



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la  
communication DETEC  
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle  
comunicazioni DATEC

**Bundesamt für Strassen**  
**Office fédéral des routes**  
**Ufficio federale delle Strade**

# **Vernetzung von Lebensräumen bei der Gestaltung von Verkehrsträgern**

**Les réseaux des habitats et l'aménagement des voies  
de trafic**

**Adaptation of engineering structures to maintain  
general ecological connectivity**

**Kaden und Partner AG, Frauenfeld**  
**J. Rieder, Umweltwissenschaftler**  
**C. Elmiger, Biologe**  
**R. Fankhauser, Biologin**

**SD Ingénierie Neuchâtel SA**  
**S. Schneider, Biologe**

**Forschungsauftrag XXX (1999/240) auf Antrag des  
Schweizerischen Verbandes der Strassen- und  
Verkehrsfachleute (VSS)**

**Dezember 2006**

**XXX**



## **Beteiligte Personen**

### **Kaden und Partner AG, Frauenfeld**

*Joggi Rieder*, Projektleiter

*Christof Elmiger*, Autor

*Regine Fankhauser*, Mitarbeiterin

### **SD Ingénierie Neuchâtel SA, Boudry**

*Sébastien Schneider*, Mitarbeiter

Die Studie wurde auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) in Auftrag gegeben. Die Aufsicht oblag der **VSS Expertenkommission 6.04 (Umwelt und Fauna)**, bestehend aus:

*Marguerite Trocmé*, Präsidentin

*Markus Ammann*

*Thomas Gremminger*

*Roger Pfister*

*Michel Tripet*

*Adrian Verasani*

Bundesamt für Umwelt

Schweizerische Bundesbahnen

Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau

Bundesamt für Strassen

SD Ingénierie Neuchâtel SA

Schneller Ritz und Partner AG

### **Weitere Fachpersonen**

Zahlreiche weitere Fachleute haben sich für diese Studie Zeit genommen und mit ihrem Fachwissen und Material zum Gelingen des Projekts beigetragen. Eine alphabetische Liste ist im Anhang zu finden.

*Wir möchten uns bei allen Personen bedanken, die zum Gelingen dieses Berichtes beigetragen haben.*



# Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	5
Résumé.....	6
Summary.....	7
<b>1 Einführung</b>	
<b>1.1 Verkehrswege und Lebensräume.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Das Forschungsprojekt VSS 1999/240.....</b>	<b>9</b>
<b>1.3 Theoretische Grundlagen.....</b>	<b>9</b>
1.3.1 Einflüsse von Verkehrsträgern auf die Fauna und die Vernetzung.....	10
1.3.2 Folgen einer eingeschränkten Lebensraumvernetzung.....	11
1.3.3 Wirkungsebenen von Massnahmen.....	12
1.3.4 Berücksichtigung der Lebensraumvernetzung im VSS-Normenwerk.....	12
<b>2 Methoden</b>	
<b>2.1 Recherche.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Datenbank.....</b>	<b>13</b>
<b>2.3 Präsentation und Diskussion der Resultate.....</b>	<b>14</b>
<b>3 Lebensraumvernetzung und Verkehrswege: Analyse</b>	
<b>3.1 Artengruppen.....</b>	<b>15</b>
3.1.1 Grosssäuger.....	16
3.1.2 Kleinsäuger.....	17
3.1.3 Fledermäuse.....	17
3.1.4 Amphibien.....	18
3.1.5 Reptilien.....	20
3.1.6 Vögel.....	21
3.1.7 Fische.....	22
3.1.8 Wirbellose.....	23
<b>3.2 Elemente der Infrastruktur (Datenbankauszug).....</b>	<b>25</b>
3.2.1 Begleitflächen.....	27
3.2.2 Beleuchtung.....	29
3.2.3 Brücke.....	31
3.2.4 Entwässerungssystem.....	32
3.2.5 Fahrbahn.....	33
3.2.6 Fahrleitung.....	36
3.2.7 Gewässerdurchlass.....	37
3.2.8 Gleisbett und Schienen.....	38
3.2.9 Lärmschutzbauten.....	40
3.2.10 Mittelstreifen.....	41
3.2.11 Randstein.....	42
3.2.12 Stützbauwerk.....	43
3.2.13 Tunnel, Galerie.....	44
3.2.14 Wildtierpassage.....	45
3.2.15 Wildzaun.....	46
<b>4 Lösungswege zur Förderung der Lebensraumvernetzung</b>	
<b>4.1 Gliederung.....</b>	<b>47</b>
4.1.1 Ideen.....	47
4.1.2 Massnahmen.....	47
<b>4.2 Ideen und Massnahmen (Datenbankauszug).....</b>	<b>49</b>
4.2.1 Fragmentierung durch gute Strassenplanung vermeiden.....	51
4.2.2 Amphibienfreundliche Sammelbecken.....	52
4.2.3 Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten.....	53
4.2.4 Beleuchtung: Lichtemission reduzieren.....	54
4.2.5 Entwässerungssystem: Kleintierverluste bei Abläufen reduzieren.....	55

