Fachinformationsdienst Biodiversitätsforschung

UB Universitätsbibliothek Frankfurt am Main

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

FID Biodiversitätsforschung

Decheniana

Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens

Autobahnunterführungen als Querungsmöglichkeit für Wildtiere

Schiefenhövel, Philipp

2010

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

Weitere Informationen
Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:
Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten Identifikator:

urn:nbn:de:hebis:30:4-196685

Visual Library

Decheniana (Bonn) 163, 121–135 (2010)

Autobahnunterführungen als Querungsmöglichkeit für Wildtiere

Underpasses of Highways as Possibility for Crossing Wildlife

PHILIPP SCHIEFENHÖVEL, SABRINA ARNOLD & BRITTA KUNZ

(Manuskripteingang: 22. Dezember 2009)

Kurzfassung: Autobahnen sind aufgrund ihrer hohen Verkehrsdichte von meist mehr als 10.000 Kraftfahrzeugen pro Tag oft unüberwindbare Barrieren für die meisten Wildtierarten. Wie stark der Zerschneidungseffekt einer Autobahn tatsächlich ist, hängt neben der Verkehrsdichte und dem Vorhandensein eines Wildschutzzaunes von der Dichte möglicher Querungsbauwerke und der Lebensraumqualität entlang der Autobahnen ab. Wildtierunterführungen, Eisenbahnunterführungen bzw. Talbrücken sowie Grünbrücken werden von vielen verschiedenen Wildtierarten und vor allem von Schalentierarten, wie Wildschwein, Reh und Rothirsch intensiver genutzt, als die für den untergeordneten motorisierten Verkehr angelegten Straßen-, und Wirtschaftswegunterführungen. Untersuchungen im Westerwald im Frühjahr 2009 ergaben, dass je breiter ein Querungsbauwerk ist bzw. je geringer die menschliche Nutzung und die Versiegelung der Umgebungsfläche sind, desto höher ist die Artenanzahl querender Wildtierarten. Nichtsdestotrotz spielen die Straßen- und Wirtschaftswegunterführungen besonders für die Beutegreifer wie Fuchs, Dachs, Marder oder Wildkatze als Querungsmöglichkeit eine entscheidende Rolle und sollten in der Bewertung von Zerschneidungseffekten durch Autobahnen stärker berücksichtigt werden.

Schlagworte: Biotopverbund, Migration, *Cervus elaphus*, *Nyctereutes procyonoides*, *Felis silvestris*

Abstract: Due to their high frequency of traffic, highways represent impassable barriers for many free-ranging mammal species. The degree of separation depends, among other parameters, on the numbers of underpasses and the quality of the adjacent habitats. Underpasses designed particularly for the use by wild mammals, viaducts, railway-underpasses and greenbridges are basically used by wild boar, roe deer or red deer. In a study in the Westerwald in spring 2009, the number of species correlates with breadth and human use of the underpasses and with the extent of the sealed area in the surroundings. Predators like fox, badgers, martens or wildcats often use underpasses for streams, smaller roads, forestry or agriculture roads and the importance for the migration and daily movements of theses species can be very high.

Keywords: Wildlife corridors, migration, *Cervus elaphus*, *Nyctereutes procyonoides*, *Felis silvestris*

1. Einleitung

Der zunehmenden Flächenanspruch durch Siedlungs- und Industrieerweiterungen, der Ausbau der Infrastruktur sowie die Zunahme des Freizeitsportes und des Ökotourismus lassen immer weniger Raum für die Natur und deren Lebensgemeinschaften (KRAMER-ROWOLD & ROWOLD 2001). Täglich werden der Natur in Deutschland 113 ha, eine Fläche so groß wie 160 Fußballfelder, für neue Siedlungs- oder Verkehrsflächen entzogen (UMWELTBUNDESAMT 2008). Durch die Verdichtung der Verkehrsnetze werden Lebensräume zerschnitten, was oft als wesentlicher Faktor für das lokale, regionale oder überregionale Verschwinden von Populationen angesehen wird (SCHADT et al. 2000, BLASCHKE 2002, SIMON & RAIMER 2002). So verursacht zum Beispiel die Verdichtung des Straßennetzes in England und den Niederlanden signifikante Bestandsabnahmen in Dachspopulationen (BEKKER & CANTERS 1997, CLARKE et al. 1998). Neben der Verkehrsflächenzunahme wirkt sich vor allem der Anstieg der Verkehrsdichte negativ auf die Lebensgemeinschaften aus: Der Zerschneidungseffekt nimmt mit zunehmender Geschwindigkeit und Dichte des Verkehrs exponentiell zu. Für die meisten Wildtiere ist eine sichere Überquerung des Verkehrsweges ab einer Anzahl von 10.000 Kfz pro Tag nicht mehr möglich (MÜLLER & BERTHOUD 1995, HOHMANN 2003). In Deutschland werden jährlich etwa 180.000 Rehe, 13.700 Wildschweine und 2.200 Rothirsche überfahren (Deutscher Jagdschutz Verband – DJV 2005). Besonders für bedrohte Wildtierarten wie den Rothirsch und die Wildkatze sind diese Verluste erheblich und werden für diese Arten als der wichtigste populationsbestimmende Faktor angesehen (REUTHER 2002, MÖHLICH & KLAUS

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

2003, PIERPAOLI et al. 2003). Dies verdeutlicht die Notwendigkeit einer Diskussion zum Biotopverbund auf lokaler, bundesweiter und europäischer Ebene. Die Minderung der Zerschneidungseffekte durch die Verbesserung bestehender Querungsbauwerke sowie die Errichtung von Wildtierdurchlässen und Grünbrücken rücken dabei immer stärker in den Fokus des Naturschutzes. Der Erhalt, die Verbesserung sowie der Neubau von „normalen" Querungsmöglichkeiten in der Fläche sollten durch die Errichtung von eher lokal wirkenden Grünbrücken als „Leuchtturmprojekte" jedoch nicht in den Schatten des Interesses fallen. In vielen Studien zu diesem Thema wird die Nutzung bestehender Querungsbauwerke und deren Dichte pro Untersuchungsstrecke nicht ausreichend berücksichtigt.

Im Rahmen des durchgeführten Projektes wurden deshalb Querungsereignisse verschiedener Wildtierarten an 24 Unterführungen im rheinland-pfälzischen Teil des Westerwaldes entlang der Autobahnen A3 (>80.000 Kfz pro Tag, Landesbetrieb Mobilität RLP, LBM 2005) und A48 (40.000 Kfz pro Tag, Landesbetrieb Mobilität RLP, LBM 2005) aufgenommen und in Beziehung zu bauwerk- und umgebungsbeschreibenden Parametern gesetzt. Anhand der Ergebnisse wird die Barrierewirkung der beiden Autobahnen in Relation zum Angebot bestehender Querungsbauwerke gesetzt und für die verschiedenen Wildtierarten bewertet. Ein besonderes Augenmerk richten die Autoren auf das Querungsverhalten des Rothirsches (*Cervus elaphus*) des Marderhundes (*Nyctereutes procyonoides*) und der Europäischen Wildkatze (*Felis silvestris*).

2. Untersuchungsgebiet

2.1. Der Westerwaldkreis

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb des Westerwaldkreises (WW), der sich im rheinlandpfälzischen Teil des Westerwaldes (50°30'–50°83' N und 7°38'–7°96' E) im Nordosten des Landes befindet (Abb. 1). Begrenzt wird der Landschaftsraum Westerwald durch die Flusstäler von Rhein (westlich), Sieg (nördlich), Dill (östlich) und Lahn (südlich). Das Höhenprofil liegt zwischen 200 m ü NN im Lahntal (Unterer Westerwald) und 657 m ü. NN (Fuchskaute) im Hohen Westerwald. Mit durchschnittlichen Jahresniederschlagsmengen von 700–1100 mm und Jahresmitteltemperaturen von 6–8,5 °C ist das Klima des Westerwaldes kühl gemäßigt (ROTH et al. 1997). Der Westerwaldkreis umfasst mit 989 km² etwa 5 % der Landesfläche (19.853 km²). Er ist weitestgehend ländlich geprägt und mit 206 Einwohner pro km² durchschnittlich besiedelt (Ø 204 Einwohner pro km² in Rheinland-Pfalz). Sechszehn Prozent der

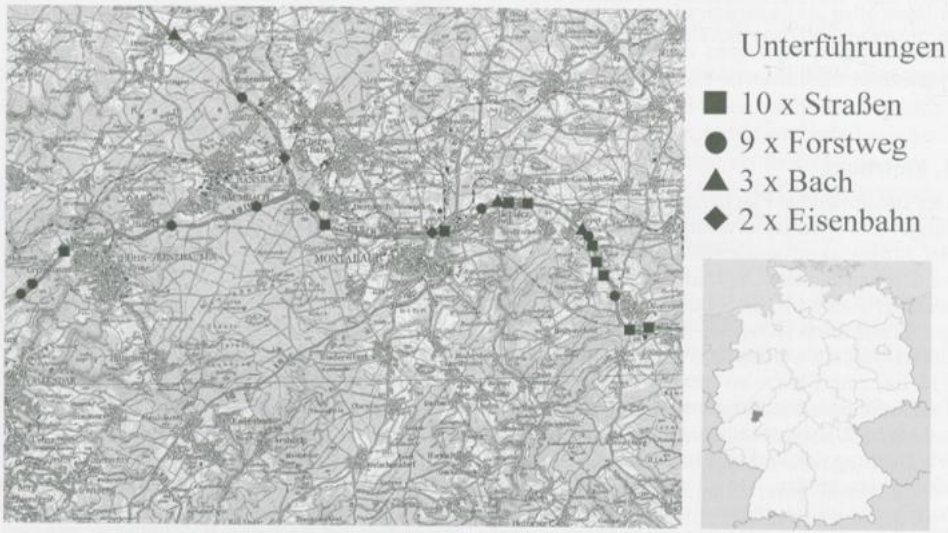

Abbildung 1. Übersichtskarte der 24 Unterführungen (links) und Lage des Untersuchungsgebietes in Rheinland-Pfalz und Deutschland (rechts). Quelle: Deutschlandkarte WIKIPEDIA.

