

Landesnatschutzverband Baden-Württemberg e. V. / Evangelische Akademie
Bad Boll: Zukunftsforum Naturschutz am 22.10.2005:

Zerschnitten, zerstückelt oder vernetzt?

Landschaftszerschneidung contra Lebensraumverbund

Durchlässigkeit von Verkehrswegen:

Wildbiologische Notwendigkeit und planerische Machbarkeit

B. Georgii, VAUNA, Oberammergau

"Wer Straßen säht wird Stau ernten" - wer immer diesen Ausspruch getan hat, wird kaum daran gedacht haben, wie treffend er damit die Situation frei lebender Wildtiere umschrieben hat, die nicht mehr weiter können, wenn sie auf Verkehrswege stoßen.

1. Größere Säugetiere in der Planungspraxis

In der Planungspraxis spielen größere Säugetiere, noch dazu die gerne als Jagdwild "diskriminierten", oft immer noch eine nachrangige Rolle, sofern es sich nicht um Arten mit Gefährdungsstatus handelt, wie etwa Wildkatze oder Fischotter. Dabei sind gerade unter den Wildsäugern - und allein die sollen hier betrachtet werden - solche, mit denen sich Forderungen nach Arten- und Biotopschutz auf überregionaler bis bundesweiter Ebene so gut begründen lassen wie mit keinen anderen Arten sonst, und zwar vor allem aus folgenden Gründen:

- ✓ weil sie in allen Lebensräumen vorkommen,
- ✓ große Aktionsräume haben,
- ✓ manche zu weiten Wanderungen neigen
- ✓ oder es sich um Arten handelt, die sich von Reliktvorkommen allmählich wieder auszubreiten beginnen.

Größere Wildsäuger können deshalb von der Zerschneidung der Landschaft besonders betroffen sein. Noch dazu sind unter ihnen einige ausgeprägte Sympathieträger, mit denen sich Anliegen des Naturschutzes ebenso wie die Begründung für teure Tierquerungshilfen gut transportieren lassen.

2. Problemaufriss

Verkehrswege haben vielfältige Auswirkungen auf Natur und Landschaft (siehe dazu Böttcher in diesem Heft). Der Verkehrswegebau stellt damit einen erheblichen und vor allem nachhaltigen Eingriff in Natur und Landschaft gemäß § 19 Bundesnaturschutzgesetz dar. Für größere wildlebende Säugetiere sind vor allem folgende zwei Auswirkungen von Straßenneu- und -ausbauten bedeutungsvoll:

a) Mortalität durch Kollisionen mit Fahrzeugen bei der Querung von Verkehrsträgern

Überfahrene Wildtiere machen die Probleme, die Straßen für Natur und Landschaft mit sich bringen, am direktesten erlebbar. Bislang besonders gut dokumentiert sind Wildunfälle. So werden in Deutschland jährlich etwa 180.000 Rehe, 13.700 Wildschweine und 2.200 Stück Rotwild überfahren (DJV 2005; in Baden-Württemberg ca. 5.500, 315, 29; ELLIGER 2004). Besonders schwerwiegend sind solche, ja schon einzelne Verluste bei Arten, die nur in geringen Bestandszahlen vorkommen, wie etwa Wildkatze oder Otter. Mit 68% und 75% ist bei ihnen der Straßenverkehr die Todesursache Nr. 1 (MÖHLICH & KLAUS 2003, REUTHER 2002).

Hohe Verluste einer Art durch Kollisionen mit Fahrzeugen können zu einer barrieregleichen Wirkung von Straßen führen, wenn dadurch Querungen einer Trasse weitgehend zum Erliegen kommen, wofür es ausreichend Belege gibt (TROCMÉ 2003). Wie dieser Zusammenhang geartet ist, zeigt Abb.1. Möglicherweise sind an einer abnehmenden Querungsrate von Straßen durch Wildtiere aber auch Ausleseprozesse beteiligt - vorsichtige Individuen leben länger - soweit sie nicht bereits die Dezimierung einer Population signalisiert (z.B. CLARKE et al. 1998).

