



## **Uferzonenmanagement mittels Fernerkundungsprodukten - Nisthabitatmodellierung für röhrichtbrütende Singvögel**

*Annette Woithon, Thomas Heege & Klaus Schmieder*

**Im Rahmen des Verbundprojektes EFPLUS (Entwicklung von automatisierten Fernerkundungsverfahren zur effektiven Unterstützung von Planungsprozessen in der Uferzone von Seen (<http://www.uni-hohenheim.de/efplus/>) wurden im Zeitraum 2002–2005 Verfahren zur Gewässerfernerkundung sowie räumlich explizite Beurteilungsinstrumente für die Uferzone des Bodensees entwickelt.**

### **ÖKOSYSTEM SEEUFER**

Die Uferzonen von Seen zählen als Schnittstellen zwischen Wasser und Land zu den Lebensräumen höchster Biodiversität. Das Litoral ist ein sehr empfindliches Ökoton, dessen Störung bzw. Zerstörung gravierende Auswirkungen auf die benachbarten Ökosysteme hat. Diesem Umstand wurde durch die Novelle des Landesnaturschutzgesetzes Rechnung getragen. Viele naturnahe Bereiche von Binnengewässern und kleineren Weihern sind zudem nach der FFH-Richtlinie der EU als Natura 2000 - Gebiete vorgeschlagen. Auch die gesetzliche Grundlage der EU-Wasserrahmenrichtlinie fordert die regelmäßige Erfassung und Bewertung von Oberflächengewässern.

### **GEWÄSSERFERNERKUNDUNG UND -BEWERTUNG**

Die Fülle der Monitoring-, Planungs- und Entwicklungsaufgaben erfordert die Bereitstellung möglichst automatisierter Datenerfassungs- und -verarbeitungsmethoden, welche den Zustand der Lebensräume anschaulich darstellen und als Entscheidungsgrundlage für Maßnahmen zur Entwicklung dieser Lebensräume geeignet sind. Gerade bei der Beurteilung des Istzustandes können fernerkundliche Methoden wesentlich zur Verringerung des Arbeits- und Zeitaufwandes sowie zur Visualisierung für die Maßnahmenplanung und Berichterstattung beitragen.

Voraussetzung hierfür ist die Ableitung bioindikativ interpretierbarer bzw. planungsrelevanter Informationen, welche über den Zustand des Lebensraumes Aufschluss geben.

Flächendeckende und räumlich hochaufgelöste Informationen über den Zustand der Uferzone von Gewässern sind für die Bewertung von entscheidender Bedeutung. Die Erhebung solcher Informationen für größere Gewässer wie dem Bodensee oder eine Vielzahl von Kleingewässern durch Feldeinsätze, Messkampagnen und photogrammetrische Auswertung bedeutet hohen Personal- und Zeitaufwand. Digitale automatisierte Verfahren wurden mit dem Betrieb von satellitengestützten Scannern vor allem im terrestrischen Bereich erfolgreich entwickelt und eingesetzt. Diese Verfahren scheiterten im aquatischen Bereich aber häufig an der zu geringen räumlichen und spektralen Auflösung der Scanner und der höheren Komplexität der Anwendungen in Bezug auf die unterschiedlichen Medien Luft und Wasser, die bei der Charakterisierung der kleinräumigen Variabilität des Bewuchses der Flachwasserzonen von Seen zu berücksichtigen sind.

### **PROJEKTZIELE**

Das Ziel des Verbundprojektes EFPLUS war die Bereitstellung von automatisierten Verfahrensabläufen zu Seeufermonitoring und -bewertung. Dabei lag der Schwerpunkt insbesondere auf der Anwendbarkeit der Ergebnisse in der Praxis. Die Forschungsaufgaben lagen in folgenden Bereichen:

- Entwicklung von automatisierbaren Verfahren zur räumlich hochaufgelösten flächendeckenden Kartierung von Ufervegetation und submersen Litoralflächen
- Validation und Bewertung der ableitbaren Größen hinsichtlich Datenqualität sowie der Nutzbarkeit als bioindikatorische Parameter