Figure 1. Map of the 24 underpasses (left) and location of the area of investigation in Rhineland-Palatinate and Germany (right). Source: WIKIPEDIA.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

Kreisfläche entfallen auf Siedlungs- und Verkehrsfläche, 39 % werden landwirtschaftlich genutzt und 41,9 % der Kreisfläche sind von Wald bedeckt (STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ 2006). Die forstwirtschaftlich genutzten Rumpfflächen mit Rotbuchen- und Eichen-Hainbuchenwäldern sowie Fichten-, Tannen- und Douglasienwälder werden häufig von Mittelgebirgsbächen durchzogen. In den Tallagen prägen Wiesen und Weiden, vereinzelt Feuchtwiesen und Kleingewässer das Landschaftsbild. Im Laufe der Zeit sind durch die extensive Landnutzung viele Hecken- und Gehölzstrukturen sowie Streuobstwiesen entstanden. Diese mussten vielerorts jedoch wieder der Intensivierung der Landwirtschaft, der Ausweitung des Verkehrsnetzes oder der Vergrößerung der Ortschaften durch Gewerbe-, Industrie- oder Neubaugebiete weichen (ROTH et al. 1997). Im Vergleich zu anderen Landkreisen ist die Straßendichte des Westerwaldkreises verhältnismäßig hoch (1,08 km Straßen pro km²). Der nördliche Teil des Westerwaldes umfasst die drei Landkreise (Altenkirchen, Neuwied und Westerwaldkreis) mit den dichtesten Verkehrsnetzen in Rheinland-Pfalz (STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ 2006).

2.2. Die Autobahnunterführungen

Die 40 km Untersuchungsstrecke innerhalb des Westerwaldkreises verteilen sich auf 28 km entlang der A3 von Nentershausen bis Deesen (km 99 bis km 71) und 12 km entlang der A48, beginnend vom Autobahndreieck Dernbach bis Bendorf (Kreis Mayen Koblenz). Beide Autobahnabschnitte sind durch einen Wildschutzzaun gesäumt. Von insgesamt 39 Querungsbauwerken wurden 24 Unterführungen ausgewählt, die sich angelehnt an KRAMER-ROWOLD & ROWOLD (2001) vier Typen zuordnen lassen: Es wurden zehn Straßen-, neun Wirtschaftsweg-, drei Bach- und zwei Eisenbahnunterführungen untersucht (Abb. 1).

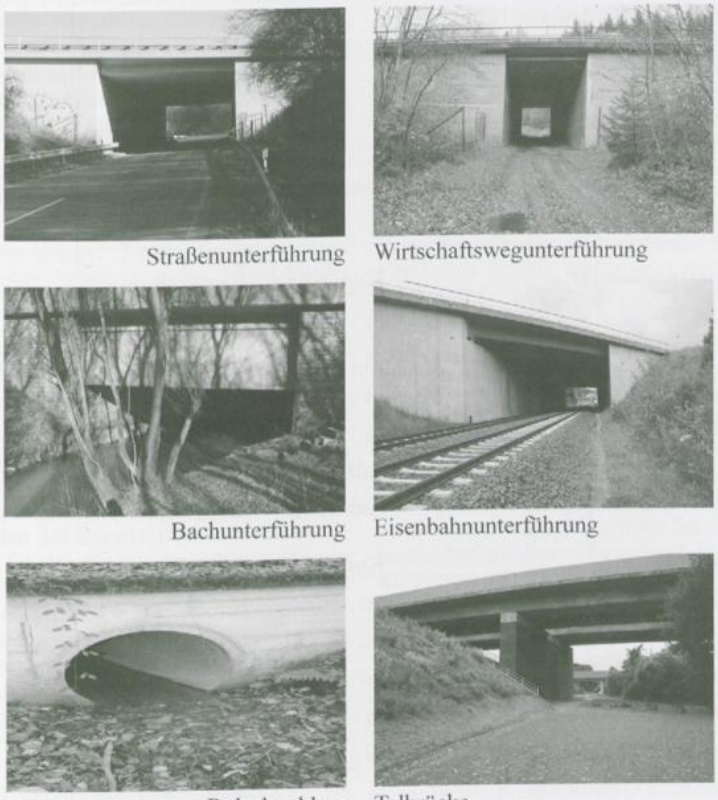

Abbildung 2. Übersicht der im Untersuchungsabschnitt vorkommenden Querungsbauwerke.

Figure 2. Examples of different types of underpasses.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Neben diesen vier Unterführungstypen befinden sich drei Rohrdurchlässe und zwei große Talbrücken innerhalb des Untersuchungsabschnittes, in denen jedoch keine Substratbetten ausgebracht wurden (Abb. 2).

3. Methoden

3.1. Erfassung von Trittsiegeln durch standardisierte Substratbetten

Zur Erfassung der Tierspuren wurde innerhalb der Unterführungen ein 1,5 m breiter und ca. 2 cm hoher Substratstreifen aus Quarzitsand (Ø 0–2 mm Körnung) etwa vier Meter hinter der Öffnung der Unterführung ausgebracht, der im Idealfall die gesamte Breite der Unterführung bedeckte. Neben dem Quarzitsand testeten die Autoren vor dem Start des Projektes Basaltfeinstaub und Basaltsand (Ø 0–2mm Körnung) als Einsatzsubstrat. Auf die Vor- und Nachteile der verschiedenen Substrate soll nicht genauer eingegangen werden, sie können jederzeit bei den Autoren hinterfragt werden. Aufgrund des Verkehrs wurde in den Straßen- und in manchen Wirtschaftswegunterführungen nicht die ganze Breite der Unterführungen beprobt. Um vergleichbare Werte zu erhalten, setzten die Autoren deshalb die Größe der beprobten Fläche (1,5m * Breite) ins Verhältnis zur potentiell beprobten Fläche (1,5m * Breite + x). Die Kontrolle der Substratbetten erfolgte von Mitte Februar bis Anfang April 2009 in der Regel zwei Mal pro Woche. Durch Bewässerung der Substratbetten aus nahegelegenen Gräben, Bächen und Teichen wirkten die Autoren einer möglichen Austrocknung entgegen. Im Anschluss an jede Kontrolle wurden die Sandbetten mit einem Besen glatt gestrichen. Manche Unterführungen wurden aus logistischen Gründen häufiger als andere kontrolliert (Ø 7,58 Durchgänge, Minimum: 6 Durchgänge, Maximum: 10 Durchgänge), deshalb wurden die Ergebniswerte jeweils durch die Anzahl durchgeführter Durchgänge geteilt. Die beiden großen Talbrücken an der A3 bei Montabaur und der A48 nördlich von Höhr-Grenzhausen, unter denen aus logistischen Gründen keine Substratbetten ausgebracht wurden, wurden im Januar und Anfang Februar drei Mal bei geeigneter Schneelage abgelaufen und alle Spurenfolgen erfasst. Diese Daten gingen jedoch nicht in die statistische Auswertung mit ein. Die Identifizierung der einzelnen Trittsiegel erfolgte mit Hilfe folgender Fachliteratur: BOUCHNER (1982), BANG & DAHLSTRÖM (2000), GHYSELINCEK & PLATTES (2008).

Tabelle 1. Übersicht der aufgenommenen Parameter.
Table 1. List of parameter.