Abb.1 Mit steigender Verkehrsdichte nehmen die erfolgreichen Querungen einer Straße durch Wildtiere immer mehr ab und die Verkehrsverluste entsprechend zu. In der Summe wächst dadurch die Barrierewirkung auch von Straßen ohne Wildschutzzaun

b) Einschränkung der freien Beweglichkeit durch die physische und psychische Barrierewirkung von Verkehrsträgern

Unter bestimmten Bedingungen kann aber auch schon der Straßenkörper selbst eine weitgehend unüberwindbare Barriere darstellen, auch wenn das bei größeren Säugetieren nicht so ausgeprägt ist wie bei Kleinsäugetieren oder Wirbellosen (OXLEY et al. 1974, MÜLLER-STIEß & HERMANN 1997). So werden Straßenneubauten von manchen Säugetierarten als Territoriumsgrenzen angenommen, weil sie Querungen vermeiden (CAMBY & MAIZERET 1985, HERRMANN et al. 1997, HERRMANN 2005). Auch die Dispersalmöglichkeiten können durch zunehmende Barrierendichte eingeschränkt werden, wie MÜRI (1999) an Rehen nachgewiesen hat. Für die größeren, nicht kletterfähigen Wildsäuger werden Verkehrsträger in der Regel jedoch erst durch Wildschutzzäune zu unüberwindbaren Barrieren. Viele Wildtiere meiden Straßen ferner zweifellos aufgrund psychischer Reize, etwa den von Verkehrsträgern ausgehenden Schallemissionen (CLEVENGER & WALTHO 2005; GEORGII et al. 2006, in Vorb.), auch wenn darüber noch nicht allzu viel bekannt ist.

Welche Folgen diese Probleme für Dynamik und Fortbestand der Populationen betroffener Arten haben, hängt sehr von der jeweiligen Spezies, ihrer Mobilität, ihren Raumansprüchen und ihrem Verhalten gegenüber Straße und Verkehr ab. Die Beurteilung wird auch dadurch erschwert, dass sich Auswirkungen erst

mit erheblicher Zeitverzögerung - wenigstens zwei Generationen - bemerkbar machen (CLEVINGER et al. 2002). Das gilt auch für genetische Folgen, für die es immer mehr Nachweise gibt (GERLACH & MUSOLF 2000; HINDENLANG et al., in Vorb.; HERZOG, mdl. Mitt.). Es gibt aber keinen Zweifel mehr daran, dass die Fragmentierung der Landschaft den ungehinderten Individuenaustausch zwischen Populationen behindert (Abb.2). Und dieser gilt heute als eine der Grundvoraussetzungen für eine dauerhafte Existenz von Tierarten (Metapopulationskonzept; siehe z.B HANSKI 1999).

Abb.2 Fragmentierung einer Metapopulation durch Verkehrswege am Beispiel des Dachses. Der langfristig notwendige Austausch zwischen lokalen Teilpopulationen auf regional-überregionaler Ebene geht durch die Straße teilweise verloren (nach APELDOORN 1997)

3. Notwendigkeit von Durchlässigkeit an Verkehrswegen

Diesen Individuenaustausch zwischen Populationen langfristig sichern zu müssen, ist andererseits auch einer der wesentlichsten Gründe für die Forderung nach einer ausreichenden Durchlässigkeit des Straßennetzes. Das gilt für den Verbund von Populationen auf lokaler Ebene ebenso wie auf regional-überregionaler, bundes- oder sogar europaweiter. Außerdem können sich Arten wie Wolf, Luchs, Wildkatze oder Fischotter nur wieder ausbreiten, wenn sie daran nicht durch Barrieren oder hohe Verluste im Straßenverkehr gehindert werden. Sie alle und ebenso Rothirsch oder Wildschwein, mit ihrer Neigung zu spontanen Wanderungen über dutzende von Kilometern, leisten darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur weiträumigen Migration auch vieler Pflanzen- und kleinerer Tierarten, indem sie diese als "Vektoren" durch die Landschaft transportieren ("bewegliche Korridore", BUGLA & POSCHLOD, im Druck; HEINKEN et al. 2005).

