität und damit der Habitatauswertung werden weniger deutlich sichtbar. Die Ursache hierfür ist in erster Linie in der Auswahl der Modellarten, weniger der Modellkonzeption zu suchen.

Die Modellkonzeption ist grundsätzlich zur Anwendung in Naturräumen geeignet, in denen der Wasserhaushalt und die landwirtschaftliche Nutzung die entscheidenden Standortfaktoren bilden. Der Zielkonflikt, einerseits möglichst aussagekräftige flächenkonkrete Ergebnisse für das Biotopmanagement zur Verfügung stellen zu wollen und andererseits einen pragmatischen Modellansatz konzipieren zu müssen, kann dabei immer nur anhand der Fragestellungen des konkreten Anwendungsfalls gelöst werden.

Problematisch bleibt die Verfügbarkeit geeigneter Grundlagendaten zur Modellbildung. Sämtliche für das Untersuchungsgebiet vorliegenden Daten eigneten sich weder von inhaltlicher und räumlicher Auflösung noch von der Aktualität der Daten als Modellgrundlagen. Die weitere Etablierung von Habitatmodellen in der Praxis erfordert jedoch nach wie vor

die stringenzere Auswertung vorhandener Daten. Nicht ausgeschöpft wurden dabei bisher die Potenziale, die die Nutzung von Daten aus bestehenden Monitoringprogrammen für die Zwecke der Habitatmodellierung bietet. Beispielsweise stehen innerhalb des Biodiversitätsmonitorings der „Ökologischen Flächenstichprobe Nordrhein-Westfalen“ für ein Bundesland Daten zum Vorkommen von Arten der Avifauna wie auch der Biotoptypenausstattung zur Verfügung.

## Literatur

- BLASCHKE, T. (1997): Forschungen zur deutschen Landeskunde, Band 243: Landschaftsanalyse und -bewertung mit GIS – Methodische Untersuchungen zu Ökosystemforschung und Naturschutz am Beispiel der bayerischen Salzachauen. Deutsche Akademie für Landeskunde, Trier.
- GOEBEL, W. (1996): Klassifikation überwiegend grundwasserbeeinflusster Vegetationstypen. In: Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V.; DVWK Schriften, 112. Bonn. 492 S.
- JUST, P. (2005): Entwicklung eines statistischen Habitateignungsmodells zur räumlichen Vorhersage der Vorkommenswahrscheinlichkeit des Wachtelkönigs (*Crex crex* L.) im Nationalpark Unteres Odertal. Dissertation, Universität Göttingen, 195 S.
- RATHKE, K. (2005): Beschreibung der Szenarien zur Habitatmodellierung; in: RIEDL et al. (2005): Abschlussbericht zum BMBF-Forschungsvorhaben „Einsatz von Geo-Informationssystemen im Arten- und Biotopschutz – Konzeption und Praxistest für ein Monitoring – aufgezeigt am Beispiel der „Stauabsenkung-Süd“ im Biosphärenreservat Spreewald“ (Förderkennzeichen 1708703). Höxter.
- TAEGER, S. (2008): GIS-gestützte Habitatmodelle für die Pflege- und Entwicklungsplanung in Großschutzgebieten – Methodische Untersuchungen und Praxistest am Beispiel avi-faunistischer Habitatmodelle für das Biosphärenreservat „Spreewald“. Dissertation, Leibniz Universität Hannover. Online verfügbar unter: <http://www.umwelt.uni-hannover.de/beitrg.html>