Unterführungsparameter	Kodierung	Beschreibung
Länge	m	gemessener Wert
Ø Höhe	m	Durchschnitt aus drei Messwerten
Ø Breite	m	Durchschnitt aus drei Messwerten
beprobte Fläche	%	Anteil an max. Beprobungsfläche
motorisierte anthropogene Nutzung	Anzahl [N]	ausgezählter Wert von 24 h Nutzung
nicht motorisierte anthropogene Nutzung	Anzahl [N]	ausgezählter Wert von 24 h Nutzung
Umgebungsparameter	**Kodierung**	**Beschreibung**
Gehölz- und Waldfläche	m^2	berechneter Wert (GIS)
Offenfläche (Wiese-, Acker- und Brachland)	m^2	berechneter Wert (GIS)
versiegelte Fläche	m^2	berechneter Wert (GIS)
Entfernung nächste Bebauung	m	gemessener Wert (GIS)
Entfernung nächster Wald	m	gemessener Wert (GIS)
Entfernung nächste Querungsmöglichkeit	m	gemessener Wert (GIS)

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

3.2. Dokumentation von Querungsereignissen durch Infrarot-Kameras

Neben den Substratbetten kamen fünf Infrarot-Kameras des Modells Reconyx RM45 und eine des Models Reconyx RC65 zur Dokumentation der Querungsereignissen zum Einsatz. Die Kameras hingen zunächst paarweise auf einer Höhe von 3,5 m in den Unterführungen mit Ausrichtung auf das Innere der Unterführung. Während des Untersuchungszeitraumes (Mitte Februar – Anfang April) wurden die Kameras zwei Mal pro Woche nach dem Zufallsprinzip in noch nicht überwachten Unterführungen installiert, so dass jede der 24 Unterführungen im Laufe des Untersuchungsraums für eine Dauer von insgesamt zwei Wochen (3+4+3+4 Tage) überwacht wurde. Nach Beendigung der Substratbettkontrollen stellten die Autoren für weitere 6 Wochen (Anfang April – Mitte Mai) die Kameras in allen Unterführungen auf, in denen Katzenspuren erfasst worden waren (19x). In dieser Zeit fotografierten die Kameras 20 cm über dem Boden entweder senkrecht zum unterquerenden Weg oder direkt in die Unterführung hinein um qualitativ hochwertigere Fotos von querenden Wild- oder Hauskatzen zu erlangen. Die Energieversorgung wurde durch Nickel-Metall-Hybrid-Akkus (NiMH) gewährleistet, die Bilder auf 2GB Compact Flash Cards (Sandisk) digital gespeichert und folgende Kameraeinstellungen verwendet: Motion Sensor: on; Sensitivity: very high; Pics per Trigger: 3 pics; Picture Interval: rapid fire; Quit Period: no delay; Night Mode: no default; Resolution: high (1,3 MP).

3.3. Unterführungs- und Umgebungsparameter

Es wurden zwölf verschiedene Parameter aufgenommen und deren Einfluss auf das Querungsverhalten der Wildtiere untersucht (Tab. 1). Um den methodischen Fehler der unterschiedlichen Breiten der Substratflächen zu überprüfen, wurde für die statistische Auswertung ein Faktor verwendet, der sich aus dem Prozentsatz der beprobten Fläche (1,5m * Breite) zur maximalen begehbaren Fläche (1,5m * Breite + x) ergab. Die motorisierte anthropogene Nutzung (Motorräder, Autos, LKW, landwirtschaftliche Fahrzeuge und Züge) und nicht motorisierte Nutzung (Fußgänger, Hunde, Fahrräder, Kinderwagen, Reiter etc.) innerhalb der Unterführungen wurde mit Hilfe der Kameraaufnahmen für jeweils 24 h eines Werktages ausgezählt. Die Bodenbedeckungen der Umgebungsparameter innerhalb zweier Flächen von 50x100 Metern auf jeder Seite der Unterführung (insgesamt 1 ha) wurden in Luftbildaufnahmen eingezeichnet und anschließend mit Hilfe von ArcView GIS 3.2.(2) digitalisiert und die Flächenangaben der Parameter berechnet.

3.4. Datenauswertung

Doppelzählungen von querenden Tieren ließen sich weder durch die Kamera- noch durch die Substratbettmethode ausschließen. Deshalb verwendeten die Autoren für die statistische Auswertung ausschließlich An- und Abwesenheitsdaten der verschiedenen Wildtierarten aus der Substratbettanalyse. Parameter, die für die Nutzung der Unterführungen durch möglichst viele Tierarten relevant sind, wurden mit Hilfe einer schrittweise ablaufenden multiplen Regression in SPSS 17.0 identifiziert. Die Gesamtanzahl der querenden Arten wurde als abhängige Variable definiert. Als Bestimmtheitsmaß diente der korrigierte R^2-Wert. Zur Bewertung der Testergebnisse wurde zusätzlich eine ROC-Kurvenstatistik durchgeführt, deren AUC-Wert („area under curve value") als Gütekriterium des Tests fungierte.

4. Ergebnisse

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes wurden elf verschiedene Säugetierarten durch die Erfassung von insgesamt 395 Spurenfolgen mit Hilfe der Substratbetten nachgewiesen. Die IR-Kameras belegten außerdem die Nutzung des Feldhasen (*Lepus europaeus*) und des Mauswiesels (*Mustela nivalis*). An einzelnen Unterführungen konnten die Autoren mit Hilfe der Fotobelege zwischen Baummarder (*Martes martes*), und Steinmarder (*Martes foina*) unterscheiden, deren Fußabdrücke in den Substratbetten meist nicht zu differenzieren waren. Des Weiteren erbrachten die Kameras Querungsereignisse von Hauskatzen (*Felis s. catus*) und vermeintlichen Wildkatzen (*Felis s. silvestris*), deren Unterscheidung durch die Spurenbettanalyse nicht möglich war. Insgesamt dokumentieren die Autoren 182 Querungsereignisse durch Fotobelege. In zwei Unterführungen beobachteten die Autoren Fledermäuse bei ihrem Unterquerungsflug. Außerdem wurden Trittsiegel von Kleinsäugern wie Bisam (*Ondatra zibethicus*), Maulwurf (*Talpa europaea*) und verschiedene Mausarten in den Sedimentablagerungen der Bachunterführungen entdeckt, die aufgrund des geringen Gewichtes der Tiere in den Sandsubstratbetten nicht nachzuweisen waren. Insgesamt nutzen somit mindestens 19 verschiedene Wildtierarten die Autobahnunterführungen als Querungsmöglichkeiten, von denen 14 Arten durch

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Tabelle 2. Übersicht der querenden Säugetierarten.
Table 2. Data of crossing mammal species.

deutscher Name	wissenschaft. Name	Anzahl genutzter Unterführungen insgesamt (Sand/Foto)	Querungen Sandbetten	Querungen Fotobelege
Rotfuchs	*Vulpus vulpus*	17 (11 / 16)	139	94
Dachs	*Meles meles*	15 (14 / 12)	99	32
Wildkatze	*Felis s. silvestris*	19 (18* / 4)	93*	7
Hauskatze	*Felis s. cauda*	/ 5)		26
Steinmarder	*Martes foina*	11 (8* / 8)	26*	8
Baummarder	*Martes martes*	/ 2)		2
Reh	*Capreolus capreolus*	3 (3 / 2)	26	8
Wildkaninchen	*Oryctolagus cuniculus*	3 (3 / 0)	6	0
Feldhase	*Lepus europaeus*	3 (0 / 3)	0	3
Iltis	*Mustela putorius*	2 (2 / 0)	2	0
Mauswiesel	*Mustela nivalis*	2 (0 / 2)	0	2
Braunbrustigel	*Erinaceus europaeus*	1 (1 / 0)	2	0
Eichhörnchen	*Sciurus vulgaris*	1 (1 / 0)	1	0
Wildschwein	*Sus scrofa*	2 (2/ 0)	2	0
Marderhund	*Nyctereutes procyonoides*	1 (1 / 0)	1	0
Querungsereignisse insgesamt			395	182

* sowohl die beiden großen Marderarten (Stein- und Baummarder) als auch die beiden Katzenarten (Wild- und Hauskatze) sind anhand der Trittsiegel nur schlecht oder überhaupt nicht zu unterscheiden, so dass sie jeweils als Gruppe in der Auswertung zusammengefasst wurden.

die beiden verwendeten Methoden nachgewiesen wurden (Tab. 2). Das Eichhörnchen (*Sciurus vulgaris)* wurde nur einmal und sonstige baumgebundene Bilche (Haselmaus, Siebenschläfer, Gartenschläfer) überhaupt nicht nachgewiesen.

Drei Kontrollgänge unter den beiden Talbrücken während Schneelage belegen die hohe Nutzung durch Füchse, Rehe und Wildschweine. So wurden unter der Talbrücke bei Höhr-Grenzhausen insgesamt acht Fuchs-, acht Reh- und vier Wildschweinwechsel gezählt. In der Talbrücke bei Montabaur fanden die Autoren die Trittsiegel von drei Rehen.

