Zerschneidungswirkung von Autobahnen und Lösungsansätze zur Minderung der Barrierewirkung von Verkehrsachsen im Südwesten von Luxemburg

erarbeitet von

SICONA-Westen/Biologische Station SICONA

in Zusammenarbeit mit

Öko-log Freilandforschung, Zweibrücken/Pfalz

mit der finanziellen Unterstützung des

Ministère de l'Environnement

September 2005

Zerschneidungswirkung von Autobahnen und Lösungsansätze zur Minderung der Barrierewirkung von Verkehrsachsen im Südwesten von Luxemburg

erarbeitet von

SICONA-Westen/Biologische Station SICONA

in Zusammenarbeit mit

Öko-log Freilandforschung, Zweibrücken/Pfalz

mit der finanziellen Unterstützung des

Ministère de l'Environnement

Bearbeiter:
Claudine Junck, Dipl.-Biol.
Heiko Müller-Stieß, Dipl.-Biogeograph, EurProBiol
Sonja Naumann, Dipl.-Geogr.
Frank Sowa, Dipl.-Biol.

September 2005

Inhalt

1. EINLEITUNG 1

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET 3

3. VORGEHENSWEISE BEI DER VORLIEGENDEN STUDIE 4

4. ALLGEMEINE PROBLEMATIK LANDSCHAFTSZERSCHNEIDUNG 5

4.1. WILDTIERE UND LANDSCHAFTSZERSCHNEIDUNG 5

4.1.1. BEEINTRÄCHTIGUNGEN VON TIEREN DURCH VERKEHRSACHSEN 5

4.1.2. BESONDERE ZIELARTEN BEI DER VORLIEGENDEN UNTERSUCHUNG 8

4.2. MAßNAHMEN ZUR MINDERUNG DER ZERSCHNEIDUNGSWIRKUNG VON STRAßEN 13

4.2.1. TYPEN VON QUERUNGSBAUWERKEN 13

4.2.2. GESTALTUNG VON QUERUNGSBAUWERKEN 14

4.2.3. QUERUNGSBAUWERKE UND LEITSYSTEME 16

4.2.4. TYPEN VON LEIT- UND SPERREINRICHTUNGEN 17

4.2.5. EFFIZIENZKONTROLLEN 19

4.2.6. GESTALTUNG FUNKTIONIERENDER KORRIDORE 19

5. DARSTELLUNG DER PROBLEMATIK IM UNTERSUCHUNGSGEBIET 21

5.1. UNTERSCHEIDUNG VON WALD- UND OFFENLANDKORRIDOREN 21

5.2. WALDKORRIDORE 22

5.2.1. SITUATION LUXEMBURGS IN DER GROßREGION 22

5.2.2. WALDKORRIDORE INNERHALB VON LUXEMBURG 24

5.2.3. WALDKORRIDORE UND KONFLIKTPUNKTE IM SÜDWESTEN LUXEMBURGS 28

5.3. OFFENLANDKORRIDORE 30

5.3.1. VERBINDUNGSKORRIDORE ZWISCHEN WICHTIGEN GRÜNLANDKOMPLEXEN 30

5.3.2. ENTSCHNEIDUNGSMAßNAHMEN FÜR DEN KAMMMOLCH 32

5.4. INVENTAR DER BESTEHENDEN PASSAGEN AN DEN AUTOBAHNEN A3, A4, A6 UND A13 35

6. MAßNAHMENVORSCHLÄGE FÜR DEN SÜDWESTEN LUXEMBURGS 38

6.1. AUSWEISUNG VON ÖKOLOGISCHEN KORRIDOREN IM RAHMEN DES "PLAN SECTORIEL PAYSAGES PROTÉGÉS" UND DER REGIONALPLANUNG 38

6.2. ENTSCHEIDUNGSMAßNAHMEN AM KORRIDORNETZ 40

6.2.1. GROßE QUERUNGSBAUWERKE UND BIOTOPVERNETZUNGSMAßNAHMEN 40

6.2.2. KLEINERE BAUMAßNAHMEN 42

7. BEISPIELE VON QUERUNGSHILFEN UND LEITEINRICHTUNGEN IM AUSLAND 44

8. QUELLEN 48

8.1. LITERATUR 48

8.2. INTERNETSEITEN 51

1. Einleitung

Die Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrswege ist für viele Tiergruppen ein großes Problem. Durch die Barrierewirkung von Straßen, Autobahnen, Eisenbahnen etc. können größere Tierpopulationen in kleinere aufgeteilt werden, die untereinander keinen Kontakt mehr haben und zwischen denen daher kein genetischer Austausch mehr stattfindet. Werden die isolierten Populationen zu klein, sind sie nicht mehr überlebensfähig und sterben lokal aus. Viele Tierarten benutzen traditionelle Wechsel für ihre Wanderbewegungen und wenn diese durch Verkehrswege zerschnitten werden, können die Tiere sich nur sehr schwer an die neuen Gegebenheiten anpassen. Daher häufen sich an diesen Punkten die Kollisionen mit Wildtieren. Besonders gravierend sind diese Auswirkungen in stärker urbanisierten Regionen mit einer hohen Dichte von Verkehrswegen und einer entsprechend starken Zerschneidung der Lebensräume.

Doch nicht nur durch Verkehrsanlagen, auch durch die fortschreitende Zersiedlung der Landschaft und Ausweitung der Ortschaften, vor allem in den stark urbanisierten Regionen, geht Lebensraum verloren. Daher ist es wichtig, Wanderkorridore (insbesondere die traditionellen Wildwechsel) von Bebauung freizuhalten und gleichzeitig den Tieren eine gefahrlose Überquerung von Verkehrswegen zu ermöglichen.

In verschiedenen EU-Ländern wurde in den letzten 15 Jahren versucht, mit einem Korridorsystem, das sowohl flächige als auch lineare Verbundelemente enthält, funktionale Verbindungen zwischen Lebensräumen zu schaffen und damit nachhaltig das Überleben von Arten und Biozönosen zu sichern. Eine Vorreiterrolle haben hier die Niederlande übernommen, die das Konzept "Nationale Ökologische Hauptstruktur" nicht nur entwickelt, sondern auch bereits größtenteils umgesetzt haben. Dieses vorbildliche Konzept basiert im wesentlichen auf fünf Pfeilern:

- der Erhaltung und Optimierung bestehender Naturgebiete;
- der Neuschaffung von ökologisch wertvollen Kerngebieten in ausgeräumten Landschaften;
- die Ausweisung von bebauungsfreien Korridoren mit Hilfe von raumplanerischen Instrumenten;
- der ökologischen Optimierung der Korridore, besonders in agrarisch intensiv genutzten Landschaften zwecks Erhöhung der Effektivität;
- dem Bau von Querungshilfen für Tiere um die Durchgängigkeit der Korridore sicherzustellen.

Wildtierspezifische Querungsbauwerke werden seit einiger Zeit auch in Luxemburg zunehmend in Planungen integriert, ohne dass dies aber planmäßig nach einem Gesamtkonzept erfolgt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dies zur Erhaltung bzw. zur Wiederetablierung der Wanderbewegungen von Tieren nicht ausreicht. Die immer noch vielfach zerschnittenen Landschaften gliedern sich in getrennte Teillebensräume, die zu klein sind um die Populationen von Arten wie Wildkatze und Rotwild nachhaltig zu sichern. Gerade für Luxemburg mit seiner teilweise rasant verlaufenden Urbanisierung sind deshalb Konzepte zum großräumigen Biotopverbund und zur Wiederherstellung von Wildtierkorridoren sehr wichtig. Biotopverbundkonzepte setzen auf die Verknüpfung von Kern- und Entwicklungsflächen, Wildkorridorkonzepte legen den Schwerpunkt auf den Verbund von Lebensräumen großräumig agierender Leitarten wie Rotwild und Wildkatze. Beide Konzepte verknüpft könnten zukünftig als eine Planungsrichtschnur verstanden werden.

Diese Konzepte stellen aber auch einen wichtigen Schritt zur Umsetzung der europäischen Habitatdirektive dar, die im Artikel 10 die Mitgliedsstaaten auffordert, die Kohärenz des europäischen Schutzgebietsnetzes NATURA 2000 zu sichern, resp. wieder herzustellen. Diese Ziele wurden im übrigen auch bereits im nationalen Nachhaltigkeitsplan Luxemburgs festgeschrieben, der die Schaffung eines Schutzgebietsnetzes vorsieht, das durch Korridore verbunden ist.

Der Südwesten Luxemburgs ist eine besonders stark urbanisierte Region, wo allein mehrere Autobahnen für viele Tiere bereits eine unüberwindliche Barriere darstellen und die Region so zu einer Insel für verschiedene Arten machen. Hinzu kommen noch eine Anzahl weiterer, sehr breit ausgebauter und stark befahrener Nationalstraßen, sowie Eisenbahnlinien und die starke

Zersiedlung der Landschaft. Diese Region ist daher von der Landschaftszerschneidung ganz besonders betroffen und benötigt dringend Maßnahmen zum Freihalten der letzten möglichen Wanderrouten und zur Entschärfung kritischer Gefahren- und Barrierepunkte im Rahmen eines Entschneidungskonzeptes. In der vorliegenden Untersuchung soll beispielhaft versucht werden, Vorschläge für eine Vernetzung von Wald- und Offenlandlebensräumen anhand gezielter Maßnahmen zu entwickeln, wobei der Schwerpunkt auf die Autobahnen gelegt wurde, die aufgrund von Breite, Verkehrsdichte, Zäunung und kalifornischer Mauer im Mittelstreifen die größte Zerschneidungswirkung im Untersuchungsraum besitzen.

Die vorliegende Studie stellt somit einen Beitrag zum "Plan Sectoriel Paysages Protégés" und zur Regionalplanung dar und ist gleichzeitig ein Ansatz für die systematische Planung von Querungsbauwerken im Rahmen des nationalen Entschneidungskonzeptes.

2. Untersuchungsgebiet

Die vorliegende Untersuchung fokussiert sich hauptsächlich auf den Südwesten Luxemburgs, einen stark urbanisierten und von mehreren Autobahnen und großen Straßen durchschnittenen Raum. Die Kernzone des Untersuchungsgebietes umfasst die Region südwestlich der Autobahnen A3 (Luxemburg – Düdelingen) und A6 (Luxemburg – Arlon). Es handelt sich um die, mit Ausnahme der Hauptstadt selbst, problematischste Landschaft Luxemburgs, da die teilweise bereits starke Landschaftszersiedlung, sowie die zahlreichen großen und verkehrsstarken Straßen die Durchgängigkeit der Landschaft stark beeinträchtigen. Ein echtes Korridornetz ist nur noch teilweise vorhanden. Einige verbleibende Korridore sind zudem durch geplante Bebauungsmaßnahmen akut bedroht. Um diese Region vor der endgültigen Verinselung zu bewahren sind daher sowohl der Erhalt noch bestehender Korridore, als auch die Durchführung verschiedener Entschneidungsmaßnahmen bei mehreren bereits durchschnittenen Korridoren vordringlich.

Karte 1: Kerngebiet der Untersuchungszone im Südwesten Luxemburgs

Um die Situation innerhalb des Kerngebietes richtig einschätzen zu können, etwa überregional bedeutsame Korridore zu erkennen, wurde die Auswertung jedoch über die Grenzen der Kernzone hinaus ausgedehnt; zum Teil auf ganz Luxemburg und zum Teil sogar auf die Großregion bezogen.

3. Vorgehensweise bei der vorliegenden Studie

Der Schwerpunkt für die Entwicklung einer Entschneidungskonzeption für den Südwesten Luxemburgs wurde zunächst auf die Autobahnen gelegt, da von ihnen die größte Barriere- und Zerschneidungswirkung ausgeht.

Das Konzept basiert zu einem großen Teil auf bereits vorhandenen Daten (Karten, Zielartendaten), die durch eigene Datenerhebungen ergänzt wurden. Im Winter 2004/2005 wurden alle Autobahnen im Untersuchungsgebiet abgefahren, um bestehende Wildbrücken und -durchlässe zu erfassen und fotografisch zu dokumentieren. Dabei wurde das Augenmerk auf die Möglichkeit von kleineren Verbesserungen an den bestehenden Bauwerken gelegt.

Neben diesen im Gelände erfassten Beobachtungen wurden vorhandene (jedoch zum Teil noch unveröffentlichte) Daten zu Vorkommen und Wanderrouten potenzieller Zielarten (Wildkatze, Hirsch, Dachs, Wildschwein[1], Kammmolch) hinzugezogen. Allerdings ist die Datenlage bei fast allen Arten relativ lückenhaft, da die Verbreitung und vor allem auch die Wanderbewegungen nur ungenügend oder nicht flächenhaft bekannt sind. Daher war es notwendig, eine von spezifischen Arten unabhängige Methode zu finden, die auf der Basis der Verteilung von Siedlungen, Wald und Offenland potenzielle Wanderkorridore ermittelt.

Diese Analyse wurde anhand eines **G**eografischen **I**nformations-**S**ystems (GIS) durchgeführt, das die einzelnen Flächeninformationen (Offenland, Wald, Siedlungen, Verkehrswege) miteinander verschneidet. Die Landschaftsanalyse wurde jeweils für die Vernetzung der Waldgebiete, sowie der Offenlandgebiete (Grün- und Ackerland) separat durchgeführt. Als Ergebnis erhält man Karten geschlossener Wald- und Offenlandgebiete als Lebensräume mit dazwischenliegenden Korridoren, die als potenzielle Wanderwege getrennt für Wald- und Offenlandarten dargestellt werden.

Die Zielartendaten dienten dabei in den meisten Fällen nur für die Kontrolle der noch bestehenden Funktionalität einzelner Korridore, resp. für die Feinabstimmung der Lage der auf den Karten dargestellten Korridore. Lediglich für den Kammmolch wurde eine eigene Konfliktanalyse auf der Basis der vorhandenen Daten gemacht und auch kartografisch dargestellt.

Anschließend wurde in einer Konfliktanalyse ermittelt, wo die potenziellen Wanderrouten auf Autobahnen resp. auf andere große verkehrsreiche Straßen treffen. Auf der Basis dieser Informationen wurden Maßnahmenvorschläge für die Hauptkorridore entwickelt, wobei zwischen einer planerischen Sicherung der Korridore und notwendigen Baumaßnahmen unterschieden wurde.

[1] Wir danken in diesem Zusammenhang den Kollegen Marc Moes, Claudio Walzberg und Adil Baghli für die Bereitstellung ihrer unveröffentlichten Daten zu Wildkatze, Hirsch, Dachs und Wildschwein.

4. Allgemeine Problematik Landschafts-zerschneidung

4.1. Wildtiere und Landschaftszerschneidung

4.1.1. Beeinträchtigungen von Tieren durch Verkehrsachsen

Verkehrsachsen verbinden Städte und geographische Räume; sie sind die Lebensadern im Kreislauf unserer Mobilität. Für Menschen haben Straßen damit einen hohen funktionellen Wert. Wildtiere dagegen benötigen diese fremden Elemente nicht. Dennoch gehören Straßen in zunehmendem Maße zu ihrem „Lebensraum" und werden so zu den gefährlichsten Flächen in ihren Streif- oder Wohngebieten. Die für jeden erkennbare direkte Konsequenz ist die zum Teil erhebliche Zahl von Wildunfällen (z.B. in Deutschland bei Rehen weit über 100.000 überfahrene Tiere pro Jahr). Die verkehrsbedingte Mortalität kann, insbesondere bei Arten mit geringer Vermehrungsrate (wie Dachs und Wildkatze), zu bestandsbedrohenden Verlusten führen.

Für die nachhaltige Artensicherung weitaus gravierender als der individuelle Tod ist jedoch die immer schneller fortschreitende Zerschneidung und Verinselung von Lebensräumen und Landschaften. So findet sich auf den (oft zusätzlich eingezäunten) Hochleistungsstraßen Mitteleuropas mit häufig mehreren 10.000 Autos pro Tag (alle paar Sekunden ein Auto) keine „Lücke", wo Tiere gefahrlos queren können, es sei denn es sind spezielle Durchlässe vorhanden.

Durch die Verinselung der Landschaft werden nicht nur einzelne Tiere im unmittelbaren Umfeld der Trassen, sondern zunehmend Populationen ganzer Landschaftsausschnitte isoliert und damit gefährdet. Die Gründe liegen in der genetischen Verarmung, in der größeren Gefährdung von isolierten Populationen durch zufällige Umweltveränderungen und in der Unterschreitung von Flächenmindestgrößen. Wichtig ist der Begriff der „minimalgroßen überlebensfähigen Population" (MVP = minimum viable population). In der heutigen urbanisierten Landschaft sind unzerschnittene Räume, die überlebensfähigen Populationen größerer Tierarten langfristig Lebensraum bieten könnten, praktisch nicht mehr vorhanden.

Verkehrsachsen - und hier besonders die mit mehreren 1000 Kfz/Tag befahrenen Hauptstraßen (Autobahnen, Nationalstraßen) - schränken aber nicht nur die Lebensmöglichkeiten bereits ansässiger Individuen ein, sondern verhindern auch effektiv die Wiederbesiedlung durch nach Mitteleuropa „zurückkehrende" Arten (Luchs, Wolf, Bär), die ebenfalls an ihrer Barrierewirkung scheitern.

Die wesentlichen **Konflikte,** die von Straßen auf Tiere ausgehen, sind demnach folgende:

- Barrierewirkung von Straßen, dadurch
- Trennung von Lebensräumen und Teillebensräumen (Revieren) einzelner Individuen oder zusammenhängender Populationen;
- Verkleinerung des Lebensraumes von Lokalpopulationen;
- Unterbindung von Wanderungen (jahreszeitliche Wanderungen, aber auch Wanderungen von Jungtieren, die eine große Bedeutung für die genetische Durchmischung von Populationen haben);
- Funktionsunterbindung von Metapopulationen bzw. Isolierung von Regional- und Lokalpopulationen;
- Individuenverluste durch Unfälle;
- Störung und Beunruhigung von Tieren;
- Immissionseintrag.

4.1.1.1. Beeinträchtigungen in Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen

Die Stärke der Beeinträchtigungen und der Barriereeffekt hängen von der Größe (Breite) der Straße, dem Verkehrsaufkommen, sowie einer eventuellen Zäunung ab.

Die grundsätzlichen Wirkungen eines unterschiedlich dichten Straßenverkehrs sind in Tab. 1 aufgeführt.

Tab. 1: Barriereeffekte durch Verkehrsaufkommen.

Kategorie	**Nutzungsintensität**	**Auswirkungen**
A	Geringes Verkehrsaufkommen (< 1.000 Fahrzeuge/Tag)	Höchste Unfallrate bei allen Wildtieren. Anzahl Unfälle proportional dem Verkehrs-aufkommen
B	Mittleres Verkehrsaufkommen (1.000 – 5.000 Fahrzeuge/Tag)	Tiere beginnen Straßenquerungen zu meiden. Anzahl Unfälle nicht mehr proportional dem Verkehrsaufkommen
C	Starkes Verkehrsaufkommen (> 5.000 – 10.000 Fahrzeuge/Tag)	Tiere zeigen starke Angstreaktionen und ver-meiden in der Regel Straßenquerungen.
D	Sehr starkes Verkehrsaufkommen (> 10.000 Fahrzeuge/Tag	Nahezu völlige Barrierewirkung. In der Regel versuchen nur Tiere in Panik die Straße zu queren.

Abb. 1: Nicht nur Autobahnen können eine landschaftszerschneidende Wirkung haben. Auch viel befahrene Nationalstraßen, wie hier die Route de Longwy zwischen Schouweiler und Bascharage mit einem Verkehraufkommen von fast 20.000 Fahrzeugen/Tag üben eine nahezu vollständige Barrierewirkung auf wandernde Großsäuger aus.

4.1.1.2. Zäunung von Straßen

Um das Risiko der Kollision von Kraftfahrzeugen und Wildtieren zu vermindern, werden an vielen Straßen „Verkehrs- oder Wildschutzzäune" errichtet. Diese Zäune führen tatsächlich zu einer wesentlichen Verringerung des Unfallrisikos. Für den Kraftfahrer und das einzelne Tier, sind geeignete Zäune ein guter Schutz. Gleichzeitig isolieren sie aber Tierpopulationen stark voneinander.

Auf weniger stark befahrenen Straßen sind die durch den Wildzaun hervor gerufenen Isolationseffekte für Tiere häufig schwerwiegender als der Vorteil, der aus der verminderten Verkehrsmortalität gezogen wird. Vor allem bei Arten, bei denen die Individuen einen großen Raumbedarf besitzen, ergibt sich oftmals die Aufsplitterung in kleine Populationen. Oft haben diese isolierten kleinen Gruppen langfristig keine Überlebenschancen, da genetische Verarmung und Inzuchteffekte auftreten können. Der genetischen Verarmung wirkt in nicht isolierten Teilpopulationen das Abwandern von einzelnen Tieren (meist Jungtieren) entgegen. Die Wanderungen bzw. die dadurch erfolgende funktionelle Vernetzung von Lebensräumen verschiedener Teilpopulationen werden durch eine Zäunung jedoch verhindert.

