

DITMAR HUCKSCHLAG, ULF HOHMANN, Trippstadt

Entwicklung eines Programms zur menügesteuerten Cost-Distance-Berechnung in der GIS-Software ArcView 3.3 und Berechnung eines Wildtierkorridornetzes für Rheinland-Pfalz

Schlagworte/key words: Vernetzung, Wildtierkorridor, Cost-distance, ArcView, Rheinland-Pfalz

Einleitung

Die Landschaft in Mitteleuropa ist geprägt durch einen Flickenteppich verschiedener Landnutzungsarten einhergehend mit einer starken Zersiedlung. Ein dichtes Netz von Infrastrukturen überzieht die Fläche. Es existieren nur noch wenige unzerschnittene, größere Räume. In den Fokus eines Wildtiermanagements rückt immer mehr die „minimum viable population“ (MVP), d.h. eine Population, die langfristig ohne genetische Verarmung überlebensfähig ist. Diese muss aus einer ausreichend großen Anzahl an Individuen bestehen. Bei Tierarten mit großen Aktionsräumen ergibt sich hierdurch ein sehr großer Flächenbedarf für ihre Population. Diese Flächen stehen in unserer Landschaft heute nicht mehr zusammenhängend zur Verfügung. Das Bestreben muss sein, über sogenannte Wildtierkorridore eine Vernetzung dieser Teillebensräume sicher zu stellen.

Ziel dieser Studie ist die Anwendung einer Landschaftsanalyse zur Entwicklung eines überregionalen Wildtierkorridorsystems für weiträumig wandernde Tierarten der Wälder und Halboffenlandschaften. Im Laufe der Projektvorbereitung entstand 2003 mit der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg das Kooperationspro-

jekt „Wildtierkorridore in Südwestdeutschland – Eine Pilotstudie für ein überregionales Verbundsystem“. Hierzu wurde auf der Grundlage eines bereits an der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg entwickelten Modells (MÜLLER et al. 2003) eine ArcView-basierte, menügesteuerte Software entwickelt, die im Folgenden vorgestellt werden soll.

Methodenentwicklung

Software

Als Programmbasis für die Korridorberechnungen wurde die Geoinformationssystem-Software ArcView 3.3 und die ArcView-Erweiterung („Extension“) „ArcView Spatial Analyst 2.0“ von ESRI Geoinformatik GmbH verwendet. Die menügesteuerte Software zur Korridoranalyse ist als ArcView-Extension „Wildlife Corridors Tool“ (ANONYMUS 2005) programmiert und kann zur Installation in ArcView 3.3 als solche geladen werden. Durch zwei zusätzliche Schaltflächen und sechs weitere Optionen im Menü „Analysis“ kann das entwickelte Programm gesteuert werden. Ein Assistent erleichtert dem Anwender den Vollzug der notwendigen Arbeitsschritte.

Cost-Distance

Die Berechnungen erfolgen mittels Cost-Distance-Modellen, wie sie in Geographischen Informationssystemen verfügbar sind. Mit deren Hilfe kann die günstigste Verbindung zwischen einem festgelegten Startpunkt und einem festgelegten Zielpunkt ermittelt werden. Dabei wird jeder Zelle eines Raster-Datensatzes des Untersuchungsgebietes ein Widerstandswert zugewiesen. Dieser Widerstandswert ist ein Maß für die „Kosten“ (engl. cost), die die Durchquerung der entsprechenden Zelle mit sich bringt. Damit ist die Berechnung der kumulativen Kosten (cost-distance) von einem festgelegten Startpunkt zu jeder beliebigen Zelle des Raster-Datensatzes möglich. Aus diesem ersten Schritt lassen sich als weitere Informationen „cost-path“ und Korridore ableiten.

„Cost-path“ ist die kostengünstigste Verbindungslinie zwischen zwei Punkten. Durch Überlagerung zweier „cost-distance“-Raster, die von unterschiedlichen Startpunkten ausgehen, lässt sich ein Korridor abgrenzen, der mit gleichen Kosten erreichbar ist. Dabei wird sichtbar, ob die Korridore über einen breiten Bereich verlaufen bzw. ob Engpässe bestehen.