- Konzept zum effektiven Einsatz traditioneller Erhebungen (ground truth) auf der Basis der Fernerkundungsprodukte
- Entwicklung von Instrumenten zur Gewässerbewertung auf der Basis fernerkundlicher Daten für submerse und Ufervegetation
- Nutzbarmachung des Instrumentariums für die Wasserwirtschaft

Die Bearbeitungsgebiete erstrecken sich auf ausgewählte Gebiete des Bodensees. Die anhand von hochauflösenden, flugzeuggetragenen Sensoren erarbeiteten Prozessierungsketten sind auch für Daten von satellitengetragenen Sensoren geeignet, so dass das Projekt der Vorbereitung zukünftiger operationeller Anwendung von hochauflösenden, multispektralen Satellitendaten im Gewässerschutz diene.

### BEISPIEL: ERGEBNIS DER BEWERTUNG DER HABITATQUALITÄT VON RÖHRICHTSTRUKTUREN

Ein wichtiger Bestandteil eines Indikatorsystems für nachhaltige Seeuferentwicklung ist die Habitatmodellierung für röhrichtbrütende Singvögel. Beobachtungen der Avifauna haben nicht nur innerhalb von Artenschutzprogrammen, sondern auch im Rahmen naturschutzfachlichen Monitorings eine hohe Relevanz. Im folgenden wird die Beurteilung von Röhrichtflächen im Naturschutzgebiet *Wollmatinger Ried – Untensee – Gnadensee* an Hand einer Bruthabitatmodellierung für den Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus* L.) näher erläutert.



Abb. 1: Der Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus* L.)

Bei der Wahl des Neststandorts ist der strukturelle Aufbau der Vegetation in der Regel ausschlaggebender als die taxonomische Zusammensetzung. Auch zur Habitatwahl und Brutbiologie des Drosselrohrsängers in Mitteleuropa liegen zahlreiche Untersu-

chungen und zusammenfassende Publikationen vor, die auf struktur- und lageabhängige Habitatfaktoren hinweisen (Dvorak et al. 1997, Grüll 1993, Leisler 1981, Leisler 1989, Schulze-Hagen 1993). Für die Modellierung bevorzugter Brutreviere des Drosselrohrsängers wurden hierauf basierend folgende Faktoren der Neststandortwahl berücksichtigt:

- Röhrichtbestände ab einer Wassertiefe von 50 cm
- buchtenreicher Schilfrand und lockerer Schilfbestand
- hohe Halmvitalität
- Vermeidung von Neststandorten, die durch Wind- und Wellenexposition gefährdet sind

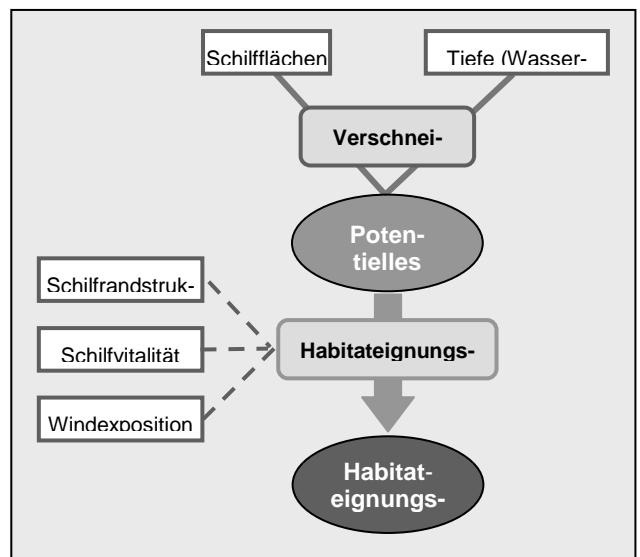


Abb. 2: Modellierungsschritte zur Erstellung einer Habitateignungskarte für den Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus*).

