

# Großsäugerkorridore in der Slowakei

## Ein Beitrag zur Schaffung transeuropäischer Wildtiernetze (TEWN)

Von Slavomír Find'o, Michaela Skuban, Wolfgang Fremuth und Milan Koreň

### Zusammenfassung

Landlebende Säugetiere haben Streifgebiete von mehreren Quadratkilometern und unternehmen Wanderungen innerhalb und zwischen ihren Kernlebensräumen. Sie machen an nationalen Grenzen nicht halt und benötigen, um überlebensfähig zu bleiben, den genetischen Austausch zwischen Subpopulationen. Hierfür bedürfen sie einer für ihre Wanderbewegungen durchlässigen Landschaft. Siedlungs- und Verkehrsinfrastrukturen beeinträchtigen meist die Mobilität der Individuen. Hinzu kommt der stetig wachsende Verkehr auf Straße und Schiene und der Ausbau der Verkehrswege, die für viele wandernden Tierarten ein hohes Gefahrenpotenzial darstellen, da die Überquerung oft unmöglich oder hochgradig gefährlich ist. Hierdurch können Habitate fragmentiert und voneinander isoliert werden.

In der Slowakei sind sämtliche europäischen Großsäuger noch in guten Beständen vorhanden, insbesondere die großen Beutegreifer Bär, Wolf und Luchs. Durch die Grenzöffnung und den EU-Beitritt steht das Land unter Druck, sein Straßennetz weiträumig auszubauen. Somit besteht die Gefahr, dass diese Landsäugetiere wichtige Lebensräume durch Zerschneidungseffekte verlieren. Das Projekt „Wildtierkorridore in der Slowakei als Beitrag zur Schaffung transeuropäischer Wildtiernetze (TEWN)“ ermittelt die Auswirkungen der ausgebauten und geplanten Verkehrsinfrastrukturen auf die einheimische Tierwelt. Durch Identifizierung der Wildtier-Korridore im Detail und die Zusammenarbeit mit den Straßenbauingenieuren kann somit an wichtigen Stellen die Durchlässigkeit der Landschaft für ausgewählte Zielarten erhalten werden.

Der Beitrag stellt Ergebnisse und eine eigens entwickelte Methode vor und beleuchtet den wirtschaftlichen Aspekt von Kollisionen, da die Erhaltung sicherer Wanderwege für Wildtiere auch die menschlichen Verkehrsteilnehmer vor Kollisionen schützt. Somit kann die Sicherheit im Straßenverkehr erheblich verbessert werden.

### Summary

*Corridors for Large Mammals in Slovakia – Contribution to the establishment of Trans-European Wildlife Networks*

Many of the large terrestrial mammals have vast home ranges. When migrating between suitable core habitats their movements encompass several square kilometres, without stops at national boundaries. For their long-term survival the populations need the genetic exchange between sub-populations. Therefore migration and movement over longer distances is essential, and the permeability of the landscape is a basic requirement. Urban structures like settlements and transport infrastructure are blocking the natural mobility of terrestrial species. This effect is augmented by growing traffic on roads and railways and by the corresponding expansion of transport infrastructure. The animals have increasing problems to cross the traffic lines and are at a high risk to be killed. High traffic volumes even prevent them from crossing the roads and tracks, and then they are cut off from their core populations.

In Slovakia all large European mammals are presently still occurring in sufficiently large numbers of individuals, particularly predators such as the brown bear, the wolf and the lynx. Due to the accession of the country to the European Union in 2004 and the consequent traffic increase the country is pressed to develop its traffic infrastructure. This development might cause the fragmentation and isolation of habitats throughout the country.

The project “Wildlife Corridors in Slovakia as a Contribution to the Creation of Trans-European Wildlife Networks (TEWN)” identifies critical sections of the existing and planned road network in Slovakia. On this basis it shows options to improve security for both wildlife and people by identifying wildlife migration routes as well as necessary overpasses and underpasses in the road system. The paper describes the methodology of the project and presents solutions how to avoid accidents.

gebiete, 384 regionale Naturreservate, 170 geschützte Areale, 219 nationale Naturreservate und 228 Naturdenkmäler.

## 2 Das Verkehrsproblem

Durch die Grenzöffnung und den EU-Beitritt (01. Mai 2004) hat sich zwangsläufig das Verkehrsvolumen vervielfacht, das die einfach gestalteten Straßen nicht mehr bewältigen können. Die Slowakei stellt eine wichtige Verbindung zwischen den EU-Ländern und den östlichen GUS-Ländern dar und die Schwerlastfrachten auf den slowakischen Straßen haben daher erheblich zugenommen. Daher wird das Straßennetz weiträumig ausgebaut und die Umwandlung einspuriger Straßen in zweispurige Schnellstraßen und Autobahnen nimmt stetig zu.

Allein im Jahr 2005 betrug dieser Zuwachs an betonierten Kilometern 745 km (Tab. 1). Zusätzlich sind weitere 519 km an neuen Verkehrswegen geplant, welche als nutzbare Fläche dem Land verloren gehen.

## 3 Die Slowakei als Refugium einer artenreichen Tierwelt

Viele Wege führen durch die Slowakei, nicht nur des internationalen Handels, sondern auch einer reichhaltigen Fauna. Das Land beherbergt den vollständigen Artenbestand der mitteleuropäischen Großsäugtiere, inklusive der drei großen Beutegreifer Bär, Wolf und Luchs. Trotz einschneidender Bejagungen wurden Großraubtiere in der Slowakei niemals vollständig ausgerottet. Heute sind sie in intakten Artenbeständen vorhanden (HELL & FIND'O 1999, Abb. 2, Tab. 2).

Rehe sind aufgrund ihrer flächendeckenden Verbreitung in Tab. 2 nicht aufgeführt. Mufflons und das Damwild sind ursprünglich in der Slowakei nicht einheimisch und wurden erst im Mittelalter eingeführt. Im Falle des europäischen Wisents finden sich nur wenige vereinzelte Tiere im Freiland, welche bis jetzt keine vitale Population bilden konnten. Bei der Gämse ist nur die Unterart Tatra-Gämse (*Rupicapra rupicapra tatra*) einheimisch, wobei ihre Individuenzahl in jüngster Vergangenheit aus bisher nicht identifizierten Gründen stagniert. Die Alpengämse (*Rupicapra rupicapra rupicapra*) wurde ebenfalls in die Slowakei durch den Menschen eingeführt. Beide Unterarten leben isoliert voneinander und reproduzieren nicht miteinander.