Auch für das einzelne Individuum wird das Leben und Überleben durch die Zerschneidung seines Lebensraumes schwieriger. Die Individuen vieler Säugetierarten besitzen mehr oder weniger fest umgrenzte Streifgebiete. In diesen Streifgebieten sind alle für ein langfristiges Überleben wichtigen Ressourcen enthalten, z.B. Schlafplätze oder Nahrungsflächen. Vielen Arten dient z.B. der Wald als Tageseinstand. Wird der Wald durch eine Straße von den Nahrungsflächen - häufig Wiesen und Äcker - abgetrennt, ist das ganze Streifgebiet in seinem Wert deutlich gemindert, ja oftmals gar nicht mehr nutzbar. Ein Ausweichen in benachbarte Regionen ist für viele Individuen unmöglich, da dort meist schon Artgenossen ihre Streifgebiete etabliert haben oder die Räume ungeeignet sind.

Bei der Entscheidung für oder gegen eine straßenbegleitende Zäunung, müssen also die Risiken der Verkehrskollision, der Isolation von (Teil-)Populationen und der Beeinträchtigung von Lebensräumen gegeneinander abgewägt werden. Aus wildbiologischer Sicht ist eine Zäunung nur bei hoher Verkehrsdichte und dann in Kombination mit geeigneten Querungsbauwerken notwendig und sinnvoll!

4.1.1.3. Fernwirkung von Straßen auf Tierpopulationen

Zunehmend wird die Bedeutung von Fernwirkungen erkannt: einzelne Tierarten werden bis mehrere Kilometer entfernt von einer Trasse beeinträchtigt. Transparent und leicht nachvollziehbar sind die direkten Auswirkungen auf ortsansässige Individuen. Die drastischste Wirkung auf ein Individuum ist sein Verkehrstod. Die Beeinträchtigungen ganzer Populationen hingegen, lassen sich oft erst nach Jahren oder Jahrzehnten erkennen, z.B. durch deutlich kleiner werdende Populationen (wie z.B. die Population der Wildkatze in der Region) oder dem Totalausfall (wie z.B. dem Rotwild, welches im Südwesten von Luxemburg praktisch überhaupt nicht mehr vorkommt). Bisher fällt es schwer, räumlich derart weitreichende und zeitlich verzögerte Auswirkungen in aktuelle Planungen einzubeziehen.

Für einen nachhaltigen Ökosystemschutz mit vitalen Tierpopulationen ist es notwendig, minimalgroße Lebensräume für (Teil-)Populationen zu erhalten. „Spitzenreiter" im Raumbedarf sind dabei nicht allein unsere großen Wildarten wie Rothirsch und Wildschwein, sondern auch viele Carnivoren (z.B. Dachs, Wildkatze, Baummarder). Diese Beutegreifer weisen naturgemäß nur kleine Populationsdichten auf und können selbst geringe Individuenverluste nur sehr langsam kompensieren. Somit sind sie von einer Zersplitterung der Landschaft und deren Folgen besonders stark betroffen.

Je nach Intensität der straßen- und verkehrsbedingten Beeinträchtigungen, resp. Intensität der Wechselwirkungen, können Räume vollkommen frei von größeren Wildtieren sein oder nur eine geringe Anzahl von Arten aufweisen. Selbst in gering belasteten Flächen kann es zu auffälligen Verhaltensänderungen nach dem Straßenbau kommen (schnelleres Durchqueren, Querung zur verkehrsärmsten Zeit etc.). Diese Beeinträchtigungen sind im Rahmen gezielter Stressforschung wissenschaftlich nachweisbar (Herzschlag, Blutdruck). Bei gleichbleibenden Dauerreizen kann es zu einer Gewöhnung an den Störfaktor kommen, die bei Wildtieren individuell und artspezifisch sehr verschieden ausgeprägt ist. Es ist daher verständlich, dass letztlich diejenigen Tiere im Trassenbereich leben, die sich relativ störungstolerant verhalten.

Wandernde Individuen reagieren besonders stark auf Stör- und Trennelemente. Da sie für den Populationsverbund eine wichtige Rolle spielen, muss gerade ihnen eine Querung ermöglicht werden. Daher sollten auf allen Planungsebenen sowohl die lokalen Auswirkungen auf ortsansässige Tiere als auch die (über-)regionalen Auswirkungen auf (Meta-)Populationen berücksichtigt werden. Ähnliche Auswirkungen wie Hochleistungsstraßen können Schnellbahntrassen und Kanäle aufweisen.

Aber auch ohne Zäunung machen Straßen mit sehr hohem Verkehrsaufkommen Tieren eine Querung nahezu unmöglich. Auch in diesen Fällen können Durchlässe für die Aufrechterhaltung bestehender tierökologischer Passagen notwendig sein.

4.1.2. Besondere Zielarten bei der vorliegenden Untersuchung

Die Planung von Querungshilfen hängt wesentlich davon ab, welchen Zielarten die Passage ermöglicht werden soll. Detailplanungen müssen deshalb neben der spezifischen technischen und topografischen Situation des geplanten Bauwerksstandortes auch die Situation der Zielarten berücksichtigen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten planungsrelevanten Zielarten.

Tab. 2: Auswahl planungsrelevanter Arten (Zielarten)

Art	**Status Rote Liste BRD**	**FFH, Berner Konvention**	**Leit-/Zielart für…**
Rotwild	-	Berner Konv. Anhang 3	großräumige Vernetzung
Reh	-	Berner Konv. Anhang 3	kleinräumige Wechsel, Feld-Wald-Verbindung
Wildschwein	-	-	Wanderkorridore
Dachs	-	Berner Konv. Anhang 3	kleinräumige Vernetzung verschiedenster Habitate
Baummarder	V	FFH Anhang 5, Berner Konv. Anhang 3	Waldkorridore, Mindestflächengrößen
Wildkatze	2	FFH Anh. 4, Berner Konv. Anhang 2	Waldkorridore, Mindestflächengrößen
Iltis	V	FFH Anh. 5, Berner Konv. Anhang 3	strukturreiche, extensive Mosaiklandschaften
Fischotter	2	FFH Anh. 2, Berner Konv. Anhang 2	Qualität von Auen, Vernetzungsachsen

Die aktuelle Datenlage in Luxemburg ermöglicht es nicht, auf der Grundlage all dieser Zielarten ein Entschneidungskonzept auszuarbeiten. Als wichtige Leitarten für Luxemburg resp. den Südwesten des Landes wurden deshalb 3 Tierarten ausgewählt (Rothirsch, Wildkatze und Kammmolch), deren Vorkommen in Luxemburg mehr oder weniger bekannt sind und die jeweils für eine bestimmte Problematik stehen.

Abb. 2: Der Kammmolch als wichtige Leitart im Südwesten des Landes leidet unter der starken Urbanisierung der Region

Wildkatze und Rotwild wurden als Leitarten ausgewählt weil:

- beide Arten ausgesprochen große und differenzierte Ansprüche an ihren Lebensraum stellen;
- sie eine hohe Mobilität aufweisen;
- sie in und mit ihren Raum-Zeit-Nutzungsmustern erheblich auf den Menschen und durch ihn bestimmte Aspekte (Verteilung Offenland/Wald, Vorhandensein ruhiger und gestörter Bereiche, Jagd und Jagdruhe u.a.m.) reagieren;
- und sie dadurch im Laufe der letzten Jahrhunderte erheblich von ihrem ursprünglichen Lebensraum verloren haben.
- Sie sind beide auf Restareale zurückgedrängt worden und kommen in vielen Regionen Luxemburgs und den umliegenden Regionen oftmals nur noch in kleinen Populationen vor. Sowohl in naturschutzfachlichen, als auch in den letzten Jahren verstärkt in umweltplanerischen Projekten werden sie als Leitarten für einen großräumigen Habitatverbund betrachtet.

Beide Arten besiedeln Lebensräume, die ihrerseits wiederum Teil größerer zusammenhängender Landschaften darstellen:

- das Rotwildvorkommen ist Teil des luxemburgisch-südwestdeutschen Rotwildgebietes;
- das Wildkatzenvorkommen ist Teil eines überregionalen Vorkommens welches das Saarland, Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, Nordostfrankreich, Luxemburg und Belgien umfasst und als wichtiges Verbreitungszentrum in Mitteleuropa gilt.

Der Kammmolch als kleinere und weniger mobile Art wurde als Leitart ausgewählt weil:

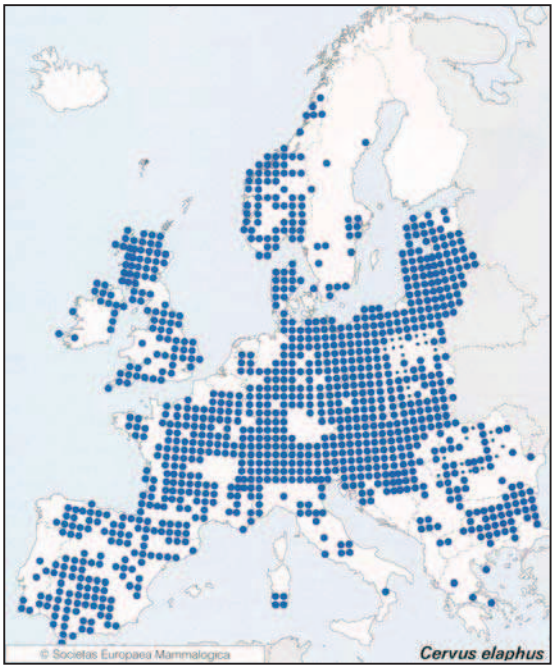
- er seinen Verbreitungsschwerpunkt in Luxemburg im Südwesten des Landes hat und die Lösung der Zerschneidungsproblematik in dieser Region überlebenswichtig für die luxemburgische Kammmolchpopulation ist;
- der Kammmolch nachweislich Metapopulationen in der Region besitzt, die durch Autobahnen zerschnitten sind und nicht mehr miteinander kommunizieren können;
- der Kammmolch wie alle Amphibienarten ein mehr oder weniger ausgeprägtes Wanderverhalten zwischen Wasser- und Landhabitaten, resp. Sommer- und Winterlebensräumen aufweist, das empfindlich durch Straßen gestört wird;
- der Kammmolch für die Problematik der kleineren und weniger mobilen Arten steht, die sich wesentlich von der der Großsäuger unterscheidet.

Kammmolch und Wildkatze gehören beide zu den Anhangarten der Habitatschutzdirektive und reihen sich deshalb gut in die Problematik der Durchgängigkeit des NATURA 2000 Schutzgebietsnetzes ein.

Auf den folgenden Seiten werden die drei Leitarten steckbriefartig vorgestellt.

Steckbrief Rotwild

- Rotwild kommt in Luxemburg vorwiegend in den nördlichen Landesteilen vor. Im Süden gibt es sporadisch durch-wandernde Junghirsche. In Mitteleuropa ist Rotwild noch in den meisten größeren Waldgebieten verbreitet.
- Das natürliche Verbreitungs-gebiet umfasst Europa und weite Teile Asiens, Nord-afrikas sowie den gesamten amerikanischen Kontinent.
- Rotwild ist vergleichsweise anspruchslos und wenig wählerisch in Bezug auf seine Nahrung. Es begnügt sich zeitweise mit trockenem Gras und nährstoffarmen, zellulosereichen Pflanzenteilen, frisst aber auch gerne: Knospen, Triebe und nährstoffreiche Waldfrüchte.
- Geruchs- und Gehörsinn sowie die Augen sind gut entwickelt. Als reiner Pflanzenfresser wird der Aktivitätsrhythmus von der Dauer der Nahrungsaufnahme und des Wiederkäuens bestimmt.
- Rotwild ist sehr gesellig, lebt aber nach Geschlechtern getrennt. Die Hirsche bis zur Brunft im Hirschrudel, alte Hirsche auch alleine, weibliche Tiere und Kälber im Kahlwildrudel.
- Die Paarungszeit findet in Mitteleuropa im September/Oktober statt.
- Die Tragzeit beträgt etwa 8 ½ Monate. Kälber werden Ende Mai/Anfang Juni geboren.
- Hirschkühe bringen normalerweise nur ein Junges zur Welt, das ein hellgeflecktes Tarnkleid trägt. Bei Gefahr drückt es sich reglos an den Boden, um nicht entdeckt zu werden. Bis zum Alter von 2 Jahren bleibt der Nachwuchs meist bei seiner Mutter. Dadurch lernen die Jungen alle wichtigen Orte kennen: wo es Äsung im Winter gibt, wo es im Sommer kühl und ruhig ist und wo sich im Herbst die Brunft abspielt.
- Rotwild kann bis zu 18 Jahren alt werden. Natürliche Feinde: Wolf, Luchs, Bär. In den dichtbesiedelten Räumen Mitteleuropas hat das Rotwild keine natürlichen Feinde mehr. Die Räuberfunktion wird zunehmend vom Straßenverkehr übernommen.
- Rotwild ist hinsichtlich menschlicher Aktivitäten lernfähig, anpassungsfähig und vergleichsweise wenig störungsempfindlich, solange die Störungen für die Tiere durchschau- und berechenbar sind. Je nach Erfahrung gibt es bei dieser vergleichsweise langlebigen Art auch deutliche Unterschiede zwischen den Individuen hinsichtlich der Beunruhigungssensibilität.

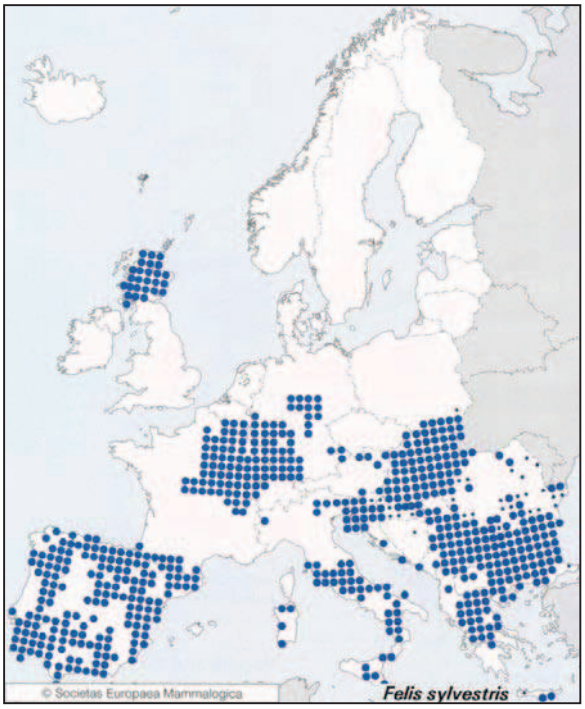


- Heute sind die Zerschneidung und Zerstörung der Lebensräume durch Verkehrswege und menschliche Siedlungen die größte Gefahr für das Rotwild. Natürliche Wanderungen und die notwendige Vermischung des Erbgutes zwischen den Beständen sind dadurch unmöglich.
- Die Bebauung der Talauen führte zum Verlust nahrungsreicher Überwinterungsgebiete. Da das Rotwild in höheren Lagen im Winter wenig Nahrung findet, frisst es verstärkt Baumrinde und Triebe. Um eine zu starke Schädigung des Waldes zu vermeiden und die Überlebenschance der Tiere zu erhöhen, braucht das Rotwild insbesondere bei hohen Schneelagen zusätzliches Futter.

Steckbrief Wildkatze

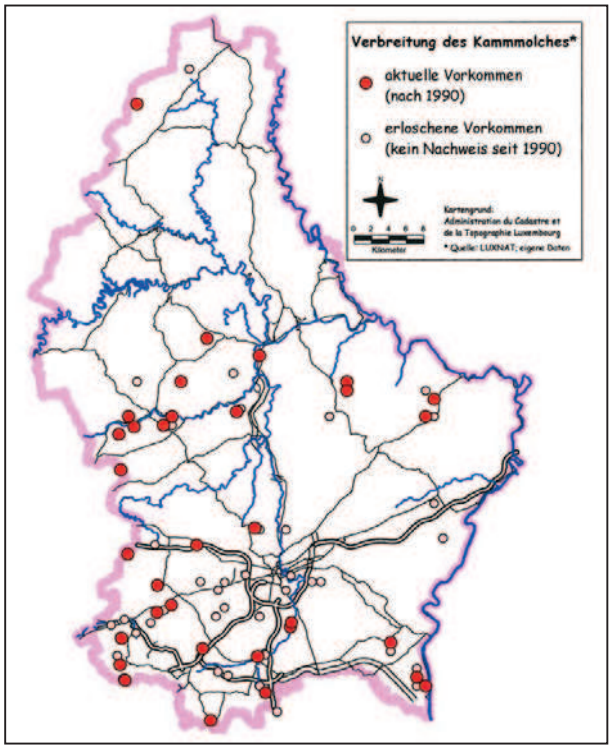
- In Luxemburg liegen die Wild-katzenverbreitungszentren in den mittleren und vor allem nördlichen Landesteilen. Allerdings besitzt die Wildkatze offensichtlich ebenfalls einen kleineren Verbreitungs-schwerpunkt im Bereich der Tagebaugebiete der Minette.
- Abgesehen von Irland, dem Norden Russlands und Skandinavien bewohnte die Wildkatze in vorge-schichtlicher Zeit das gesamte kontinentale Europa und England. Heute handelt es sich nur noch um zersplitterte Restareale. Allerdings liegt Luxemburg im Zentrum eines dieser Areale (siehe Karte unten).
- Optimale Lebensräume findet die Wildkatze heute in großen, zusammenhängenden und störungsarmen Wäldern mit gemäßigt-kontinentalem bis mediterran-warmem Klima. Betrachtet man die Verbreitungszentren in Europa, so stellt man bei den zumeist isolierten Populationen nahezu überall einen mehr oder weniger starken Bestandsverlust fest.
- Besonders wichtige Requisiten in einem Wildkatzenlebensraum sind:
  - Dickichtbereiche mit Versteckmöglichkeiten (Dorngebüsche, Hecken);
  - Dichte Krautschicht;
  - Holzhaufen;
  - Liegendes und stehendes Totholz, z.B. zur Jungenaufzucht;
  - Geräumige Baumhöhlen (inzwischen werden großvolumige Aufzuchtskästen, die übergangsmäßig in strukturarme Wälder ausgebracht werden, getestet);
  - Erdbauten (Dachs- und Fuchsbaue, Bunkeranlagen…).
- Waldareale von 1.000 bis 3.000 ha werden als Minimum für eine Katzenfamilie angesehen. 50 vitale, ausgewachsene Tiere benötigen mindestens 20.000 ha, die für das langfristige Überleben einer Wildkatzenpopulation erforderliche Zielgröße von 500 Tieren benötigt also etwa 200.000 ha, was ungefähr der Fläche einer Mittelgebirgslandschaft entspricht.
- Bevorzugt werden Kleinsäugetiere (vor allem Mäuse) mit hoher Ausdauer gejagt. Dabei werden auch offene Strukturen, jedoch immer in Fluchtdistanz zu Deckungsstrukturen genutzt.
- Natürliche Feinde der Wildkatze sind Wolf, Bär, Luchs, Fuchs und Uhu. Heute hauptsächlich der Mensch, die Jagd oder der Straßenverkehrstod.
- Wildkatzen meiden offene Bereiche ohne Strukturen, die sie queren müssen um zwischen zwei Waldbereichen zu wechseln. Folgende Faktoren sind deshalb essentiell:
  - Anbindung an umliegende Kernbereiche;
  - Erhalt von Austauschkorridoren.

Als Hauptrückgangsursachen sind anzuführen:
- Verlust von ursprünglichem resp. geeignetem Lebensraum
- vor allem durch den stetig voran getriebenen Straßenbau mit
- den Folgen direkter Verkehrstod
- und Lebensraumzerschneidung.



