Verh. Westd. Entom. Tag 2001, S. 115-123, Löbbecke-Mus., Düsseldorf 2003

Habitatmodelle für Insekten – am Beispiel der Carabidengemeinschaft (Coleoptera, Carabidae) eines Auwaldes an der Elbe

Boris Schröder, Heike Antvogel & Aletta Bonn

1. Einleitung

1.1. Ziele der Habitatanalyse & Habitatmodellierung

Ziel der Habitatmodellierung ist es, die Beziehung zwischen Umweltbedingungen und Habitatansprüchen von Arten zu formalisieren. Auf der Grundlage einfach zu erhebender biotischer und abiotischer Schlüsselfaktoren erlauben die Modelle, die Habitatqualität von Biotopen für ausgewählte Arten zu quantifizieren (KLEYER et al. 1999) und das Vorkommen bzw. die räumliche Verteilung dieser Arten vorherzusagen (z.B. COWLEY et al. 2000, DENNIS & EALES 1999). Zudem tragen Habitatmodelle zur Analyse der Umweltfaktoren bei, welche die Verteilung der Arten beeinflussen (z.B. KUHN & KLEYER 1999, LINDENMAYER 2000; SCHRÖDER 1997) und ermöglichen so die Beschreibung von Optimalhabitaten (z.B. NADEAU et al. 1995, SCHRÖDER & RICHTER 1999). Auf dieser Grundlage hat sich die Habitatmodellierung in den letzten Jahren zu einem unverzichtbaren Bestandteil moderner ökologischer Forschung und Naturschutzbiologie entwickelt (MORRISON et al. 1998, SCOTT et al. 2002). Der beschreibende Aspekt der Habitatmodellierung steht in dem hier angeführten Beispiel im Vordergrund.

1.2. Methode der Habitatmodellierung

Die häufigste Methode zur Erstellung von Habitatmodellen ist die logistische Regression (HOSMER & LEMESHOW 2000). Sie erlaubt es, funktionelle Beziehungen zwischen dem Vorkommen einer Art und den Umwelteigenschaften ihres Lebensraumes durch die Analyse von Präsenz-Absenz- und Umweltdaten abzuleiten (SCHRÖDER 2000, SÖNDGERATH et al. 2001). Man erhält eine Regressionsgleichung, wobei die Vorkommenswahrscheinlichkeit der Art – auch als Habitateignung interpretierbar – die abhängige Variable und die signifikant zur Erklärung der räumlichen Verteilung beitragenden Umweltparametern die unabhängigen, erklärenden Variablen darstellen. Dabei geben die geschätzten Regressionskoeffizienten Aufschluß über Richtung und Stärke des Zusammenhangs.

1.3. Methode der Habitatmodellbewertung

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Güte der geschätzten Modelle zu beurteilen (FIELDING & BELL 1997, PEARCE et al. 2001). Ein auf den ersten Blick naheliegendes