## 1 Einleitung

Die Slowakei hat eine Größe von 49 035 km<sup>2</sup> und ist somit nur etwas größer als das Bundesland Niedersachsen. Topografisch ist das Land durch den westlichen Ausläufer der Karpaten geprägt. Drei Viertel des Landes sind Bergregion mit alpinem bzw. Mittelgebirgscharakter. Der Karpatenbogen zieht in östlicher Richtung über die Südspitze Polens weiter bis in die Ukraine und Rumänien. Im Westen endet ein kleiner Ausläufer (Weiße Karpaten) in der Tschechischen Republik, während er in der Slowakei im Westen in die Donaubene und im Süd-Osten in das panonische Tiefland übergeht.

Der höchste Gipfel, der Gerlachkovský štít (Gerlsdorfer Spitze) mit 2 655 m ü. NN, findet sich in der Hohen Tatra, deren Erhebungen sich bis in das Nachbarland Polen erstrecken. Viele Gebirge der Slowakei können als Mittelgebirge klassifiziert werden, deren höchste Spitzen nicht mehr als 1 500 m erreichen.

Das Land weist eine Waldbedeckung von etwa 41 % auf. Die Slowakei hat neun Nationalparks ausgewiesen, die eine Gesamtfläche von 3 179 km<sup>2</sup> umfassen und somit 6,48 % der Landesfläche einnehmen. Hinzu kommen weitere geschützte Gebiete, wie etwa vier UNESCO-Biosphärenreservate, sechs Welterbegebiete sowie 14 Naturschutz-

Nach ALTHOOS (1997) unterliegt die Auswahl von Zielarten fünf Kriterien: Sie müssen heimisch, gut erfassbar und attraktiv sein sowie eine Überlebenschance und einen Mitnahmeneffekt auf weitere Arten haben. Letzteres Kriterium ist bei der Auswahl der acht Zielarten in dieser Untersuchung besonders bedeutsam, da davon ausgegangen werden kann, dass die von den Zielarten genutzten Korridore auch andere terrestrische Arten für ihre Migrations- und Disigrationsbewegungen nutzen können.

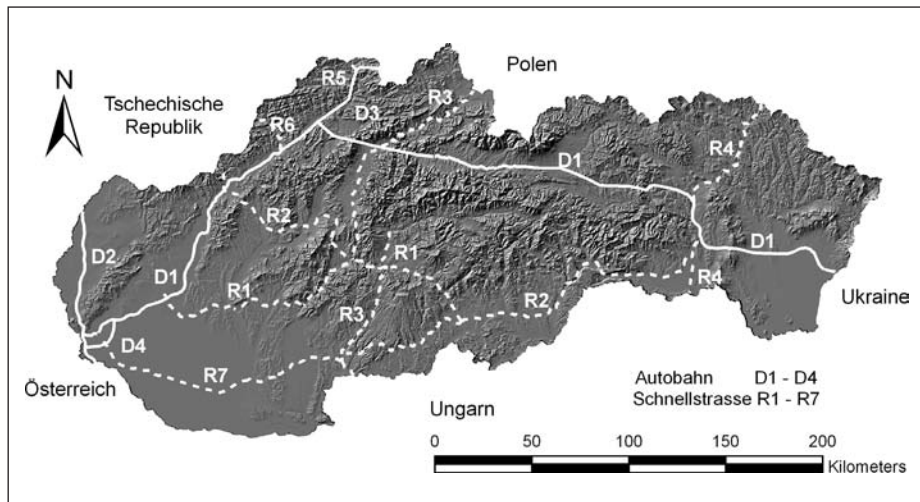
Insbesondere große Säugetiere zeichnen sich durch einen sehr hohen Raumbedarf aus (FINĎO & CHOVANCOVÁ 2004, Tab. 3). Stark befahrene Straßen, die in einigen Teilen des Landes von bis zu 22000 Autos pro Tag befahren werden (einspurige Straße, KALAŠ 2009), behindern nicht nur ihre täglichen Wanderungen innerhalb ihres Streifgebietes, sondern können Wanderungen dieser Arten in benachbarte Gebiete versperren. Hohes Verkehrsaufkommen führt zu erhöhter Mortalität, wobei sämtliche Tierarten, inklusive Vögel, Reptilien, Amphibien und Insekten, davon betroffen sind (CHRUSZCZ et al. 2003).

Mehrspurige Autobahnen und Schnellstraßen bewirken auf vielfältige Weise negative Effekte: Es kann zu einer vermehrten Kollision mit Fahrzeugen kommen, die für Mensch und Tier zu ernststen Verletzungen bis zum Tode führen können. Somit stellen sie ein reales Hindernis dar, welches nicht von jedem Tier erfolgreich überquert werden kann (REED et al. 1996). Viele Tiere vermeiden aufgrund der konstanten Irritation durch Lärm und Licht diese Gebiete, ziehen sich davon gänzlich zurück und unternehmen keine weiteren Versuche, diese Barriere zu überwinden. Somit werden Habitate fragmentiert und Populationen voneinander isoliert. Dadurch werden auch die Wanderwegen in neue Gebiete abgeschnitten (JACKSON 2000, TROMBULAK & FRISSE 2000).