Menüführung und Stabilisierung der Rechenprozesse

In dem ersten Dialogfenster werden das Basisgrid, hier die Landnutzungsdaten, die sogenannten Start- und Zielflächen sowie die Rechenmethoden („Cost Distance Grids“, „Paths“ und „Corridors“) festgelegt. In einem zweiten Dialog werden die einzelnen Verbindungen bestimmt und anschließend im dritten Dialogfenster die Widerstandswerte. Im letzten Dialog besteht die Möglichkeit der Parameterwahl für eine Sensitivitätsanalyse, im Rahmen derer für jeden Rechenvorgang die Widerstände nach der „latin hypercube sampling“-Methode (McKAY et al. 1979) ausgewählt werden. Alle Arbeitsschritte werden in einer XML-Datei zu Zwecken der Dokumentation gespeichert. Mit Hilfe dieser Datei ist es ebenso möglich, den Status der einzelnen Rechenschritte zu verfolgen.

Ein weiteres Augenmerk lag auf der Stabilisierung der Rechenprozesse, welche durch die Implementierung von sogenannten Stapelver-

arbeitungsdateien erreicht wurde. Dies ermöglicht vielfache Wiederholungen der Korridorberechnungen und somit z.B. die Abschätzung der Robustheit der Korridore.

Die stabilen Rechenabläufe und die menügeführte Software gestatten eine kurze Einarbeitungszeit, so dass im Rahmen einer Diplomarbeit (BURGHARDT 2006) weitere Aspekte mittels einer Sensitivitätsanalyse untersucht werden konnten. Hierbei standen die Auswahl der Datengrundlage, die Klassifizierung der Landnutzungen, die Festlegung der Widerstände, die Widerstandsemission von bebauten Flächen sowie die Start- und Zielpunktabhängigkeit im Mittelpunkt der Analysen.

Datengrundlage

Als Datengrundlage wurden die beiden für das Bundesland Rheinland-Pfalz digital vorliegenden Landnutzungsdatensätze verwendet und hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile verglichen: ATKIS DLM25 (Amtliches topographisch-kartographisches Informationssystem, Digitales Landschaftsmodell; © Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV)) und CORINE Land Cover 2000 (CoORDination of INformation on the Environment; © Umweltbundesamt, DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) – DFD (Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum)). Der ATKIS-Datensatz ist aus der Digitalisierung der analogen topografischen Karten der Maßstäbe 1:10000 bis 1:25000 hervorgegangen. Man unterscheidet die drei Ebenen „Objektbereiche“, „Objektgruppen“ und „Objektarten“. Letztere werden als Einzelobjekte dargestellt, wobei ihnen über sogenannte Attribute Merkmale zugewiesen werden. Die Daten liegen bundesweit einheitlich im Maßstab 1:25000 vor. Die Aktualisierung des Datensatzes erfolgt in einem Zyklus von 5 Jahren. Zusätzlich wird für bedeutende Objekte und Attribute eine abgestufte Spitzenaktualität von 3, 6 bzw. 12 Monaten realisiert. Es existieren 77 Landnutzungsklassen. Mit dem CORINE Land Cover (CLC)-Datensatz stehen europaweit einheitliche und damit vergleichbare Daten der Bodenbedeckung zur Verfügung. Das CLC ist Teil des Programms CORINE der Europäischen Union. Basierend auf der Auswertung

von Satellitenbildern, ergänzt durch Analysen von Luftbildern und topographische Karten, werden die Bodenbedeckung bzw. Landnutzung kartiert. Auch diese Datensatzstruktur gliedert sich in drei Ebenen: Bodenbedeckungsklasse I und II sowie einer Landnutzungsklasse. Es werden 44 Landnutzungsklassen unterschieden, von denen 37 in Deutschland vorkommen.