Verfahren ist die Ableitung von Präsenz-Absenz-Prognosen durch eine Klassifikation der Vorkommenswahrscheinlichkeiten anhand eines Schwellenwertes. Sie erfolgt nach der Regel „Wenn die Vorkommenswahrscheinlichkeit größer ist als ein vorher festgelegter Schwellenwert, dann prognostiziere ein Vorkommen, andernfalls ein Nichtvorkommen!". In einer nachfolgenden Gegenüberstellung dieser Prognosen mit den Präsenz-Absenz-Daten lassen sich dann Gütemaße wie der Anteil korrekt vorhergesagter Vorkommen (Sensitivität) bzw. Nichtvorkommen (Spezifizität) ableiten (SCHRÖDER & RICHTER 1999). Die Ergebnisse dieses Verfahrens hängen jedoch stark von der – letzten Endes willkürlichen – Wahl des Klassifikationsschwellenwertes ab. Daher verwenden wir hier zur Bewertung ein darauf aufbauendes, aber schwellenwertunabhängiges Kriterium, die Fläche unter der ROC-Kurve (receiver-operating-characteristic) (FIELDING & BELL 1997). Die ROC-Kurve ergibt sich aus einer Auftragung der Sensitivität über dem Term (1-Spezifizität) für sämtliche Klassifikationsschwellenwerte zwischen 0 und 1 (HANLEY & MCNEIL 1982, s. Abb. 3). Die Fläche unter der ROC-Kurve – area under curve/AUC – ist dann ein integrierendes Gütemaß, welches die Eignung des Modells zur Klassifizierung beschreibt. AUC kann Werte zwischen 0,5 (für ein Null- oder Zufallsmodell) und 1 (bei perfekter Trennung zwischen den Gruppen) annehmen (HOSMER & LEMESHOW 2000, PEARCE & FERRIER 2000). ROC-Kurven lassen sich auch zur Überprüfung der Übertragbarkeit von Habitatmodellen (SCHRÖDER 2000) oder – wie nachfolgend gezeigt – zum Nachweis des Schirmeffektes verwenden (BONN & SCHRÖDER 2001).

2. Fallstudie

2.1. Ziele und Fragestellung

Am Beispiel der Carabidengemeinschaft eines Auwaldes an der Elbe wurde untersucht, ob sich Mikrohabitatpräferenzen von Carabiden nachweisen lassen, und welche abiotischen & strukturellen Faktoren für diese Präferenzen entscheidend sind. BONN & KLEINWÄCHTER (1999) zeigten bereits die Bedeutung kleinräumiger Mikrohabitatpräferenzen für Carabiden am Elbeufer.

Zunächst wurde eine repräsentative Art für die Artengemeinschaft ausgewählt und dann Habitatmodelle für diese Art sowie für die durch sie repräsentierten Artengruppe geschätzt. Diese Modelle sollen die Beziehung zwischen den Arten und ihrem Habitat beschreiben und Vorkommensprognosen für veränderte Umweltbedingungen erlauben. Abschließend wurde mittels Übertragbarkeitstests untersucht, ob die Zielart einen Schirmeffekt für diese Gruppe aufweist (ausführliche Beschreibung: ANTVOGEL & BONN 2001, BONN & SCHRÖDER 2001).

2.2. Untersuchungsgebiet

Der hinsichtlich seiner Carabidenfauna untersuchte Hartholz-Auenwald „Elbholz" bei Gartow (53°4' N, 11°28' E) zeichnet sich durch schwankende Qualmwasserstände und ein reich strukturiertes Mikrorelief und damit durch eine stark ausgeprägte zeitliche und räumliche Heterogenität aus. Aus diesem Grund fokussierten

wir unsere Analysen auf eine Parzelle von 100 × 120 m² Flächengröße und einen kurzen Untersuchungszeitraum. In diesem Areal wurden im Frühjahr 1998 152 modifizierte Barberfallen nach einem stratifizierten Design auf 19 Vegetationsstrukturtypen zufällig verteilt (s. Abb. 1, Mindestabstand der Fallen: 5 m, Mindestpatchgröße: 5 m²) und die Fänge aus vier einwöchigen Fangzeiträumen analysiert. Parallel fand eine Aufnahme von 19 Umweltvariablen im Umkreis von 1 m um jede Falle statt, um den Boden, das Mikroklima sowie die Vegetationsstruktur zu charakterisieren. Präsentiert werden im folgenden die Ergebnisse aus der ersten Fangperiode Ende April/Anfang Mai 1998.