Steckbrief Kammmolch

- Der Kammmolch hat seinen Verbreitungsschwerpunkt innerhalb Luxemburgs im Südwesten des Landes, wo er auf durchgängig schweren Böden und teilweise eher extensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen geeignete Gewässer und Landlebensräume vorfindet.
- Kammmolche zeigen eine Bevorzugung für vegetationsreiche, besonnte Gewässer mit einer Tiefenzone.
- Die normalen Wanderbeziehungen zwischen Laichgewässer, Sommer- und Winterlebensraum liegen beim Kammmolch bei 400 bis 600 m, vagabundierende und dismigrierende Individuen, die bis zu ca. 25% der Population betragen können, erschließen sich aber auch neue Lebensräume in Distanzen, die weit darüber hinausreichen und bis zu mehreren Kilometern betragen können.
- Obwohl sich auch kleine Populationen über Jahre halten können, profitiert der Kammmolch von einem hohen genetischen Austausch vieler verschiedener Gewässer. Solche Verbundsysteme werden funktional als Metapopulationen bezeichnet. Die einzelnen Gewässer können dabei nur wenige oder sogar mehrere Hundert Individuen umfassen. Größen von Teilpopulationen, die über 100 Ind. liegen, können als bedeutend bezeichnet werden. Der Erhalt von nachhaltig lebensfähigen Metapopulationen ist wesentlich von dem Zugang zueinander, also den funktionalen Wechselbeziehungen, abhängig. Teilpopulationen, die Überschüsse an Individuen haben, müssen verknüpft werden mit Teilpopulationen, die Individuenbedarf haben. Der Zugang wird zusehends durch Straßen und Zersiedelung erschwert, oft ganz unterbunden.
- Straßen sind wesentliche Zerschneidungselemente, aber auch Strecken, auf denen Kammmolche überfahren werden. Bautechnisch gibt es unterschiedliche Möglichkeiten diese Beeinträchtigungsfaktoren zu mindern:
  - Ersatzlaichgewässer: da Kammmolche ältere Gewässer bevorzugen, profitieren sie weniger von Gewässerneuanlagen als viele andere Amphibienarten. Vordringlich steht deshalb für sie der Erhalt bestehender Gewässer im Vordergrund.
  - Diese Gewässer sind mit umliegenden Gewässern zu verbinden, bzw. die Verbindung mit diesen ist aufrecht zu erhalten. Unter Straßen müssen die für Kammmolche geeigneten Querungsbauwerke folgende Kriterien erfüllen:
    - ausreichend dimensioniert (bei Querungslängen bis ca. 30m mindestens 1,4m lichte Weite für einen Rohrdurchlass, oder 1,4m breites und 1,2m hohes Kastenprofil; bei 50m Querungslänge 2m Rohrdurchlass oder 2m x 1,5m Kastenprofil; für größere Querungslängen gibt es kaum Hinweise auf effiziente Querungsraten);
    - optimal im Wandersektor installiert (ein oder mehrere Durchlässe);
    - im Verbund mit effizienten Leitsystemen stehen und optimal in die Landschaft integriert sein .



4.2. Maßnahmen zur Minderung der Zerschneidungswirkung von Straßen

4.2.1. Typen von Querungsbauwerken

Querungsbauwerke sind Unterführungen bzw. Aufständerungen unter Straßen hindurch oder Brücken und Grünbrücken über sie hinweg. In Verkehrsachsen installierte Bauwerke können unter bestimmten Voraussetzungen die Querung von Tieren ermöglichen und die Trassendurchlässigkeit erhöhen. Grob lassen sich zwei Typen von Bauwerken unterscheiden:

Technische Querungsbauwerke
sind wegen technischen Bedürfnissen vorhandene oder neu konzipierte Bauwerke an Straßen oder Bahnlinien. Während z.B. Talbrücken häufig eine gute Möglichkeit zur Querung bieten, sind Bauwerke, die ursächlich der Aufrechterhaltung von forstlichen oder landwirtschaftlichen Wegebeziehungen oder Bachläufen dienen (Brücken, Rohre), für größere Tierarten meist wenig geeignet. Diese „normalen“ Bauwerke weisen schlichtweg zu geringe Dimensionen für viele größere Tierarten auf.

Wildtierspezifische Querungsbauwerke
werden aus tierökologischen Erfordernissen heraus konzipiert. Sie dienen - wie der Name schon sagt - vorrangig der Aufrechterhaltung tierökologischer Raumbeziehungen. Bekanntestes und modernstes Beispiel sind die sogenannten Grünbrücken (auch Landschafts- oder Biobrücken genannt). Sie sollen das natürliche Umfeld der Tiere über die Brücke hinweg fortsetzen. Wildtierspezifische Bauwerke sind aber auch Kleintierdurchlässe, Amphibientunnel und Dachsröhren.

Abb. 3: Aufständerung mit Anlage von Wanderstrukturen bei einer Autobahn in den Niederlanden

Querungsbauwerke können sehr unterschiedliche Dimensionen aufweisen und sich sehr stark in Aufwand und Kosten unterscheiden. Welche Art von Querungshilfe gebaut werden muss hängt von der Funktion ab, die das Bauwerk übernehmen soll, von der topografischen Situation vor Ort und von den Tierarten, die die Querungshilfe nutzen sollen. Im Wesentlichen unterscheidet man folgende Typen von Querungsbauwerken:

Grünbrücke
Grünbrücken sind die aufwendigsten und am größten dimensionierten Querungsbauwerke. Sie führen Lebensräume (z.B. Wald, aber u.U. auch Offenlandhabitate) über einen Verkehrsweg hinweg und enthalten das gleiche, für Tiere und Pflanzen wichtige Mikroklima und die Struktur wie die getrennten Biotope. Als "Grünbrücke" werden unterschiedlich dimensionierte Bauwerke vom sogenannten "Wildviadukt" bis hin zur Landschaftsbrücke bezeichnet.

Wildbrücke und Wilddurchlass
Wildbrücken oder Wilddurchlässe sind Brücken, die der Querung von Schalenwild dienen. Sie werden für örtliche Vorkommen insbesondere des Reh-, Rot- und Schwarzwildes gebaut, damit diese die Straße unter- oder überqueren und so verschiedene Teillebensräume nutzen können. Der Lebensraum selbst wird mit diesen Querungshilfen nicht verbunden.

Grünunterführung und Talbrücke
Eine Grünunterführung bietet über die Funktion eines Wilddurchlasses hinaus die Möglichkeit, auch die Biotoptypen beiderseits der Trasse zu verbinden. Damit schafft sie für ein breites Spektrum bodengebundener Tierarten Querungsmöglichkeiten. Grünunterführungen werden dort errichtet, wo es keine straßenbauliche Notwendigkeit gibt, Talbrücken zu bauen. Andererseits kann eine Talbrücke als Grünunterführung dienen, wenn die Ausstattung entsprechend gewählt wird.

Fließgewässerquerung
Eine Fließgewässerquerung ist eine Straßenbrücke über einen Bach oder Fluss, die so gestaltet ist, dass sie der Verbindung von Lebensräumen dienen kann.

Kleintierdurchlass
Kleintierdurchlässe sind kleinere und in geringeren Abständen zueinander angebrachte Passagen deren Dimensionierung, wie beim Wilddurchlass artenspezifisch ist. Sie dienen z.B. der Querung von Fischotter, Dachs oder von Amphibien und anderen Kleintieren.

4.2.2. Gestaltung von Querungsbauwerken

Da die Zahl der zu berücksichtigenden Faktoren groß und individuell verschieden ist, gibt es auch eine große Bandbreite möglicher Realisierungen zu Anzahl, Form und Gestaltung von Querungsbauwerken. Ein Standard-Querungsbauwerk gibt es nicht, auch eine Standardanzahl nicht, obwohl es Empfehlungen gibt, z.B. auf 1-3 km Straßenlänge eine Wildpassage zu installieren (BMV, 1995). Je nach den nachgewiesenen Arten und Individuenzahlen (bzw. Schätzungen), der vorhandenen Geländetopographie und dem Bodenuntergrund erfordert die Planung spezifische, an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Aussagen zu möglichen Querungsbauwerken.

Das nach dem heutigen Wissensstand beste wildtierspezifische Bauwerk ist die Grünbrücke; das beste technische Bauwerk eine Talbrücke ohne darunter verlaufende Verkehrsachse. Beide Bauwerkstypen können Wildtieren ein „stressarmes Queren" ermöglichen. Grünbrücken weisen selbst für die „Tunnelart" Dachs von allen untersuchten Bauwerkstypen die höchsten Querungsraten auf. Dies gilt noch mehr für Rehe, Rotwild und andere „Fluchtarten", die sich in offenen und über„schaubaren" Lebensräumen aufhalten und natürlicherweise keine Höhlungen nutzen.

Tab.3 : Nutzungsintensität von Bauwerken durch Dachse

Bauwerke / B31neu	**Maße**	**Nutzungsintensität (Querungen pro Nacht)**	
Grünbrücken (n=5)	45m	hoch	1,92
Aufständerung (n=1)	30m	hoch	1,83
Straßenüberführungen (n=2)	15m	mittel	0,88
Wegeunterführungen (n=5)	4-9m	gering	0,45
Kleintierdurchlass (n=10)	1.5-2m	gering	0,38
Bachdurchlass (n=4)	3m	sehr gering	0,07

Eine ausreichende, an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Breite und eine gute Gestaltung mit lichtabschirmenden, seitlichen Heckenstreifen entlang der Brückenränder, ermöglichen es den verschiedensten Tieren, Verkehrsachsen ohne Hast zu queren. Die von Öko-log seit mehreren Jahren durchgeführten Infrarot-Videoüberwachungen zeigen, dass Tiere Bauwerke entweder in großer Eile oder ruhig queren. Bei optimalen Bauwerken sind sogar längere individuelle Verweilzeiten, z.B. zur Nahrungsaufnahme, zu beobachten. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über Minimalmaße für die Dimensionierung funktionierender Querungshilfen.

Tab. 4: Erfahrungswerte/Vorschläge verschiedener Fachleute zur Dimensionierung von Querungsbauwerken

Bauwerksart	**CTGREF (1978)**	**UECKERMANN / OLBRICHT 1984**	**SDTRA (1993) / BMV (1995)**	**PFISTER 1997**
Grünbrücke ohne Straße	-	-	7-25m Breite	>50m Breite
Grünbrücke mit Straße	-	-	10-28m Breite	> 50m Breite + X (je nach Gegebenheiten)
Rohr	-	-	>1.0m	-
Unterführung	3m Breite, 6m Höhe	Reh: 4-5m Breite /4m Höhe; Rotwild: (7)9m Breite 5-6m Höhe	Höhe = Länge:10 Breite = 2 x Höhe Höhe min. 4m	>25m Breite
Besonderes	-	Begriff der „relativen Enge {(Breite x Höhe): Länge)}	keine Störungen bis 450m um die Passage	sehr differenzierte örtliche Anpassungen

Wildtierpassagen sollten nach detaillierten Voruntersuchungen, die sowohl aktuelle als auch historisch gewachsene Aspekte einbeziehen, gezielt dort ermöglicht werden, wo sie aus überregionaler Sicht am wirkungsvollsten sind. Verständlicherweise sind dies traditionelle, bestehende Wildtierkorridore und Fernwechsel. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die wichtigsten Punkte, die bei der Gestaltung eines Querungsbauwerks zu bedenken sind.

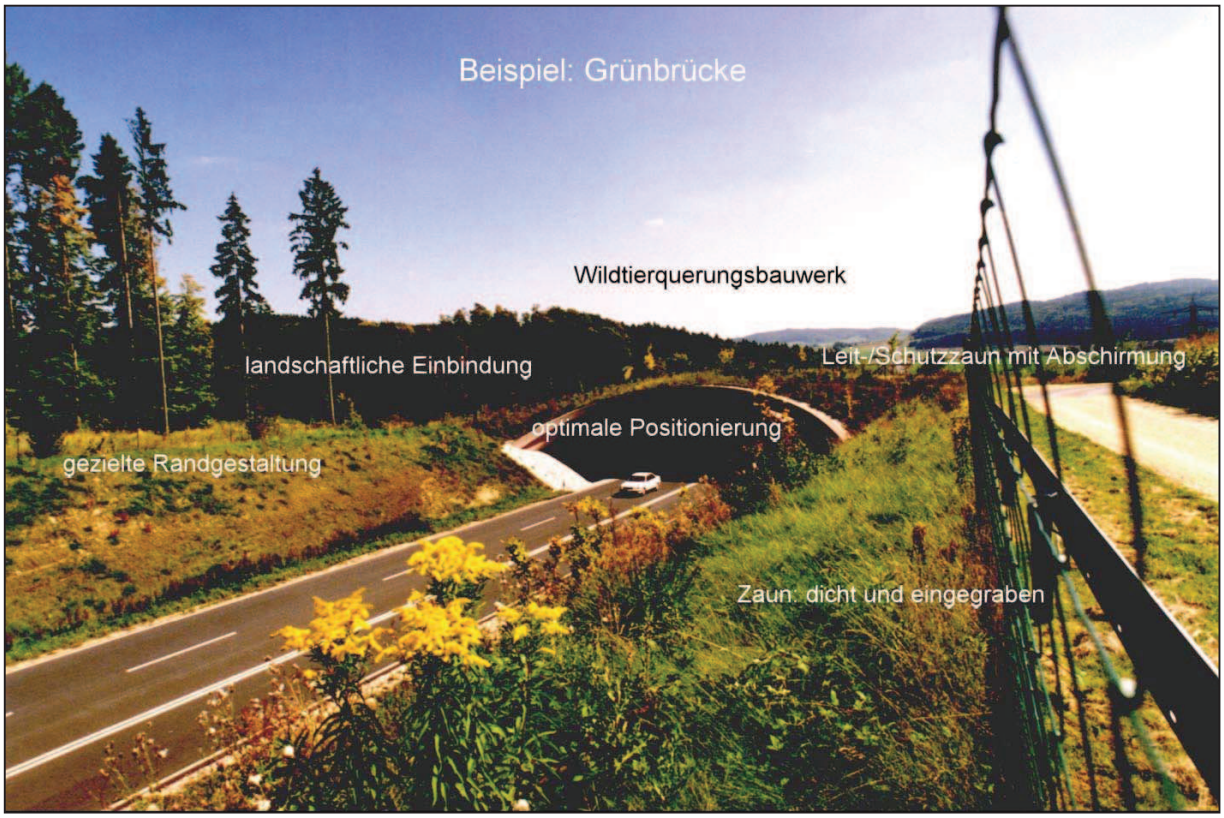


Abb. 4: Beispiel für die richtige Gestaltung eines Querungsbauwerks mit den entsprechenden Leitstrukturen.

Als Planungsempfehlungen für die Breite von Querungsbauwerken in Abhängigkeit von der Bedeutung des Korridors geben Woess & Grillmayer (2000) folgende Maße an:

Internationale Korridore
Bei internationalen Korridoren, die von einer Autobahn durchschnitten werden, sollten die Passagen eine Mindestbreite von 80 m haben. Empfohlen wird eine Breite von 80 bis 100 m.

Regionale Korridore
Passagen über Korridore, die eine nationale oder regionale Verbindungsfunktion übernehmen, sollten eine Mindestbreite von 30 m haben (empfohlene Breite zwischen 30 und 80 m).

Querungshilfen für die beiden erstgenannten Korridortypen sollten nicht weiter als 10 km voneinander entfernt sein und an Stellen liegen, die siedlungsfern sind.

Lokale Korridore
Für die lokale Entschneidung von Habitaten sollte die Mindestbreite der Passagen 15 m betragen (empfohlene Breite zwischen 15 und 30 m). Derartige Passagen werden alle 2 km in Waldgebieten und alle 3 km in Offenlandbiotopen benötigt.

4.2.3. Querungsbauwerke und Leitsysteme

Fragen nach dem Bauwerktyp, der Dimensionierung, der Platzierung und der jeweiligen Gestaltung sind natürlich von großer Bedeutung für die Akzeptanz der Passagen. Unabhängig davon ob das Bauwerks selbst als Passage von den Tieren angenommen wird, ist jedoch in allen Fällen zu berücksichtigen, dass die Tiere die Querungshilfen erst einmal finden müssen. Dazu bedarf es zusätzlich zur Querungshilfe geeigneter Leitsysteme und Sperreinrichtungen.

Der Frage nach "geeigneten" Leitsystemen muss zunächst die Frage vorgestellt werden, inwieweit sich Tiere überhaupt zu den Querungsbauwerken hinleiten lassen.Sie lässt sich nicht mit einem einfachen Nein oder Ja beantworten.

- **Einerseits** wirkt der Zaun entlang einer Strasse für größere Arten zunächst als Barriere. Der Versuch der Tiere am Zaun entlang zu laufen und eventuell eine Lücke zu finden, kann vom Planer geschickt genutzt werden. So wird bei guter Platzierung von Querungsbauwerken aus der Barriere Zaun eine Leitstruktur hin zu sicheren Querungsmöglichkeiten. Spätestens am Rande des Streifgebietes des einzelnen Individuums verliert der Zaun jedoch die Funktion als Leitlinie, da die meisten Tiere sich i.d.R. scheuen, ein für sie unbekanntes Terrain aufzusuchen, oder sie an benachbarte und oft verteidigte Reviergrenzen stoßen. Die Entfernungen, über die sich selbst „mutige" Tiere umleiten lassen, sind also begrenzt.

- **Andererseits** nutzen viele Arten traditionelle Wechsel („Tierstraßen") und lassen sich auch von Zäunen nicht aufhalten. Sie wollen buchstäblich „mit dem Kopf durch die Wand" und akzeptieren keine Umleitung. Erst die Akzeptanz der „neuen Wege" bei den folgenden Generationen und ein zwischenzeitlich optimierter Wildschutzzaun führen hier zur Abhilfe. Am günstigsten ist es daher natürlich, die Querungsbauwerke dort zu platzieren, wo die Wechsel ohnehin stattfinden, damit möglichst wenig "umgeleitet" werden muss.

Sperr- und Leiteinrichtungen entlang der Straße müssen die Tiere daran hindern auf die Fahrbahn zu wechseln und sie zu den Querungsbauwerken hinführen. Ihnen kommt dabei eine ebenso wichtige Aufgabe zu wie den Querungsbauwerken selber. Die Leiteinrichtungen müssen den artspezifischen Anforderungen entsprechen, für welche die Querungshilfe errichtet wurde und den gesamten Straßenverlauf des betroffenen und zum Lebensraum zählenden Bereichs oder den Wanderkorridor umfassen und mindestens 150 m darüber hinausgeführt werden.

Im Folgenden wird die Problematik der Akzeptanz und Funktionsfähigkeit von Querungshilfen und Leitsystemen für verschiedene Tierarten erläutert.

Beispiel: Dachs
Trotz der „Angebote", die Trasse der B31neu (zwischen Stockach und Überlingen am Bodensee) ungefährdet über Grünbrücken, durch Unterführungen oder Kleintierdurchlässe zu queren, gruben die trassennah lebenden Dachse Löcher unter dem Verkehrsschutzzaun und verloren in großer Anzahl kurz nach der Verkehrseröffnung ihr Leben. Die Löcher befanden sich genau dort, wo ihre traditionellen Pfade lagen - unglücklicherweise waren an dieser Stelle keine Durchlässe in der Straße vorgesehen. Ihre Grabtätigkeit „ermöglichte" auch Füchsen, Hasen, Katzen etc. die meist tödliche Straßenquerung. Die von Dachsen gegrabenen Löcher wurden damit zur Ursache einer hohen Zahl überfahrener anderer Tierarten. Noch radikaler verhalten sich z.B. Wildschweine, die mit ihrer unbändigen Kraft Zäune einfach nieder rennen.

Oft ist es bautechnisch unmöglich an den Pässen und Wechseln die Querungsbauwerke zu installieren, dann ist ein dachsdichter und wildschweinsicherer Zaun Grundvoraussetzung für eine effektive Leitung von Arten hin zu den Bauwerken.

Beispiel: Wildkatze
Wildkatzen überklettern „normale" Wildschutzzäune und werden überfahren. Einzelne an den Zäunen entlang wandernde Individuen werden beim Versuch überfahren, die Straße nach dem Zaunende zu überqueren. Auch sie profitieren von „wildkatzensicheren", d.h. in diesem Fall mit einer Abdachung versehenen Wildschutzzäunen, die sie sicher zu Querungsbauwerken führen.

Beispiel: Rotwild
Die Aktionsräume der Rotwildrudel betragen häufig über 10.000 ha. Stark befahrene Straßen stellen für Rotwild ein großes Hindernis beim Aufsuchen ihrer Teillebensräume dar. Völlig unmöglich wird die Überquerung durch die Zäunung an Hauptverkehrsstraßen. Insbesondere die Sommereinstände der Feisthirsche liegen weit entfernt von den Brunftplätzen. Werden solche traditionellen Fernwechsel zerschnitten, geht Lebensraum verloren - und das Rotwild droht zu verschwinden. Diese saisonalen Wanderkorridore müssen durch geeignete Querungsbauwerke an den optimalen Passagen aufrechterhalten werden.

4.2.4. Typen von Leit- und Sperreinrichtungen

Entsprechend den Querungsbauwerken müssen auch die Leit- und Sperreinrichtungen speziell für die Tiere ausgelegt werden, die queren sollen. Entsprechend gibt es ebenso wie bei den Querungshilfen sehr unterschiedliche Typen.

Leit- und Sperreinrichtungen für Groß- und Mittelsäuger
Parallel zur Straße geführte Wildschutzzäune in üblicher Ausführung wirken als Leit- und Sperreinrichtungen für die meisten Großsäugerarten. Sie haben eine Mindesthöhe von 2 m, mit einer variablen Maschenweite von max. 10 x 15 cm im oberen Bereich und 6 x 15 cm bis 80 cm Höhe. Sie wirken gleichzeitig als eine Sperr- und Leiteinrichtung für mittelgroße Säugetiere wie Feldhase und Fuchs. Andere Einrichtungen wie z. B. Reflektoren oder sog. „Duftzäune" haben keine ausreichende Sperrwirkung und nur minimale Leitwirkung und sind nicht geeignet, die Tiere zu der Querungshilfe zu leiten.