Folgende GIS-gestützten Analysen und Berechnungen wurden chronologisch durchgeführt (vgl. (Woitton & Schmieder 2004):

1. Extraktion der potenziell geeigneten Brutflächen in Abhängigkeit vom Wasserstand
2. Einteilung der potenziellen Brutflächen in flächenidentische Analyseeinheiten (Hexagone mit einer Kantenlänge von 50m)
3. Quantifizierung des Habitatfaktors ‚buchtenreicher Schilfrand‘ über die Berechnung des *Shape Index* (Verwendung der Software *Fragstats 3.3*, vgl. MCGARIGAL et al. 2002)
4. Bestimmung der Schilfvitalität je Analyseeinheit nach spektraler Information (*Vitality Index*)
5. Übertragung der Werte für die Windexposition aus einem bestehenden *Effective Fetch* Modell auf die Analyseeinheiten (*Fetch Index* berechnet als Wirklänge aus der Anlaufstrecke des Windes über dem Wasser vgl. (Lehmann 1998)

6. Berechnung des *Habitat Suitability Index* aus *Shape*-, *Vitality*- und *Fetch Index*
7. Bestimmung der Habitateignung für potenzielle Brutreviere mit einer Reviergröße von 2,6 ha (Hexagone mit einem Durchmesser von 200 m)

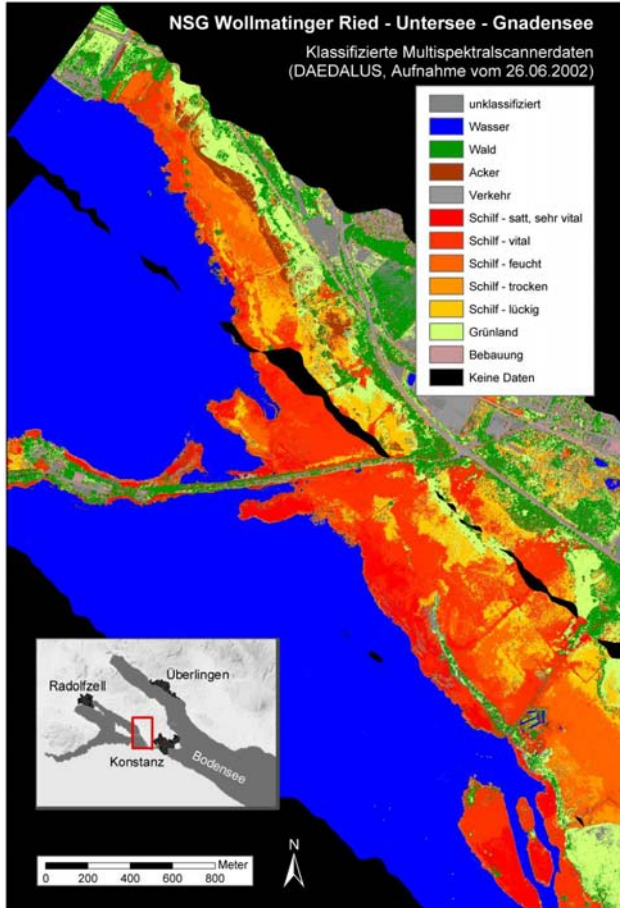


Abb. 3: Fernerkundungsprodukt zur Schilfvitalität aus Befliegung mit Multispektralscanner DEADALUS

Die Quantifizierung des Habitatfaktors ‚Schilfrandstruktur‘ erfolgte über die Berechnung des Strukturmaßes *Shape-Index*). Der Wert dieses strukturbeschreibenden Index wird umso höher, je komplexer die Form der Schilfstrukturen innerhalb der Analyseeinheit ist (McGarigal et al. 2002). Auch lichte Strukturen, d.h. Röhrichtflächen mit Wasserlücken weisen einen hohen Indexwert auf. Da röhrichtbrütende Singvögel auf solche Lücken z. B. als Einflugschneisen besonders angewiesen sind, ist diese Möglichkeit der GIS-basierten Quantifizierung für eine Habitatmodellierung besonders hervorzuheben. Als ideale Vegetationsdichte wird ein Verhältnis von 1:1 von emergenter Vegetation und offener Wasserfläche angenommen (Brown et al. 1988).