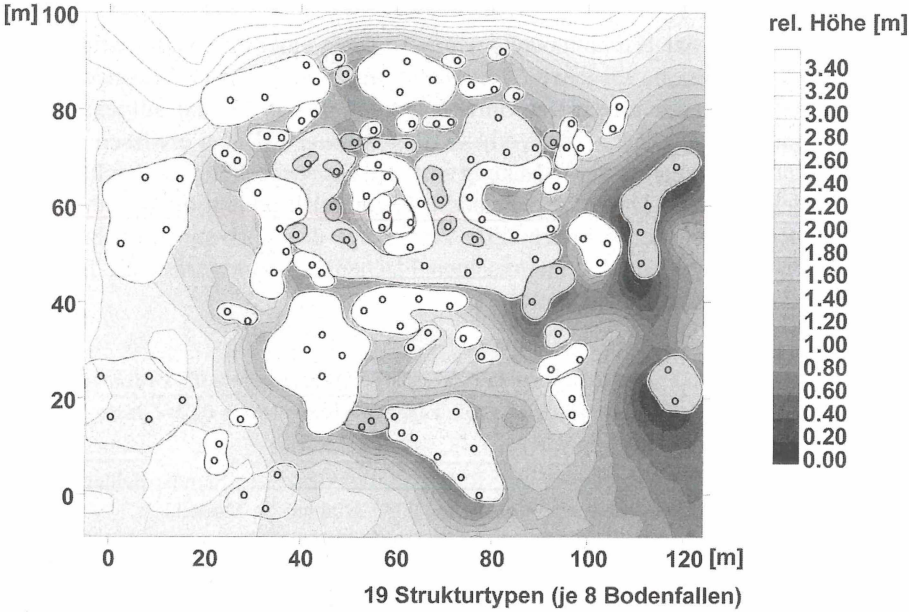


Abb. 1: Skizze des stratifizierten Versuchsdesigns in einer Auwaldparzelle von 100 × 120 m². Das strukturreiche Relief wird durch Höhenlinien mit einer Spanne von 3,40 m gekennzeichnet. Feuchte Senken mit temporären Qualmwassertümpeln und Seggenriedern sind moasikartig mit erhöhten, trockeneren Bereichen mit Laubwaldvegetation verzahnt. Je acht Bodenfallen (markiert durch o, Σ 152) wurden in 19 zuvor kartierten Vegetationsstrukturtypen (verschiedene Graustufen) über 28 Tage plaziert.

2.3. Auswahl der repräsentativen Art

Als repräsentative Art wurde *Agonum livens* (Gyllenhal 1810) ausgewählt. Diese Art wird allen vorab festegelegten Kriterien für eine Zielart gerecht (vgl. Huk 1997), d.h. sie ist gefährdet, aber nicht zu selten und im Gelände leicht zu determinieren. Außerdem erfüllt sie die Bedingungen, die wir für die adäquate Durchführung der Regressionsanalyse festgelegt hatten: die Art ist mit 20 % der Fallenstandorte und

mehr als 50 Individuen in den Fallenfängen in ausreichender Zahl vertreten. Die durch *A. livens* repräsentierte Artengruppe entspricht einer vorher durchgeführten Clustergruppierung (ANTVOGEL & BONN 2001), in der diese Art mit sechs weiteren Arten zusammengefaßt wurde: *Agonum afrum, Agonum fuliginosum, Agonum micans, Agonum versutum, Bembidion biguttatum* und *Loricera pilicornis*. Diese Artengruppe wurde vorwiegend in den feuchten Qualmwassersenken des Auwaldes, d.h. besonders schützenswerten Mikrohabitaten, erfaßt. Daß *A. livens* auch als Schirmart für diese Artengruppe wirkt, wird im folgenden gezeigt.

2.4. Habitatmodell für die repräsentativen Art *Agonum livens*: Welches sind die wichtigsten Umweltfaktoren für die Vorhersage des Vorkommens der Art?