Beim Vorkommen der Wildkatze sind Zäune mit einer Höhe von mind. 180 cm und einer Maschenweite von 4 cm erforderlich. Die Zäune können als Maschenzaun oder punktverschweißtes Zaunmaterial errichtet werden sein. Knotengittergeflechte sind ungeeignet, da sie ein zu großes Verletzungsrisiko für die Katzen aufweisen (die Katzen verfangen sich mit ihren Krallen in den Knoten). Von besonderer Bedeutung ist ein Übersteigschutz an der Oberkante der Zäune, da die Tiere extrem kletterfähig sind. Solche Zäune sind für auf die Fahrbahn geratene Tiere straßenseitig überwindbar. Der Zaun ist 20 – 30 cm tief einzugraben. Beim Vorkommen des Baummarders eignet sich ebenfalls ein Zaun in der Bauform des Wildschutzzaunes für Wildkatzen.

Abb. 5: Für Wildkatzen unüberwindbarer Wildschutzzaun, 1800 mm hoch (Ausschnitt: Übersteigschutz).

Für Otter, Biber, Dachs und Iltis sind Zäune mit einer Höhe von 100 cm und einer Maschenweite von 4 cm zu verwenden. Die Zäune müssen 40 – 50 cm in den Boden eingegraben oder an entsprechend tief eingelassene Platten angeschlossen werden.

Leitstrukturen und Schutzzäune für Kleinsäuger:
Zu den Querungshilfen hinführende bzw. diese überführende linienhafte Strukturen wie Hecken, Erdwälle, Gräben sind wichtige Leitlinien für Kleinsäuger, die die Akzeptanz der Bauwerke erhöhen. Alle Kleinsäuger benötigen auf dem Weg zu den Querungshilfen sowie in bzw. auf den Querungshilfen Deckung vor Beutegreifern, die artspezifisch sehr unterschiedlich sein kann. Baumbewohner benötigen Kronenschluss höherer Gehölze, bodenlebende Arten benötigen Deckung in Form von Hecken, höherem Krautwuchs, Totholz und Schotter, bzw. wasserbegleitende Vegetation. Im Boden lebende Arten benötigen grabfähige Bodenauflagen.

Leitstrukturen und Schutzzäune für Fledermäuse
Als Leitstrukturen für Fledermäuse eignen sich am besten Leitpflanzungen, die ihre Funktion aber erst ab einer Höhe von 2-3 m erfüllen. Sie müssen rechtzeitig vor der Verkehrsfreigabe funktionsfähig sein. In den meisten Fällen werden Fledermäuse parallel zu den Strukturen geleitet. Die Attraktivität der Leitpflanzungen wird durch beidseitige, 2-3 m breite, gehölzfreie Krautsäume erhöht. Lücken in der Leitpflanzung sind unbedingt zu vermeiden. Vorhandene Leitstrukturen, die einen Kronenschluss von Bäumen über der Straße beinhalten, genügen einigen Arten bereits als Querungshilfe und sind zu erhalten. Als Leitstrukturen können neben Pflanzungen auch Holzwände, Holzzäune, Mauern, oder als Notlösung engmaschige Drahtzäune dienen. Wichtig ist, dass diese Leitstrukturen durch die Echoortung der Fledermäuse erkannt werden können. Wenn Drahtzäune verwendet werden müssen, so ist als Leiteinrichtung Maschendraht mit max. 4 cm zu verwenden.

Leitstrukturen und Schutzzäune für Amphibien und Reptilien
Für eine ausreichende Sperrwirkung müssen Amphibienzäune mit einem Übersteigschutz gesichert sein, da etwa Molche an ihnen hoch wandern können. Für Schlangen ist eine Höhe von 70 cm erforderlich. Amphibien lassen sich nur schlecht seitlich leiten. Die Leitsysteme sollten deshalb trichterförmig angelegt sein oder die Durchlässe müssen näher beieinander liegen.

4.2.5. Effizienzkontrollen

Querungsbauwerke mit ihren entsprechenden Leit- und Sperreinrichtungen sind dann effizient, wenn sie

- Wildunfälle weitgehend ausschalten;
- den ansässigen Individuen den Zugang zu allen Teilbereichen ihres Wohngebietes mit allen Ressourcen bieten;
- den wandernden Tieren, die keine Gewöhnungsmöglichkeiten wie ortsansässige Tiere haben, stressarmes Queren ermöglichen und damit
- den Populationsverbund aufrechterhalten.

Die Effizienz muss durch spezielle Effizienz- oder Erfolgskontrollen, die die Wirksamkeit der Bauwerke testen, überprüft werden. Diese Erkenntnisse erlauben es auch, nachträglich noch Verbesserungen an bestehenden Straßen und Bauwerken vorzunehmen.

4.2.6. Gestaltung funktionierender Korridore

Ziel der Korridore ist es aktuelle und potentielle Hauptlebensräume („Kerngebiete“) von Fauna und Flora zu vernetzen. Sie dienen dem Genfluss und dem langfristigen Erhalt der Arten. Als Kerngebiete werden bei dieser Studie die großen Waldkomplexe in der Region um und in Luxemburg angesehen, sowie die wichtigen Grünlandkomplexe im Südwesten.

Für manche Zielarten sind die im Bereich der Korridore liegenden Wälder zu klein, um als langfristiger Lebensraum dienen zu können. Beispielsweise reichen der Zielart Wildkatze Waldregionen unter 1000 ha nicht als Lebensraum für eine Familie. Solche kleinen Waldregionen sind jedoch wichtige Trittsteinbiotope auf einem Korridor hin zu den Waldgebieten mit ausreichender Größe.

Auch wenn Korridore für viele Arten nicht als eigentlicher Lebensraum dienen können, müssen einige Mindestanforderungen erfüllt werden, damit der Korridor akzeptiert wird und für die Arten passierbar bleibt. Ein entscheidender Punkt ist dabei die Breite. Je nach Mobilität, intraspezifischer Reaktion und Scheu der Art treten erhebliche Spannen auf.

Nach streng ökologischen Kriterien sollte ein Korridor doppelt so breit sein, wie die durchschnittliche „home-range“ der Tierart (Department of Environment and Conservation (NSW), 2004). So braucht eine Zwergspitzmaus (500-2000 m^2 home-range) rund 70 Meter, ein Feldhase (home-range etwa 20-40 ha) schon 1200 m und ein Rebhuhn (home-range etwa 100 ha) 2000 m breite Korridore.

In der Praxis wird deshalb vorgeschlagen, die Breite des Korridors nach seiner Bedeutung auszulegen. Große regionale Korridore, die Landschaften verbinden, sollten eine Mindestbreite von 500 m haben. Subregionale Korridore, die zum Beispiel Talwiesen verbinden, benötigen eine Breite über 300 m. Lokale Korridore dienen der Vernetzung lokal geteilter Biotope und können schon unter 50 m passierbar sein.

In den USA wird die Mindestbreite von Wildkorridoren (für Waldarten) nach präzisen Modellen errechnet. Die Berechnung beruht auf der Auswertung bestehender Korridore. Als Grundregel gilt: die Korridore sollten möglichst geradlinig verlaufen und müssen mindestens 10% Deckungsgrad aufweisen. Bei der Berechnung geht das Department of Environment and Conservation von einem frei liegenden, von Menschen ungestörten Umfeld und einem über 40 %igem Deckungsgrad der Landschaft aus. Eine Breite von 350 m wird unter diesen Bedingungen als Minimum für einen Regionalkorridor angesehen.

Sind die Umfeldfaktoren (z.B. Deckungsgrad und menschliche Präsenz) ungünstiger, werden entsprechende Zuschläge zur Mindestbreite errechnet um diese Störfaktoren zu kompensieren. Flächen mit einer Deckung unter 10% gelten als nicht passierbar (müssen also mit zusätzlichen Deckungsmöglichkeiten ausgestattet werden), Flächen mit über 40% Deckung als optimal. Deckungsgrade zwischen 10 und 40% werden als negativer Einfluss bewertet und machen eine Vergrößerung der Mindestbreite notwendig. Im konkreten Fall bedeutet dies, dass ein Korridor, der auf der Hälfte der Fläche Deckungsgrade unter 40% besitzt, um 0,5 x 400* = 200 m verbreitert werden muss (*400 = der vorgegebene Koeffizient). Die Mindestbreite ohne Berücksichtigung der anderen Faktoren steigt somit auf 350 + 200 = 550 m.

Woess & Grillmayer (2000) fordern im 250m-Radius um Wildpassagen keine einzelnen bewohnten Häuser und im 500m-Radius um Wildpassagen keine Siedlungen. Zwischen Siedlungen muss der Korridor also eine Mindestbreite von 1000 m haben. Müri (2000) nennt Nadelöhre in Waldkorridoren unter 300 m Breite nicht passierbar. Müri erwähnt darüber hinaus die besondere Bedeutung der Flüsse als Wander- und Ausbreitungsachsen.

Aufgrund dieser Werte wird für die vorliegende Studie ein 3-stufiges Korridorsystem vorgeschlagen:

- Überregionale Waldkorridore mit einer Kernzone von 500 m Breite und einer Gesamtbreite von 1000 m. Die Kernzone soll möglichst störungsfrei erhalten bleiben, und einen Minimumdeckungsgrad von 25 % erreichen.
- Regionale (Haupt)Grünlandkorridore von nationaler Bedeutung mit einer Breite von 500 m. In vielen Fällen handelt es sich um Gewässerauen, die bedeutende Biotopgrünlandkomplexe verbinden.
- Lokale (Neben)Grünlandkorridore mit 300 m Breite.

5. Darstellung der Problematik im Untersuchungsgebiet

Die folgende Analyse der Landschaftszerschneidung, resp. der noch vorhandenen Landschaftskorridore in der Region erfolgt auf verschiedenen Ebenen.

Zunächst wird untersucht, inwieweit der Südwesten des Landes großräumig überhaupt noch an entsprechende Korridore angebunden ist. Diese Analyse erlaubt es, eine Hierarchie aufzustellen, und überregional wichtige Korridore zu erkennen. Bei solchen Korridoren (die etwa von großen Säugern, wie Hirsch, Luchs o.ä. genutzt werden könnten) sind an Problempunkten unter Umständen sehr aufwändige Maßnahmen, wie Landschaftsbrücken, von besonderer Bedeutung. Diesen Problemabschnitten muss daher bei einem Maßnahmenkonzept eine besondere Priorität gegeben werden.

Die darunter liegende Analyseebene betrachtet das Land Luxemburg und die Anbindungen, die der Südwesten, der ja einer der am stärksten urbanisierten Teile des Landes darstellt, an die anderen Landesteile hat. Auch hier kristallisieren sich besonders wichtige Verbindungsebenen, resp. Bereiche heraus, die bereits auf nicht mehr rückgängig zu machende Art und Weise zerschnitten sind.

Als unterste Ebene wird die Situation innerhalb der Region detailliert untersucht. Hier stehen zwar die Autobahnen mit ihrer enorm starken Barrierewirkung im Vordergrund. Stark befahrene Straßen werden jedoch auch berücksichtigt. Auf dieser Ebene geht es nicht nur um Großtierkorridore, sondern auch um Passagen für kleinere Arten. So spielt beispielsweise die Durchlässigkeit der Landschaft für den stark gefährdeten Kammmolch eine besondere Rolle, da diese Art in Luxemburg ihren Verbreitungsschwerpunkt im Südwesten des Landes hat.

Aus den verschiedenen Untersuchungsebenen ergibt sich die noch bestehende klein- resp. großräumige Landschaftsvernetzung, sowie eine Anzahl von Lokalitäten, wo Engpässe oder völlige Barrieren auftreten. Je nach der Situation, sowie der Bedeutung des Landschaftskorridors ergeben sich daraus eine Anzahl von notwendigen Maßnahmen, die eine unterschiedliche Dringlichkeit haben und sehr stark im Aufwand variieren können (von aufwändigen Landschaftsbrücken über Autobahnen bis zu wenig kostspieligen Verbesserungen von Passagen, etwa durch Entfernen von Zäunen oder Anpflanzen von Strukturen).

5.1. Unterscheidung von Wald- und Offenlandkorridoren

Die folgende Problemanalyse der Zerschneidungswirkung von Infrastrukturen und Siedlungen im Südwesten Luxemburgs basiert auf den fiktiven Ansprüchen von Modellarten. Dabei wurden die Ansprüche von zwei Artengruppen mit sehr verschiedenen Bedürfnissen berücksichtigt: einerseits die von Waldarten, die nur eine bestimmte Distanz im Offenland überbrücken können, andererseits die von Offenlandarten, die ganz oder teilweise waldmeidend sind. Entsprechend wurde die Situationsanalyse einmal für Waldkorridore und einmal für Offenlandkorridore in der Region durchgeführt.

Bei den Zielarten für den Wald handelt es sich prioritär um verschiedene Säugetierarten unterschiedlicher Größe (von Baummarder bis Rothirsch). Diese Artengruppe hat zwar sehr unterschiedliche Raumansprüche und die Wanderbewegungen sind unterschiedlich weiträumig. Dennoch ist die Problematik für diese Artengruppe ähnlich, so dass man sie im wesentlichen auf

ein Modell reduzieren kann. Für dieses Waldtiermodell wurden folgende Bedingungen angenommen: das Tier entfernt sich maximal 250 m vom Wald, wobei größere Feldgehölze ebenfalls angenommen werden und nähert sich höchstens auf 100 m den Siedlungen. Ein solches Modell könnte beispielsweise für eine Art wie die Wildkatze stehen. Die folgenden Darstellungen für die Waldkorridore basieren auf Berechnungen nach diesem Modell. Da verschiedene Zielarten sehr weiträumige Wanderbewegungen durchführen, beschränkt sich die Auswertung für die Waldkorridore nicht nur auf das Kern-Untersuchungsgebiet sondern darüber hinaus auf ganz Luxemburg resp. die Großregion.

Bei den Zielarten für das Offenland handelt es sich nicht um eine solch einheitliche Gruppe. Unter Offenland sind Habitattypen zusammengefasst, die weitaus heterogener sind als der Wald. Entsprechend sind auch die Ansprüche der Arten unterschiedlicher. Der bedeutendste Offenlandtyp im Südwesten stellen extensiv genutzte, artenreiche Wiesen dar, die zum Teil noch eine großflächige Ausdehnung haben. Die Vernetzung diese Habitattyps und seiner Lebensgemeinschaft ist ein primäres Ziel in der Region. Allerdings gibt es auch wichtige Zielarten im Südwesten Luxemburgs, die teilweise auch auf Ackerlebensräume angewiesen sind, etwa das Rebhuhn und der Raubwürger. Beides sind allerdings vergleichsweise mobile Arten, die eine bandförmige Zerschneidung (Straße) notfalls auch überfliegen könnten. Eine weitere wichtige Zielgruppe sind Gewässerarten und hier vor allem der Kammmolch, der im Südwesten des Landes sein Schwerpunktvorkommen hat.

Um den Ansprüchen dieser verschiedenen Zielarten zumindest ansatzweise gerecht werden zu können, wurde für das Offenland deshalb ein komplizierteres Modell gewählt. Als Basisschicht wurde das gesamte Offenland aus den topografischen Karten entnommen. Darauf wurden die naturschutzrelevanten Wiesenflächen projiziert, die durch weitgehend flächenhafte Kartierungen der Biologischen Station SICONA für den Großteil der Region erfasst sind. Außerdem wurden das Offenland durchquerende Fließgewässer, die oft wichtige Verbindungsachsen für Wiesengründe darstellen ebenfalls hinzugezogen. Aus dieser Projektion ergaben sich wichtige Grünlandkomplexe, sowie die entsprechenden Korridore und Verbindungsachsen.

Eine separate Analyse wurde im Offenland zudem für den Kammmolch durchgeführt, für den ebenfalls weitgehend komplette eigene Daten vorliegen und der nachweislich mit der Zerschneidungsproblematik in der Region zu kämpfen hat. Für diese Art wurden gezielt die notwendigen Maßnahmen untersucht.

Die Ergebnisse der Situationsanalysen für den Wald und das Offenland werden im folgenden in jeweils eigenen Kapiteln vorgestellt. Im Maßnahmenkapitel werden dann die Ergebnisse für beide Korridorarten zusammengefasst.

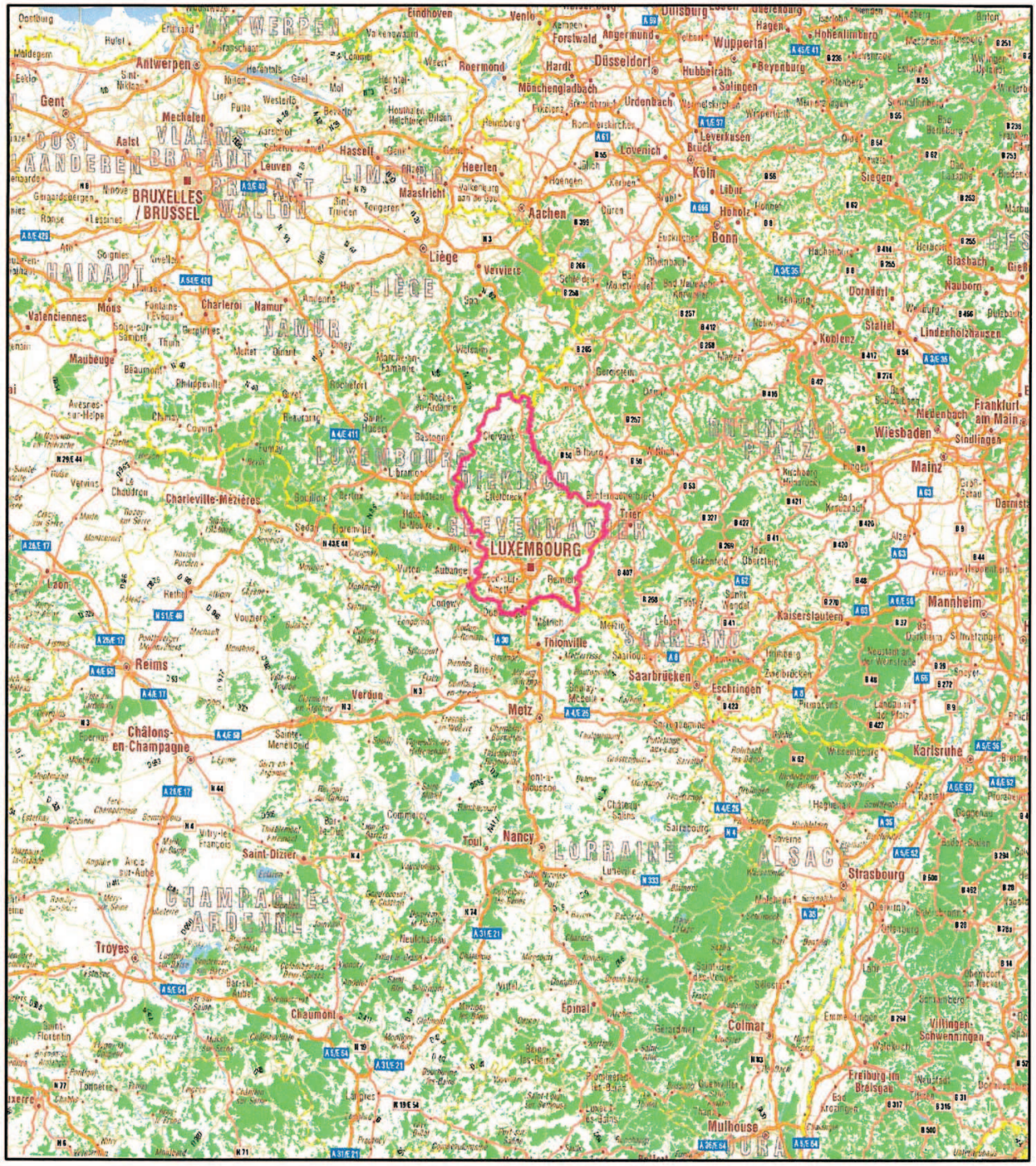
5.2. Waldkorridore

5.2.1. Situation Luxemburgs in der Großregion

Die folgende Karte 2 gibt einen Überblick über die Einbettung Luxemburgs in die Waldgebiete der Großregion. Die Karte zeigt deutlich, dass Luxemburg, selbst relativ waldreich, in einer verhältnismäßig stark bewaldeten Region liegt.

Nordwestlich und nordöstlich grenzen die waldreichen Mittelgebirge der Ardennen und der Eifel direkt an die Waldgebiete auf luxemburgischer Seite an. Nach Osten hin dehnen sich diese Waldzüge durch ganz Rheinland-Pfalz bis nach Hessen aus. Im Westen enden die Waldgebiete allerdings im belgischen Flachland im Bereich der Provinzen Limburg und Brabant.