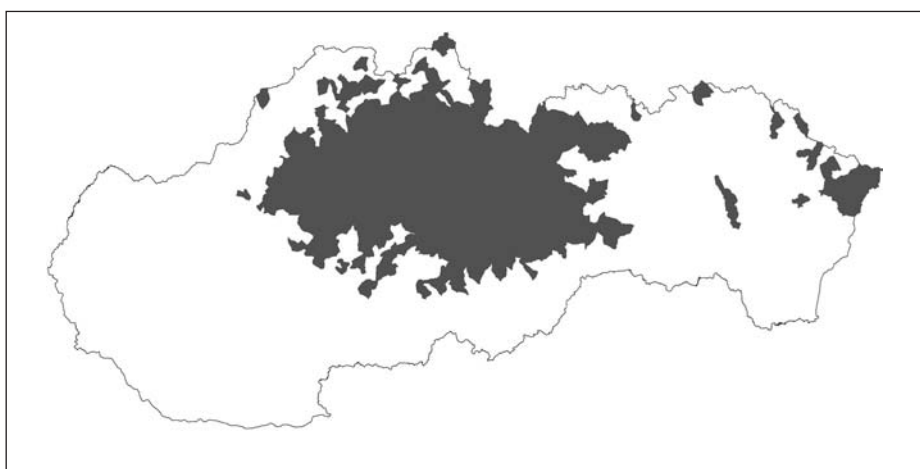
In Abb. 1 ist ersichtlich, wie der Endzustand des Hauptstraßennetzwerkes an zweispurigen Schnellstraßen und Autobahnen aussehen wird. Heute befinden sich einige der eingezeichneten Straßen noch in Planung, andere hingegen sind bereits fertig gestellt. Bei endgültigem Ausbau sämtlicher Verkehrswege werden einige Gebirgsregionen vollständig voneinander getrennt. Horizontale Wanderbewegungen von West nach Ost und umgekehrt sind aufgrund mehrerer Barrieren erheblich erschwert. Migrationen in Nord-Süd-Richtung werden nachhaltig durch die horizontal verlaufende Autobahn D1 und die Schnellstraße R2 behindert.

**Tab. 1: Entwicklung des Straßennetzes in der slowakischen Republik 2002 bis 2006. Quelle: Statistical Office of the Slovak Republic (2008).**

Jahr	Länge des Straßennetzes	Zuwachs zum Vorjahr
2002	42 970 km	
2003	42 992 km	22 km
2004	43 000 km	8 km
2005	43 745 km	745 km
2006	43 770 km	25 km



**Abb. 1: Topografische Karte der Slowakei, inklusive des geplanten Straßennetzwerkes an zweispurigen Schnellstraßen und Autobahnen.**



**Abb. 2: Verbreitungsgebiet des Braunbären in der Slowakei. Diese Tiere gelten bezüglich Störungen durch Straßen als besonders sensibel (FINĎO et al. 2007, Maßstab wie in Abb. 1).**

**Tab. 2: Übersicht ausgewählter Zielarten der Wildtierfauna der Slowakei (FINĎO et al. 2007).**

Art	Verbreitung in km <sup>2</sup>	% der Landesfläche	geschätzte Bestandsanzahl nach Expertenmeinung im Jahre 2004
Braunbär ( <i>Ursus arctos</i> )	14 000	29,0	~ 700 – 800 Individuen
Europäischer Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )	22 959	47,0	~ 500 Individuen
Europäischer Wolf ( <i>Canis lupus</i> )	18 908	39,0	~ 250 – 350 Individuen
Wildkatze ( <i>Felis silvestris</i> )	24 280	50,0	~ 2 500 Individuen
Rothirsch ( <i>Cervus elaphus</i> )	39 054	80,0	bis zu 38 000 Individuen
Wildschwein ( <i>Sus scrofa</i> )	42 903	88,0	~ 28 800 Individuen
Damhirsch ( <i>Dama dama</i> )	6 708	14,0	~ 7 475 Individuen
Mufflon ( <i>Ovis musimon</i> )	7 305	15,0	~ 8 560 Individuen
Europäisches Wisent ( <i>Bison bonasus</i> )	144	0,3	max. 10 Individuen
Gämse ( <i>Rupicapra rupicapra</i> ssp. <i>rupicapra</i> et <i>tatrica</i> )	721	1,5	~ 200 Alpengämsen max. 500 Taträgämsen

Dieser Umstand betrifft die Slowakei nicht nur national, vielmehr handelt es sich um ein europaweites Problem, da die Verbreitungsgebiete von Wildtieren an nationalen Grenzen nicht halt machen. Durch die Blockierung von Ausbreitungsbewegungen von Individuen einzelner Arten innerhalb der Slowakei sind somit auch die Populationen der angrenzenden Nachbarstaaten betroffen. Die

Erhaltung der Landschaftsdurchlässigkeit für diese Zielarten in der Slowakei wird direkt zur Erhaltung der Populationen auch über das slowakische Staatsgebiet hinaus beitragen. Jedoch werden innerhalb Europas weiträumige Wanderbewegungen der Zielarten in entfernte Gebiete in jüngerer Zeit immer schwieriger und irreversibel verändert (KLESCHT & VALACHOVIČ 2002).

**Tab. 3: Streifgebiete und Territorien einiger landlebender Säugetierarten (verändert nach VAN DER GRIFT et al. 2008).**

Säugetierart	Streifgebiete bzw. Territorien
Reh ( <i>Capreolus capreolus</i> )	6,5–30,7 ha
Dachs ( <i>Meles meles</i> )	500 ha
Wildkatze ( <i>Felis silvestris</i> )	♂: 300–1 100 ha; ♀: bis zu ca. 5 000 ha
Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )	3 000–5 000 ha (10 000–40 000 ha)
Wolf ( <i>Canis lupus</i> )	ca. 40 000 ha Revier; 15 000–35 000 ha
Braunbär ( <i>Ursus arctos</i> )	bis 50 000 ha

#### 4 Der wirtschaftliche Aspekt des Konfliktes Verkehr und Wildtiere

Im Jahre 2008 wurde auf Initiative des Projektes zum ersten Mal in der Geschichte der Slowakei die Mortalität von Wildtieren auf der Straße in die offizielle Jagdstatistik aufgenommen (BUČKO et al. 2009), dessen Ergebnisse hier mit freundlicher Genehmigung des Forstwirtschaftlichen Institutes in Zvolen dargestellt werden können. Die angegebene Schadenssumme in Euro errechnet sich im Falle von jagdbarem Wild durch die nationalen finanziellen Marktwerte der entsprechenden Tiere (Anonym 1994). Bei geschützten Tieren handelt es sich um einen so genannten Gesellschaftswert, welcher für jede Art festgelegt ist (Anonym 2003).