Für die Schätzung des Habitatmodells wurden mittels einer vorwärts schrittweisen logistischen Regression, ausgehend von einem Nullmodell ohne erklärende Variablen, nacheinander nur diejenigen Umweltfaktoren in das Modell aufgenommen, welche signifikant zu einer Modellverbesserung beitrugen. Dabei erwiesen sich die Bodenfeuchte, die Vegetationsbedeckung und die Grasbedeckung als hoch signifikante Modellvariablen. Das entsprechende Habitatmodell umfaßt die in Tab. 1 aufgeführten Regressionskoeffizienten. Zur Vorhersage der Vorkommenswahrscheinlichkeit von *A. livens* auf den untersuchten Flächen läßt sich daraus die folgende Habitatmodellgleichung aufstellen:

$$Vorkommenswahrscheinlichkeit(Agonum\ livens) = \frac{\exp(-9{,}35+0{,}27 \cdot Bodenfeuchte - 0{,}05 \cdot Vegetationsbedeckung + 0{,}05 \cdot Grasbedeckung)}{1+\exp(-9{,}35+0{,}27 \cdot Bodenfeuchte - 0{,}05 \cdot Vegetationsbedeckung + 0{,}05 \cdot Grasbedeckung)}$$

Tab. 1: Habitatmodell für *Agonum livens*: Regressionskoeffizienten, Standardfehler der Regressionskoeffizienten sowie Signifikanz der Variablen im Modell.

Variablen	Koeffizienten	Standardfehler	Signifikanz
Bodenfeuchte	0.2691	0.0678	<0.0001
Vegetationsbedeckung	-0.0539	0.0138	<0.0001
Grasbedeckung	0.0494	0.0184	0.0072
Konstante	-9.3519	2.3622	<0.0001

Abbildung 2 zeigt eine Visualisierung des Modells. Dargestellt ist die Abhängigkeit der Vorkommenswahrscheinlichkeit von *A. livens* von den beiden wichtigsten Habitatfaktoren, Bodenfeuchte und Vegetationsbedeckung. Sie nimmt bei steigender Bodenfeuchte zu und mit zunehmender Vegetationsbedeckung ab (positiver bzw. negativer Regressionskoeffizient in Tab. 1). In die Regressionsoberfläche sind auch die erhobenen Vorkommen und Nichtvorkommen für die jeweiligen Fallenparameter eingetragen.

Das Modell kann auch dazu verwendet werden, das Vorkommen von *A. livens* bei veränderten Umweltbedingungen, d.h. veränderter Bodenfeuchte, Vegetations- und/ oder Grasbedeckung, zu prognostizieren.

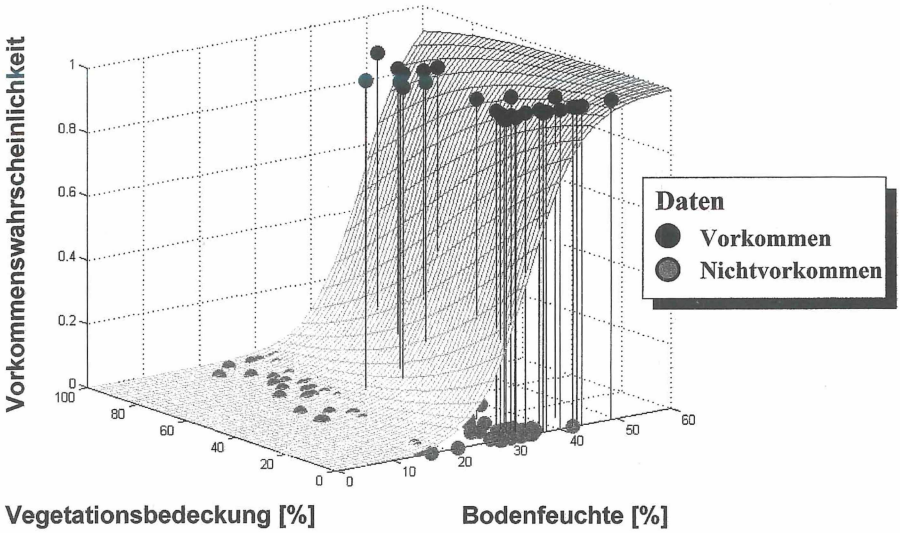


Abb. 2: Responseoberfläche der Vorkommenswahrscheinlichkeit von *Agonum livens* in Abhängigkeit von Bodenfeuchte und Vegetationsbedeckung. Dargestellt sind auch die zugehörigen Präsenz-Absenz-Daten.