Das südlich angrenzende Lothringen und das Saarland zeigen sich ebenfalls relativ gut bewaldet, so dass sich Waldkorridore relativ lückenlos bis nach Nancy und Saarbrücken verfolgen lassen. Allerdings sind die Stromtäler von Mosel und Saar nur schwach bewaldet, so dass sie zumindest teilweise eine Barriere für Waldtiere darstellen können und eine Verbindung der luxemburgischen Waldgebiete mit den großen Wäldern des Pfälzerwaldes und der Vogesen nicht eindeutig ist. Nach Südwesten hin unterbricht das breite waldarme Band der Champagne die Waldgebiete.

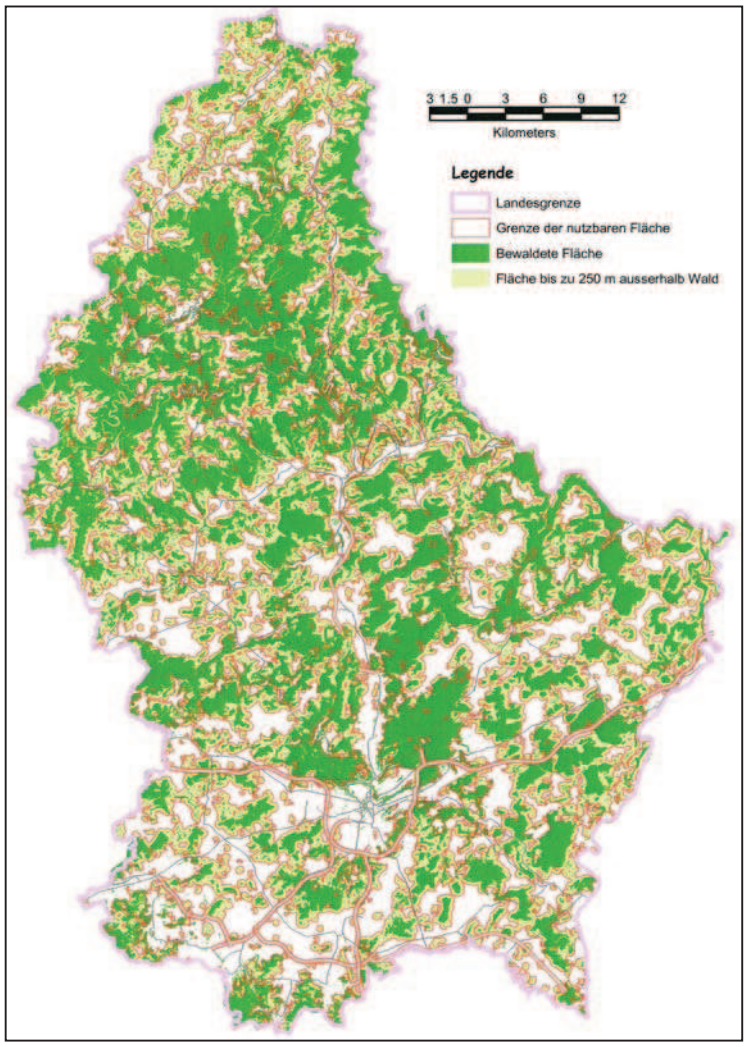


Karte 2: Waldgebiete in der Großregion um Luxemburg

5.2.2. Waldkorridore innerhalb von Luxemburg

5.2.2.1. Für Waldtiere verfügbarer Lebensraum

Auf Karte 3 ist der für Waldtiere, etwa die Wildkatze, in Luxemburg prinzipiell nutzbare Lebensraum dargestellt.



Karte 3: Verfügbarer Lebensraum für Waldtiere in Luxemburg

Die Projektion geht von der bewaldeten Fläche aus, wobei wie erwähnt folgende Bedingungen zugrunde gelegt werden: das Tier hält prinzipiell einen Abstand von 100 m zu Siedlungen und kann sich bis zu 250 m vom Wald entfernen. Auch kleine Wälder und Feldgehölze werden genutzt.

Unter diesen Bedingungen sind große Teile Luxemburgs als theoretischer Lebensraum nutzbar. Insbesondere das südliche Ösling ist fast lückenlos geeignet, ebenso wie die Waldgebiete des Luxemburger Sandsteins. Die wenig waldreichen Gebiete im Osten des Landes und im Bereich des Kantons Redingen weisen dagegen Lücken auf. Als isolierende Bänder werden das in seiner ganzen Länge besiedelte Alzettetal, sowie die Stadt Luxemburg und die Siedlungen der Minettegegend sichtbar, in geringem Ausmaß auch die Nordstadt.

Da im Südwesten des Landes neben den Barrieren durch die starke Urbanisierung als zusätzlicher Isolationsfaktor auch noch zahlreiche Autobahnen hinzukommen, stellt das Untersuchungsgebiet trotz relativ vieler Waldgebiete die problematischste Region des Landes für wandernde Waldtiere dar. Der Erhalt, resp. der Aufbau eines funktionierenden Korridorsystems ist deshalb in dieser Region von besonderer Bedeutung.

5.2.2.2. Das Waldkorridornetz in Luxemburg

In Karte 4 sind die aktuell in Luxemburg noch vorhandenen Waldkorridore dargestellt. Je nach Breite des bestehenden Korridors sind sie in drei Kategorien unterteilt. Breite der schmalsten Stelle weniger als 500 m, zwischen 500 und 1000 m, sowie über 1000 m.

Karte 4: Aktuell bestehende Waldkorridore in Luxemburg

Im Norden des Landes (nördlich einer Linie Atterttal/Mittelsauertal) sind die Waldkorridore, mit Ausnahme der kaum bewaldeten Nordspitze, noch fast überall breit und eng vernetzt. Sie haben hier auch direkten Anschluss an die Wälder der Ardennen und der Eifel.

Im Osten des Landes findet sich ebenfalls noch eine Vernetzung. Hier sind die Korridore jedoch vielfach schon schmal geworden. Baumaßnahmen an kritischen Stellen (Flaschenhälsen) können hier bereits leicht zu einer Zerschneidung des gesamten Korridors führen.

Im westlichen Gutland findet sich noch eine einigermaßen intakte Vernetzung im Bereich des Luxemburger Sandsteins. Dagegen sind die Wälder des Südwestens bereits nicht mehr vernetzt. Hier sind Maßnahmen notwendig, um die Durchgängigkeit der Landschaft wieder herzustellen.

Die drei beschriebenen Landschaftseinheiten (Norden, Osten, Westen) sind nur sehr lose miteinander vernetzt. Insbesondere der Osten ist nur noch jeweils an einer Stelle an das Ösling resp. das westliche Gutland angebunden. Diese beiden bereits deutlich ausgedünnten Korridore (gelb markiert) stellen die neuralgischen Punkte sowohl einer Vernetzung der luxemburgischen Waldbiotope, als auch eines überregionalen Verbundes durch Luxemburg dar. Sie dürfen auf keinen Fall zerschnitten werden, resp. es sollten möglichst Anstrengungen erfolgen sie zu verbessern und zu sichern.

Der Osten des Landes ist darüber hinaus auch mit dem Ausland nur teilweise verbunden. Während im Bereich der Untersauer noch mehrere breite Korridore auf die deutsche Seite führen, ist das an der Mosel nicht der Fall. Hier grenzen auf deutscher Seite nur an wenigen Stellen bewaldete Gebiete an. Die beiden wichtigsten potentiellen Verbindungswege führen an Grevenmacher und Remerschen vorbei. Beide Korridore sind jedoch auf einer kurzen Strecke unterbrochen und bedürften Entschneidungsmaßnahmen, um die Anbindung von Luxemburgs Osten an den deutschen Nachbarn wieder herzustellen.

Im Westen des Landes ist der Bereich des Luxemburger Sandsteins noch relativ gut an das Ösling angebunden, allerdings laufen die entsprechenden Korridore über belgisches Territorium, während die Luxemburger Korridore schon fragil sind. Der Südwesten ist, wie oben erwähnt schon deutlich zerschnitten. Die in den folgenden Kapiteln vorgestellten Maßnahmen könnten die Durchlässigkeit der Landschaft hier deutlich verbessern.

5.2.2.3. Hauptachsen: Internationale Korridore durch Luxemburg

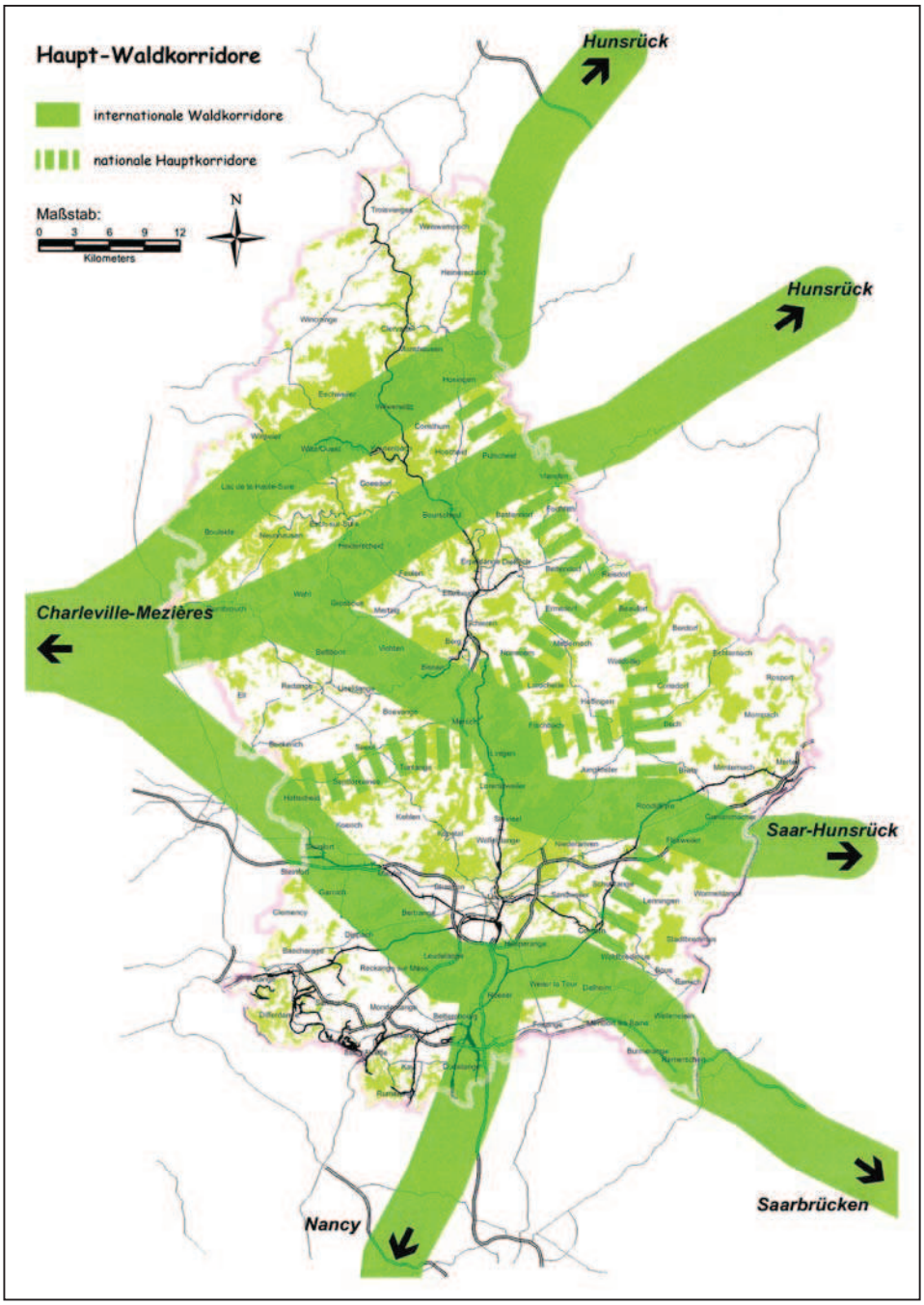
Auf der folgenden Karte 5 sind schematisch die Hauptachsen dargestellt, die von den umliegenden Waldgebieten des nahen Auslands durch Luxemburg führen, sowie die Haupt-Waldkorridore innerhalb Luxemburgs. Die dargestellten Hauptachsen beziehen sich lediglich auf die mögliche Vernetzung anhand der vorhandenen Waldgebiete. Barrieren wurden nicht berücksichtigt. Es handelt sich also nicht um Korridore die zur Zeit auf ihrer ganzen Länge durchgängig sein müssen. Auf die Problematik der Durchgängigkeit dieser Achse wird in den folgenden Kapiteln eingegangen. Als internationale Korridore wurden hier die Zonen ausgeschieden, die über relativ breite Waldbänder angrenzende Waldgebiete des nahen Auslands verbinden. Bei den nationalen Korridoren handelt es sich um weniger dicht bewaldete Zonen, die innerhalb Luxemburgs als zusätzliche Korridore zu diesen internationalen Achsen funktionieren können.

Westlich grenzt ein breites Waldband in den belgischen Ardennen an Luxemburg. Von dieser Region führen zwei wichtige Korridore quer durch das mittlere Ösling in die Waldgebiete des Hunsrücks. Ein weiterer Korridor zweigt nach Süden ab und führt durch das Zentrum des Landes und den zentralen Osten in Richtung Saar-Hunsrück. Ein vierter wichtiger Korridor führt von Belgien durch das südliche Gutland nach Lothringen und dem Saarland. Diese Korridore lassen sich bis hin nach Nancy und Saarbrücken weiter verfolgen.

Als zusätzliche nationale Hauptkorridore ziehen sich im Bereich des Luxemburger Sandsteins Waldbänder von West nach Ost. Schließlich stellt die Nordsüd-Verbindung durch den Osten des Landes noch einen weiteren Hauptkorridor dar.

Die von Autobahnen und Siedlungen stark zerschnittene Landschaft im Südwesten des Landes liegt somit an einer wichtigen Verbindungslinie der Waldgebiete des umliegenden Auslands. Aus diesem Blickpunkt ist eine Reaktivierung der teilweise durchschnittenen Korridore von besonderer Bedeutung. So findet zurzeit offenbar nur noch sehr sporadisch ein Hirschwechsel durch diese Region statt. Entsprechende Maßnahmen könnten die Funktion dieses wichtigen Korridors wieder herstellen.

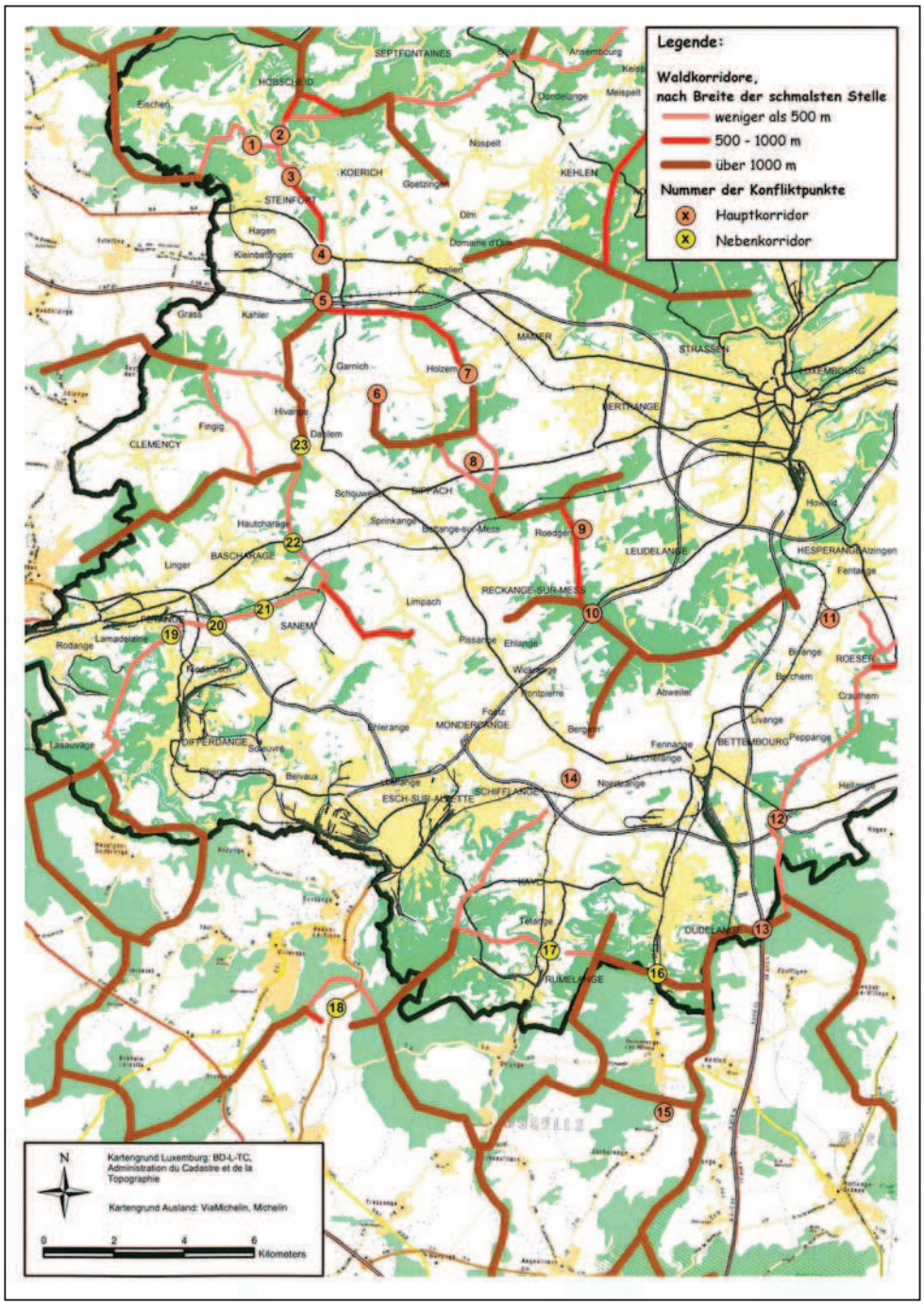
Das folgende Kapitel konzentriert sich auf die Problematik im Südwesten Luxemburgs, wobei ein besonderes Augenmerk auf die Funktionalität der oben beschriebenen Hauptachse gelegt wird.



Karte 5: Internationale Waldkorridore und Hauptkorridore innerhalb des Landes

5.2.3. Waldkorridore und Konfliktpunkte im Südwesten Luxemburgs

Karte 6 stellt einen Ausschnitt von Karte 4 dar, in dem vergrößert das Waldkorridornetz im Südwesten Luxemburgs abgebildet ist. Man erkennt deutlich den internationalen Hauptkorridor, der sich von Nordwesten nach Südosten über meist noch relativ stabile (breite) Verbindungen zieht. Dieser Korridor weist aber bereits eine Reihe von Konfliktpunkten (Barrieren für wandernde Waldtiere) auf, die von Autobahnquerungen über Verengungen durch herandrängende Siedlungen und Gewerbegebiete bis zu kleineren Waldunterbrechungen reichen. Im oberen Alzettetal schließlich zeigen sich breitere Lücken bei der Anbindung an den Osten des Landes resp. an Lothringen. Die Überbrückung der Barrieren an diesem internationalen Korridor hat die höchste Priorität.



Karte 6: Waldkorridornetz im Südwesten den Landes, sowie Konfliktpunkte (in Orange: Konfliktpunkte am Hauptkorridor (prioritär); in Gelb Konfliktpunkte an den Nebenkorridoren)

Neben diesem Hauptkorridor erkennt man zwei Nebenkorridore von niedrigerer Priorität. Der eine zweigt bei Garnich vom Hauptkorridor nach Süden ab und führt über Bascharage nach Petingen und Lasauvage, wo er an größere Waldgebiete auf französischer Seite anschließt. Der zweite trennt sich im Bereich von Abweiler vom Hauptkorridor und führt entlang von Schifflingen in die Waldgebiete zwischen Esch/Alzette und Kayl-Rumelange und hat hier ebenfalls Anschluss an die französischen Wälder. Diese regionalen Korridore haben eine geringere Priorität als der internationale Korridor. Aufwendige Entschneidungsmaßnahmen, wie der Bau von Grünbrücken sollten deshalb zurückgestellt werden zugunsten von Maßnahmen am Hauptkorridor. Dennoch könnten sich auch hier Gelegenheiten ergeben, etwa bei Bauarbeiten, die ohnehin durchgeführt werden müssen, die Durchgängigkeit von Barrierepunkten zu verbessern. Die verschiedenen Konfliktpunkte werden deshalb ebenfalls im folgenden angeführt.

Die untenstehende Tabelle zählt die einzelnen Konfliktpunkte auf und macht kurze Angaben zu notwendigen Maßnahmen und deren Priorität.

Tabelle 5: Konfliktpunkte im Bereich des Hauptkorridors im Südwesten des Landes und Lösungsansätze für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit.