Für die Quantifizierung der Schilfvitalität konnte direkt auf die aus der Steilheit der Red Edge errechnete

und im Fernerkundungsprodukt gespeicherte spektrale Information zurückgegriffen werden. Der *Vitality-Index* wurde durch Zuordnung der Pixelwerte zu einer Vitalitätsskala von 1 bis 10 ermittelt, wobei die Einteilung der Schwellenwerte durch Bildung der Quantile erfolgte. Anschließend wurde für jede Hexagoneinheit der Mittelwert des *Vitality-Index* berechnet. Das Ergebnis ist in Abb. 3 dargestellt. Das Ergebnis der Habitatmodellierung auf Basis der Multispektralscannerdaten zeigt Abb. 4. Zusätzlich sind die im Jahr 2002 kartierten Brutreviere des Drosselrohrsängers (Daten des Naturschutzzentrums Wollmatinger Ried) als Dreiecksymbole eingezeichnet. 77 % der empirisch erhobenen Brutvorkommen liegen innerhalb potenzieller Brutreviere mit einem Habitat-Suitability Wert größer 5 (Abb. 5).

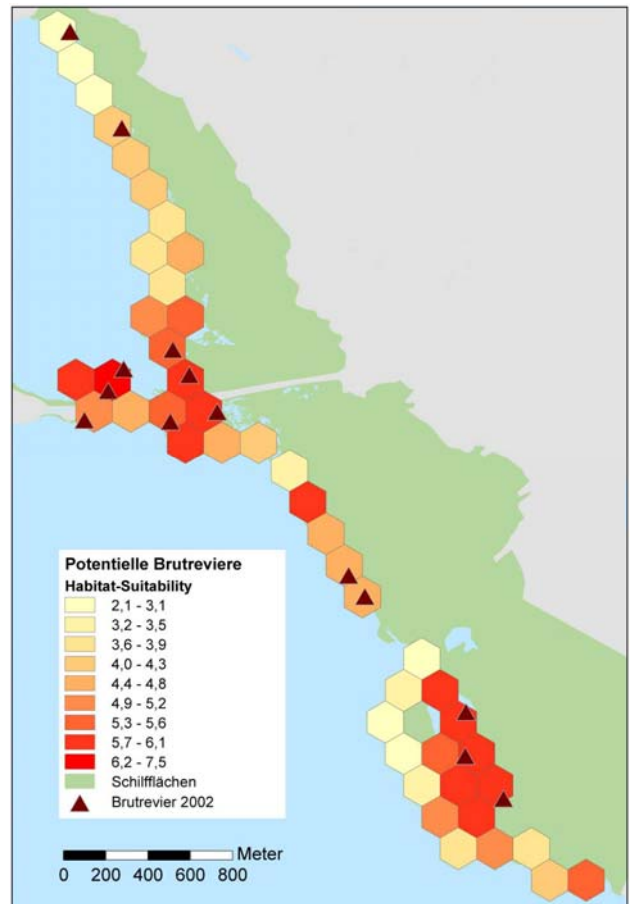


Abb. 4: Ergebnis der Beurteilung von Schilfflächen nach dem Kriterium der Habitateignung über ein GIS-basiertes Bruthabitatmodell für den Drosselrohrsänger (Naturschutzgebiet *Wollmatinger Ried – Untersee – Gnadensee*; Dreiecksymbole repräsentieren die tatsächlich kartierte Brutstandorte)



Diese hohe Übereinstimmung bestätigt die Anwendbarkeit einer räumlich expliziten Modellierung auf Basis höchauflösender Scannerdaten, um Seeuferbereiche nach dem Kriterium der Habitatqualität zu beurteilen.