4.1. Einflüsse der Parameter auf die Artenanzahl querender Wildtiere

Von den untersuchten Unterführungsparametern beeinflussten sowohl die Unterführungsbreite ($R^2 = 0{,}335$; $p < 0{,}01$; Durbin-Watson = 1,645; T = 2,203, $p < 0{,}05$) als auch der Prozentsatz der beprobten Fläche ($R^2 = 0{,}335$; $p < 0{,}01$; Durbin-Watson = 1,645; T = 3,285, $p < 0{,}01$) die Anzahl der auf den Substratbetten nachgewiesenen Arten. Beide Parameter sind positiv mit der Anzahl querender Tierarten korreliert. Eine Korrelation zwischen den beiden Parametern Breite und beprobte Fläche bestand

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

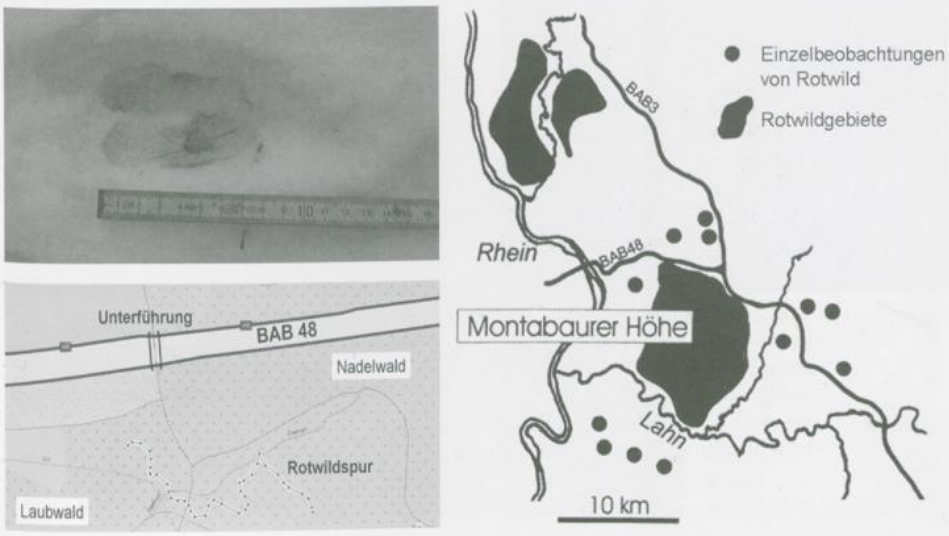

Abbildung 3. Fußabdruck und Spurfolge einer Rothirschgruppe (*Cervus elaphus*) in der Nähe einer Wirtschaftswegunterführung der A48, die mit GPS verfolgt wurde (links). Verbreitung des Rothirsches (rechts) auf der „Montabaurer Höhe" und Umgebung. Darstellung in Anlehnung an SIMON & KUGELSCHAFTER (1998).

Figure 3. Footprint and track of a red deer group (*Cervus elaphus*) nearby an underpass of the highway A48 (left). Distribution of red deer at the "Montabaurer Höhe" and surroundings (right). Map related to source of SIMON & KUGELSCHAFTER (1998).

nicht (Spearmann-Korrelation: R = -0,22; S = 2809,04; p = 0,29).

Relevante Umgebungsparameter waren die Größe der versiegelten Fläche in der näheren Umgebung der Unterführung (R^2 = 0,39; p < 0,01; Durbin-Watson = 2,631; T = -2,486, p < 0,01) und die Frequenz der nicht motorisierten menschlichen Nutzung (R^2 = 0,39; p < 0,01; Durbin-Watson = 2,631; T = -3,321, p < 0,05), die beide einen negativen signifikanten Einfluss auf die Artenanzahl hatten.

4.2. Nachweise seltener Tierarten

4.2.1. Der Rothirsch (*Cervus elaphus*)

Während des Untersuchungsraumes wurden keine Querungsereignisse von Rothirschen dokumentiert. Im Vergleich zu den häufigen Wildtierarten, wie Fuchs, Dachs, Reh etc., die fast im gesamten Untersuchungsgebiet verbreitet sind, kommt der Rothirsch ausschließlich auf der „Montabaurer Höhe" vor (Abb. 3). Mehrere Fußabdrücke und die Nachverfolgung einer Spurenfolge per GPS (Garmin 60CSx) im Schnee belegen die Anwesenheit von Rothirschen in unmittelbarer Nähe zu einer Wirtschaftswegunterführung der Autobahn A48 zwischen Hilgert und Ransbach-Baumbach (Abb. 3).

4.2.2. Der Marderhund (*Nyctereutes procyonoides*)

Das Vorkommen des Marderhundes im Untersuchungsgebiet wurde durch eine Spurenabfolge bestätigt (Identifikation durch die Wildtierexperten FRANZ MÜLLER und HERMANN SCHAUSTEN, pers. Mitt.) Die Trittsiegelmaße des erfassten Vorderfußes lagen bei einer Länge von 3,57 cm und einer Breite von 5,2 cm während der Hinterfuß 3,32 cm lang und 3,43 cm breit war, was mit Literaturwerten gut übereinstimmt (GHYSELINCK & PLATTES 2008). Das Tier nutze am 25.2.2009 die Unterführung zwischen Nentershausen und Großholbach von Nord nach Süd zur Unterquerung der Autobahn A3 (Abb. 4).

4.2.3. Die Europäische Wildkatze (*Felis silvestris*)

In 19 der insgesamt 24 untersuchten Unterführungen entdeckten die Autoren Trittsiegel bzw. Spurenfolgen von Katzen. Eine Unterscheidung zwischen Haus- und Wildkatze ist an-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

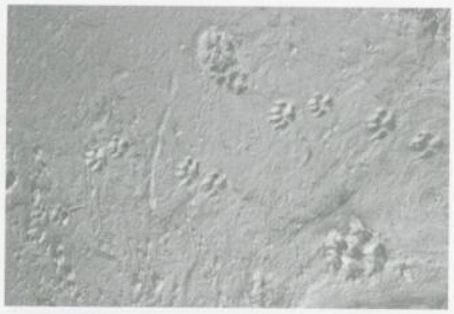

Abbildung 4. Fußabdruck und Spurfolge eines querenden Marderhundes (*Nyctereutes procyonoides*) innerhalb der Unterführung zwischen Nentershausen und Großholbach. Die unterschiedlich großen Fußabdrücke von Hinter- und Vorderfuß sowie die schlängelnde Laufbewegung sind im Fährtenbild gut zu erkennen.

Figure 4. Footprint and track of raccoon dog in the underpass between Nentershausen and Großhohlbach. Recognize different size of forefoot and hindfoot and the winding line of the track.

hand der Trittsiegel nicht möglich. Mit Hilfe der installierten Infrarotkameras konnten jedoch insgesamt 26 Querungsereignisse von Hauskatzen in fünf verschiedenen Unterführungen und sieben Querungen von Wildkatzen in vier anderen Unterführungen nachgewiesen werden (Abb. 5). Es wurden entweder Hauskatzen oder ausschließlich Wildkatzen in den einzelnen Unterführungen beim Queren fotografiert. Man muss jedoch beachten, dass eine Unterscheidung zwischen Wild- und Hauskatze nach rein äußeren Merkmalen durch Fotoaufnahmen mit abschließender Sicherheit nicht möglich ist.

Abbildung 6 zeigt die vier von Wildkatzen genutzten Unterführungen des Untersuchungsabschnittes, die durch die Parameter der nachstehenden Tabelle charakterisiert sind (Tab. 3).

5. Diskussion

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass viele verschiedene Wildtierarten Autobahnunterführungen als Querungsmöglichkeit nutzen. Dies gilt vor allem für die verschiedenen Beutegreifer wie Fuchs, Dachs, Marder oder Wildkatze, während Schalentierarten und Bilche die Unterführungen kaum nutzen. Bundesautobahnen mit hohem Verkehrsaufkommen müssen demnach nicht generell eine hohe Barrierewirkung auf alle Wildtierarten ausüben, wie es oft postuliert wird (RILEY et al 2006). Entscheidend für das Ausmaß des Zerschneidungseffektes sind vor allem die Dichte möglicher Unter- bzw. Überführungen sowie die Lebensraumqualität in der Umgebung der Querungsbauwerke (GLITZNER et al. 1999).

Abbildung 5. Infrarotaufnahmen von zwei querenden Wildkatzen (*Felis silvestris*). Die Unterführungen befinden sich jeweils unmittelbar am rechten Bildrand.

Figure 5. Pictures of two crossing wild cats (*Felis silvestris*). Underpasses are located at the right side in both pictures.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Abbildung 6. Übersicht der von Wildkatzen (*Felis silvestris*) genutzten Unterführungen (Katzensymbol) innerhalb des Westerwaldkreises. Graue Flächen markieren die Verbreitungsschwerpunkte der Westerwälder Wildkatzenpopulation (SCHIEFENHÖVEL & KLAR 2009). Quelle: Deutschlandkarte WIKIPEDIA.

Figure 6. Map of underpasses which were used by wild cats (*Felis silvestris* - catsymbol). Distribution of wild cats in the Westerwald is shown in grey color (SCHIEFENHÖVEL & KLAR 2009). Source of map: WIKIPEDIA.