Die Sicherung einer ausreichenden Durchlässigkeit der Landschaft ganz allgemein und des überörtlichen Verkehrsnetzes im Besonderen ist deshalb vor allem in Situationen gefordert, in denen ein Verkehrsträger als Bauwerk oder aufgrund der hohen Verkehrsbelastung folgende Auswirkungen hat:

- ✓ **Behinderung großräumiger Austauschprozesse (Neu- und Wiederbe**
- ✓ **Zerschneidung von Metapopulationen bzw. Isolation von (Teil-)Populatio**
- ✓ **Zerschneidung räumlich isolierter Einzelvorkommen von Tierarten**

Das gilt insbesondere dann, wenn sich solche Entwicklungen im Rückgang von Arten manifestieren. Beispiele dafür gibt es aus England und den Niederlanden, wo die enger werdende Maschenweite des Straßennetzes gravierende Einbrüche von Dachspopulationen zur Folge hatte (CLARKE et al. 1998, BEKKER & CANTERS 1997). Ebenso negativ wirkt sich die straßenbedingte Fragmentierung der Landschaft auf Hasenbestände aus (PFISTER 1995, zit. in PFISTER et al. 2002). Generell sind zwar Auswirkungen auf *alle* Arten in angemessener Weise zu kompensieren; gleichwohl wird ein Schwerpunkt immer auf Arten der folgenden, weil besonders wertbestimmenden Kategorien, liegen:

- ✓ Indikatorarten für großräumige Lebensraumvernetzung
- ✓ FFH-Arten der Anhänge II und IV
- ✓ Arten der Roten Listen Deutschlands und der Bundesländer
- ✓ Arten, für die Deutschland oder eines seiner Bundesländer besondere Schutzverantwortung hat

Aus all dem ergibt sich vordringlicher Bedarf an ausreichender Durchlässigkeit des Straßennetzes vor allem dort, wo sich in der Landschaft Lebensraumkorridore abzeichnen - sei es auf lokal-regionaler oder bundesweiter Ebene -, da sie die essentiellen Verbundflächen und -strukturen für die raum-zeitliche Nutzung des Landschaftsgefüges durch Arten darstellen (Abb. 3). Dazu hat im Übrigen bereits 1993 die Ministerkonferenz für Raumordnung eine bemerkenswerte Entschließung formuliert: "Bei höher belasteten Verkehrswegen sollte zur Verminderung ihrer Barrierewirkung eine kreuzungsfreie Verbindung der ökologischen Verbundsysteme in einer den spezifischen ökologischen Notwendigkeiten entsprechenden Breite gefordert werden" (GMBI 1993). Im neuen § 3 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) haben die besonderen Anforderungen dafür (Biotopverbund) mittlerweile auch eine rechtliche Grundlage erhalten. In Zusammenhang mit Straßenneu- oder -ausbauten sind deshalb Zerschneidungen bzw. Barrierewirkungen wirksam zu verhindern oder wieder aufzuheben, z.B. durch Tierquerungshilfen. Darüber hinaus können Tierquerungshilfen auch dort bessere Durchlässigkeit von Verkehrsträgern schaffen, wo das über die Linienführung nicht möglich ist.

Abb.3 Lebensraumkorridore als ein Netz aus band- oder trittsteinartigen Landschaftsstrukturen und zusätzlichen - auch technischen - Verbundelementen, wie z.B. Viadukten über Täler und Fließgewässer oder Grünbrücken (aus RECK et al. 2004)

In etlichen europäischen Ländern haben die durch den Verkehrswegebau bedingten Zerschneidungsprobleme in den letzten Jahren zur Entwicklung landesweiter kohärenter Verbundplanungen geführt. Vorreiter waren die Niederlande mit ihrem "Ontsnipperingsprogram" (Entschneidungsprogramm), im Rahmen dessen bis 2010 neunzig Prozent der Konfliktpunkte zwischen den Hauptverkehrsadern und dem nationalen ökologischen Netzwerk entschärft werden sollen (CANTERS & CUPERUS 1997). Über ein differenziertes Netz von Wildtierkorridoren verfügt auch die Schweiz (SGW 2001 und PFISTER in diesem Heft), in groben Zügen ebenso Österreich (VÖLK et al. 1999). Sie fokussieren aber alle primär auf waldgebundene und überwiegend große Wildarten. In Deutschland haben jüngst Bundesamt für Naturschutz (BfN) und Deutscher Jagdschutzverband (DJV) eine Initiativskizze für ein bundesweit kohärentes Lebensraumkorridorekonzept vorgelegt (RECK et al. 2004). Es skizziert prioritäre Verbundachsen nicht nur für Arten der Wälder und Halboffenlandschaften (zu denen sehr viele Wildsäugerarten gehören), sondern auch für Arten von Feucht-, Trocken- und Küstenlebensräumen und berücksichtigt keineswegs nur größere Säugetiere, sondern auch andere Artengruppen bis hin zu Wirbellosen (Abb.4).