Eine weitere Differenzierung analog den Attributen bei ATKIS DLM25 existiert nicht. Die Ersterfassung erfolgte 1990. Seitdem wurde eine Aktualisierung des Datenbestandes zum Bezugsjahr 2000 realisiert. Sowohl das ATKIS DLM25 als auch das CLC2000 ist in Form einer Vektordatenbank aufgebaut. Für die hier dargestellte Modellierung ist die Umformatierung in einen Rasterdatensatz notwendig. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Datensätzen liegt in den Erfassungsrichtlinien. Während beim CLC jede kartographische Einheit eine Mindestflächengröße von 25 ha und jede lineare Struktur eine Mindestbreite von 100 m besitzen muss, sehen die Kriterien von ATKIS DLM25 eine detailliertere Aufnahme vor. Objekte der Objektgruppe „Vegetationsflächen“ werden z.B. grundsätzlich ab einer Fläche von 1 ha erfasst. Die Auflösung ist bei ATKIS mit 1 m 100 mal höher als bei CLC2000 und mit einem größeren Datenvolumen verbunden. Aufgrund der höheren Aktualität und Erfassungsgenauigkeit wird für Modellierungen in Rheinland-Pfalz die Verwendung der ATKIS DLM25-Daten empfohlen. In Abhängigkeit von der gewünschten Genauigkeit und den Rechenzeiten ist eine sinnvolle Rasterzellengröße zu wählen. Für die Berechnung eines überregionalen Wildtierkorridorsystems für weiträumig wandernde Tierarten der Wälder und Halboffenlandschaften wurde eine 10 m-Rasterung erzeugt. Bei dieser Auflösung ist der Informationsverlust gering. Im Vergleich zu einer 100 m-Rasterung liegt das fünffache Datenvolumen vor. Eine höhere Auflösung würde dieses Volumen stark erhöhen und somit längere Rechenzeiten bedingen, ohne einen bedeutsamen Informationsgewinn mit sich zu bringen.

Klassifizierung und Widerstände

Bevor den Landnutzungen Widerstände zugeordnet werden können, muss aufgrund der Vielzahl an ATKIS-Landnutzungsklassen eine Klassifizierung erfolgen. Die 77 Landnutzungen des ATKIS-Objektartenkatalogs wurden in sieben Klassen eingeteilt (siehe Tab. 1). Während es sich bei der Klasse „Bebaute Fläche – Einzelstrukturen meist in freier Natur“ um Einzelstrukturen handelt, die größtenteils außerhalb geschlossener Bebauung liegen, ist unter „Bebaute Fläche“ eine geschlossene Bebauung zu verstehen. Die festzulegenden Widerstände sind relative Werte, d.h. nicht ihre absolute Höhe, sondern die relativen Unterschiede zwischen den Klassen sind von Bedeutung. Ein Vorteil der hier vorgestellten Methode ist der weitgehend artunspezifische Ansatz. Über die Widerstandsfestsetzung ist jedoch ein gewisser Artbezug vorhanden. Doch ist der Parameterraum kleiner und leichter nachvollziehbar. In Testrechnungen kamen verschiedene Widerstandswerte zur Anwendung; es wurden sowohl die Widerstandsdifferenz zwischen einer Klasse mit geringerem und einer Klasse mit höherem Widerstand variiert z.B.:

Variante A: Klasse A = 100, Klasse B = 200
und

Variante B: Klasse A = 100, Klasse B = 150
als auch die Reihenfolge der Klassen hinsichtlich ihrer Widerstandshöhe z.B.:

Variante A: Klasse A = 100, Klasse B = 200
und

Variante B: Klasse A = 200, Klasse B = 100.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden Widerstände bzw. Widerstandsrahmen für die Wildtierkorridormodellierung in Rheinland-Pfalz festgesetzt (siehe Tab.1).

Widerstandsemission

Für die hier im Fokus stehenden Tierarten wird eine Empfindlichkeit gegenüber menschlichen Störungen angenommen und somit den bebauten Flächen ein relativ hoher Widerstand zugeordnet. Dieser bezieht sich jedoch nur auf die jeweilige Zelle. Störungen, die ihren Ursprung in einer Rasterzelle haben, können jedoch auch eine Wirkung auf die Umgebung, also die angrenzenden Rasterzellen, ausüben. Mit Hilfe

einer Pufferbildung in ArcView kann dieser Sachverhalt in die Methode integriert werden. Dabei wird für die beiden Bebauungsklassen als Maß für die Wirkungsreichweite ein Radius definiert. Da die Pufferung bei den bebauten Flächen erfolgt und diesen beiden Klassen immer die höchsten Widerstände zugewiesen wurden, werden die geringeren Widerstände der sich mit diesem Pufferkreis überschneidenden Bereiche nicht mehr berücksichtigt. Durch die Pufferbildung kann also verhindert werden, dass im Extremfall ein Korridor entlang einer Linie von einzelnen Waldzellen durch eine Großstadt führt. Dies ist insbesondere bei einem hoch aufgelösten Datensatz wie dem ATKIS DLM25 von Bedeutung. Zusätzlich könnte über eine Pufferung der Landnutzungen eine Mindestbreite des Korridors erreicht werden.