Die hohe Dichte an Unterführungen innerhalb des Untersuchungsgebietes (etwa eine Unterführung pro km), sowie das größtenteils naturnahe Umfeld entlang der beiden Autobahnen bietet tendenziell zahlreiche Möglichkeiten für Wildtiere die Autobahnen A3 und A48 im Westerwaldkreis zu überwinden. Die Unterführungen sind für das Migrationsverhalten der Wildtiere und den Individuenaustausch innerhalb der Populationen enorm wichtig, denn die Autobahnen weisen mit 80.900 Kfz pro Tag (A3) und 40.900 Kfz pro Tag (A48: Landesbetrieb Straßen und Verkehr - LSV 2003) immens hohe Verkehrsdichten auf, die eine sichere Überquerung so gut wie unmöglich machen. Querende Wildtiere sind allerdings oft der Gefahr ausgesetzt vom Verkehr der unterquerenden Wege oder Straßen erfasst zu werden (KLAR et al. 2009). Allein auf der autobahnparallelen Landesstraße 318 zwischen Nentershausen und Kleinholbach (3 km) wurden innerhalb der letzten 10 Jahre drei Wildkatzen in der Nähe der Autobahnunterführung der L318 überfahren (SCHIEFENHÖVEL & KLAR 2009). Das geringe Querungsverhalten der Schalentierarten in den untersuchten Unterführungen, weist darauf hin, dass Wildschweine, Rehe und Rothirsche Fluchttiere sind, für die der dunkle Tunnel einer Unterführung eine stärkere abweisende Wirkung hat als für die meist erdbautenbewohnenden Beutegreifer wie Fuchs, Dachs oder Wildkatze. Da sich der Untersuchungszeitraumes jedoch außerhalb der Paarungszeit der Schalentierarten befand und besonders Rothirsch und Wildschwein während der Brunft- bzw. Rauschzeit ein erheblich höheres Migrationsverhalten zeigen, ist es durchaus möglich, dass die genannten Schalentierarten in einer anderen Jahreszeit die Autobahnunterführungen häufiger unterqueren.

5.1. Artenanzahl der querenden Wildtierarten – abgeleitete Empfehlungen zur Verbesserung der Querungsbauwerke

Wie die Ergebnisse zeigen hat die **Breite der Unterführung** einen positiven Effekt auf die Anzahl der querenden Arten. Im Falle von Schwarz-, Rot-, und Rehwild wird eine Unterführungsbreite von 8 bis 15 m als minimal erachtet (SETRA 1993, MAQ 2008). Obwohl die beiden Talbrücken im Untersuchungsgebiet nicht explizit mit Feinsubstratbetten untersucht wurden, kommt Ihnen auf Grund der großen Breite eine besondere Bedeutung zu. Die Talbrücke nördlich von Höhr-Grenzhausen hat für die Vernetzung der Waldflächen der Montabau-

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

Tabelle 3. Übersicht der Parameter der vier von Wildkatzen (*Felis silvestris*) genutzten Unterführungen. Die Reihenfolge der Unterführungen stimmt mit der bildlichen Reihenfolge in Abbildung 6 von links nach rechts überein.

Table 3. Parameter of underpasses which are used by wild cats (*Felis silvestris*). List of underpasses at the table is similar to the order of underpasses at figure 6.

Unterführung	**W-weg**	**K 101**	**K 103**	**L 318**
Unterquerender Verkehrsweg / Unterführungstyp	Forstweg	Straße	Straße	Straße
Länge [m]	31,6	55,2	42,1	43
Ø Höhe [m]	4,8	4,9	5,75	5,4
Ø Breite [m]	5,05	9,05	9,2	11,7
motorisierte anthropogene Nutzung [Ø Kfz / 24h; LBM Diez 2005]	?	>1000	2000	5581
nicht motorisierte anthropogene Nutzung [24 h-zählung Fotofalle]	44	1	3	1
Gehölz- und Waldfläche [% von 1ha Umgebungsfläche]	93,25	58,04	54,75	37,13
Offenfläche - Wiese, Acker, Brache [% von 1ha Umgebungsfläche]	0	27,56	35,75	38,15
versiegelte Fläche [% von 1ha Umgebungsfläche]	6,75	14,4	9,5	24,72
Entfernung nächste Bebauung [m]	820	168	600	560
Entfernung nächster Wald [m]	0	178	0	459
Entfernung nächste Querungsmöglichkeit [m]	1910	102	1003	209

rer Höhe mit den Waldgebieten des Kreises Neuwieds eine Schlüsselrolle und eine Ausweitung des angrenzenden Gewerbegebietes sollte unbedingt verhindert werden. Beim Neubau von Autobahnen sollte verstärkt auf die Errichtung möglichst breiter Querungsbauwerke, wie reine Wildtierunterführungen, Tal- und Grünbrücken von mindestens 50 m Breite geachtet werden (GEORGII 2008, MAQ 2008).

Neben der Breite der Unterführungen wurde die Artenanzahl positiv von der **beprobten Fläche** beeinflusst. Beide Variablen scheinen einen voneinander unabhängigen Einfluss auf die erfasste Artenzahl zu haben. Der positive Einfluss der beprobten Fläche auf die Artenanzahl lässt vermuten, dass Tiere die Autobahn entlang der nicht beprobten Fahrbahn querten und deshalb auf den Substratbetten keine Spuren hinterließen. Diese Vermutung konnte jedoch mit Hilfe der Infrarotkameras widerlegt werden (Tab. 2): Es wurden keine Wildschweine oder Rothirsche per Kamera erfasst, was sich bis auf zwei Ausnahmen mit den Ergebnisse der Spurenbettanalyse deckt. Fotoaufnahmen querender Rehe wurden nur für die beiden Eisenbahn- und eine Wirtschaftswegunterführung festgehalten, was äquivalent durch die Fußspuren belegt wurde. Deckungsgleiche Ergebnisse konnten für den Dachs und die beiden Marderarten erzielt werden. Lediglich beim Fuchs und den selten nachgewiesenen Arten wie Wildkaninchen, Feldhase oder Iltis wichen die Ergebnisse der beiden Methoden voneinander ab. Querungsereignisse des Fuchses waren mit Hilfe der Kameras im Vergleich zur Spurbettanalyse effizienter (16 Unterführungen durch Fotobelege / 11 Unterführungen durch Spurenbelege). Diese Diskrepanz ist durch die hohe Ähnlichkeit der Fuchsspur mit einer Hundespur zu erklären, die eine genaue Erfassung der Fuchsspuren schwierig macht. Unterführungen mit wenig asphaltierter, befahrener Fläche und dementsprechend mit großer „beprobter" Fläche wurden also von mehr querenden Tierarten genutzt. Bei der Anlegung neuer Straßenunterführungen sollte demnach die nicht befahrene asphaltfreie Fläche maximiert werden.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg Frankfurt am Main

Die **versiegelte Fahrbahnoberfläche** innerhalb der Unterführungen hat auf viele Kleinsäuger eine bewegungs- und ausbreitungshemmende Wirkung (WILHELM & PALIOCHA 1997). So hatte die Größe der versiegelten Fläche in der nahen Umgebung der Unterführung einen negativen Einfluss auf die Anzahl querender Arten. Der Rückbau der Asphaltdecke in wenig genutzten Wirtschaftswegunterführungen und deren Umgebung ist als Verbesserungsmöglichkeit in Betracht zu ziehen. Bei der Errichtung neuer Unterführungen sollte man auf eine Verwendung von Schotter- bzw. Erdmaterial achten und auf eine Versiegelung im Umfeld von mindestens 50 m verzichten (MAQ 2008).

Die **nicht motorisierte anthropogene Nutzung** der Unterführungen (Fußgänger, Hunde, Fahrräder, Kinderwagen, Reiter etc.) hatte ebenfalls einen statistisch negativen Einfluss auf die Artenanzahl querender Wildtiere, während die motorisierte Nutzung (Motorräder, Autos, LKW, landwirtschaftliche Fahrzeuge und Züge) keinen signifikanten Einfluss hatte. Demnach beeinträchtigt die Freizeitnutzung durch Sparziergänger etc. die Wildtiere stärker, was WEBER & BRAUMANN (2008) äquivalent für Brücken und Kleintierdurchlässe belegen. Meist sorgt die Wahrnehmung des Geruchs von Menschen oder Hunden für stärkeres Fluchtverhalten bei Wildtieren (BÜTZLER 2001, WESTHEIDE & RIEGER 2004), als dies bei der rein akustischen oder visuellen Wahrnehmung von Kraftfahrzeugen der Fall ist. Fast alle Querungsereignisse von Wildtieren fanden nachts zum Zeitpunkt der geringsten anthropogenen Nutzung stattfand. Das bedeutet, dass die Sparziergänger und deren Hunde etc. vermutlich eine länger andauernde negative geruchliche Wirkung auf das Querungsverhalten der Wildtiere hat, als die Reifenabdrücke des Kraftverkehrs. Demnach könnte eine am Tage stark durch Sparziergänger frequentierte Wirtschaftswegsunterführung von Wildtieren eher gemieden werden, als eine tagsüber stark befahrene Straßenunterführung mit wenig Fußgängerverkehr. Die Nutzungsfrequenz durch Wildtiere könnte man für Unterführungen, in denen man auf die Freizeitnutzung durch Sparziergänger verzichten kann (Bachunterführungen im Untersuchungsgebiet Kleiner Saynbach), durch eine Versperrung der zuführenden „Schleichwege" verbessern (WEBER & BRAUMANN 2008). Eine weitere Erklärung für den negativen Einfluss der nicht motorisierten Nutzung könnte sein, dass die vorhandenen Spuren der Wildtiere durch menschliche Spuren unkenntlich gemacht und deshalb nicht erfasst wurden.