Abb.4 Karte zur Initiativskizze "Lebensraumkorridore für Mensch und Natur" (RECK et al. 2004) - Ausschnitt Baden-Württemberg; dunkelgrün: Korridore überwiegend für Arten der Wälder und Halboffenlandschaften, gelb: Korridore

berwiegend für Arten der Wälder und Halboffenlandschaften, gelb: Korridore überwiegend der Arten von Trockenlandschaften, blau: Korridore überwiegend für Arten der Niederungen und Flusstäler mit Feucht- und Trockenlebensräumen, Pfeile: überregional bedeutsame Verbundachsen der Wald- und Wiesenlandschaften; türkisgrüne Punkte: Standorte von fünfzehn Grün- bzw. Landschaftsbrücken und Grünbrücken vergleichbaren Tunneln (Vgl. GEORGII et al. 2006, in Vorb.)

4. Machbarkeit von Durchlässigkeit an Verkehrswegen

Vor diesem Hintergrund wächst Planern und ausführenden Baubehörden die enorme Verantwortung zu, den Erhalt bis dato noch unzerschnittener großer Landschaftsräume bzw. eine ausreichende Passierbarkeit barriereartiger Verkehrsträger für Wildtiere durch geeignete technische und bauliche Maßnahmen zu sichern und damit einer weiteren Fragmentierung der Landschaft in immer kleinere Lebensraumkammern vorzubeugen.

Neben dem Konzept der *Unzerschnittenen verkehrsarmen Räume in Deutschland* (BfN 1999) bietet die *Initiativskizze Lebensraumkorridore für Mensch und Natur* dafür eine erste Orientierung, auf die bei Planungen für einen sinnvollen Raumbezug von Maßnahmen, zurückgegriffen werden kann. Denn die größte Herausforderung für den Planer ist nach wie vor die Ermittlung der richtigen Örtlichkeiten, an denen es besonderer Maßnahmen für ausreichende Durchlässigkeit eines Verkehrsträgers bedarf. Die Initiativskizze ist aber auch eine wichtige Grundlage, um die im Zuge von einzelnen Verkehrsprojekten zwangsläufig eher sektoralen Ansätze in Richtung eines integrierten Korridorgesamtkonzepts zu lenken.

Deshalb sollte jede Planung mit einer entsprechend großräumigen Landschaftsanalyse beginnen. Eine klare und einfache Entscheidungskaskade, könnte beispielsweise wie folgt aussehen:

Prognose zu erwartender Beeinträchtigungen
✓ Sind Lebensraumkorridore betroffen?
✓ Sind Metapopulationsbeziehungen betroffen?
✓ Sind isolierte Vorkommen von Tierarten betroffen?
Entscheidungskriterien
✓ Welche Arten sind betroffen?
✓ Haben die Arten Ausweichmöglichkeiten oder
✓ muss die Trasse mittels Querungshilfen durchlässig gemacht
✓ Kann durch eine veränderte Linienführung eine bessere Ver
✓ Querungshilfen erreicht werden?
Entscheidungsmaßnahmen
✓ Welche Art von Querungshilfen ist geeignet?
✓ Welche Größenordnung müssen diese haben?
✓ Wie müssen sie gestaltet sein?

Zur Beantwortung dieser Fragen steht heute ein bewährter Methodenpool und ein ganzes Repertoire von Planungsansätzen und Lösungen zur Verfügung.