Punkt Nr.	**Konflikt(e)**	**Lösungsansätze**	**Priorität**
1	Verengung durch Siedlung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
2	Verengung durch Siedlung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
3	fehlende Waldanbindung (940 m), Verengung durch Siedlung	Anlage von Trittsteinbiotopen, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
4	vielbefahrene Nationalstraße, fehlende Waldanbindung (1000 m), Verengung durch Siedlung	Unterführung mit Verlegung von Kreuzung und Parkplatz, Anlage von Trittsteinbiotopen, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
5	Autobahn	Landschaftsbrücke	hoch
6	fehlende Waldanbindung (nach Westen 1800 m, nach Norden 1500 m)	Anlage von Trittsteinbiotopen: Korridor nach Westen oder Norden verbinden (alternativ zum nicht mehr überbrückbaren Zerschneidungspunkt 5)	hoch
7	extreme Verengung durch Siedlung und Industrieanlage	Gebäude verlegen	nicht realisierbar
8	vielbefahrene Nationalstraße, fehlende Waldanbindung (1100 m)	Unterführung, Anlage von Trittsteinbiotopen	hoch
9	Siedlungsnähe und stoßweise stark befahrene Straße	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
10	Autobahn	Landschaftsbrücke	hoch
11	Autobahn, fehlende Waldanbindung (2500 m), Siedlungsnähe	Landschaftsbrücke, Anlage von Trittsteinbiotopen, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
12	Autobahn, Verengung durch Siedlung	Landschaftsbrücke, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, Sperrung der als Parkplatz genutzten alten Straßentrasse	hoch
13	Autobahn, Auffahrt und Straße	Landschaftsbrücke	hoch
14	Autobahn, Eisenbahn (2x), fehlende Waldanbindung (2800 m), Verengung durch Siedlung	Landschaftsbrücke (doppelt; über Autobahn und Eisenbahn), 2. Landschaftsbrücke über Eisenbahn, Anlage von Trittsteinbiotopen, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	niedrig (schwer realisierbar)
15	Verbau des Korridors durch Teichanlage (wilddicht gezäunt)	Zaun entfernen, wenn möglich Verlegen der Anlage	mittel
16	extreme Verengung durch Siedlung, vielbefahrene Straße, Zerschneidung durch sehr breite Eisenbahntrasse (Rangiergelände)	Landschaftsbrücke, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	niedrig (kaum durchführbar)
17	extreme Verengung durch Siedlung, zweifache Zerschneidung durch vielbefahrene Straße und Eisenbahn	Landschaftsbrücke, keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	niedrig (kaum durchführbar)

Tabelle 5: Konfliktpunkte im Bereich des Hauptkorridors im Südwesten des Landes und Lösungsansätze für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit (Fortsetzung).

Punkt Nr.	Konflikt(e)	Lösungsansätze	Priorität
18	Verengung durch Siedlung, bei Alternativkorridor: fehlende Waldanbindung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, Anlage von Trittsteinbiotopen	mittel
19	Verengung durch Siedlung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	mittel
20	Autobahn	Landschaftsbrücke	niedrig
21	Verengung durch Siedlung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	mittel
22	Verengung durch Siedlung, vielbefahrene Nationalstraße	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, Aufständerung	mittel, resp. niedrig
23	Siedlungsnähe, fehlende Waldanbindung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, Anlage von Trittsteinbiotopen	mittel, resp. niedrig

5.3. Offenlandkorridore

5.3.1. Verbindungskorridore zwischen wichtigen Grünlandkomplexen

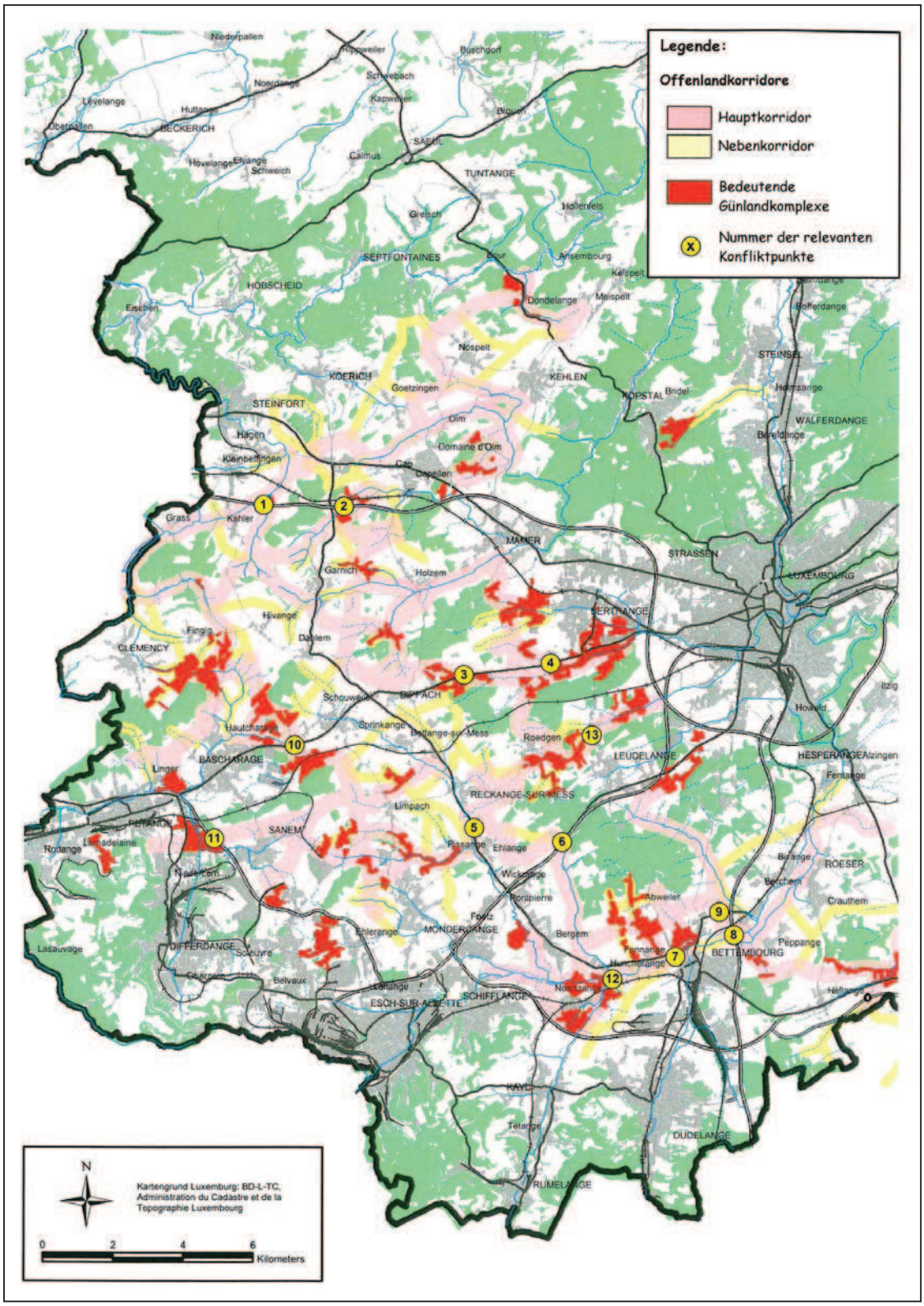
Der Südwesten Luxemburgs ist durch einen hohen Grünlandanteil geprägt und hier befinden sich auch heute noch relativ ausgedehnte Flächen von mageren Mähwiesen und Sumpfdotterblumenwiesen. Kleinflächig treten noch die hochgradig gefährdeten Pfeifengraswiesen, Silikatmagerrasen und Trockenrasen auf Kalk auf. Diese Grünlandtypen sind mit Ausnahme der Sumpfdotterblumenwiesen durch die europäische Habitatdirektive nach Anhang 1 geschützt. Aufgrund dieser Rechtslage hat Luxemburg bereits mehrere Habitatzonen im Südwesten des Landes ausgewiesen, weitere Ausweisungen scheinen aufgrund der Empfehlungen der EU unumgänglich. Außerdem genießen alle erwähnten Wiesentypen unabhängig von Schutzgebietsausweisungen einen Schutz vor Zerstörung aufgrund des Naturschutzgesetzes vom 14. Januar 2004.

Karte 7 stellt die wichtigsten Grünlandkomplexe im Südwesten Luxemburgs vor. Diese Komplexe wurden auf der Basis von flächenhaften Wiesenkartierungen der Biologischen Station SICONA, die mittlerweile fast in der ganzen Region abgeschlossen sind ermittelt. Als bedeutende Grünlandkomplexe wurden mehr oder weniger zusammenhängende, artenreiche Grünlandbereiche ausgewählt, in denen Vorkommen stark gefährdeter Arten vorhanden sind.

Neben einer Reihe von kleineren Gebieten befinden sich die größten bedeutenden Grünlandkomplexe in den Gemeinden Bartringen, Bascharage, Bettemburg, Differdingen, Kayl, Kopstal, Leudelingen, Mamer, Monnerich, Reckingen-Mess und Sanem. Auffallenderweise liegen die meisten bedeutenden Grünlandkomplexe im Auenbereich von kleineren und größeren Fließgewässern. Die „Benutzung“ der Talauen als Korridor für wandernde Arten drängt sich also auf, umso mehr als die uferbegleitende Vegetation aus Kraut- oder Gehölzsäumen eine wichtige Rolle als Leitstruktur für viele Arten spielt.

Im naturschutzrelevanten Grünland sind die Zielarten selbstverständlich grundverschieden von den Waldarten und auch ihre Ansprüche divergieren sehr stark. Es handelt sich eher um kleinere Arten, die geringere Ansprüche an die Habitat- und Korridorgröße stellen, dafür aber weniger mobil sind. Die Korridore müssen daher kürzer sein und so ergibt sich notwendigerweise ein dichteres

Netz an Wanderwegen. Demgegenüber können diese Korridore aber auch bedeutend schmaler als Waldkorridore sein (siehe Kapitel 4.2.6.).



Karte 7: Offenlandkorridornetz im Südwesten den Landes

Insgesamt ergeben sich 13 Konfliktpunkte am Netz der Offenlandkorridore an denen Maßnahmen notwendig wären. Sie sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Tabelle 6: Konfliktpunkte im Bereich der Hauptkorridore für Offenlandarten im Südwesten des Landes und Lösungsansätze für die Wiederherstellung der Durchgängigkeit

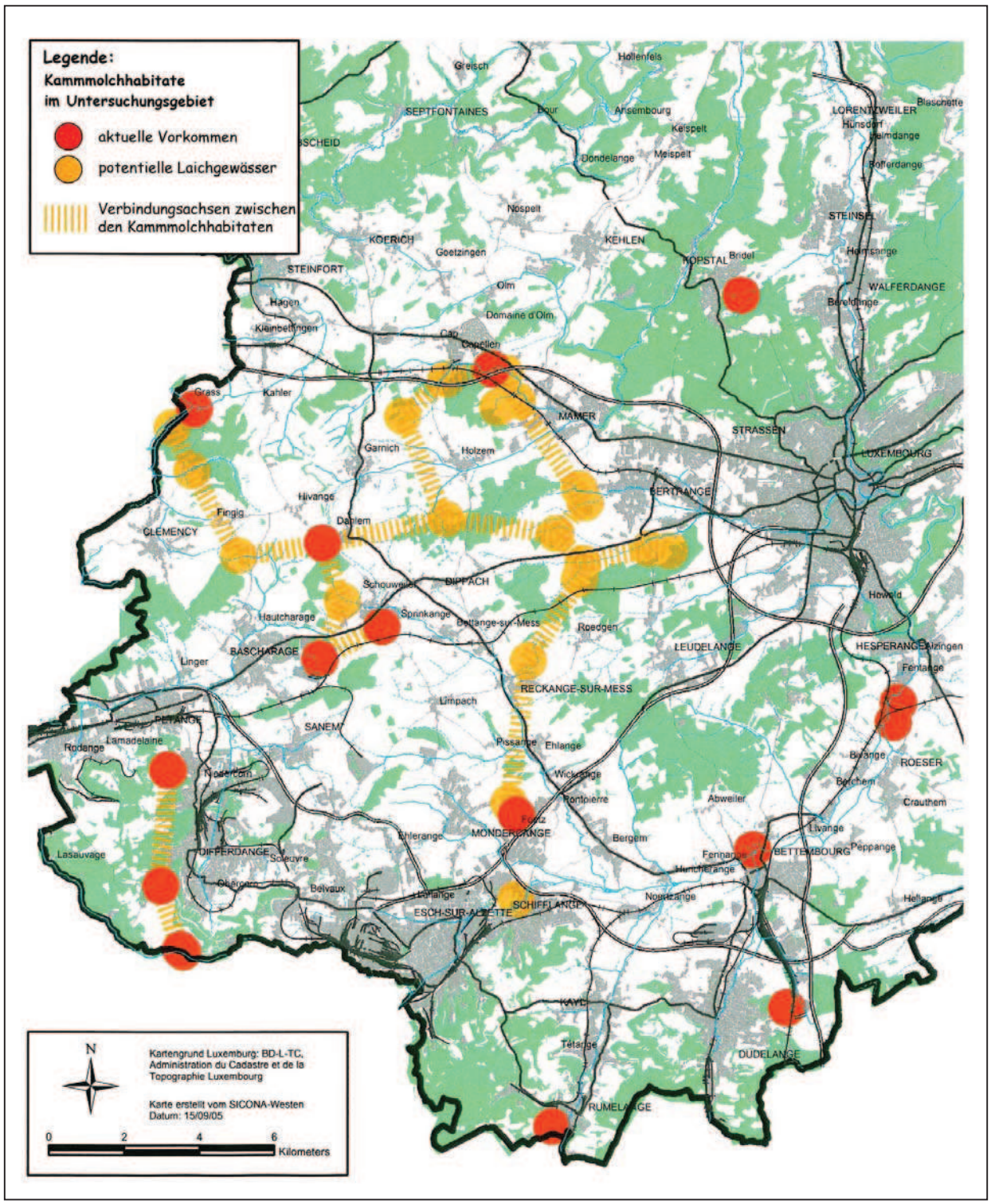
Punkt Nr.	Konflikt(e)	Lösungsansätze	Priorität
1	Autobahn	Ausbau bereits bestehender Unterführung oder besser Aufständerung	hoch resp. mittel
2	Autobahn	Aufständerung	niedrig
3	vielbefahrene Nationalstraße	Aufständerung (ebenfalls im Rahmen der Waldkorridore vorgesehen)	hoch
4	vielbefahrene Nationalstraße	Aufständerung	niedrig
5	vielbefahrene Nationalstraße	Aufständerung	mittel
6	Autobahn	Aufständerung (alternativ Tunnel und Bau der im Rahmen der Waldkorridore vorgesehenen Landschaftsbrücke etwas nördlich)	mittel
7	Verengung des Korridors durch Siedlung, vielbefahrene Straße	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, bestehende Unterführung nutzen	hoch
8	Autobahn	bestehende Unterführung optimieren und entsiegeln	hoch
9	Verengung des Korridors durch Siedlung, vielbefahrene Straße	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle	hoch
10	Verengung des Korridors durch Siedlung, vielbefahrene Straße	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, Optimierung der bestehenden Unterführung, Verengen des Straßendamms durch Entfernen des angrenzenden Parkplatzes (Unterführung dadurch deutlich verkürzt und passierbar)	hoch
11	Autobahn	Grünbrücke	niedrig
12	nach Westen Verengung des Korridors durch Siedlung, nach Süden Eisenbahndamm	nach Westen keine Siedlungserweiterung, nach Süden: groß dimensionierter Tunnel	hoch resp. mittel
13	komplette Verriegelung des Korridors durch Siedlung	keine Siedlungserweiterung an dieser Stelle, maximale Aufweitung des Bachlaufs zwischen den Häusern	hoch resp. mittel

5.3.2. Entschneidungsmaßnahmen für den Kammmolch

Der Kammmolch ist in der Roten Liste der luxemburgischen Amphibien in der Kategorie „gefährdet“ eingestuft und durch Anhang II der Habitatdirektive besonders geschützt. In Luxemburg kommt diese Art schwerpunktmäßig im Südwesten des Landes vor, so dass eine Berücksichtigung dieses Lurches im Rahmen der vorliegenden Studie unumgänglich ist. Außerdem werden aufgrund der hohen Habitatansprüche des Kammmolchs auch fast alle anderen Amphibienarten bei entsprechenden Schutzmaßnahmen mit abgedeckt.

Im vergangenen Jahrzehnt wurden im Südwesten Luxemburgs eine ganze Reihe von neuen Gewässern angelegt, die auch teilweise für den Kammmolch geeignet sind. Allerdings blieb die Besiedlung dieser Gewässer bisher aus – sie sind einfach für den Kammmolch unerreichbar. Die Ursachen können durch zwei Faktoren bedingt sein:

- die Gewässer sind zu weit von einer bestehenden Population entfernt (allgemein gelten 500 m als unproblematisch; 1 km stellt die Obergrenze dar und ausnahmsweise haben Kammmolche schon 2 km entfernte Gewässer neu besiedelt);
- die Gewässer sind für die Tiere unerreichbar, obschon sie in direkter Nähe zu Kammmolchvorkommen liegen, weil sie durch für die Tiere unüberbrückbare Landschaftsbarrieren abgeschnitten sind. Dies ist beispielweise im Bereich der Autobahnausfahrt Mamer-Capellen der Fall, wo auf der einen Seite der Autobahn noch ein Kammmolchvorkommen ist, aber dennoch die vor mehr als 10 Jahren auf der anderen Seite der Trasse angelegten, neuen Gewässer bisher nicht besiedelt wurden.



Karte 8: Aktuelle Vorkommen des Kammmolches und neu angelegte potentielle Laichgewässer im Südwesten des Landes

In der obenstehenden Karte 8 werden die aktuellen Kammmolchvorkommen und die neu angelegten Gewässer dargestellt. Da die meisten Populationen ohnehin sehr klein sind, wurde ein 500m-Radius als Migrationsraum gewählt. Aufgrund dessen kann man feststellen, dass alle Vorkommen, mit Ausnahme von 2 Gewässern im Roeserbann, voneinander isoliert sind. Nur bei den neu angelegten Gewässern in den Gemeinden Mamer und Bartringen entspricht die Gewässerdichte den Anforderungen für eine Metapopulation. Allerdings sind diese Gewässersysteme wie bereits erwähnt aufgrund von Barrieren für wandernde Kammmolche unerreichbar.

Aufgrund der Ökologie des Kammmolchs und seines Dispersionspotentials ist eine komplette Vernetzung aller Einzelvorkommen zur Zeit unrealistisch. Aus diesem Grund wurden nur die Vorkommen als vernetzbar eingestuft, die maximal 2 x 2, d.h. 4 km voneinander entfernt liegen, wobei davon ausgegangen wird, dass in den nächsten Jahren an diesen Standorten mindestens 1 neues Gewässer als Trittsteinbiotop zwischen den bestehenden Gewässern geschaffen wird.

Innerhalb der Korridore zwischen diesen aktuellen respektiv potentiellen Laichgewässern bestehen aber eine Reihe von Barrieren, die durch die Optimierung bestehender Durchlässe und vor allem die Anlage zusätzlicher Passagen überwindbar gemacht werden müssten. Dabei müssen diese Amphibiendurchlässe selbstverständlich genügend groß dimensioniert und in entsprechenden Abständen installiert sein. Jungelen (1996) z.B. gibt als Leitlinie für die Abstände zwischen Amphibienpassagen bei straßenparallelen Leiteinrichtungen 30 m an, bei ausreichend steilen Winkeln der Zuleitungstrichter 50 m. Aus Kostengründen sollten Amphibienpassagen auf besonders geeignete Landschaftsausschnitte beschränkt bleiben.