Start- und Zielpunktabhängigkeit

Wenn anstelle von konkreten Start- und Zielpunkten für die Korridorberechnungen Start- und/oder Zielflächen gewählt werden (z.B. große Waldgebiete), müssen für diese Flächen trotzdem konkrete Start- und Zielpunkte bestimmt werden. Für ein Gebiet der Größe von

Rheinland-Pfalz ist eine Korridorberechnung nur durchführbar, wenn man eine Auswahl solcher Stellen trifft, da sonst die Modellierung zu aufwendig wird. Verschiedene Testberechnungen verdeutlichten den besonders großen Einfluss der Anzahl und Position der Start- und Zielpunkte auf die Korridorverläufe. Zur besseren Veranschaulichung beschränken sich die folgenden Erläuterungen auf die Startpunktbestimmung, gelten aber in gleicher Weise für die Zielpunktfestlegung. Zwei Varianten sollen dargestellt werden:

- Variante A: die Verwendung der geographischen Mittelpunkte von Start- und Zielfläche als Start- und Zielpunkt (siehe Abb. 1),
- Variante B: das Festlegen zusätzlicher Startpunkte entlang der Startflächengrenze, die zur Zielfläche gerichtet ist (siehe Abb. 2).

Als „Kernkorridore“ werden hier Korridore mit den geringsten Kostensummen, als „Nebenkorridore“ Korridore mit höheren Kostensummen verstanden. Die Berechnungen zeigen, dass bei der Variante A ein Kernkorridor und ein Nebenkorridor berechnet wurden. Bei der Variante B werden zusätzliche Korridore erzeugt, wobei beide Korridore der Variante A in diesem Fall Kernkorridore sind. Generell ergibt sich mit zunehmender Distanz des zusätzlichen Start-

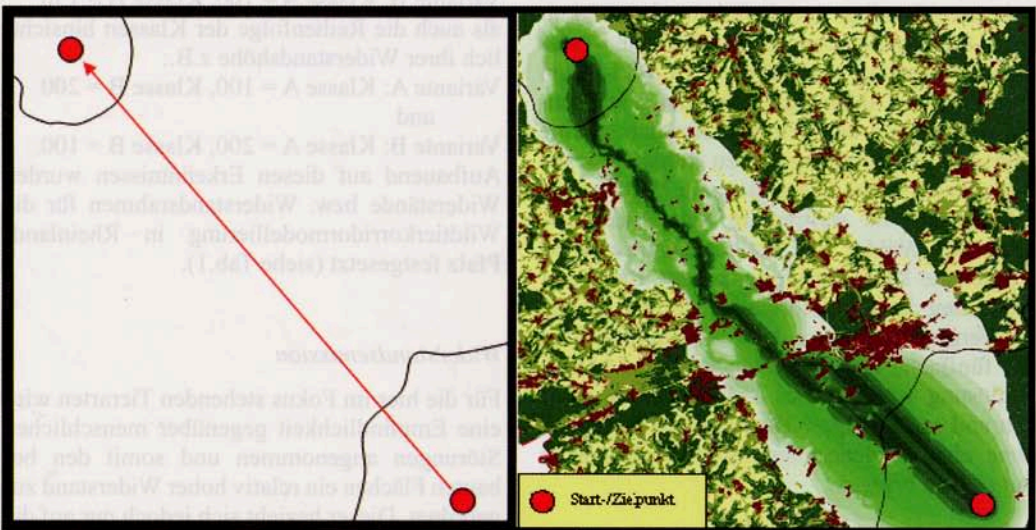


Abb. 1 Darstellung der Variante A „Verwendung der geographischen Mittelpunkte von Start- und Zielfläche als Start- und Zielpunkt“: Skizze (links) und modellierte Korridore (rechts). Kernkorridor (dunkelgrün):

Kostensumme 0-10120; Nebenkorridore (hellere Grüntöne): Kostensumme 10121-11000, Kostensumme nimmt mit abnehmender Farbintensität zu. Modellierte Korridore aus BURGHARDT 2006.

punktes eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Entstehung eines zusätzlichen Korridors. Dies betrifft im Allgemeinen nur die der Zielfläche zugewandte Grenze, da sich bei der der Zielfläche abgewandten Seite längere Wege bzw. zusätzliche Rasterzellen und damit höhere Kostensummen ergeben. Die Entscheidung über die Anzahl der Punkte entlang der der Zielfläche zugewandten Grenze ist von verschiedenen Aspekten wie Zielsetzung und Zeitaufwand abhängig.