Unverzichtbar, aber immer noch nicht gute und generelle fachliche Praxis, ist dabei die Nutzung von Fernerkundungsdaten, die in Verbindung mit Geographischen Informationssystemen und den guten Kenntnissen über die Lebensraumansprüche der Wildsäuger eine meist sehr zuverlässige Aussage über Verbundstrukturen und Wildtierkorridore erlaubt. Abb. 5 zeigt das am Beispiel einer Durchlässigkeitsstudie zum bevorstehenden sechsstreifigen Ausbau der BAB A8 auf der Schwäbischen Alb (GEORGII 2002). Dort ergab die Analyse einen Lebensraumkorridor in einem rund 28 km langen Trassenabschnitt, der über keinerlei für größere Säugetiere geeignete Querungsmöglichkeiten verfügt - und dass bei einem Verkehrsaufkommen von bis zu 81.300 KFZ/Tag sowie parallelem Verlauf der neuen ICE-Trasse Stuttgart-Ulm. Diese Verbundachse weist auch das erst später erarbeitete Netz bundesweiter Lebensraumkorridore aus (vgl. RECK et al. 2004). Das beweist, dass die Methode zuverlässig ist.

Abb.5 Mittels des im Text erwähnten Methodenpools analysierte Verbundachsen für größere Wildsäuger (Linien aus grünen Quadraten) im Bereich der BAB A8 auf der Schwäbischen Alb. Kreis: künftiger Standort einer Grünbrücke; eingebledet: vergleichbarer Ausschnitt aus der Karte zur Initiativskizze "Lebensraumkorridore für Mensch und Natur" (vgl. Abb.4)

Natürlich muss dieser erste Ansatz mit Aufnahmen vor Ort überprüft und vertieft werden. Das kann z.B. durch Befragungen der Jägerschaft, durch Auswertung von Jagdstatistiken und Erhebungen im Feld erfolgen. Dies sollte aber unbedingt dem mit den Eigenheiten von Jägern und Wild vertrauten Wildbiologen überlassen bleiben, da bei den Befragungen die "Spreu vom Weizen" zu trennen und die Interpretation von Abschussdaten viel Erfahrung erfordert. Fernerkundungsansatz und Befragungsergebnisse zeigen oft eine hohe Übereinstimmung (Abb. 6). Im Falle des die BAB A8 schneidenden Korridors hat eine sehr weitreichende Recherche noch dazu ergeben, dass dort immer wieder einmal Rotwild auftaucht, was ein deutlicher Hinweis auf das Funktionieren dieser Migrationsachse ist.

Abb.6 Ausschnitt aus einer Karte zu wildbiologischen Sonderuntersuchungen an der BAB A4 in Hessen, die die gute Übereinstimmung zwischen GIS-gestützt ermittelten Verbundachsen und Kenntnissen der Jägerschaft über traditionelle überregionale Wildwechsel illustriert

Erste stichprobenartige Untersuchungen der Lebensraumkorridore aus der Initiativskizze zeigen jedoch, dass sie auch in anderen Abschnitten als den Kreuzungspunkten mit Verkehrsinfrastrukturen blockiert oder lückenhaft sein können (DOBS 2005, GEORGII & HERZOG 2004). Dann nutzen auch noch so gut gemachte Grünbrücken oder anderweitige größere Querungsmöglichkeiten im Bereich derartiger Barrieren nichts. In solchen Fällen können z.B. die gesetzlich vorgeschriebenen Ersatzaufforstungen für die im Zuge von Straßenbauprojekten notwendigen Waldrodungen für Lückenschlüsse genutzt werden, wie das un-

längst im Zuge des Ausbaus der BAB A4 vom hessischen Amt für Straßen- und Verkehrswesen in Eschwege mit Blick auf Wildkatze und Rothirsch geplant wurde (GEORGII & HERZOG 2005).

Wenig tauglich sind Wildunfallschwerpunkte als sinnvolle Standorte z.B. von Grünbrücken. Sie sind - von Ausnahmen abgesehen - keine guten Indikatoren für Wildtierkorridore, weil sie vor allem tägliche Wildwechsel in der Regel nicht wandernder Wildarten (z.B. von Rehen) anzeigen (vgl. VÖLK & WÖSS 2001). An solchen Stellen gibt es effektive preiswertere Lösungen (z.B. Infrarot-Wildwechsel-Warnanlagen, KISTLER 1998; Dachsröhren mit 30 cm Durchmesser nach niederländischem Vorbild). Ebenso wenig zielführend, dafür aber u.U. Kosten treibend, sind ferner pauschalierte Vorgaben, die z.B. pro 5 oder 10 km Trasse jeweils eine größere und durchschnittlich alle 2 km eine kleinere Tierquerungshilfe fordern. Das ist nicht mit den Gegebenheiten vor Ort in Übereinstimmung zu bringen.