2.5. Läßt sich ein Schirmeffekt der Zielart nachweisen: Kann das Habitatmodell für die Zielart auch das Vorkommen der repräsentierten Artengruppe vorhersagen?

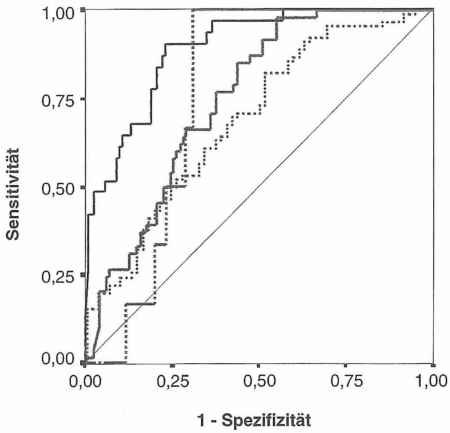
Um den Schirmeffekt der repräsentativen Art für die Artengruppe zu überprüfen, wurde das für *A. livens* erstellte Habitatmodell dafür verwendet, das Vorkommen von Arten aus dieser Gruppe vorherzusagen. Diese Prognosen wurden mit den tatsächlich gefundenen Vorkommen verglichen. Hierbei wurde ein „Vorkommen der Artengruppe" so definiert, daß entweder mindestens eine, drei oder alle sechs Vertreter der Gruppe in einer Falle erfaßt wurden.

Die sich aus den Modellvorhersagen und Daten ergebende ROC-Kurven finden sich neben der des Originalmodells in Abb. 3. Der AUC-Wert für das „*A. livens*-Modell" ist mit AUC = 0,88 als sehr hoch einzustufen (vgl. Hosmer & Lemeshow 2000). Auch für die Modellübertragung, die natürlich mit einem Verlust an Modellgüte verbunden ist (vgl. Schröder & Richter 1999), liegen die Werte mit AUC = 0,69 bis 0,76 noch recht hoch. Somit ist das Habitatmodell für *A. livens* geeignet, das Vorkommen der durch diese Art repräsentierten Gruppe mit hoher Prognosegüte vorherzusagen. Bonn & Schröder (2001) zeigten zudem, daß auch die umgekehrte Übertragung eines Modells für die gesamte Gruppe gut geeignet ist, das Vorkommen von *A. livens* vorherzusagen. Mittels dieser Übertragung von Habitatmodellen konnte der Schirmeffekt dieser Art für eine ganze Gruppe von Laufkäfern nachgewiesen werden. Maßnahmen zum Schutz von *A. livens* kämen somit auch anderen Arten zu Gute. Umgekehrt

könnte *A. livens* auch als Monitor für Habitatmanagement für die Qualmwassersenken und die Naturnähe des Auwaldes herangezogen werden. Die Bedeutung der strukturellen Heterogenität und der natürlichen Wasserstandsschwankungen zeigte sich auch im Vergleich mit anderen großen deutschen Flüssen (Bonn et al. 2002).

3. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Um Veränderungen der Carabidengemeinschaft eines Auwaldes bei Gartow an der Elbe bei verändertem Überflutungsregime vorhersagen zu können, wurden sowohl für eine Artengruppe als auch für einzelne Arten Habitatmodelle entwickelt. Die Gruppierung ergab sich aufgrund statistischer Analysen der realisierten Nischen



Test (Arten)	AUC	95%-Konfidenzintervall
A. livens	0,89	0,83 – 0,95
AG ≥ 1	0,69	0,61 – 0,78
AG ≥ 3	0,75	0,68 – 0,83
AG = 6	0,76	0,67 – 0,84