Der entsprechende Marktwert geht zu Lasten des involvierten Jagdclubs. Im Falle eines starken männlichen Hirsches kann ein entsprechender Verlust Spitzenwerte bis zu 11 950 € erreichen, dessen wertvollen Gene der Population unwiederbringlich verloren gehen und somit einen weiter reichenden Schaden in der Zukunft bedeutet.

Tab. 4 zeigt, dass neben 522 Rothirschen, 2 526 Rehen und 312 Wildschweinen dem Verkehr auch 6 Bären, 1 Wolf und 3 Luchse zum Opfer fielen. Somit geht der Slowakei im Jahre 2008 durch die Unfallopfer unter den Wildtieren offiziell eine Summe von 1 152 664 € verloren. Aufgrund der praktischen Erfahrung, die in dem beschriebenen Projekt durch die intensive Feldarbeit gesammelt werden konnte, ist die Schadenssumme der vorliegenden Statistik zu gering bewertet.

In der Statistik sind nur diejenigen Tiere verzeichnet, welche direkt auf der Straße zu finden waren. In vielen Fällen jedoch versuchen angefahrene Tiere in ihrem verletzten Status noch zu fliehen und verenden dann in der Nähe der Straße (hohes Gras, Felder, Straßengraben) oder im angrenzenden Wald, weshalb sie weder gefunden noch anschließend registriert werden können. Des Weiteren finden sich in der Tabelle keine Wildkatzen, die oft mit Hauskatzen verwechselt werden, keine kleinen Säugetiere, keine Vogelarten, noch Reptilien oder Amphibien, welche in großer Zahl Opfer von Straße und Schiene werden. Tab. 4 basiert auf Erhebungen von Jagdvereinen, die hauptsächlich an jagdbarem Wild und weniger an anderen Tieren Interesse haben und daher keine Daten über die Totfunde registrierten. Zudem kann uns die Tab. 4 nur wenig Auskunft hinsicht-

lich der Gefahren für die verkehrsbeteiligten Menschen geben.

Nur im Falle des Braunbären findet sich in der Rubrik des von ihm ausgelösten Schadens die Angabe einer Summe, die durch den Zusammenstoß der Fahrzeuge mit diesem großen Wildtier entstanden ist. Bei der Kollision mit sechs Bären waren insgesamt zwölf Fahrzeuge beteiligt, dies führte zu einem Gesamtschaden von 9 095 €. In vielen Fällen jedoch werden nicht nur die entsprechenden Pkws oder Lkws erheblich beschädigt, sondern die Insassen schwer verletzt bzw. getötet.

Die Erhaltung der Durchlässigkeit der Landschaft für Wildtiere kommt somit nicht nur der ansässigen Tierwelt zu gute, sondern sie dient auch der Sicherheit im Straßenverkehr aller Verkehrsbeteiligten.

#### 5 Wildtierkorridore in der Slowakei als Beitrag zur Schaffung Transeuropäischer Wildtiernetze (TEWN)

##### 5.1 Zielsetzung

Zur Lösung des beschriebenen Konfliktes zwischen Wildtieren und Straßenverkehr wurde zunächst die Durchlässigkeit der Landschaft für die Wildtiere untersucht. Hierzu sollten Wanderwegen von Wildtieren identifiziert und Stellen, an denen sich Wildtierquerungen über bestehende Straßen häufen, lokalisiert werden. Hierdurch wurden

wichtige Informationen zum Bau von Querungshilfen für die in der Ausbauplanung befindlichen Trassen gewonnen (FINĐO et al. 2007).

Ferner wurde ein intensiver Dialog mit den verantwortlichen Behörden, wie etwa den nationalen Straßenbaugesellschaften, den verantwortlichen Ingenieuren und der Verkehrspolizei begonnen. Durch die Bereitstellung von entsprechenden Leitfäden und technischen Berichten für geeignete Vorbeugemaßnahmen wurden neue Informationen transparent gemacht (HLAVÁČ & ANDĚL 2001, SCHEICK & JONES 2005).

Im weiteren Projektverlauf wurden zuerst diejenigen Abschnitte innerhalb dieses Infrastrukturnetzwerkes ermittelt, die bezüglich ihrer Zerschneidung von Habitaten und Wanderungsrouten großer Säugetiere im weiteren Verlauf als kritisch bezeichnet werden. Es wurden acht Zielarten ausgewählt (Tab. 2), wobei es sich um die Beutegreifer Bär, Wolf, Luchs, Wildkatze und die großen Huftiere Rothirsch, Damwild, Mufflon und Wildschwein handelt. Diese Tierarten zeichnen sich nicht nur durch ihren hohen Raumbedarf aus, sondern sie gelten auch als Schlüsselarten hinsichtlich ihres Mitnahmefektes für andere Arten (ALTMOOS 1997, DAVENPORT & DAVENPORT 2006). Da Wisent und die beiden Gämsenarten nur lokal vorhanden sind, wurden sie von der Analyse ausgeschlossen, da sie für die überregionale Raumbene weniger geeignet erschienen.

##### 5.2 Methode

Entsprechende Straßenabschnitte, die weiträumig Wildtierhabitate zerschneiden, wurden durch Datenaufbereitung in einem geografischen Informationssystem (GIS) identifiziert. In den hierbei erstellten GIS-Karten wurden existierende und geplante Autobahnen und Schnellstraßen sowie die Verbreitungsgebiete der untersuchten Arten innerhalb der Slowakei eingetragen. Zusätzlich wurden weitere Geo-Datenbasen zu Hilfe genommen, wie beispielsweise Luftaufnahmen.