Auch die technischen Voraussetzungen für mehr Durchlässigkeit im Verkehrsnetz sind mittlerweile geschaffen. So gibt es für die Gestaltung funktionierender Tierquerungshilfen detaillierte Empfehlungen, die für Deutschland derzeit als "Hinweise zur Anlage von Querungshilfen für Tiere an Straßen" von der FGSV (2006, in Vorb.) zusammengestellt werden.

Die meisten nicht speziell als Tierquerungshilfen konzipierten Über- und Unterführungsbauwerke (z.B. für Feld- oder Forstwege) sind hingegen zu schmal, zu lang, zu eng, zu dunkel oder zu trocken und werden deshalb allen Nutzungskontrollen zufolge von größeren Wildsäugern schlecht angenommen (OLBRICH 1984, FEHLBERG et al. 1993, LERBER 1994, JENNY et al. 1997, CLEVENGER & WALTHO 2005, GEORGII et al. 2006, in Vorb.). Sie verbessern allenfalls auf lokaler Ebene und nur für unempfindlichere Arten, wie Fuchs, Dachs oder Steinmarder, die Durchlässigkeit von Verkehrsträgern. In begründeten Fällen kann aber eine Aufwertung solcher Bauwerke Sinn machen, z.B. durch die Ergänzung einer Feldwegeüberführung mit einem wenige Meter breiten Grünstreifen samt einer Gebüschreihe, die u.a. auch als Fledermausleitlinie funktionieren kann. Für eine effektive Entschneidung und die großräumige Verknüpfung von Lebensraumkorridoren leisten sie keinen wirklichen Beitrag.

Fazit

Die methodischen Voraussetzungen, im Zuge von Umweltverträglichkeitsstudien und Landschaftspflegerischen Begleitplänen zu Straßenneu- und -ausbauprojekten Lösungen finden zu können, die auch dringend notwendige großräumige Verbundaspekte berücksichtigen, sind also vorhanden.

Ihre Anwendung ist aber noch Ausnahme. Nach wie vor wird im Rahmen der Eingriffsregelung in solchen Fällen überwiegend mit dem herkömmlichen Ansatz gearbeitet, der nur ein wenige hundert Meter breites Band beiderseits der Trassen berücksichtigt. Auf diese Weise können aber niemals vernetzende Verbundachsen bzw. Korridore aufgespürt werden. Deshalb bleiben in den meisten Zulassungsverfahren wichtige Aspekte für einen ausreichenden Biotopverbund nach §3 BNatSchG noch immer auf der Strecke. Das ist bisher auch eine Schwäche vieler Planungsbeiträge zur FFH-Verträglichkeitsprüfung,

die immer noch mehr auf schutzwürdige *Gebiete*, denn auf das *Netz Natura 2000* fokussieren.

Hier sind die ausführenden Behörden als Auftraggeber der Planungen gefordert, dem neuen Verständnis von Eingriffsregelung, Biotopverbund und Artenschutz mehr Rechnung zu tragen und für eine entsprechende Modifizierung sowie vor allem räumliche Ausweitung des Untersuchungsrahmens von UVS, LBP, FFH und stärkerer Berücksichtigung auch größerer Säugetiere zu sorgen. Außerdem müssen sie Partner für die Planung heranziehen, die speziell mit dieser Thematik und größeren Säugetieren zu arbeiten vertraut sind. Nicht zuletzt zeigt die Erfahrung, dass die Machbarkeit sehr oft weitgehend von Einsicht, Engagement und Durchsetzungsvermögen einzelner Behördenvertreter abhängt.