Weitere querungsverbessernde Maßnahmen für Wildtiere sind der Erhalt und die Erhöhung der Leitstrukturen sowie die Vermeidung der Jagd in der Nähe der Unterführungen (MAQ 2008). Außerdem kann die Verwendung von helleren Baustoffen für die oberen Seiten- und Deckenwände im Vergleich zum dunklen Sockel einer Unterführung, bzw. der helle Anstrich der oberen Partien besonders die Nutzung durch Schalentierarten erhöhen (MAQ 2008, WÖLFEL & KRÜGER 1991). Der dunkle Sockel soll dem querenden Wild ein subjektives Deckungsgefühl vermitteln (KRAMER-ROWOLD & ROWOLD 2001).

Alle Empfehlungen für verbessernde Maßnahmen gelten primär für verkehrsberuhigte Unterführungen und können in der positiven Wirkung für die verschiedenen Arten unterschiedlich stark ausfallen. Die Aufwertung von Straßenunterführungen sollte nur durchgeführt werden, wenn die Bedeutung der Nutzungserhöhung gegenüber dem Unfallrisiko des unterquerenden Verkehrs überwiegt.

5.2. Nutzungsverhalten von seltenen Tierarten

5.2.1. Der Rothirsch (*Cervus elaphus*)

Querungsereignisse von Rothirschen fanden innerhalb des Untersuchungszeitraumes überhaupt nicht statt und sind im Untersuchungsgebiet generell eher selten (SIMON & KUGELSCHAFTER 1998, pers. Mitt. REICH). Ebenso wie Rehe und Wildschweine meidet der Rothirsch als Schalentier die Autobahnunterführungen (GEORGII 2008). Autobahnabschnitte mit einer geringen Anzahl an „normalen" Unterführungen, vor allem Talbrücken sowie Eisenbahnunterführungen haben demnach eine enorm hohe Trennwirkung auf die Schalentierpopulationen. In diesem Fall sind breit angelegte Wildtierunterführungen mit einer Mindestbreite von 50 m und Mindesthöhe von 10 m und vor allem Grünbrücken wichtige Bauwerke um einen Individuenaustausch über die Autobahn hinweg zu ermöglichen (KRAMER-ROWOLD & ROWOLD 2001, MAQ 2008). Obwohl Autobahnunterführungen gemieden werden, bieten Autobahnböschungen, die durch den Wildschutzzaun meist gut vom Verkehrskörper abgetrennt sind, besonders den Schaltentierarten attraktive Äsungs- und Ruhefläche (ELLENBERG et al. 1981), was zu einer signifikanten Minderung der Fluchtbereitschaft führen kann (MACZEY & BOYE 1995). Dies wurde durch die Nachverfolgung einer Spurenfolge mehrere Rothirsche in unmittelbarer Nähe zur Autobahn A48 und durch Beobachtungen von

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Rehen in den autobahnnahen Einständen bestätigt. Negative Auswirkungen durch die andauernde monotone Lärmkulisse von Autobahnen auf Säugetiere konnten generell bisher nicht belegt werden (GLITZNER et al. 1998). Nichts desto trotz zeigen Rothirsche und andere Schalentierarten beim Überqueren von Straßen erhöhte Fluchtbereitschaft. Demnach könnte die Verringerung der Lärmkulisse (um mindestens 4 db) und die visuelle Abschirmung der Autobahn durch Lärmschutzwände (min. 2 m hoch) im Portalbereich der Unterführungen das Querungsverhalten des Rothirsches vermutlich erhöhen (MAQ 2008).

Die Rothirschpopulation der Montabaurer Höhe hat die Autobahnen A3 und A48 in Laufe der Zeit als „natürliche" Grenze angenommen, was für zahlreiche andere Säuger bekannt ist (HERRMANN et al. 1997, HERRMANN 2005). Hinzu kommt, dass die beiden Autobahnen die nördliche Grenze des Rotwildbewirtschaftungsgebietes „Montabaurer Höhe" sind. Demnach befindet sich ein Rothirsch, wenn er doch einmal die Autobahnen nach Norden überwunden hat im abschussfreien Gebiet und muss von dem ansässigen Jäger geschossen werden (SIMON & KUGELSCHAFTER 1998, pers. Mitt. Sascha Reusch). Ein Fortbestand dieser Regelung hat auf lange Sicht vermutlich einen genauso hohen Einfluss auf die Ausbreitungsmöglichkeit des Rothirsches der Montabaurer Höhe, wie es die Barrierewirkung der beiden Autobahnen hat.

5.2.2. Der Marderhund (*Nyctereutes procyonoides*)

Der Einzelnachweis eines Marderhundes durch die Spurfolge innerhalb der Unterführung der A3 zwischen Kleinholbach und Nentershausen stellt eine der wenigen gesicherten Nachweise des Marderhundes für den Westerwald dar. Er wurde im Westerwald bislang nur selten beobachtet (BOSSELMANN 2009). Ein sicherer Nachweis durch ein Foto oder einen Totfund fehlt bisher. Trotzdem lassen die Beobachtungshinweise vermuten, dass diese Großsäugerart bereits häufiger im Westerwald vorkommt, als oft angenommen wird. Der Marderhund hat sich ähnlich wie der Waschbär in den vergangenen Jahren von Osten her über Deutschland ausgebreitet (GEBHARD et al. 1998, HOHMANN 2001).Vermutlich ist er ähnlich wie andere nacht- und dämmerungsaktive Säuger (Luchs, Wildkatze, Waschbär etc.) (HUPE & SIMON 2007, SCHIEFENHÖVEL & KLAR 2009) aufgrund der niedrigen Dichte und scheuen Lebensweise im Untersuchungsgebiet lange Zeit übersehen worden.

5.2.3. Die Europäische Wildkatze (*Felis silvestris*)

Das Verbreitungsgebiet der Wildkatzen deckt sich auf der Montabaurer Höhe deutlich mit dem Kerngebiet des Rothirsches (SCHIEFENHÖVEL & KLAR 2009), was die ähnlichen Lebensraumansprüche der beiden naturschutzrelevanten Leitarten verdeutlicht (SIMON & RAIMER 2002). Durch den ganzjährigen Jagdschutz besiedelt die Wildkatze neben der Montabaurer Höhe auch weite Teile des restlichen Untersuchungsgebietes. Die Verbreitungsgebiete der Westerwälder Wildkatzenpopulation erstrecken sich vom Lahntal aus nordwärts unmittelbar bis an die beiden Autobahnen heran und haben ihre Kerngebiete auf der Montabaurer Höhe, im Gelbbachtalsystem, sowie in den sonnenexponierten Lahnhängen (Abb. 6: SCHIEFENHÖVEL & KLAR 2009). Im Vergleich zum Rothirsch, der bedingt durch das artspezifische Meidungsverhalten der Unterführungen nur in wenigen Ausnahmefällen die Autobahnen überschritt (SIMON & KUGELSCHAFTER 1998), haben Wildkatzen in der Vergangenheit die Autobahnen an mehreren Stellen überwunden. Die enorm hohe Anzahl (93) an Katzenspuren in 19 der 24 untersuchten Unterführungen, lässt für die taxonomische Einheit „Katze" eine hohe Nutzungsfrequenz der Querungsbauwerke erkennen. Die Fotobelege verdeutlichen, dass es sich in vielen Fällen (26 Querungsereignisse in fünf Unterführungen) um Hauskatzen gehandelt haben muss, welche durch ihr menschlich geprägtes Umfeld wenig Scheu vor einer Autobahnunterquerung haben. Allerdings lassen die sieben Querungsereignisse der vermeintlichen Wildkatzen in vier verschiedenen Unterführungen erkennen, dass diese Wildkatzen, ähnlich wie ihre Verwandten, die Unterführungen als Bestandteil ihrer Umwelt wahrnahmen und zur Unterquerung der Autobahn nutzten. Aufgrund des optischen Vergleichs der Körpergröße, der Fellmusterung und Fellfleckung der querenden Wildkatzen gehen die Autoren von mindestens vier verschiedenen Individuen aus. Die drei von Wildkatzen genutzten Straßenunterführungen der A3 im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes liegen nur 560 m, 600 m und 168 m Luftlinie von der nächsten Ortschaft entfernt (Tab. 3), was entgegen KLAR et al. (2008) auf ein relativ geringes Meidungsverhalten der fünf hier querenden Wildkatzen zu menschlichen Bebauungen hinweist. Lediglich die Unterführung an der A48 lag gänzlich im Wald und mit 820 m Entfernung zur nächsten Ort verhältnismäßig abgeschieden. Das recht hohe Verkehrsaufkommen auf den unterquerenden Kreistraßen (K101 und K103) von 1000 bis 2000

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Kfz pro Tag und über 5000 Kfz pro Tag auf der Landesstraße L318 schien die Wildkatzen an einer Querung nicht zu hindern. Die Katzen nutzten alle Unterführung im Zeitraum der geringsten menschlichen Aktivität, was KLAR et al. (2009) gleichermaßen für 12 telemetrierte Wildkatzen in der Eifel belegen. Problematisch könnte es demnach werden, wenn die unterquerende Straße über eine hohe nächtliche Verkehrsnutzung verfügt (KLAR et al. 2009). Entgegen mancher Studien, die die Effizienz von Autobahnunterführungen als gering einstufen (OLBRICH 1984, LERBER 1994, JENNY ET AL. 1997, CLEVENGER & WALTHO 2005), gehen die Autoren zwar nicht für die Schalentierarten aber für das Nutzungsverhalten der Wildkatze und anderer Beutegreifer von einer hohen Bedeutung aus.