Zuerst wurde für jede einzelne Art die Auswirkung bezüglich Habitatfragmentie-

**Tab. 4: Liste der Tiere, die offiziell im Jahre 2008 auf slowakischen Straßen getötet wurden, inklusive der dadurch entstandenen Schadenssumme (BUČKO et al. 2009).**

Tierart	überfahrene Individuen	Schadenssumme in Euro
Rothirsch ( <i>Cervus elaphus</i> )	522	339 449
Rehwild ( <i>Capreus capreolus</i> )	2 526	364 086
Damhirsch ( <i>Dama dama</i> )	82	30 532
Mufflon ( <i>Ovis musimon</i> )	13	3 917
Wildschwein ( <i>Sus scrofa</i> )	312	63 794
Braunbär ( <i>Ursus arctos</i> )	6	15 933
Europäischer Wolf ( <i>Canis lupus</i> )	1	1 162
Europäischer Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )	3	7 967
Dachs ( <i>Meles meles</i> )	93	22 373
Rotfuchs ( <i>Vulpes vulpes</i> )	1 002	31 743
Feldhase ( <i>Lepus ss</i> )	3 093	246 952
Fasan ( <i>Phasianus colchicus</i> )	1 416	24 756
<b>Insgesamt</b>	<b>9 069</b>	<b>1 152 664</b>

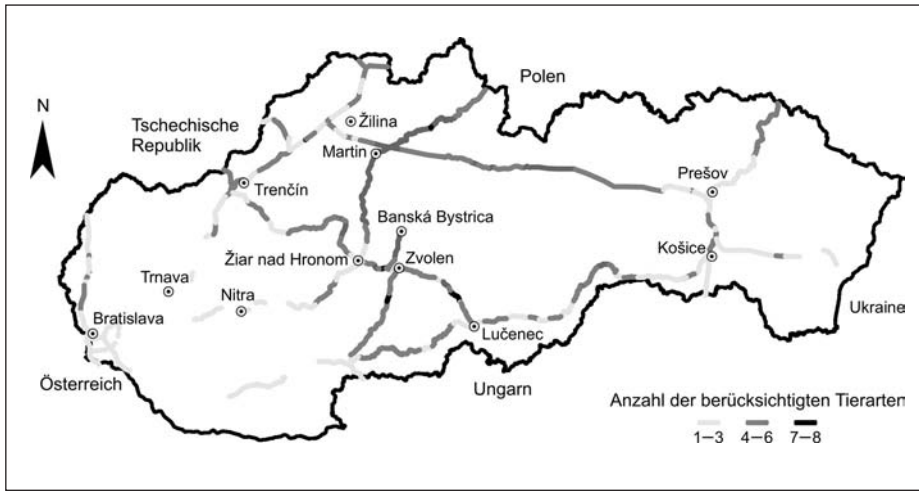


Abb. 3: „Kritische“ Bereiche innerhalb des Schnellstraßennetzwerkes. Zur besseren Übersicht sind Schnittgebiete von 1-3, 4-6 und 7-8 verschiedenen Arten im gleichen Grauton dargestellt. Angabe betroffener Arten in Größenklassen (Maßstab wie Abb. 1)

zung separat ermittelt, wobei die digitalisierten Verbreitungsgebiete mit dem geplanten Infrastrukturnetz überlagert wurden.

Für die Analyse von zu erwartenden Nachteilen auf so genannte Top-Beutegreifer (Tierarten, die an der Spitze Nahrungspyramide stehen) wurde das Überschneidungsgebiet der Verbreitung von Bär, Wolf und Luchs mit der Karte der Infrastruktur überlagert. Die so identifizierten Straßenverläufe zerschneiden nicht nur die entsprechende Überschneidungszone für Top-Beutegreifer, sondern folglich auch für all die anderen Arten, die in derselben Gilde (Gruppe von Tierarten, die die gleiche Landschaft besiedeln) aufzufinden sind.

Abschließend ermittelten wir die Überschneidungsgebiete unserer involvierten acht Zielarten mithilfe aller Verbreitungskarten. Durch den Vergleich mit dem endgültigen Netzwerk der Hauptstraßen identifizierten wir die so genannten kritischen Bereiche für die Slowakei.

Kritische Abschnitte innerhalb des Hauptinfrastrukturnetzes durchlaufen das gemeinsam benutzte Streifgebiet von mindestens vier Arten und betreffen somit eine große Anzahl an unterschiedlichen Individuen (Abb. 3).

Die als *kritisch* bezeichneten Abschnitte repräsentieren ca. 47 % (828 km) der gesamten Länge (1 767 km) des Netzwerkes an Autobahnen und Schnellstraßen. Besonders hier sollte Interesse bestehen, die Permeabilität der Landschaft für Wildtiere zu erhalten, was somit die Einführung von vorbeugenden Maßnahmen als Konsequenz nach sich zieht, um zusätzlich dem Risiko von Tier-Fahrzeug-Kollisionen entgegenzuwirken.

Die analysierten kritischen Straßensegmente innerhalb der Hauptverkehrswege illustrieren nicht nur die zu erwartende Wechselwirkung auf Wildtierhabitate auf regionaler, sondern auch auf nationaler und internationaler Ebene. Viele dieser Bereiche finden sich in der Mitte der Slowakei sowie in den Grenzgebieten zu Ungarn, Polen, der Tschechischen Republik und der Ukraine, in denen grenzüberschreitende Wanderbewegungen

nachgewiesen sind. Somit betreffen die beinräftigten Korridore innerhalb der Slowakei nicht nur das Land selbst, sondern auch die gesamte Region der Westlichen Karpaten.

Kritische Bereiche kodierten wir mit einem alphanumerischen Code, der sich aus einem Großbuchstaben und zwei Ziffern zusammensetzt. Der Buchstabe und die erste Ziffer

stimmen mit der offiziellen Nummerierung der entsprechenden Autobahn oder Schnellstraße überein, die zweite Ziffer entstammt unserer eigenen Nummerierung. Beispielsweise wurden mit D 1-1 bis D 1-9 die insgesamt neun kritischen Abschnitte entlang der bereits realisierten Autobahn zwischen Bratislava und der slowakisch-ukrainischen Grenze markiert.

Insgesamt wurden 32 kritische Bereiche kartiert, wobei zwölf davon entlang von Autobahnen und 20 entlang von Schnellstraßen gelegen sind. Innerhalb des Autobahnnetzwerkes mit einer Länge von 659 km wurden 280 km (42 %) für kritisch befunden. Entlang des Schnellstraßennetzwerkes mit einer Gesamtlänge von 1 108 km erfüllten 548 km (49 %) dieses Kriterium.