Zusätzlich zu diesen eigentlichen Entschneidungsmaßnahmen, muss ein Kammmolch-schutzkonzept wie bereits angedeutet ebenfalls biotopverbessernde Maßnahmen beinhalten:

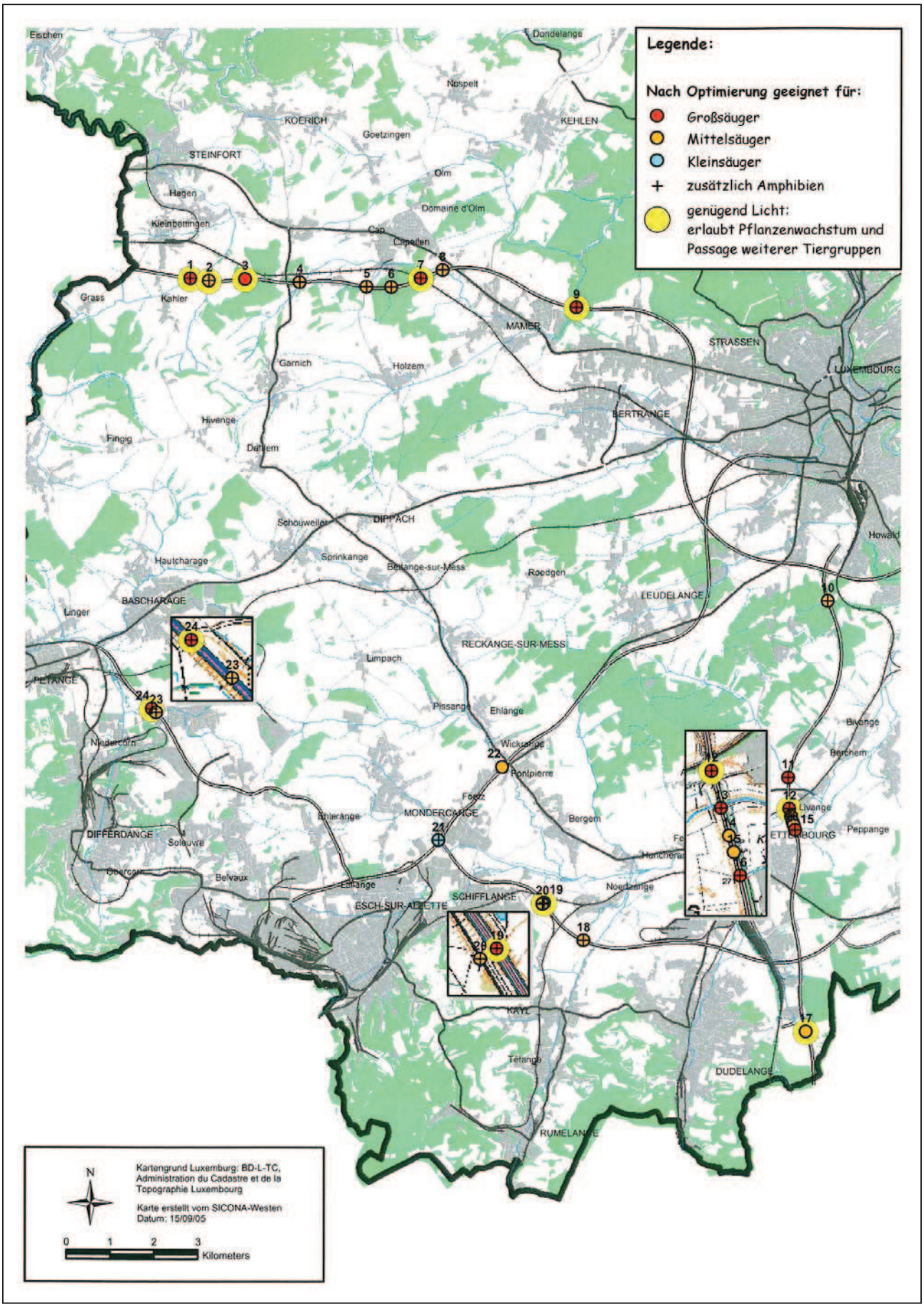
- Anlage von zusätzlichen Trittsteinbiotopen, d.h. sommerwarmen Gewässern in 500 bis maximal 1000 m Entfernung zu bestehenden Vorkommen;
- Verbesserung der Landlebensräume: Förderung extensiver Weiden, Anlage von Brachen, Feldgehölzen etc.

5.4. Inventar der bestehenden Passagen an den Autobahnen A3, A4, A6 und A13

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Autobahnen A3, A4, A6 und A13 auch auf bestehende Bauwerke hin untersucht, die bereits jetzt oder nach einer entsprechenden ökologischen Optimierung für Wildtiere als Passagen dienen könnten: Rohrdurchlässe, Brücken und Bauwerke über Fließgewässer respektiv Aufständerungen wurden begutachtet und gegebenenfalls in die nachstehende Karte und Tabelle aufgenommen. Insgesamt konnten dabei 24 Bauwerke identifiziert werden, die für unterschiedliche Gruppen bereits heute als Querungshilfe dienen, respektiv nach Optimierungsmaßnahmen dienen könnten.

Tabelle 7: Bestehende Bauwerke an den Autobahnen A3, A4, A6 und A13, die sich aktuell oder nach Optimierung als Querungshilfen für Tiere eignen

Punkt Nr.	Bauwerktyp	Ausführung	Beobachtungen
1	Unterführung, mittelgroßer Bach	Rechteckprofil ohne Bermen	
2	Unterführung, Bach	Flaches Rechteckprofil mit Bermen; Unterführung in der Mitte unterbrochen, dort Lichteinfall und Pflanzenwuchs	
3	Überführung, asphaltierter Feldweg	Zweispurig, beidseitig Bürgersteig	
4	Unterführung, Bach	3 Rohre; Unterführung in der Mitte unterbrochen, dort Lichteinfall und Pflanzenwuchs	Dachsspuren
5	Unterführung, Bach	Kastenprofil, keine Bermen. Leicht verlandet	ein Paar Eisvögel quert
6	Unterführung, Bach	Schmales Kastenprofil. Grund sehr schlammig	Untypisch: Rehspuren
7	Unterführung, Eisenbahn, geschotterter Waldweg im Süden, asphaltierter Feldweg im Norden	Kastenprofil. In der Mitte unterbrochen, dort Lichteinfall	
8	Unterführung, Bach	Relativ flaches Kastenprofil. Betonierte Bermen	
9	Unterführung, Straße, Wald	Geräumige Aufständerung	
10	Unterführung, Bach und Fußgängerpassage	Rechteckprofil, beidseitig mit Gittern verriegelt	
11	Unterführung, Bach und Fußgängerpassage	Rechteckprofil ohne Bermen	
12	Unterführung, ehemalige Straße, Eisenbahn und Grünland	Aufständerung am nördlichen Alzetteufer	
13	Unterführung, unbefestigter Feldweg	Tunnel	Feldhase quert
14	Unterführung, Flutrohr	Rohr, trocken	
15	Unterführung, Flutrohr	Rohr, trocken	
16	Unterführung, Flutrohr	2 große Rechteckprofile mit Wasserrinne	
17	Überführung in ebenem Gelände, asphaltierter Feldweg	Einspurig, beidseitig Bürgersteig	
18	Unterführung, Flutrohr	2 flache Rechteckprofile mit Wasserrinne. Je 5 m breit, 1.5 m hoch	Spuren von Hund, Katze und Fuchs
19	Unterführung, asphaltierter Feldweg	Einspurig. Hohes Kastenprofil. Beidseitig Schotter (Dränage?)	
20	Unterführung, gepflasterter Fußweg	Niedriger schmaler Tunnel	



Karte 9: Bestehende Passagen an den Autobahnen A3, A4, A6 und A13, die sich aktuell oder nach Optimierung als Querungshilfen für Tiere eignen

Tabelle 7: Bestehende Bauwerke an den Autobahnen A3, A4, A6 und A13, die sich aktuell oder nach Optimierung als Querungshilfen für Tiere eignen (Fortsetzung)

Punkt Nr.	**Bauwerktyp**	**Ausführung**	**Beobachtungen**
21	Unterführung, asphaltierter Radweg	Einspurig, relativ schmal. Liegt tiefer als der parallel laufende Bach	
22	Unterführung, Bach	Insgesamt etwa 80 m lang. In 2 Teilen gebaut. 1. Teil mit leicht befestigtem flachen Ufer. 2. Teil mit 2 m breiter einseitiger Berme	Spuren von Dachs, Fuchs und Wildschwein
23	Unterführung, Bach	Kastenprofil mit abgeschrägten Bermen. Wasser fällt am Ausgang in Graben	Wildwechsel am knapp oberhalb angrenzenden Zaun
24	Unterführung, befestigter Feldweg	Große Röhre (6x5 m)	

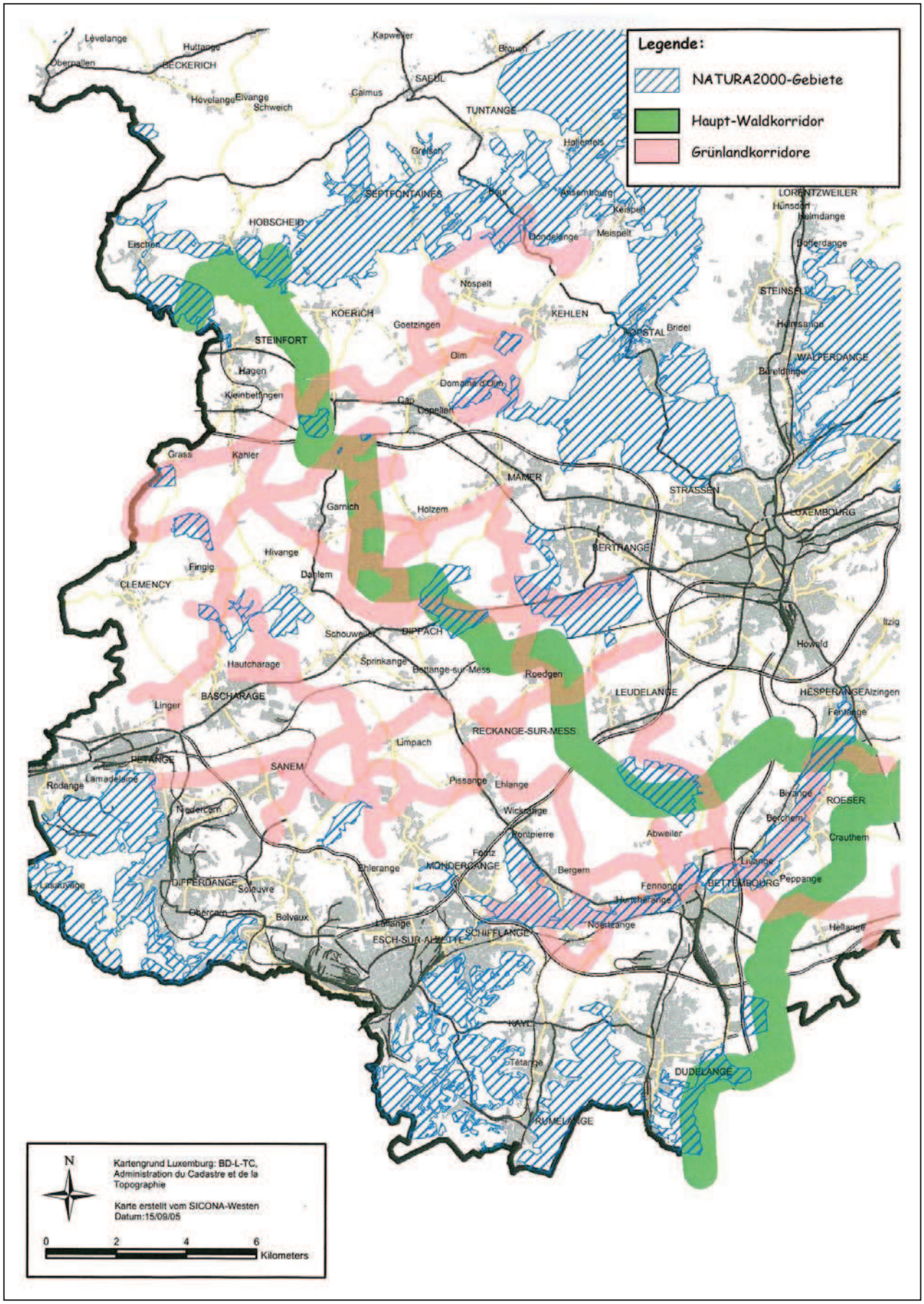
6. Maßnahmenvorschläge für den Südwesten Luxemburgs

6.1. Ausweisung von ökologischen Korridoren im Rahmen des "Plan sectoriel paysages protégés" und der Regionalplanung

Das Koalitionsabkommen der aktuellen Regierung sieht die Ausarbeitung eines Plan sectoriel „Grands ensembles paysagers et massifs forestiers“ in Ausführung des Gesetzes vom 20. Mai 1999 betreffend der Landesplanung unter der Federführung des Umweltministers vor. Aufbauend auf dem Programme Directeur der Landesplanung von 2003 und den Ergebnissen des Integrativen Verkehrs- und Siedlungskonzeptes (IVL) aus dem Jahr 2004, soll dieser Plan dem rechtsverbindlichen Schutz von Grüngürteln, Siedlungszäsuren und zu schützenden Landschaften, sowie deren Vernetzung dienen.

Die vorliegende Studie stellt einen fachlichen Beitrag für den Südwesten Luxemburgs zum Plan sectoriel „Grands ensembles paysagers et massifs forestiers“ dar, wobei sich die Aussagen wie bereits mehrfach erwähnt, auf die Korridore beschränken und die Kernhabitate nicht berühren. Darüber hinaus liefert sie aber auch Angaben für lokale Korridore, die bei der Regionalplanung Berücksichtigung finden sollten (siehe sekundäre Korridore auf Karte 7).

Die Ausweisung von Korridoren ist von strategischer Bedeutung und stellt das Rückgrat eines Entschneidungskonzeptes dar. Ohne rechtsverbindlich ausgewiesene Korridore ergeben Querungshilfen für Tiere keinen Sinn, da sonst teure Grünbrücken von heute möglicherweise bereits morgen in eine Siedlung münden könnten.



Karte 10: Haupt-Korridornetz für Wald- und Offenlandarten im Südwesten Luxemburgs

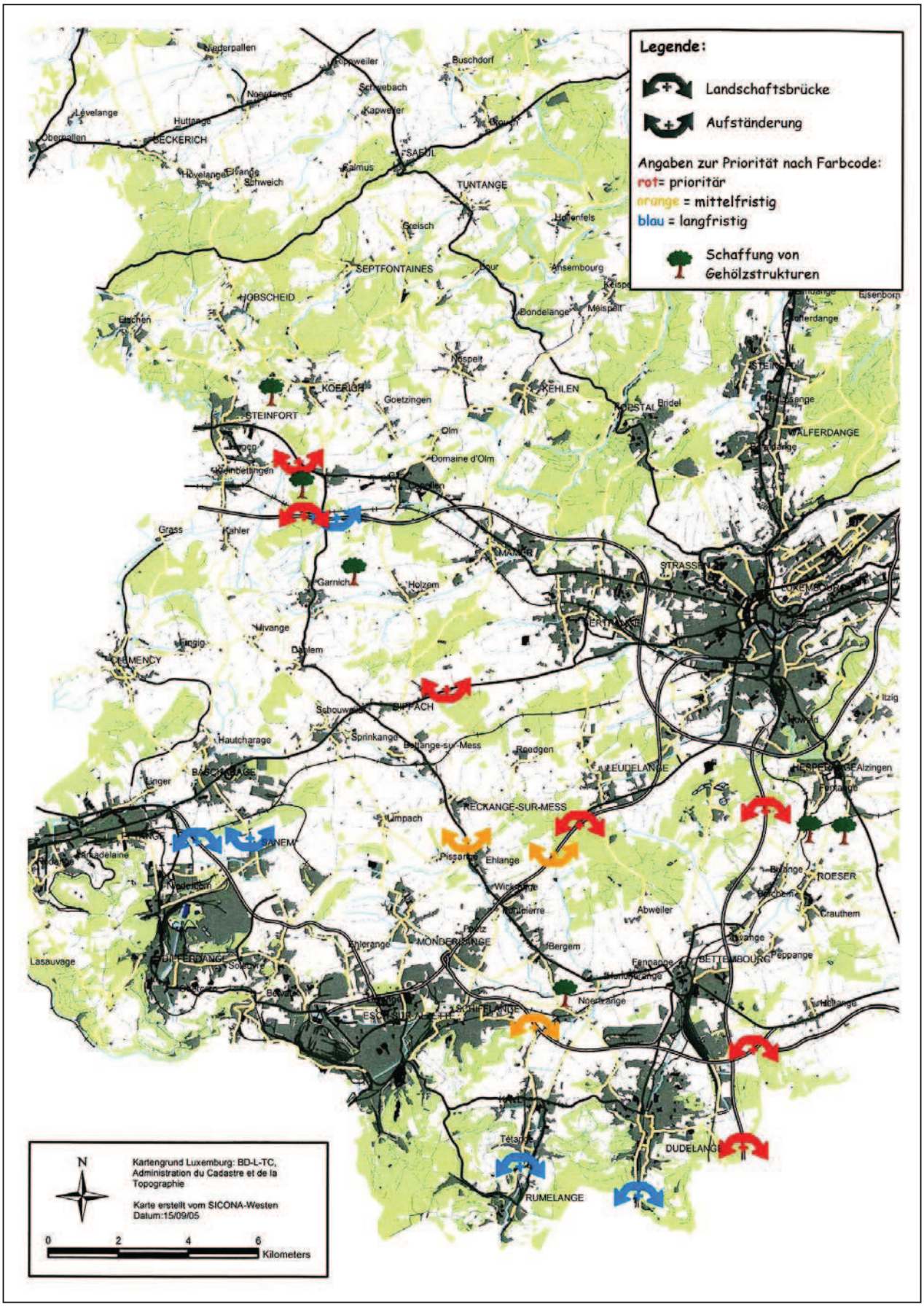
6.2. Entscheidungsmaßnahmen am Korridornetz

6.2.1. Große Querungsbauwerke und Biotopvernetzungsmaßnahmen

Das vorgeschlagene Korridornetz wird zur Zeit durch eine Reihe von für viele Arten unüberwindbaren Barrieren durchschnitten. Andererseits sind aufgrund bestehender Siedlungsbänder, Gewerbezonen, aber auch topographischer oder bautechnischer Gegebenheiten die potentiellen Passagestandorte limitiert. Um eine Prioritätensetzung zu ermöglichen, wurden die vorgeschlagenen großen Querungsbauwerke je nach Bedeutung des jeweiligen Korridors und der Durchführbarkeit der Maßnahme in 3 Kategorien eingestuft. In die prioritäre Stufe wurden insgesamt 5 Grünbrücken und 2 Aufständerungen aufgenommen:

- 2 Grünbrücken an der Autobahn Luxemburg–Düdelingen
- je eine Grünbrücke an den Autobahnen Luxemburg–Esch, Luxemburg–Arlon und Collectrice du Sud
- je eine Aufständerung an der Route d'Arlon und der Route de Longwy

Zusätzlich sind an mehreren Stellen Neuanlagen von Feldgehölzen oder kleinen Wäldchen notwendig, um Trittsteine für wandernde Waldarten bereitzustellen; so im Roeserbann, bei Bergem/Noertzingen, Garnich, Windhof und Steinfort. Hier bedarf es allerdings weiterer Detailplanungen, um Konflikte mit den Ansprüchen von Offenlandarten zu verhindern, da mehrere dieser Punkte ebenfalls wichtige Offenlandkorridore darstellen.



Karte 11: Vorgeschlagene große Querungsbauwerke und Biotopverbindungsmaßnahmen zum Entschneiden der Wald- und Offenlandkorridore

6.2.2. Kleinere Baumaßnahmen

Für kleinere Arten, wie z.B. Dachs, Iltis, Feldhase, aber auch für den Kammmolch sind kleinere Bauwerke wichtiger als große Grünbrücken, da sie in bedeutend höherer Anzahl vorhanden respektiv herstellbar sind. Hier spielen die geringe Reviergröße und die geringeren Wanderleistungen eine entscheidende Rolle. Während die Wildkatze in einer einzigen Nacht mehrere Kilometer zurücklegen kann, kann der Kammmolch in einer Saison oftmals nicht einmal nur 1 km entfernte Gewässer erreichen. Auch für die kleinen Passagen gilt jedoch, ebenso wie für die Grünbrücken, dass sie nur funktionieren können, wenn sie eine Anbindung an die umgebenden Habitate haben.