6. Zusammenfassung

Die steigende Ausdehnung des Verkehrsnetzes und der Siedlungsflächen zerschneiden immer mehr Lebensräume, was zur Isolation von Tier- und Pflanzenpopulationen bis hin zum Aussterben von Arten führen kann. Die zunehmende Verkehrsdichte und die damit verbundene steigende Mortalitätsrate querender Wildtiere sind vor allem für bedrohte und seltene Tierarten wie Wildkatze, Luchs, Wolf und Rothirsch gravierend. Besonders bei stark befahrenen Autobahnen und Eisenbahntrassen mit hoher Barrierewirkung können Über- und Unterführungsbauwerke eine entscheidende Rolle zur Überwindung dieser Verkehrsachsen spielen. Im Rahmen dieser Studie wurden Querungsereignisse verschiedener Wildtierarten an 24 Autobahnunterführungen durch standardisierte Feinsubstratbetten sowie durch Infrarotkameras erfasst und in Beziehung zu bauwerks- und umgebungsbeschreibenden Parametern (wie Länge, Höhe, Breite, anthropogene Nutzung, Gehölz-, Wald-, Offen- und Bebauungsfläche sowie Entfernung zum nächsten Wald, zur nächsten Bebauung oder zur nächsten Unterführung) gesetzt. Die Unterführungen verteilten sich entlang einer Strecke von 40 km der Bundesautobahnen A3 (>80.000 Kfz pro Tag, Landesbetrieb Mobilität RLP, LBM 2005) und A48 (40.000 Kfz pro Tag, Landesbetrieb Mobilität RLP, LBM 2005) quer durch den Westerwaldkreis im Nordosten von Rheinland-Pfalz. Insgesamt konnten die Autoren im Untersuchungszeitraum 2009 von Mitte Februar bis Mitte Mai, 577 Querungsereignisse von 14 verschiedenen Wildtierarten durch die beiden Methoden nachweisen. Der positive Einfluss der Unterführungsbreite sowie der Einfluss der Größe der Beprobungsfläche auf die Artenanzahl querender Wildtiere wird diskutiert. Ebenso wird die Verringerung der Artenanzahl durch die Zunahme der versiegelten Fläche in der Umgebung sowie durch die Zunahme der nicht motorisierten anthropogenen Nutzung analysiert. Die Autoren stellten fest, dass die Autobahnunterführungen von den meisten Beutegreifern des Untersuchungsgebietes gut angenommen wurden. Im Gegensatz dazu mieden die Schalentierarten die Querungsbauwerke. Die Nutzung zweier Talbrücken von mehreren Wildschweinen und Rehen sowie die Bevorzugung der Eisenbahnunterführung durch Rehe und die positive Korrelation der Unterführungsbreite zur Artenanzahl querender Wildtiere macht die enorme Wichtigkeit solcher belichteter breiter Unterführungen für die Schalentierarten deutlich. Neben dem für das Untersuchungsgebiet seltenen Nachweis eines querenden Marderhundes wird die Barrierewirkung der Autobahnen für die beiden naturschutzrelevanten Leitarten Rothirsch und Wildkatze ausführlich analysiert.

Danksagung

Die Autoren danken vor allem MONIKA ARNOLD, Arbeitskreis Tierschutz des BUND in Rheinland-Pfalz, die die umfangreichen Voruntersuchungen begleitete und bei der Ausbringung und Kontrolle der Substratbetten mitwirkte. Ein besonderer Dank gilt der BUND Kreisgruppe des Westerwaldes für die Finanzierung und Bereitstellung von drei der Infrarotkameras, sowie Dr. MATHIAS HERRMANN vom Büro Öko-Log für die Ausleihe der restlichen drei Kameras. Vielen Dank an HEDDO ISBERT und GEORG WEYER vom Landesbetrieb für Mobilität in Diez ohne deren Zustimmung und Unterstützung sowohl die Installation der Kameras als auch der Substratbetten unmöglich gewesen wäre. Ebenso danken wir den zuständigen Straßenmeistereien in Diez und Montabaur für die Ausbringung des Substratsandes sowie GERHARD HEROLD vom Autobahnamt Montabaur für die notwendigen Autobahnpläne. Zu guter Letzt möchten wir MANFRED BRAUN für die Durchsicht des Manuskriptes danken. Alle Ausführungen dieser Arbeit sind die Ergebnisse eines Projektes der Will & Liselott Masgeik-Stiftung für Natur- und Landschaftsschutz.

Literatur

BANG, P. & DAHLSTRÖM, P. (2000): Tierspuren-Fährten, Fraßspuren, Losungen, Gewölle und andere. – München (BLV-Verlagsgesellschaft), 263 S.

BEKKER, H. G. J. & CANTERS, K. J. (1997): The continuing story of badgers and their tunnels. In: CANTERS, K. J., PIEPERS, A. & HENDRIKS-HEERSMA, D. (Eds.), Habitat Fragmentation an Infrastructure. Conference Proceedings. Ministry of Transport, Public Works and Water Management. – Delft, 344–353

BLASCHKE, M. (2002): Daten zur Natur. Bundesamt für Naturschutz – Bonn, 217 S.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

BOSSELMANN, J. (2009): Pflanzen und Tiere in Rheinland-Pfalz, Naturschutzbund Deutschland. – Jahresbericht 2008 (Mayen) **19**, 256 S.

BOUCHNER, M. (1982): Der Kosmos-Spurenführer. Spuren und Fährten einheimischer Tiere. – Stuttgart (Franck´sche- Verlagshandlung), 271 S.

BÜTZLER, W. (2001): Rotwild: Biologie, Verhalten, Umwelt, Hege. – München (BLV-Verlagsgesellschaft), 265 S.

CLARKE, G. P., WHITE, P. C. L. & HARRIS, S. (1998): Effects of roads on badger (*Meles meles*) populations in south-west England. – Biological Conservation (Barking, Essex,UK) **86**, 117–124

CLEVENGER A. P. & WALTHO, N. (2005): Performance indices to identify attributes for highway crossing structures facilitating movement of large mammals – Biological Conservation (Barking, Essex,UK) **121**, 453–464

ELLENBERG, H., MÜLLER, K. & STOTTELE, T. (1981): Straßen-Ökologie. Ökologie und Straße. 3. Ausgabe. – Bonn (Broschürenreihe der Deutschen Straßenliga), 122 S.

GEBHARD, H., KINZELBACH, R. & SCHMIDT- FISCHER, S. (1998): Gebietsfremde Tierarten. Auswirkungen auf einheimische Arten, Lebensgemeinschaften und Biotope. Situationsanalyse. – Landsberg (Ecomed Verlagsgesellschaft), 314 S.

GEORGII, B. (2008): Barrieren überwinden Praxisleitfaden für eine wildtiergerechte Raumplanung. – Deutscher Jagdschutzverband (Bonn), 20 S.

GHYSELINCK, H. & PLATTES, S.(2008): Spurenführer. Trittsiegel, Trittbilder und Losung von Säugetieren entlang der Wasserläufe erkennen. Broschüre Otter-LIFE Projekt: „Renaturierung des Lebensraumes des Fischotters Be&Lu". Hrsg. Parc Naturel Haute-Sûre Forêt d'Anlier. – Dinat, 64 S.

GLITZNER, I., BEYERLEIN, P., BRUGGER, C., EGERMANN, F., PAILL, W., SCHLÖGEL, B. & TATARUCH, F. (1999): Literaturstudie zu anlage- und betriebsbedingten Auswirkungen von Straßen auf die Tierwelt. Endbericht. Erstellt im Auftrag des Magistrates der Stadt Wien, Abteilung 22 – Umweltschutz. "G5" – Game-Management. – Graz, 235 S.