### 5.3 Detailliertes Vorgehen

Unseren Ergebnissen zufolge weisen kritische Abschnitte Längen zwischen 3 bis 142 km auf. Korrekte und angemessene Platzierungen von vorbeugenden, technischen Maßnahmen (wie Grünbrücken, Unterführungen und/oder Abzäunungen) benötigen jedoch eine exakte Identifizierung der Migrationswege von Wildtieren über die entsprechende asphaltierte Barriere hinweg. In der Slowakei wie auch in allen anderen EU-Ländern ist es gesetzlich vorgeschrieben, vor einem Straßenausbau eine Analyse bezüg-

Tab. 5: Kritische Bereiche innerhalb der beiden detailliert überwachten Straßenzüge, identifiziert durch GIS-Analysen in 2005.

ID des kritischen Segmentes	Abschnitt zwischen	Status	Länge
R2-4	Zvolen – Detva	geplant	21 km
R2-5	Kriváň – Kreuzung Halier mit Tomášovce	geplant	26 km
R3-2	Kremnické bane – Martin	geplant	43 km

Tab. 6: Liste sämtlicher kartierter Arten, die in die Analyse mit einfließen.

Spezies	R2	R3	Zielart	„Mitnahmeeffekt“ für diese Art
<b>kleine und mittelgroße Beutegreifer</b>				
Dachs ( <i>Meles meles</i> )	x	x		X
Fuchs ( <i>Vulpes vulpes</i> )	x	x		X
Otter ( <i>Lutra lutra</i> )		x		X
Haus- und Steinmarder ( <i>Martes martes</i> & <i>M. foina</i> )	x	x		X
<b>große Beutegreifer</b>				
Braunbär ( <i>Ursus arctos</i> )		x	X	
Europäischer Luchs ( <i>Lynx lynx</i> )	x	x	X	
Europäischer Wolf ( <i>Canis lupus</i> )	x	x	X	
<b>Huftiere</b>				
Damhirsch ( <i>Dama dama</i> )	x		X	
Rothirsch ( <i>Cervus elaphus</i> )	x	x	X	
Rehwild ( <i>Capreolus capreolus</i> )	x	x	X	
Wildschwein ( <i>Sus scrofa</i> )	x	x	X	
Mufflon ( <i>Ovis musimon</i> )			X	
<b>andere wildlebende Säugetiere</b>				
Feldhase ( <i>Lepus europaeus</i> )	x	x		X
Europäischer Igel ( <i>Erinaceus erinaceus</i> )	x	x		X
Eichhörnchen ( <i>Sciurus vulgaris</i> )	x	x		X

lich der Auswirkungen für die Umwelt durchzuführen (EIA, Environmental Impact Assessment). In diesen Untersuchungen sind bis dato große Säugetiere unzureichend berücksichtigt worden. Des Weiteren wird nur eine limitierte Anzahl an Biokorridoren akzeptiert, die mit vorbeugenden Maßnahmen überplant werden können.

Im Jahre 2006 begannen wir daher mit einer detaillierten Analyse entlang zweier konkreter Abschnitte innerhalb des Netzwerkes, um exakte Kreuzungsrouten sichtbar zu machen. Aufgrund der Brisanz der Fertigstellung und der Dringlichkeit präziser Ergebnisse wählten wir Bereiche auf den geplanten Schnellstraßen R2 (Zvolen – Lučenec) und R3 (Zvolen – Kremnické Bane). In Tab. 5 sind die dortigen kritischen Abschnitte vermerkt.

Um innerhalb der aufgezeigten Segmente wichtige Korridore zu identifizieren, die von mehreren Arten gleichzeitig (Gilde) benutzt werden, wurde mit lokalen Jagdverbänden und der Verkehrspolizei zusammengearbeitet, da diese Organisationen über Kollisionen von Fahrzeugen und Tieren wichtige Informationen liefern können.

Des Weiteren betrieben wir intensive Feldarbeit und überwachten die ausgewählten Bereiche während der erhöhten Aktivitätsperioden im Frühjahr und Herbst (26 Tage auf R2 und 19 Tage auf R3). Neben der Aufnahme von getöteten Tieren kartierten wir entlang der Straße sämtliche Aktivitätszeichen, wie Spuren, Kot und Sichtungen.

In Tab. 6 sind all diejenigen Tierarten aufgeführt, die in die detaillierte Untersuchung mit einfließen. Bis auf den Beutegreifer Wolf und das Huftier Damwild wurden von allen anderen auch Totfunde von Arten vermerkt, die nicht in das Spektrum der acht Zielarten gehören, aber eine Einschätzung des möglichen „Mitnahmeneffektes“ der Zielarten erlauben.

Die Fundstellen in den kilometerlang verlaufenden Überwachungsbereichen wurden mit den GPS-Daten vermerkt. Insgesamt registrierten wir 769 Datenpunkte (561 Daten entlang R2 und 208 Punkte entlang R3). Bereiche erhöhter Aktivität wurden mithilfe der Kernel-Methode (WORTON 1989) analysiert. Die auf diese Weise ermittelten Abschnitte entlang der beiden Streckenverläufe konnten wir als wichtige Wanderungsrouten der Zielarten bezeichnen.

Außerdem zogen wir Luftaufnahmen der umgebenden Landschaft nahe eines potenziellen Korridors zu Hilfe, um das Gesamtbild hinsichtlich Bewaldung und anderer Landschaftselemente (Siedlungen, Felder, offene Flächen) zu vervollständigen. Somit konnten wir auf die Konnektivität in einem größerem Maßstab zurück schließen, um auszuschließen, dass es sich nur um einen kleineren lokalen Wechsel handelt, an welchem teure Konstruktionen weniger Sinn machen.