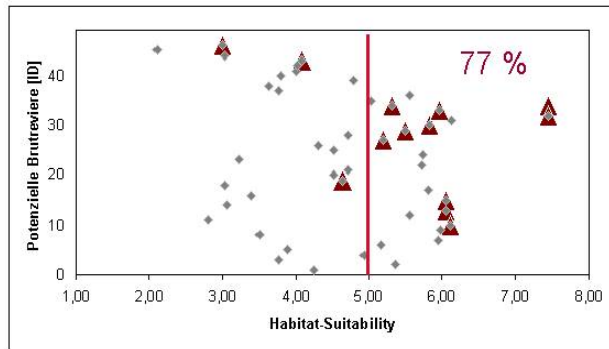


Abb. 5: Validation des Bruthabitatmodells: Darstellung des Habitat-Suitability-Wertes der besetzten (Dreiecke) und nicht besetzten Brutreviere

Durch explizit räumliche Habitatmodelle können Faktoren der Populationsdynamik nicht berücksichtigt werden. Der am Bodensee in den letzten Jahren beobachtet sinkende Populationsdruck spiegelt sich möglicherweise auch darin wieder, dass einige als sehr gut geeignete Brutreviere nicht besetzt waren.

Das sehr gute Modellierungsergebnis zeigt das Potential der Kombination strukturbasierter Bewertungsindikatoren auf Basis hochauflösender Scannerdaten in der naturschutzfachlichen Planungspraxis auf. Der Drosselrohrsänger kann auf Grund seiner engen ökologischen Einnischung während der Brutzeit als Leitart für die ökologische Funktionsfähigkeit aquatischer Röhrichte angesehen werden. Er steht stellvertretend nicht nur für die Habitateignung des Schilfs als Mauserplätze für Wasservögel, sondern auch für eine Reihe aus anthropogener Sicht wichtiger ökologischer Funktionen wie Erosionsschutz und den sogenannten Selbstreinigungseffekt des Gewässers.

## LITERATUR

- Brown, C.L., Poe, T.P., French, R.P. & Schloesser, D.W. 1988: Relationships of phytomacrobenthos to surface area in naturally occurring macrophyte stands. *Journal of the North American Benthological Society* 7: 129-139.
- Dvorak, M., Nemeth, E., Tebbich, S., Rössler, M. & Busse, K. 1997: Verbreitung, Bestand und Habitatwahl schilfbewohnender Vogelarten in der Naturzone des Nationalparks Neusiedler See. *BFB-Bericht*, 86, Illmitz 69 S.
- Grüll, A.Z. 1993: Zur Siedlungsdichte von Schilfsingvögeln am Neusiedlersee in Abhängigkeit vom Alter der Röhrichtbestände. *Artenschutzsymposium Teichrohrsänger: Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* 68: 159-172.
- Lehmann, A. 1998: GIS modeling of submerged macrophyte distribution using Generalized Additive Models. *Plant Ecology* 139: 113-124.
- Leisler, B. 1981: Die ökologische Einnischung der mitteleuropäischen Rohrsänger (*Acrocephalus*, *Sylvia*nae). I. Habitattrennung. *Die Vogelwarte: Zeitschrift für Vogelkunde* 31: 45-74.
- Leisler, B. 1989: Grundlagen für den Artenschutz des Drosselrohrsängers (*Acrocephalus arundinaceus*): Lebensraumansprüche und mögliche Gefährdungsursachen. *Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz* 92: 29-36.
- McGarigal, K., Cushman, S.A., Neel, M. & Ene, E. 2002: *Fragstats. Spatial pattern analysis program for categorical maps.* Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Corvallis.
- Schulze-Hagen, K. 1993: Habitatansprüche und für den Schutz relevante Aspekte der Biologie des Teichrohrsängers. *Artenschutzsymposium Teichrohrsänger: Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg* 68: 15-40.
- Woithon, A. & Schmieder, K. 2004: Bruthabitatmodellierung für den Drosselrohrsänger (*Acrocephalus arundinaceus* L.) als Bestandteil eines integrativen Managementsystems für Seeufer. *Limnologica* 34: 132-139.