Anwendung für Rheinland-Pfalz

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde für das Bundesland Rheinland-Pfalz eine Wildtierkorridorberechnung durchgeführt. Dabei wurden folgende Grundlagen festgesetzt:

- Verwendung der Landnutzungsdaten des ATKIS DLM25 (Stand: 2003).
- Es wurden sieben Landnutzungsklassen gebildet und diesen Widerstandsrahmen zugewiesen (siehe Tab. 1). Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wurden fünf Wiederholungen gerechnet. Die jeweils ermittelten Korridore wurden für die Abbildung 4 miteinander vereint.

- Die Klasse „Bebaute Fläche“ wurde mit 200 m gepuffert, Objekte der Klasse „Bebaute Fläche – Einzelstrukturen meist in der freien Natur“ hingegen nur mit 50 m, da bei ihnen eine geringere Störreichweite angenommen wird.
- Bei der Festlegung von Start- und Zielpunkten für Rheinland-Pfalz sind die Anknüpfungsstellen der umliegenden Korridore von Wichtigkeit. Nur so kann die Entstehung eines kohärenten, großflächigen Korridornetzes gewährleistet werden. Für die angrenzenden Flächen anderer Länder existieren bislang keine Korridorplanungen. In einer Studie von RECK et al. (2004) wurden in Deutschland bestehende Korridorplanungen zusammengeführt. Hierzu zählt auch eine auf CLC1990 (CORINE Land Cover von 1990) basierende Modellierung für Mitteleuropa von STREIN et al. (2004). Die Schnittstellen dieses Korridornetzes mit der Landesgrenze von Rheinland-Pfalz wurden als Start- und Zielpunkte übernommen. Als weitere Start- und Zielpunkte wurden Waldgebiete gewählt, die nach einer positiven und anschließenden negativen Pufferung mit jeweils 500 m eine Mindestgröße von 10 000 ha aufweisen und mindestens 2 km voneinander entfernt sind.

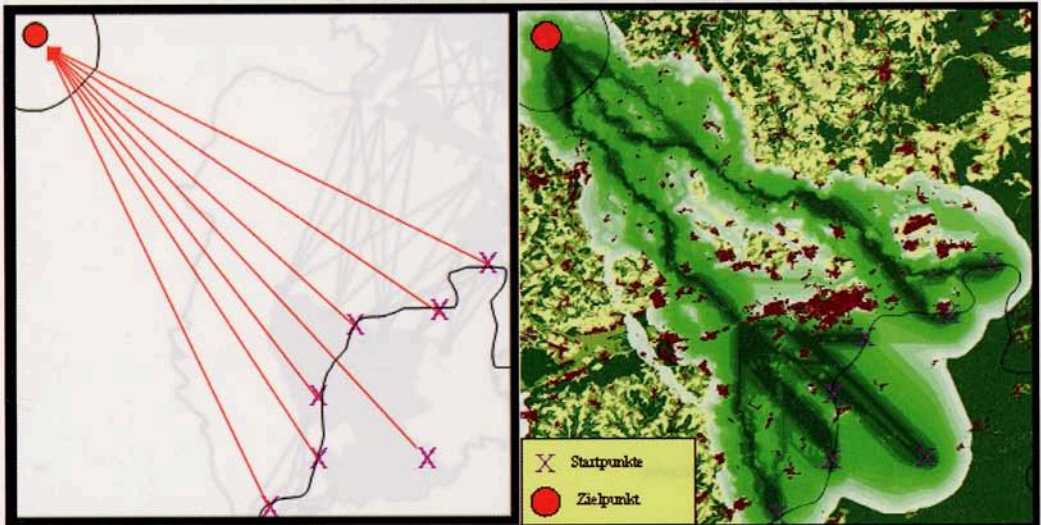


Abb. 2 Darstellung der Variante A „Festlegen zusätzlicher Startpunkte entlang der Startflächengrenze, die zur Zielfläche gerichtet ist“: Skizze (links) und modellierte Korridore (rechts). Kernkorridor (dunkelgrün):

Kostensumme 0-10120; Nebenkorridore (hellere Grüntöne): Kostensumme 10121-11000, Kostensumme nimmt mit abnehmender Farbintensität zu. Modellierte Korridore aus BURGHARDT 2006.