HERRMANN, M.; MÜLLER-STIEß, H. & TRINZEN, M. (1997): Bedeutung von Grünbrücken für Dachse (*Meles meles* L.). In: PFISTER, H.P., V. KELLER, H. RECK & GEORGII, B. (1997). Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Bundesministerium für Verkehr. – Bonn **756**, 590 S.

HERRMANN, M. (2005): Untersuchungen zur Verteilung, Raumnutzung und Population von Dachsen an der B31neu. In: GEORGII, B., E. PETERS-OSTENBERG, M. HENNEBERG, M. HERRMANN, H. MÜLLER-STIEß, L. BACH & KNAUER F. (2007): Nutzung von Grünbrücken und anderen Querungsbauwerken durch Säugetiere. – Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik (Bonn) **971**, 88 S.

HOHMANN, U. (2001): Stand und Perspektiven der Erforschung des Waschbären in Deutschland. – Beiträge zur Jagd- und Wildforschung (Melsungen) **26**, 181–186

HOHMANN, U. (2003): Gutachterliche Stellungsnahme zur Barrierewirkung von Strassen für Rotwild (*Cervus elaphus*) dargestellt am Pfälzerwald/ Nordvogesen – Literaturübersicht, Situationsanalyse, Empfehlungen. – Internetdokument der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland- Pfalz, 45 S., http://www.fawf.wald-rlp.de

HUPE, K. & SIMON, O. (2007): Die Lockstockmethode – eine nicht invasive Methode zum Nachweis der Europäischen Wildkatze (*Felis silvestris silvestris*). – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen (Hannover) **1.** 66–69

JENNY, D., LERBER, F. v., KELLER , V. & PFISTER, H. P. (1997): Nutzung der Grünbrücken über die B31neu durch größere Säuger. In: PFISTER, H.P., V. KELLER, H. RECK & GEORGII, B. (1997). Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik. Bundesministerium für Verkehr. – Bonn **756**, 590 S.

KLAR, N., FERNÁNDEZ, N., KRAMER-SCHADT, S., HERRMANN, M., TRINZEN, M., BÜTTNER, I. & NIEMITZ, C. (2008): Habitat selection models for European wildcat conservation. – Biological Conservation (Barking, Essex,UK) **141,** 308–319

KLAR, N., HERRMANN, M. & KRAMER-SCHADT, S. (2009): Effects and Mitigation of Road Impacts on Individual Movement Behavior of Wildcats. – The Journal of Wildlife Management (Lawrence) **73** (5), 8

S. KRAMER-ROWOLD, E. M., & ROWOLD, W. A. (2001): Zur Effizienz von Wilddurchlässen an Strassen und Bahnlinien. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen (Hildesheim) 21. Jahrgang (**1**) 2–58

LERBER, F. (1994): Videoüberwachungen an Bauwerken entlang der N1, RN9 und N7. – Spezialbericht im Rahmen des Projekts Wildtierpassagen an Straßen. Schweizerische Vogelwarte (Sempach), 43 S.

MACZEY, N. & BOYE, P. (1995): Lärmwirkungen auf Tiere – ein Naturschutzproblem? – Natur und Landschaft (Bonn) **70**, 545–549

MAQ (2008): Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen. – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Köln), 48 S.

MÖHLICH, T. & KLAUS, S. (2003): Die Wildkatze (*Felis silvestris*) in Thüringen. – Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen (Jena) **4**, 109–135

MÜLLER, S. & BERTHOUD, G. (1995): Sicherheit Faune/ Verkehr. Praktisches Handbuch für Bauingenieure. Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne, Département de génie civil. Auflage. – Lausanne, 135 S.

OLBRICH, P. (1984): Untersuchungen der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. – Zeitschrift für Jagdwissenschaft (Berlin) **30**, 101–116

PIECHOCKI, R. (1990): Die Wildkatze. 1. Auflage. – Wittenberg Lutherstadt (Ziemsen Verlag), 232 S.

PIERPAOLI, M., BIRÓ, S., HERRMANN, M., HUPE, M., K., FERNANDES, M., RAGNI, B., SZEMETHY, L., & RANDI, E. (2003): Genetic distinction of wildcat (*Felis silvestris*) populations in Europe, and hybridization with domestic cats in Hungary. – Molecular Ecology (Vancouver) **12**, 2585–2598.

RILEY, S. P. D., POLLINGER, J. P., SAUVAJOT, R. M., YORK, E. C., BROMLEY, C., FULLER, T. K., & WAYNE,

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

R. K. (2006): A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. – Molecular Ecology (Vancouver) **15**, 1733–1741

REUTHER, C. (2002): Straßenverkehr und Otterschutz. Naturschutz praktisch Nr. 3. – Hankensbüttel (Aktion Fischotterschutz e. V), 40 S.

ROTH, H. J., EBERTH, H. A. & KREMER, B. P. (1997): Kulturlandschaft Westerwald: Perspektiven einer ökologischen Regionalentwicklung. – Pollichia-Buch (Bad Dürkheim) **35**, 135 S.

SCHADT, S., KNAUER, F. & KACZENSKY, P. (2000): Habitat- und Ausbreitungsmodell für den Luchs in Deutschland. In: Laufender Seminarbeiträge: Zerschneidung als ökologischer Faktor. – Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (Laufen/Salzbach) **37**, 45 S.

SCHIEFENHÖVEL, P. & KLAR, N. (2009): Die Ausbreitung der Wildkatze (*Felis silvestris)* im Westerwald – eine streng geschützte Art auf dem Vormarsch. – Fauna Flora Rheinland-Pfalz (Landau) **11**(3), 941–960

SETRA (Service d´Etudes Techniques des Routes et Autoroutes) (1993): Passages pour la grande faune. Centre de la Sécurité et des Technique Routiére. – Bagneux Cedex. 121 S.

SIMON, O. & KUGELSCHAFTER, K. (1998): Das Rotwild der Montabaurer Höhe – Nutzerkonflikte und Lösungsansätze, Schriftenreihe des Arbeitskreises Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e.V. (Remshalden) **24**, 172 S.

SIMON, O. & RAIMER, F. (2002): Lebensräume und Wanderkorridore der Wildkatze – Habitate und Vernetzungslinien für den Rothirsch. In: Der Rothirsch. Ein Fall für die Rote Liste? – Neue Wege für das Rotwildmanagement. – Tagungsband zum Rotwildsymposium der deutschen Wildtierstiftung in Bonn vom 30.05. – 01.06.2002 (Bonn), 291–300.

STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ (2006): Kreisfreie Städte und Landkreise in Rheinland-Pfalz. – Ein Vergleich in Zahlen (Bad Ems), 128 S.

UMWELTBUNDESAMT – FÜR MENSCH UND UMWELT (2008): Schutz der biologischen Vielfalt und Schonung von Ressourcen – Warum wir mit Flächen sorgsam und intelligent umgehen müssen. – Dessau-Roßlau, 23 S.

WILHELM, P. & PALIOCHA, E. (1997): Bedeutung von Grünbrücken für Kleinsäuger, untersucht an den Grünbrücken an der B31neu (Stockach- Überlingen), an der B33neu (Markelfingen- und im Fôret de la Hardt (Elsass)). – Forschung Straßenbau und Verkehrstechnik (Bonn) **756,** 245–362

WEBER, A. & BRAUMANN, F. (2008): Effizienz von Brücken und Kleintierdurchlässen als Migrationshilfen für Säugetiere – Hinweise zur Planung artenschutzkonformer Querungsbauwerke. – Naturschutz und Landschaftsplanung (Stuttgart) **9**, 280–288

WESTHEIDE, W. & RIEGER, R. (2004): Spezielle Zoologie Teil2 – Wirbel- oder Schädeltiere. „Fissipedia", Landraubtiere. – Heidelberg, Berlin (Spektrum Verlag), 586–593

WÖLFEL, H. & KRÜGER, H. H. (1991): Gestaltungsmöglichkeiten von Wilddurchlässen an Autobahnen. Neubau Bundesautobahn BAB 395, Teilstück Oderwald. – unveröff. Gutachten des Institut für Wildbiologie und Jagdkunde (Göttingen), 55 S.

Anschriften der Autoren:
Dipl.-Biol. PHILIPP SCHIEFENHÖVEL, Will & Liselott Masgeik-Stiftung für Natur- und Landschaftsschutz, Am Hartenberg 1, D-56414 Molsberg; E-Mail: ps@masgeik-stiftung.de; Dipl.-Biol. SABRINA ARNOLD , Julius-Maximilian Universität Würzburg, Friedrich-List Straße 4, D-97218 Gerbrunn; E-Mail: blinderfisch@gmx.de; DR. BRITTA KUNZ, Institut für Ökologie, Evolution und Diversität, Goethe-Universität Frankfurt, Siesmayerstraße 70, Haus B, D-60323 Frankfurt am Main; E-Mail: b.kunz@bio.uni-frankfurt.de.

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg
Frankfurt am Main

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Decheniana

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: 163

Autor(en)/Author(s): Kunz Britta K., Schiefenhövel Philipp, Arnold Sabrina

Artikel/Article: Autobahnunterführungen als Querungsmöglichkeit für Wildtiere 121-135