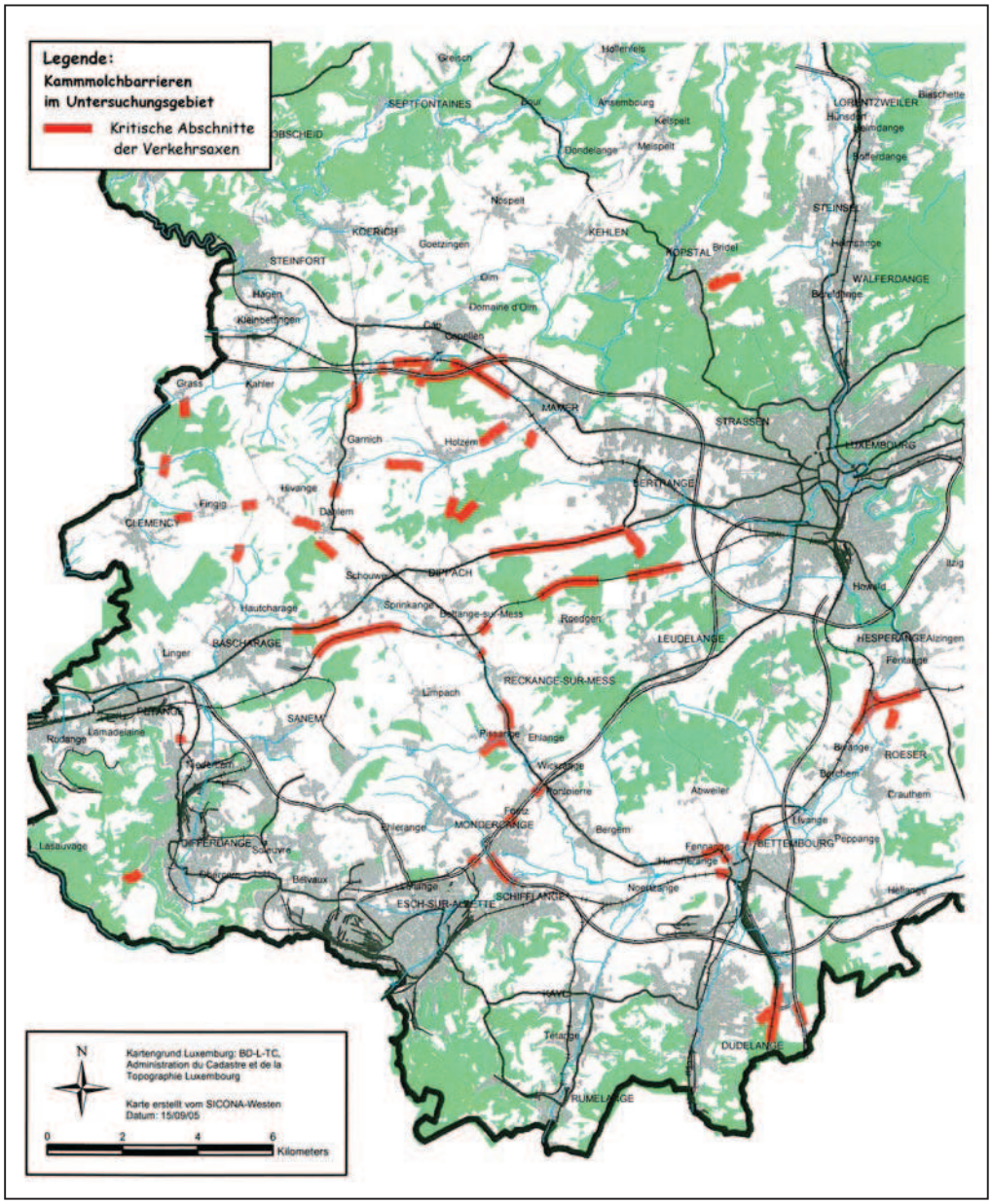
Im vorliegenden Kapitel werden die notwendigen Entschneidungsmaßnahmen für die Zielart Kammmolch summarisch dargestellt: die kritischen Straßenabschnitte wurden definiert ohne präzise Angaben zu Lage, Anzahl und Bautyp notwendiger Querungshilfen (Karte 12). Hier bedarf es detaillierter Analysen unter Einbeziehung der technischen und topographischen Gegebenheiten.

Zusätzlich werden Vorschläge gemacht zur Optimierung bestehender Bauwerke an den Autobahnen A3, A4, A6 und A13 für alle Tierarten, unter besonderer Berücksichtigung des Kammmolchs. Sie sind in der folgenden Tabelle 8 für die einzelnen Bauwerke aufgeführt (zur Lage der Bauwerke siehe Karte 9 auf S. 36).

Tabelle 8: Optimierungsmaßnahmen für die bestehenden Bauwerke an den Autobahnen A3, A4, A6 und A13

Punkt Nr.	**Optimierungsarbeiten**	**Eignung nach Optimierung für:**
1	Uferzone aufschütten, Zaunsicherung und Amphibienleitsystem	gesamte Artengruppen. Suboptimal für scheue Tiere
2	Bei einer Berme glatte Betonfläche: durch lockere Uferzone ersetzen	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien und andere Kleintiere
3	Ein Drittel bis die Hälfte der Brückenbreite mit Kies, Erde und Baumwurzeln strukturieren. Beide Geländer mit Sichtschutz versehen	Mittel- und Kleinsäuger. Reptilien und Arthropoden. Suboptimal für Reh
4	Keine möglich	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
5	Uferzone aufschütten	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
6	Vermüllung durch Autobahn vermeiden	Mittelsäuger. Amphibien
7	Eisenbahndamm verengen und den Platz nutzen um Grünstreifen anzulegen. Wege entsiegeln	Gesamte Artengruppen
8	Bei einer Berme glatte Betonfläche, durch lockere Uferzone ersetzen	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
9	Keine nötig	Gesamte Artengruppen. Jedoch nahe dem Siedlungsbereich
10	Furt an Stelle eines Rohrs auf dem vorgelagerten Feldweg anlegen. Fußgängerpassage durch seitlich an der Mauer befestigten Steg ersetzen. Das so aufgeweitete Bachbett mit Uferzone strukturieren. Wenn möglich Gitter entfernen	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien und andere Kleintiere. Suboptimal für Reh
11	Furt an Stelle eines Rohrs auf dem vorgelagerten Feldweg anlegen. Fußgängerpassage durch seitlich an der Mauer befestigten Steg ersetzen. Das so aufgeweitete Bachbett mit Uferzone strukturieren	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien und andere Kleintiere. Suboptimal für Reh
12	Keine nötig	Gesamte Artengruppen. Jedoch nahe dem Siedlungsbereich
13	Keine möglich	Mittel- und Kleinsäuger. Suboptimal für Reh
14	Keine möglich	Kleinsäuger

Punkt Nr.	Optimierungsarbeiten	Eignung nach Optimierung für:
15	Keine möglich	Kleinsäuger
16	In einem der beiden Durchgänge Baumwurzeln und Holz fixieren. Decke strukturieren um Akustik zu verbessern	Gesamte Artengruppen. Suboptimal für scheue Tiere.
17	Beide Bürgersteige mit Kies, Erde und Baumteilen versehen. Geländer mit Sichtschutz einkleiden	Mittel- und Kleinsäuger. Reptilien und Arthropoden.
18	In einem der beiden Durchgänge Baumwurzeln und Holz fixieren	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
19	Entsiegeln. Falls möglich Wasser durch offene Furt leiten. An einer Seite Holzbündel fixieren	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien und andere Kleintiere
20	Falls möglich Wasser durch offene Furt leiten	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
21	An einer Seite Holzbündel fixieren	Kleinsäuger. Amphibien
22	Holzbündel fixieren	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
23	An einer Seite Holzbündel fixieren. An Ein- und Ausgang flache Ufer gestalten	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien
24	Entsiegeln. Grünen Mittelstreifen einrichten	Mittel- und Kleinsäuger. Amphibien, andere Kleintiere



Karte 12: Straßen- und Eisenbahnabschnitte mit einer besonderen Bedeutung für Entschneidungsmaßnahmen zugunsten des Kammmolchs

7. Beispiele von Querungshilfen und Leiteinrichtungen im Ausland

Autobahn A1 bei Oldenzaal in den Niederlanden

Abb. 6: Grünbrücke an der A1 in den Niederlanden. Die Brücke hat eine Länge von 80 m, eine Breite von 15 m an ihrer schmalsten Stelle in der Mitte und von 30 m an den Seiten.

Abb. 7: Die gleiche Grünbrücke von oben: Lehmboden bedeckt die Brücke, an deren Eingang ein kleiner Tümpel für Amphibien angelegt wurde. An den Seiten schirmen Holzpaneele die Brücke gegen Lärm und Licht von der Straße ab. Einen zusätzlichen Schirm sollen später die beidseitig angepflanzten Gehölze bieten, die aber zur Zeit der Aufnahme noch klein waren. Die Passage wird regelmäßig von Großsäugern, z.B. Rehen und Dachsen benutzt.

Autobahn Korlovac-Rijeka bei Belnice in Kroatien

Abb. 8: Grünbrücke im Bau an der Autobahn Korlovac-Rijeka. Der Autobahnneubau durchschneidet einen wichtigen Korridor für Großraubtiere, u.a. für Braunbären. Die Kosten für die hundert Meter breite Grünbrücke beliefen sich auf rund 2,5 Mio. €.

Autobahn A27 bei Hilversum in den Niederlanden

Abb. 9: An dieser Stelle ermöglicht die Aufständerung der Autobahn prinzipiell eine Passage von Tieren. Die Situation war jedoch recht ungünstig, da die Unterführung sehr strukturarm war und eine ebenfalls hier verlaufende Landstraße zusätzlich störte. Zur Verbesserung der Passage wurde die Straße durch Holzpaneele abgeschirmt und ein Wall aus Baumstubben angelegt, der Kleintieren Versteckmöglichkeiten und größeren Tieren zumindest etwas Deckung bietet.

Feldweg über Autobahn A1 bei Oldenzaal in den Niederlanden

Abb. 10: Diese wenig befahrene Brücke quert die Autobahn. Sie wurde jedoch nicht von Tieren als Passage genutzt, da sie keine Deckung bot. Durch das Anlegen eines Grasstreifens mit Stubben wurde das Strukturangebot so verbessert, dass nun Kleintiere passieren können.

Kleintierpassagen in den Niederlanden

Abb. 11: Dachstunnel unter einer Eisenbahnlinie in den Niederlanden. An dieser, im Zentrum einer Dachspopulation gelegenen Eisenbahntrasse kam es zu häufigen Unfällen, ebenso wie an der direkt dahinter parallel verlaufenden Straße. Die vielen Verkehrsopfer schwächten die Population empfindlich, so dass ihr Aussterben befürchtet wurde. Seit der Installation einer Sperreinrichtung an Straße und Eisenbahn mit entsprechenden Passagen, erholte die Population sich wieder.

Abb. 12: Dachszaun an der zuvor beschriebenen Stelle. Die Zäune waren zunächst nicht tief genug eingegraben, so dass die Dachse sie stellenweise untergruben und dennoch auf die Eisenbahntrasse liefen. Erst eine tieferes Einsenken des Zaunes stoppte die Unfälle endgültig.

Abb. 13: Doppelzaun für Großsäuger und Amphibien. Der weitmaschige Zaun allein reicht nicht aus um Amphibien zurückzuhalten. Das zusätzliche Anbringen eines niedrigen engmaschigen Zaunes mit Übersteigschutz hindert auch Kleintiere am Durchschlüpfen.

8. Quellen

8.1. Literatur

BLA-LNS (ed. 2003): Merkblatt zum Amphibienschutz (MAmS). Bonn, Recklinghausen, Bergisch-Gladbach.

BMV (1992): Richtlinien für Wildschutzzäune an Bundesfernstraßen (WschuZR); BMV ARS 13/92.

BMV (1995): Wilddurchlässe und Wildbrücken an Straßen in Frankreich. Internes Rundschreiben vom 12.09.95. Bonn.

BUWAL, ASTRA, BAV, ARE (Hrsg. 2001): Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen – COST 341. Schriftenreihe Umwelt Nr. 332. Bern.

CTGREF (1978): Autoroute et grand gibier. Groupement Technique Forestier, Note technique. Nr. 42.

DAWSON, D. (1994): Are habitat corridors conduits for animals and plants in a fragmented landscape? A review of the scientific evidence; English Nature Reserve Report 94, English Nature, Peterborough, 89 S.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION, NEW SOUTH WALES (2004): Wildlife Corridors. Natural Resource Management Advisory Series: Note 15

ESSWEIN, H. et. al. (2002): Landschaftszerschneidung Baden-Württemberg - Zerschneidungsanalyse zur aktuellen Situation und zur Entwicklung der letzten 70 Jahre mit der effektiven Maschenweite. Arbeitsbericht. Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. Stuttgart.

FFH Richtlinie 92/43/EWG des Rates (1992): Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen

FGSV (Hrsg. 2003/2004): Hinweise zur Anlage von Querungshilfen für Tiere an Straßen. Bergisch-Gladbach.

GEORGII, B.; O. HOLZGANG, V. KELLER & H.P. PFISTER (2002): Straßen und Wildtierlebensräume – mehr Vernetzung, weniger Zerschneidung. Straßenverkehrstechnik 1. 2002: 24-33

GLANDT, D. et. al. (2003): Beiträge zum Technischen Amphibienschutz. Laurenti Verlag. Bochum.

GLITZNER, I. et. al. (1999): Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen von Straßen auf die Tierwelt – Literaturstudie. MA 22: Naturschutz und Landschaftspflege. Wien.

GRILLMAYER R. & M. WÖSS (2002): Migration corridors for wildlife - another network of mobility. Beitrag zum Symposium "Networks for mobility, International symposium on mobility research and transportation strategy", 18. - 20. Sep. Stuttgart 2002

HOVESTADT, T., J. ROESER & M. MÜHLENBERG (1991): Flächenbedarf von Tierpopulationen. Berichte aus der ökologischen Forschung, Bd. 1. Forschungszentrum Jülich GmbH.

IUELL, B. et. al. (2003): Habitat fragmentation due to transportation infrastructure – COST 341 – Wildlife and traffic. A european handbook for identifying conflicts and designing solutions. KNNV Publishers. Brussels.

JUNGELEN, H. (1996): Schutzmaßnahmen für die Herpetofauna im Rahmen der Planungen der Straßenbauverwaltung Rheinland-Pfalz. – 707-718. In: Bitz, A. & al. Die Amphibien und Reptilien in Rheinland-Pfalz, Bd. 1. Landau.

KELLER, V. & PFISTER, H. P. (1991): Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Untersuchungen im Raum Stockach - Überlingen vor Baubeginn der Bundesstraße B31neu.

KNEITZ, G. & K. OERTER (1997): Minimierung der Zerschneidungseffekte durch Straßenbauten am Beispiel von Fließgewässerquerungen bzw. Brückenöffnungen. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 755. Bundesministerium für Verkehr. Bonn- Bad Godesberg.

KNUTSON, R.M. (1986): Flattened Fauna, A Field Guide to Common Animals of Roads, Streets and highways. Ten Speed Press

KRAMER-ROWOLD, E. M. & W. A. ROWOLD (2001): Zur Effizienz von Wilddurchlässen an Straßen und Bahnlinien. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 1. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, Hildesheim.

LANGTON; T.E.S. (eds. 1989): Amphibians and roads. ACO Polymer Products Ltd. Bedfordshire, England.

MADER, H.J. (1981): Der Konflikt Straße-Tierwelt aus ökologischer Sicht. Schriftenreihe für Landschaft und Naturschutz 22. Bonn Bad-Godesberg.

MfUNLV (Hrsg. 2005): Handbuch Querbauwerke. Klenkes-Druck & Verlag GmbH, Aachen.

MITCHELL-JONES, A.J. et. al. (1999): The Atlas of European Mammals. Academic Press. London.

MÜRI, H. (2000): Wildtierkorridore im Kanton Aargau. Umwelt Aargau Nr. 10 (August 2000): 31-34

ÖKO-LOG FREILANDFORSCHUNG (1991): Zielartenkonzeption Stadtwald Frankfurt am Main. Unveröff. Gutachten im Auftrag des Magistrats der Stadt Frankfurt am Main zur Zerschneidung des Stadtwaldes.

ÖKO-LOG FREILANDFORSCHUNG (1991a): Kartierung der Säugetiere Baden-Württembergs: Erfassung von Dachsen in ausgesuchten Revieren im nördlichen Baden-Württemberg. Unveröffentlichter Bericht der Wildforschungsstelle Aulendorf.

ÖKO-LOG FREILANDFORSCHUNG (1992): Hinweise zur Berücksichtigung säugetierökologischer Aspekte in Gutachten der Raum- und Landschaftsplanung. In: TRAUTNER, J. (1992, Hrsg.): Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen (BVDL - Tagung Bad Wurzach, 9. - 10. November 1991); Ökologie in Forschung und Anwendung 5: 7-26.

ÖKO-LOG FREILANDFORSCHUNG (1992): Bioökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege - Bestehende Grünbrücken Markelfingen: Videoüberwachung und Wildwechsel. Unveröffentlichter Forschungsbericht zu Händen der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.

ÖKO-LOG FREILANDFORSCHUNG (1993): Bioökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege - Annahme der Grünbrücke Schwarzgraben im Rohzustand und der ersten Phase der Bepflanzung durch mittelgroße und große Säugetierarten - Videoüberwachung und

Spurenkartierungen. Unveröffentlichter Forschungsbericht zu Händen der Schweizerischen Vogelwarte Sempach.

OLBRICH, P. & UECKERMANN (1984): Untersuchung zur Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. Zeitschrift für Jagdwissenschaft, Bd. 30, S. 101-116

PFISTER, H.P. (1993): Kriterien für die Planung wildspezifischer Maßnahmen zur ökologischen Optimierung massiver Verkehrsträger. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik 636: 235-59

PFISTER, H.P., V. KELLER, H. RECK & B. GEORGII (1997): Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Schlussbericht zum Forschungsprojekt 02.143R91L im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr.

PROESS, R. (ed. 2003): Verbreitungsatlas der Amphibien des Großherzogtums Luxemburg. Ferrantia 37. Luxembourg.

QUINN, J.F. & HARRISON, S.P. (1988): Effects on habitat fragmentation and isolation on species richness: evidence from biogeographic patterns. Oecologia (Berlin)75 : 132-140

RECK, H. (1990): Zur Auswahl von Tiergruppen als Biodeskriptoren für den tierökologischen Fachbeitrag zu Eingriffsplanungen. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz Heft 32, S. 99-119

RECK, H. & G. KAULE (1993): Straßen und Lebensräume: Ermittlung und Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen und ihre Lebensräume. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr FE 02.125 G88L, FE 02.135 R 89L.

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR WILDBIOLOGIE, SGW (1995): Wildtiere, Strassenbau und Verkehr. Chur

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR WILDBIOLOGIE, SGW (2001): Korridore für die Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 326. Bern.

SCHWEIZERISCHER VERBAND DER STRASSEN- UND VERKEHRSFACHLEUTE (Hrsg. 2004): Fauna und Verkehr. Schweizer Norm. Zürich.

SDTRA (service d́etudes techniques des routes et autoroutes) (1993): Passage pour la grande Fauna - Guide Technique. Bagneux.

THIESMEIER, B. & A. KUPFER (2000): Der Kammmolch – ein Wasserdrache in Gefahr. Laurenti Verlag. Bochum.

ÜCKERMANN, E. (1984): Untersuchung der Eignung von Wilddurchlässen und der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 426. Bundesminister für Verkehr. Bonn-Bad Godesberg.

ÜCKERMANN , E. (1989): Verminderung der Wildverluste durch den Straßenverkehr und der Verkehrsunfälle durch Wild. Umdruck der Forschungsstelle für Jagdkunde NRW.

VÖLK, F. et. al. (2001): Kostenreduktion bei Grünbrücken durch deren rationellen Einsatz – Kriterien – Indikatoren – Mindeststandards. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Straßenforschung Heft 513. Wien.

WÖLFEL, H. & H.H. KRÜGER (1991): Gestaltungsmöglichkeiten von Wilddurchlässen an Autobahnen. Göttingen.

8.2. Internetseiten

Die folgend aufgeführten Internetseiten geben weitere vertiefende Einblicke in den Themenkomplex „Zerschneidung – Habitatfragmentation – Barrierewirkung – Querungsbauwerke – Wildtierkorridore" (Abfragedatum: 11.09.05).

http://www.typo-druck.de/kurzfassungen/756.html

http://www.auf.uni-rostock.de/ll/landpl/landschaftsplanung/Forschung/Kurzfassung%20 Standortfindung96-b.htm

http://www.amonline.net.au/factsheets/habitat_fragmentation.htm

http://www.islandpress.org/ceb/threats/fragment/index.ssi

http://www.bio.bris.ac.uk/research/community/habitatfragmentation.html

http://darwin.eeb.uconn.edu/eeb310/lecture-notes/fragmentation/fragmentation.html

http://netzwerk-regenbogen.de/grbrmay030719.html

http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/1997_3/unterseite7/

http://vorort.bund.net/suedlicher-oberrhein/projekte/verkehr/gruenbruecken.htm

http://www.kbnl.ch/site/d/planen/verkehr/dok_nfp41.htm

http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/naturschutz/lebensraumschutz/vernetzung/

http://www.nabu-akademie.de/berichte/00ecoduct.htm

http://64.233.183.104/search?q=cache:UwKDjncUdM4J:www.biosphaerenreservat-vessertal.de/archiv/natschtg/2004/moder-kurz.doc+gr%C3%BCnbr%C3%BCcke&hl=de

http://ivfl.boku.ac.at/projekte/woek/htm/grundl.htm

http://64.233.183.104/search?q=cache:qsbbJEPllmYJ:afw-ctf.ch/feldtisch_suret.pdf+ wildtierkorridor&hl=de&lr=lang_de

http://64.233.183.104/search?q=cache:Qv2Qr-2MVXsJ:www.pronatura.ch/content/presse/images/ vbr_wildtierkorridor-d.pdf+wildtierkorridor&hl=de&lr=lang_de

http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/1999_2/unterseite11/

www.ag.ch/shared/data/pdf/jagd_fischerei/auch_wildtiere_brauchen_sichere_wege_uag_22-37.pdf

http://www.naturschutzbund.at/publikationen/nl04_3_gb.html

http://64.233.183.104/search?q=cache:68LSfj9enlkJ:www.wwf.de/imperia/md/content/pdf/presse/ wildtierkorridor.pdf+wildtierkorridor&hl=de&lr=lang_de

http://www.stratalink.com/corridors/wildlife_corridors_report.htm