Tabelle 1 Landnutzungsklassen und Widerstandsrahmen einer landesweiten Wildtierkorridorberechnung in Rheinland-Pfalz

Landnutzungsklassen	Widerstandsrahmen
Wald, Forst, Gehölze	0- 100- 200
Grünland	0- 250- 500
Grünland - gemischte Nutzung	150- 350- 550
Landwirtschaft - Ackerland	200- 500- 800
Gewässer	500- 750- 1000
Bebaute Fläche - Einzelstrukturen meist in der freien Natur	800- 1000- 1200
Bebaute Fläche	10000

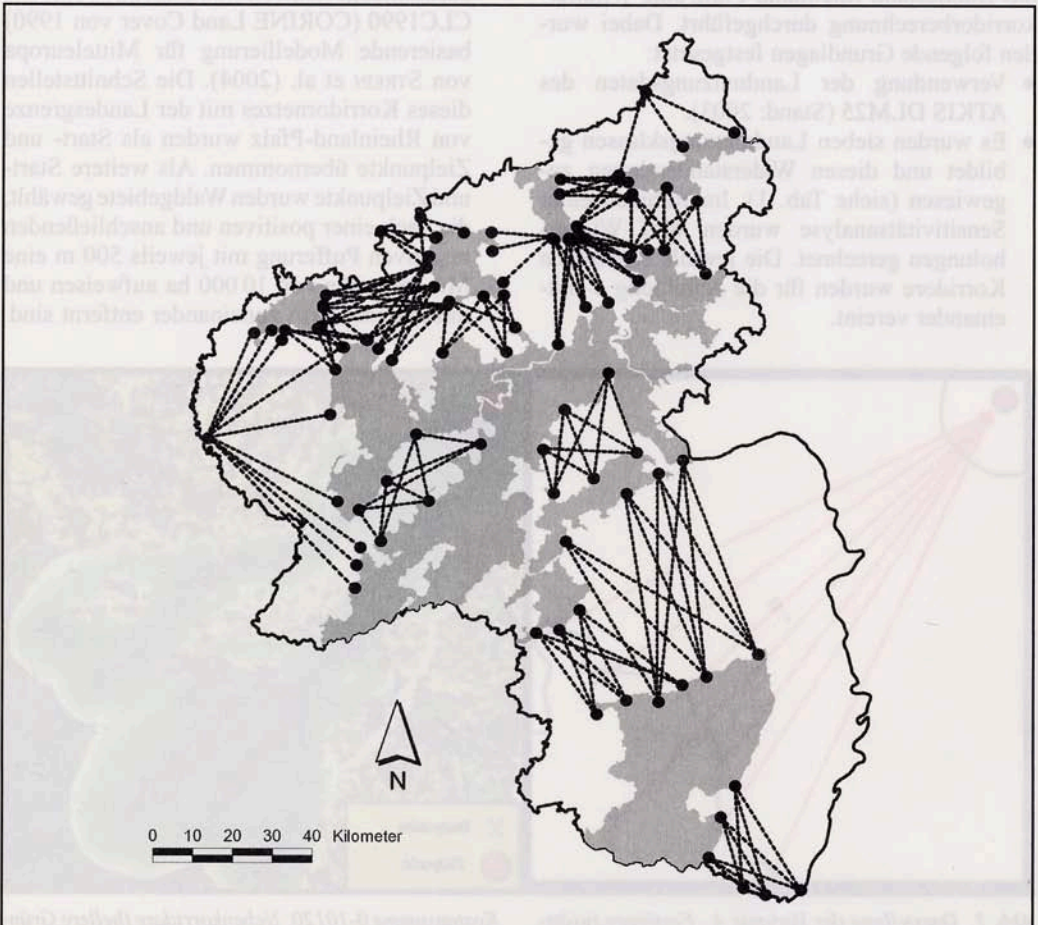


Abb. 3 Start-/Zielflächen (hellgraue Flächen), die für die Korridorberechnung festgelegten Start- und Zielpunkte (schwarze Punkte) sowie die Verbindungen (gestrichelte schwarze Linien) in Rheinland-Pfalz (schwarze Linie)

Da es sich bei letzteren um Start- und Zielflächen handelt, wurden hier i.d.R. jeweils drei Start- und Zielpunkte pro Korridorverbindung in der Weise festgelegt, dass die gesamte der anderen Start- bzw. Zielfläche zugewandte Front abgedeckt ist. Die genaue Lage dieser Punkte ist der Abbildung 3 zu entnehmen.