5. Literatur

- Apeldoorn, R.C. van 1997. Fragmented mammals: What does that mean? In: Canters, K.J., A. Piepers & D. Hendriks-Heersma (Eds.), *Habitat Fragmentation and Infrastructure. Conference Proceedings*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Delft, p. 121-126
- Bekker, H.G.J. & K.J. Canters 1997. The continuing story of badgers and their tunnels. In: Canters, K.J., A. Piepers & D. Hendriks-Heersma (Eds.), *Habitat Fragmentation and Infrastructure. Conference Proceedings*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Delft, p. 344-353
- CANTERS, K.J. & R.CUPERUS 1997. Assessing fragmentation of bird and mammal habitats due to roads and traffic in transport regions. In: Canters, K., A. Piepers and D. Hendriks-Heersma (Eds.), *Habitat Fragmentation and Infrastructure. Conference Proceedings*. Ministry of Transport, Public Works and Water Management, Delft, p. 160-170
- Camby, A. & C. Maizeret 1985. Perméabilité des routes et autoroutes vis à vis des mammifères carnivores: Exemple des études menées dans les Landes de Gascogne par radio-poursuite. In: *Ministre de L'Equipement, du Logement, de L'Aménagement du Territoire et des Transports: Routes et Faune Sauvage*: 183-196
- Clarke, G.P., P.C.L. White & S. Harris 1998. Effects of roads on badger (*Meles meles*) populations in south-west England. *Biol. Conserv.* 86: 117-124
- Clevenger, A.P., Chruszcz, B., K.E. Gunson & J. Wierzchowski 2002. *Roads and Wildlife in the Canadian Rocky Mountain Parks - Movement, Mortality and Mitigation*. Final report to Parks Canada, Banff, Alberta, Canada, 432 S.
- Clevenger, A.P. & N. Waltho 2005. Performance indices to identify attributes for highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation* 121: 453-464
- DJV 2005. *DJV Handbuch Jagd 2005*. Deutscher Jagdschutz-Verband e.V., Bonn, 606 S.

- Dobs, C. 2005. Validierung GIS-modellierter Wildtierkorridore dargestellt am Beispiel des Luchses (*Lynx lynx*) in Bayern. Diplomarbeit. Lehrstuhl für Landschaftsökologie der TU München, Freising-Weihenstephan
- Elliger, A., P. Linderoth & M. Pegel 2004. Jagdbericht Baden-Württemberg 2003/04. Berichte der Wildforschungsstelle Nr. 11, 62 S.
- Fehlberg, U., S. Renzi & L. Niepel 1993. Wildquerungen - Ökologische Barrierewirkung der BAB 2 auf wildlebende Säugetiere. Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Landesamtes für Straßenbau zum Ausbau der BAB 2 (Hannover - Helmstedt); 3 Teile
- FGSV, in Vorb. Hinweise zur Anlage von Querungshilfen für Tiere an Straßen. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrs, Köln.
- Georgii, B. 2002. Über- und Unterführungsbauwerke im Bereich der Ausbaustrecke BAB A8 zur Sicherung von überregionalen Wildtierwegen. VAUNA, Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart
- Georgii, B. & W. Herzog 2005. Forst- und naturschutzrechtliche Kompensation im Zuge des Ausbaus der BAB A4 Kirchheim-Wildeck. VAUNA, Gutachten im Auftrag des Amtes für Straßen- und Verkehrswesen Eschwege
- Georgii et al. 2006. Effizienz von Grünbrücken und anderen Querungsbauwerken für Säugetiere. FE-Vorhaben 02.247/2002/LR, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, in Vorb.
- Gerlach, G. & K. Musolf 2000. Fragmentation of Landscapes as a Cause of Genetic Subdivision in Bank Voles. *Conservation Biology* 14(4): 1066-1074
- GMBI 1993. Entschließung der Ministerkonferenz für Raumordnung "Aufbau eines ökologischen Verbundsystems in der räumlichen Ordnung" vom 27.11.1992. GMBI 1993, Nr.4, S.49-50
- Hanski, I. 1989. Metapopulation dynamics: does it help to have more of the same? *Trends in Ecology and Evolution* 4: 113-114
- Heinken, T., O. v. Goddert, M. Schmidt, W.-U. Kriebitzsch & H. Ellenberg 2005. Schalenwild breitet Gefäßpflanzen in der mitteleuropäischen Kulturlandschaft aus - ein erster Überblick. *Natur und Landschaft* 80(4): 141-147
- Herrmann, M. 2005. Untersuchungen zur Verteilung, Raumnutzung und Population von Dachsen an der B31neu. In: Georgii et al. 2006. Effizienz von Grünbrücken und anderen Querungsbauwerken für Säugetiere. FE-Vorhaben 02.247/2002/LR, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, in Vorb.
- Hindenlang, K., J. Senn, R. Kühn & C. Sperisen, in Vorb. Auswirkungen von Habitatfragmentierung auf die genetische Variation von Rehpopulationen im Ballungsraum. Eidg. Forschungsanstalt WSL, CH-8903 Birmensdorf und Fachgebiet für Wildbiologie und Wildtiermanagement, TU München, D-85354 Freising