#### 5.4 Fallbeispiel: Schnellstraße R2

Mit unserer Methode konnten entlang der beiden kritischen Abschnitte auf dem Straßenzug Zvolen – Lučenec (55 km) insgesamt

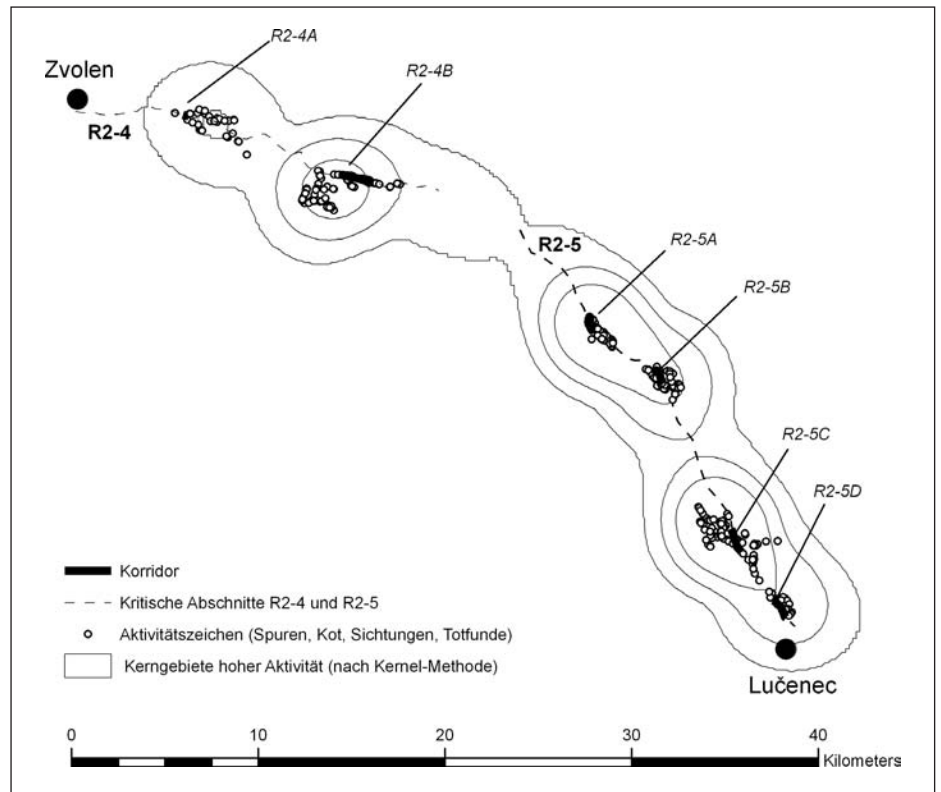


Abb. 4: Die 6 wichtigen Wildtierkorridore auf dem Segment Zvolen – Lučenec (siehe auch Abb. 3) auf der Schnellstraße R2 in 2006.

Tab. 7: Identifizierte Wildwechsel entlang der Schnellstraße R2 auf dem Segment Zvolen – Lučenec inklusive der erarbeiteten Vorschläge zum Bau geeigneter Querungshilfen und Leitsystemen.

Abschnitt (analysiert mit GIS-Methode)	Korridor (detaillierte Analyse)	Länge	Maßnahme
R2-4 (21 km)	R2-4A	295 m	Querungshilfe und Zaunleitsystem
	R2-4B	2 010 m	Querungshilfe und Zaunleitsystem
R2-5 (26 km)	R2-5A	910 m	Querungshilfe und Zaunleitsystem
	R2-5B	1 030 m	Querungshilfe und Zaunleitsystem
	R2-5C	1 380 m	Querungshilfe und Zaunleitsystem
	R2-5D	1 190 m	Zaun-Leitsystem

sechs bedeutsame Wildwechsel identifiziert werden (Abb. 4, Tab. 7).

Die Korridore sind unregelmäßig verteilt und werden spezifisch genutzt. Die endgültige Länge der Korridore beträgt zwischen 295 m und 2 010 m. An diesen Stellen ist eine überdurchschnittliche Dichte sämtlicher Aktivitätszeichen erkennbar. Somit konnten wir zeigen, dass die wirkliche Dimension der Biokorridore die Breiten vieler Querungshilfen übertrifft.

Für eine abschließende Platzierung wünschenswerter Hilfsmaßnahmen sollten erneut Luftaufnahmen der Umgebung sowie die topografische Gestaltung der Landschaftselemente hinzugenommen werden. Beispielsweise werden steil abfallende Hänge von Wildtieren nur selten benutzt.

Da diese Schnellstraße eine wichtige Verbindung nach Ungarn ist, wurde die Planung des Ausbaues bereits abgeschlossen. Aufgrund unserer detaillierten Ergebnisse wurde von den planenden Ingenieuren an fast allen Stellen eine Querungshilfe eingeplant, nahe Detva wird eine Grünbrücke gebaut.

## 6 Schlussfolgerung

Wildtiere sind bezüglich ihrer Wanderrouten sehr konservativ. Querungshilfen zur Erhaltung ihrer Migrationswege sind in der Regel teuer und können nach ihrer Fertigstellung nicht mehr umgesetzt werden. Aus diesem Grunde wird empfohlen, vor dem Straßenausbau eine genaue Analyse und detaillierte Identifikation dieser Wildwechsel durchzuführen, damit die Permeabilität der Landschaft effektiv gewährleistet werden kann (WIERN & WORM 2001).

Die GIS-Analyse liefert eine gute Ausgangsbasis für die Orte, welche im Detail noch besser untersucht werden müssen. Da finanzielle Mittel für Hilfsmaßnahmen beschränkt sind, muss abschließend eine sinnvolle Anzahl davon, entsprechend der Topografie der Landschaft, ausgewählt werden.

Im Jahre 2006 wurden im Rahmen des hier beschriebenen Projektes intensiv Wanderungs- und Kreuzungsrouten von Wildtieren auf ausgewählten Abschnitten innerhalb der geplanten Schnellstraßen R2 (Zvolen –



**Abb. 5: Besonderer Braunbär – die telemetrischen Untersuchungen zeigten, dass dieser Bär einen Raumbedarf von rund 24 000 ha besitzt.**

Lučenec mit 55 km) und R3 (Kremnické Bane – Martin mit 43 km) überwacht. Es konnte eine methodische Vorgehensweise entwickelt werden, die es ermöglichte, Wildtierkorridore, die von einer Straße zerschnitten werden, eindeutig zu lokalisieren und somit eine präzise Angabe zu liefern, an welchen Stellen vorbeugende Maßnahmen berücksichtigt werden sollen. Aufgrund der intensiven Zusammenarbeit mit Straßenbauingenieuren konnten abschließend viele der Ergebnisse in die Praxis umgesetzt werden.