Die berechneten Wildtierkorridore sind neben den Start- und Zielflächen in Abbildung 4 dargestellt.

Schlussfolgerungen

Der weitgehend artunspezifische und transparente Ansatz dieser Methode erlaubt mit verhältnismäßig geringem Aufwand auf Basis einer einheitlichen, objektiven Datengrundlage die Berechnung eines landesweiten Wildtierkorridorsystems. Es können verschiedene Szenarien hinsichtlich einer Verbesserung oder Verschlechterung der Vernetzung untersucht werden. Eine Korridormodellierung mit und ohne Barrieren kann z.B. wesentliche Konfliktpunkte aufscheinend machen und die Wirkung von Querungsmöglichkeiten (z.B. Brücken, Tunnel) analysieren. Die berechneten Kor-

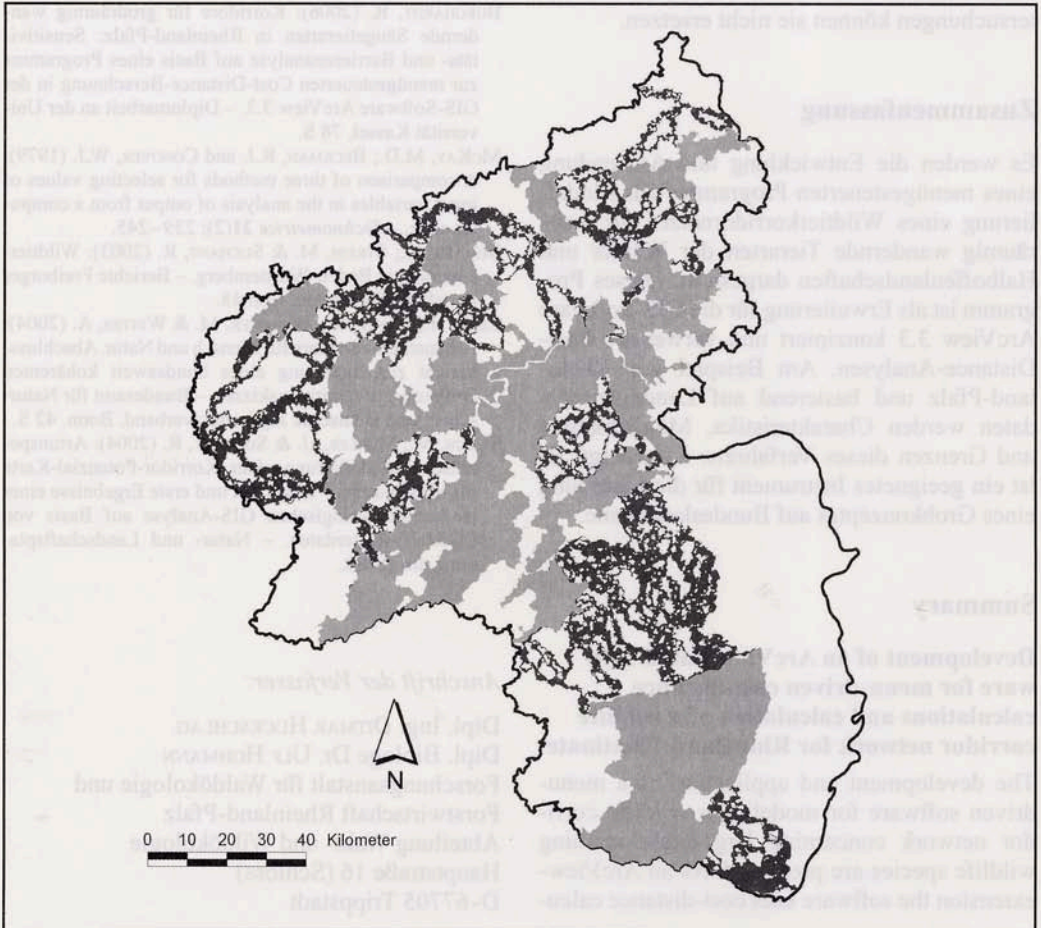


Abb. 4 Start-/Zielflächen (hellgraue Flächen) und Übersicht des Wildtierkorridornetzes (dunkelgrau; dargestellt sind die Kernkorridore mit Kostensummen 0-10120) in Rheinland-Pfalz (schwarze Linie)