Abb. 3: links: ROC-Kurven für das Originalmodell und die Übertragung des *A. livens*-Modells auf die Artengruppe (AG; Annahme von Präsenz der Gruppe, wenn mindestens eine, drei oder alle sechs Arten der in der Gruppe vertretenen Arten in der Falle erfaßt wurden); rechts: Fläche unter den jeweiligen ROC-Kurven (AUC) mit 95%-Konfidenzintervallen.

bzgl. mehrerer Umweltfaktoren. Die kleinräumige Umweltvariabilität mit starken Gradienten und großer Heterogenität wurde durch die Verteilung der Carabidenarten reflektiert. Hierbei erklärten v.a. die abiotischen Faktoren einen Großteil der Varianz. *Agonum livens* wurde als Zielart für Hartholzauenwälder ausgewählt. Durch Modellübertragungen wurde gezeigt, daß ein Modell, welches für diese Art erstellt wurde, für eine ganze Gruppe von Arten repräsentativ ist und verläßliche Vorkommensprognosen der Gemeinschaft ermöglicht.

Die Habitatmodelle basierten auf logistischer Regression; die Bestimmung der Signifikanz ihrer Übertragbarkeit erfolgte anhand von ROC-Kurven. Das vorgestellte Verfahren bietet die Möglichkeit, die Repräsentativität bzw. den Schirmeffekt einzelner Arten für eine Gruppe zu dokumentieren und stellt ein ausgereiftes Instrumentarium für den Naturschutz dar.

Die gesamte Studie zeigte, daß für den Erhalt der einzigartigen Fauna der Auwälder die strukturelle Heterogenität und die natürlichen Wasserstandsschwankungen von zentraler Bedeutung sind (vgl. BONN 2000).

4. Literatur

ANTVOGEL, H. & BONN, A. (2001): Environmental parameters and microspatial distribution of insects: a case study of carabids in an alluvial forest. - Ecography 24: 470-482.

BONN, A. (2000): Bedeutung der Hochwasserdynamik in Ufer- und Auwaldhabitaten: Naturschutzbiologie von Laufkäfern und Spinnen (Carabidae; Araneae).165 S. - Dissertation, Zoologisches Institut, TU Braunschweig, Braunschweig.

BONN, A., HAGEN, K. & WOHLGEMUT-VON REICHE, D. (2002): The significance of flood regimes for carabid beetle and spider communities in riparian habitats – a comparison of three major rivers in Germany. - River Res. Applic. 18:43-64.

BONN, A. & KLEINWACHTER, M. 1999. Microhabitat distribution of spider and ground beetle assemblages (Araneae, Carabidae) on frequently inundated river banks of the river Elbe. - Z. Ökol. Naturschutz 8:109-123.

BONN, A. & SCHRÖDER, B. 2001. Habitat models and their transfer for single- and multi-species groups: a case study of carabids in an alluvial forest. - Ecography 24: 483-496.

COWLEY, M., WILSON, R., LEON-CORTES, J., GUTIERREZ, D., BULMAN, C. & THOMAS, C. (2000): Habitat-based statistical models for predicting the spatial distribution of butterflies and day-flying moths in a fragmented landscape. - J. Appl. Ecol. 37: 60-72.

DENNIS, R. L. H. & EALES, H. T. (1999): Probability of site occupancy in the large heath butterfly *Coenonympha tullia* determined from geographical and ecological data. - Biol. Conserv. 87: 295-302.

FIELDING, A. H. & BELL, J. F. (1997): A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence-absence models. - Environ. Conserv. 24: 38-49.

HANLEY, J. A. & MCNEIL, B. J. (1982) The meaning and use of the area under a ROC curve. - Radiology 143: 29-36.

HOSMER, D. & LEMESHOW, S. (2000): Applied logistic regression. - Wiley, New York. 375 S.

HUK, T. (1997): Laufkäfer als Zielarten für ein Naturschutzmanagement von Niedermooren. - Verh. Ges. Ökol. 27: 207-212.