Bei Vergleichen mit den Natura-2000-Flächen stimmen die Wildwechsel nicht immer überein. Es wird daher empfohlen, stets den Ergebnissen den Vorzug zu geben, welche durch empirische Daten gestützt sind (URBAN 2000).

In Bergregionen müssen Viadukte, Brücken oder Tunnel insbesondere mit dem Landschaftsverlauf abgeglichen werden. Andere technische Hilfsmittel, wie Abzäunungen, sollten im umgebenden Bereich sämtlicher gefundener Migrationsrouten angebracht werden, auch wenn an dieser Stelle keine weiteren vorbeugenden Maßnahmen geplant sind. Hier ist es wichtig, Überquerung zu verhindern, um die Sicherheit im Straßenverkehr für Mensch und Tier zu verbessern.

Die in der Slowakei entwickelte Methode kann für andere Länder als Beispiel dienen. Auch im Falle, dass auf bereits existierenden Schnellstraßen oder Autobahnen spätere Querungshilfen ermöglicht werden, sollte jegliche Platzierung so präzise wie möglich vonstatten gehen.

## Literatur

ALTMOS, M. (1997) Ziele und Handlungsrahmen für regionalen zoologischen Artenschutz – Modellregion Biosphärenreservat Rhön. HGON, Echzell.

Anonym (1994): Výnos Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky č. 2164/1994-100, ktorým sa vydáva sadzobník spoločenskej hodnoty poľovnej zveri [Order of the Ministry of Agriculture of the Slovak Republic No 2164/1994-100 issuing the List of market value of game species] (in Slovak).

Anonym (2003): Vyhláška č. 24/2003 Z.z. Zoznam chránených živočíchov a ich spoločenská hodnota [Decree of the Government of the Slovak Republic No 24/2003 of the Legal Codes issuing the List of protected species and their cultural value] (in Slovak).

BUČKO, J., CIBUL' A, R., SALANCI, J., PÖBIŠ, I., FERTÁL'OVÁ, M., ŠTEFANČIKOVÁ, E., PEKNUŠIAKOVÁ, Z. (2009): Poľovnícka štatistická ročenka Slovenskej republiky 2008, National Forest Centre, Zvolen [Hunting statistic yearbook of the Slovak Republic 2008] (in Slovak).

CHRUSZCZ, B., CLEVINGER, A. P., GUNSON, K. E., GIBEAU, M. L. (2003): Relationship among grizzly bears, highways, and habitat in the Banff-Bow Valley, Alberta, Canada. *Can. J. Zool.* 81, 1378-1391.

DAVENPORT, J., DAVENPORT, J. L. (Eds., 2006): The ecology of transportation: Managing mobility for the environment. Springer. Series: Environmental Pollution Vol. 10.

FINĎO, S., CHOVANCOVÁ, B. (2004): Home range of two wolf packs in the Slovak Carpathians. *Folia Zool.* 53, 17-26.

–, SKUBAN, M., KOREŇ, M. (2007): Brown Bear Corridors in Slovakia, Identification of critical segments of the main road transportation corridors with wildlife habitats. Carpathian Wildlife Society, Zvolen.

HELL, P., FINĎO, S. (1999): Status and management of the brown bear in Slovakia. In: SERVEHEEN C., HERRERO S., PEYTON B., eds., Bears, Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN/SSC Bear and Polar Bear Specialist Groups, IUCN, Gland Switzerland and Cambridge, UK, 96-100.

HLAVÁČ, V., ANDĚL, P. (2001): Metodická příručka k zajišťování průchodnosti dálničních komunikací pro volně žijící. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Havlíčkův Brod. [The handbook of methodology for maintaining permeability of highways for free ranging wildlife] (in Czech).

JACKSON, S. D. (2000). Overview of transportation impacts on wildlife movement and populations. In: MESSMER T. A., WEST, B., eds., *Wildlife and highways: Seeking solutions to an ecological and socio-economic dilemma*, The Wildlife Society, 7-20.

KALAŠ, M. (2009). Ohrozená zver. Naše poľovníctvo 61, (4), 12-13 [Endangered wildlife] (in Slovak).

KLESCHT, V., VALACHOVIČ, D. (2002): Ochrana živočíchov na pozemných komunikáciách. Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Banská bystrica. [Wildlife protection on roads and railways] (in Slovak).

REED, R. A., JOHNSON-BARBARD, J., BAKER, W. (1996): Contribution of roads to forest fragmentation in the Rocky mountains. *Conservation Biology* 10, 1098-1106.

SCHEICK, B. K., JONES, M. D. (2005): Locating wildlife underpasses prior to expansion of highway 64 in North Carolina. North Carolina Wildlife Resources commission. 5 pp.

TROMBULAK, S. C., FRISSELL, C. A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14, 18-30.

URBAN, P. (2000): Emerald, NATURA a veľké šelmy. Chránené územia Slovenska 46, 22-25 [Emerald, NATURE 2000 and large predators] (in Slovak).

VAN DER GRIFT, E., BIERKOV, V., SIMEONOVA, V. (2008) Restoring ecological networks across transport corridors in Bulgaria p150. Alterra, Wageningen.

WIERN, S. E., WORM, P. B. (2001): The use of a motorway wildlife overpass by large mammals. *Netherlands Journal of Zoology* 51, 97-105.

WORTON, B. J. (1989): Kernel method for estimating the utilisation distribution in home-range studies. *Ecology* 70, 164-168.

*Anschriften der Verfasser(innen):* Dr. Slavomír Find'o PhD, Carpathian Wildlife Society, Tulska 29, SK-96001 Zvolen, Slowakei, E-Mail findo@nlc.sk.org; Dipl.-Biol. Michaela Skuban, Carpathian Wildlife Society, Zvolen, Jedľová 7, SK-96001 Zvolen, Slowakei; Dipl.-Biol. Wolfgang Fremuth, Zoologische Gesellschaft Frankfurt, Bernhard-Grzimek-Allee 1, D-60316 Frankfurt am Main, Deutschland, E-Mail fremuth@zgf.de; Dipl.-Ing. Milan Koreň PhD, Forstwirtschaftliche Fakultät der Technischen Universität in Zvolen, T. G. Masaryka 24, SK-96053 Zvolen, Slowakei.