ridore lassen sich mit anderen in einem Geographischen Informationssystem vorliegenden Informationen verschneiden. Auf diese Weise kann die Visualisierung von Wildtierkorridoren und Infrastrukturlinien Konfliktbereiche aufzeigen. Jede Modellierung bedingt jedoch auch eine Vereinfachung der Wirklichkeit. So führt der weitgehend artunspezifische Ansatz zu einer Verallgemeinerung der Ansprüche der Tierarten, die Erfassungsvorschriften für die Landnutzungsdaten zu einer Homogenisierung der Landschaft. Die Ergebnisse müssen folglich unter Berücksichtigung der angewendeten Methode interpretiert werden. Auf diese Weise können sie zu einem Grobkonzept für ein landesweites Korridornetz beitragen. Die im größeren Maßstab erforderlich werdenden Felduntersuchungen können sie nicht ersetzen.

Zusammenfassung

Es werden die Entwicklung und Anwendung eines menügesteuerten Programms zur Modellierung eines Wildtierkorridornetzes für weitläufig wandernde Tierarten der Wälder und Halboffenlandschaften dargestellt. Dieses Programm ist als Erweiterung für die GIS-Software ArcView 3.3 konzipiert und verwendet Cost-Distance-Analysen. Am Beispiel von Rheinland-Pfalz und basierend auf Landnutzungsdaten werden Charakteristika, Möglichkeiten und Grenzen dieses Verfahrens aufgezeigt. Es ist ein geeignetes Instrument für die Erstellung eines Grobkonzeptes auf Bundeslandebene.

Summary

Development of an ArcView-based software for menu-driven cost-distance calculations and calculation of a wildlife corridor network for Rhineland-Palatinate

The development and application of a menu-driven software for modeling a wildlife corridor network concerning large-scale roaming wildlife species are presented. As an ArcView-extension the software uses cost-distance calcu-

lations. Based on land use data characteristics, possibilities and limits of this tool are shown. It is an appropriate approach for creating a rough corridor network at the Federal State level.

Literatur

- ANONYMUS (2005): Barrierewirkung von Straßen für großräumig wandernde Wildarten: Entwicklung und Installation eines Programms zur menügesteuerten Cost-Distance-Berechnung in der GIS-Software ArcView 3.x in Zusammenarbeit mit der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg (FVA) auf der Basis des von der FVA entwickelten Modells. – Jahresbericht 2004 (online verfügbar unter www.fawf.wald-rlp.de, Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 56/05, S. 186–187 (ISSN: 0936 6707).
- BURGHARDT, R. (2006): Korridore für großräumig wandernde Säugetierarten in Rheinland-Pfalz: Sensitivitäts- und Barrierenanalyse auf Basis eines Programms zur menügesteuerten Cost-Distance-Berechnung in der GIS-Software ArcView 3.3. – Diplomarbeit an der Universität Kassel. 78 S.
- McKAY, M.D.; BECKMAN, R.J. and CONOVER, W.J. (1979): A comparison of three methods for selecting values of input variables in the analysis of output from a computer code. – *Technometrics* **21**(2): 239–245.
- MÜLLER, U.; STREIN, M. & SUCHANT, R. (2003): Wildtierkorridore in Baden-Württemberg. – Berichte Freiburger Forstliche Forschung, Heft 48.
- RECK, H.; HÄNEL, K.; BÖTTCHER, M. & WINTER, A. (2004): Lebensraumkorridore für Mensch und Natur. Abschlussbericht zur Erstellung eines bundesweit kohärenten Grobkonzeptes (Initiativskizze). – Bundesamt für Naturschutz und Deutscher Jagdschutzverband, Bonn. 42 S.
- STREIN, M.; MÜLLER, U. & SUCHANT, R. (2004): Artunspezifische Modellierung einer Korridor-Potenzial-Karte für Mitteleuropa – Methodik und erste Ergebnisse einer landschaftsökologischen GIS-Analyse auf Basis von CORINE-Rasterdaten. – Natur- und Landschaftsplanung, im Druck.

Anschrift der Verfasser:

Dipl. Ing. DITMAR HUCKSCHLAG
 Dipl. Biologe Dr. ULF HOHMANN
 Forschungsanstalt für Waldökologie und
 Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz
 Abteilung Wald- und Wildökologie
 Hauptstraße 16 (Schloss)
 D-67705 Trippstadt