- Jenny, D., F. v. Lerber, V. Keller & H.P. Pfister 1997. Nutzung der Grünbrücken über die B31neu durch größere Säuger. In: Pfister, H.P., V. Keller, H. Reck & B. Georgii (1997). Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 756. Bundesministerium für Verkehr, Bonn
- Kistler, R. 1998. Wissenschaftliche Begleitung der Wildwarnanlagen Calstrom WWA-12-S. Schlussbericht. Infodienst Wildbiologie & Ökologie, Zürich, 67 S.
- Lerber, F. von 1994. Videoüberwachungen an Bauwerken entlang der N1, RN9 und N7. Spezialbericht im Rahmen des Projekts Wildtierpassagen an Straßen, Schweizerische Vogelwarte Sempach, 43 S.
- Möhlich, T. & S. Klaus 2003. Die Wildkatze (*Felis silvestris*) in Thüringen. Landschaftspflege und Naturschutz in Thüringen 4: 109-135
- Müller-Stieß, H. & M. Herrmann 1997. Bedeutung von Grünbrücken für Bilche (Myoxidae), untersucht an der Grünbrücke Schwarzgraben (B31neu Stockach-Überlingen). In: Pfister, H.P., V. Keller, H. Reck & B. Georgii (1997). Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 756. Bundesministerium für Verkehr, Bonn
- Müri, H. 1999. Veränderung im Dispersal von Rehen in einer stark fragmentierten Landschaft. Z. Ökologie u. Naturschutz 8: 41-51
- Pfister, H.P., L. Kohli, P. Kästli und S. Birrer 2002. Feldhase. BUWAL, Schriftenreihe Umwelt Nr. 334, Wildtiere, 150 S.
- Olbrich, P. 1984. Untersuchungen der Wirksamkeit von Wildwarnreflektoren und der Eignung von Wilddurchlässen. Z. Jagdwiss. 30: 101-116
- Oxley, D.J., M.B. Fenton & G.R. Carmody 1974. The effects of roads on populations of small mammals. J. of Applied Ecology 11: 51-50
- Reck, H., K. Hänel, M. Böttcher & A. Winter 2004. Lebensraumkorridore für Mensch und Natur. Abschlussbericht zur Erstellung eines bundesweit kohärenten Grobkonzepts (Initiativskizze). Bundesamt für Naturschutz und Deutscher Jagdschutzverband, Bonn
- Reuther, C. 2002. Straßenverkehr und Otterschutz. Otter-Zentrum Hankensbüttel, 37 S.
- SGW 2001. Korridore für Wildtiere in der Schweiz. Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie und Schweizerische Vogelwarte Sempach, 116 S. BUWAL, Bern, Schriftenreihe Umwelt Nr. 326
- Trocme, M., S. Cahill, H.J.G. de Vries, H. Farrall, L. Folkson, G. Fry, C. Hicks & J. Peymen 2003. Habitat fragmentation due to transportation infrastructure: The European Review.
- Völk, F. & M. Wöss 2001. Lebensraumzerschneidung durch Verkehrsinfrastruktur und Erhaltung von Mobilitäts-Achsen für Wildtiere in der Kulturlandschaft. Bun-

desanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning. Tagungsbericht S. 21-32

Völk, F., A. Zedrosser & G. Volk 1999. Large Carnivores (bear, wolf, lynx), moose and trunk roads in Austria. Universität für Bodenkultur Wien