KLEYER, M., KRATZ, R., LUTZE, G. & SCHRÖDER, B. (1999): Habitatmodelle für Tierarten: Entwicklung, Methoden und Perspektiven für die Anwendung. - Z. Ökol. Naturschutz 8: 177-194.

KUHN, W. & KLEYER, M. (1999): A statistical habitat model for the Blue Winged Grasshopper (*Oedipoda caerulescens*) considering the habitat connectivity. - Z. Ökol. Naturschutz 8: 207-218.

LINDENMAYER, D. B. (2000): Factors at multiple scales affecting distribution patterns and their implications for animal conservation – Leadbeater's Possum as a case study. - Biodiversity Conserv. 9: 15-35.

MORRISON, M. L., MARCOT, B. G. & MANNAN, R. W. (1998): Wildlife-habitat relationships - concepts and applications. - The University of Wisconsin Press, Madison, Wisconsin. 435 S.

NADEAU, S., DECARIE, R., LAMBERT, D. & ST.-GEORGES, M. (1995): Nonlinear modeling of muskrat use of habitat. - J. Wildl. Manage. 58: 110-116.

PEARCE, J. & FERRIER, S. (2000): Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression. - Ecol. Modelling 133: 225–245.

PEARCE, J., FERRIER, S. & SCOTTS, D. (2001): An evaluation of the predictive performance of distributional models for flora and fauna in north-east New South Wales. - J. Environ. Manage. 62: 171-184.

SCHRÖDER, B. (1997): Fuzzy Logik und klassische Statistik - ein kombiniertes Habitateignungsmodell für *Conocephalus dorsalis* (LATREILLE 1804) (Orthoptera: Tettigoniidae). - Verh. Ges. Ökol. 27: 219-226.

SCHRÖDER, B. (2000): Zwischen Naturschutz und Theoretischer Ökologie: Modelle zur Habitateignung und räumlichen Populationsdynamik für Heuschrecken im Niedermoor. 228 S. - Dissertation, Institut für Geographie und Geoökologie. TU Braunschweig, Braunschweig.

SCHRÖDER, B. & RICHTER, O. (1999): Are habitat models transferable in space and time? - Z. Ökol. Naturschutz 8: 195-205.

SCOTT, J. M., HEGLUND, P. J., MORRISON, M., HAUFLER, J. B., & WALL, W. A., eds. (2002): Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale. - Island Press. 868 S.

SÖNDGERATH, D., SCHRÖDER, B. & KRATZ, R. (2001): Habitatmodelle für Tierarten - Hilfsmittel für die Planungspraxis. pp. 211-221 in: KRATZ, R. & PFADENHAUER, J., Hrsg. Ökosystemmanagement für Niedermoore: Strategien und Verfahren zur Renaturierung. - Ulmer, Stuttgart.

Dr. Boris Schröder
AG Landschaftsökologie FB7 – Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg
Postfach 2503
D 26111 Oldenburg
boris.schroeder@uni-oldenburg.de

Verh. Westd. Entom. Tag 2001, S. 115-123, Löbbecke-Mus., Düsseldorf 2003

Heike Antvogel
AG Bodenzoologie, Zoologisches Institut, Technische Universität Braunschweig
Spielmannstr. 8
D 38092 Braunschweig

Dr. Aletta Bonn
Biodiversity & Macroecology Group, Dept. Animal & Plant Sciences
University of Sheffield
UK Sheffield S10 2TN
a.bonn@sheffield.ac.uk

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des Westdeutschen Entomologentag Düsseldorf

Jahr/Year: 2003

Band/Volume: 2001

Autor(en)/Author(s): Schröder Boris, Antvogel Heike, Bonn Aletta

Artikel/Article: Habitatmodelle für Insekten - am Beispiel der Carabidengemeinschaft (Coleoptera, Carabidae) eines Auwaldes an der Elbe 115-123