4.2.6 Fahrleitungen: Kollisionen mit Vögeln verringern.....	56
4.2.7 Fahrleitungen: Kurzschlüsse durch Vögel vermeiden.....	57
4.2.8 Flugrouten der Fledermäuse schützen.....	58
4.2.9 Gleisanlagen überquerbar gestalten.....	59
4.2.10 Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen.....	60
4.2.11 Lärmschutzbauten vernetzungsfreundlich gestalten.....	61
4.2.12 Lärmschutzwände: Vogelschlag reduzieren.....	62
4.2.13 Mauerwerk als Lebensraum erhalten.....	63
4.2.14 Stützbauwerke durchlässig bauen.....	64
4.2.15 Vegetationspflege in Begleitflächen.....	65
4.2.16 Verkehrsmortalität reduzieren (ohne Wildzaun): Wildsäuger.....	66
4.2.17 Verkehrsmortalität reduzieren mittels Wildzaun.....	67
4.2.18 Verkehrsmortalität reduzieren: Amphibien.....	68
4.2.19 Verkehrsmortalität reduzieren: Vögel.....	69
4.2.20 Versiegelungs- bzw. Verbauungsgrad gering halten.....	70
4.2.21 Wildtierpassagen: Amphibiendurchlässe und Leitsysteme.....	71
4.2.22 Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung.....	72
4.2.23 Wildtierpassagen: spezifisch für Tiere gebaut.....	73
4.2.24 Brücke als Lebensraum nutzen.....	74
4.2.25 Lebensraumverlust kompensieren.....	75
<b>5 Anwendung der Ergebnisse</b>	
<b>5.1 Grundlagen.....</b>	<b>77</b>
<b>5.2 Verbesserung des VSS-Normenwerkes.....</b>	<b>77</b>
5.2.1 Etablierung als Querschnittsthema.....	78
5.2.2 Aktualisierung des Normenwerkes.....	78
<b>5.3 Aktualisierung des Normenwerkes gemäss Variante A.....</b>	<b>81</b>
5.3.1 Festlegen der Zielnormen.....	81
5.3.2 Vollzug der Integration.....	83
<b>6 Anhang A: Massnahmen-Steckbriefe</b>	
<b>6.1 Ideen und zugehörige Massnahmen.....</b>	<b>85</b>
<b>6.2 Zielnormen und zugehörige Massnahmen.....</b>	<b>85</b>
<b>7 Anhang B: Quellen</b>	
<b>7.1 Fachpersonen.....</b>	<b>87</b>
<b>7.2 Literatur.....</b>	<b>91</b>

## Zusammenfassung

Das rasante Siedlungswachstum und der fortschreitende Ausbau der damit verbundenen Verkehrsinfrastruktur im 20. und 21. Jahrhundert fragmentieren die Lebensräume der Tiere und gefährden dadurch die Artenvielfalt. In den letzten Jahren reifte die Erkenntnis, dass Massnahmen ergriffen werden müssen, um die Vernetzung der verbleibenden Lebensräume zu fördern. Es gilt, die negativen Auswirkungen von Infrastrukturen auf die Lebensraumvernetzung der Tiere zu reduzieren und die positiven Auswirkungen zu fördern. Dieses wichtige Anliegen wurde bei einigen Normen des VSS bereits berücksichtigt. So gibt es Normen zum Bau von Amphibientunnels, Wildbrücken und Kleintierdurchlässen (SN 640 692-SN 640 699). Auch in technischen Normen, z. B. über Lärmschutzwänden oder Strassenoberflächen, sind vernetzungsökologische Gesichtspunkte berücksichtigt worden. Es bestehen aber immer noch viele Lücken.

Das Ziel des Forschungsauftrages VSS 1999/240 lautete, Konflikte der Fauna mit der Infrastruktur von Verkehrswegen zu evaluieren und konkrete Verbesserungsmassnahmen aufzuzeigen. Dazu wurden einzelne Bestandteile der Verkehrsinfrastruktur im Hinblick auf die Lebensraum zerschneidende Wirkung umfassend analysiert. In einem weiteren Schritt wurden über 140 Massnahmen gesammelt, welche die Lebensraumvernetzung durch gezielte Anpassungen der Verkehrsinfrastruktur fördern sollen. Zusätzlich werden Strategien erörtert, wie die gewonnenen Erkenntnisse in die VSS-Normgebung integriert und den Verantwortlichen im Verkehrswegbau weitervermittelt werden können. Es wird vorgeschlagen, die Thematik im VSS-Normenwerk in zwei Schritten zu verankern. Einerseits sollen gewisse, bestehende Normen (z. B. Normen zu den Themen Strassenentwässerung, Randabschlüsse, Amphibienschutz) spezifisch an die neusten Erkenntnisse angepasst werden, andererseits sollen Aspekte der Lebensraumvernetzung als Querschnittsthema bei Neuentwürfen oder Revisionen von Normen generell berücksichtigt werden, wie dies bei den Themenbereichen Sicherheit und Nachhaltigkeit bereits der Fall ist.

## Résumé

L'urbanisation galopante, l'extension et la densification des réseaux de transport ces dernières cinquante années, auxquelles s'ajoutent l'intensification de l'agriculture, ont pour conséquence la fragmentation des espaces naturels. Ainsi, malgré de nombreuses mesures de conservation, la biodiversité continue de diminuer. La reconnexion des espaces naturels est devenue une première priorité. Concernant les infrastructures de transport, il s'agit d'en diminuer les impacts par des mesures ciblées. La VSS a relevé le défi avec une série de normes sur les passages à faune (SN 640 692-SN 640 699), qui doivent permettre de rétablir les couloirs de déplacement de la faune. Toutefois ces passages ne règlent pas tous les problèmes; de nombreux ouvrages et aménagements annexes à la voirie sont également à l'origine d'une mortalité parfois importante de la faune.

Le travail de recherche VSS 1999/240 a permis de rassembler toutes les connaissances de terrain sur les structures qui piègent particulièrement la petite faune le long des routes et du rail, et de proposer des premières solutions. De nombreux spécialistes de la faune et de l'entretien des routes ont été interrogés. L'influence sur la faune de chaque élément de l'infrastructure routière a été analysée: la chaussée, les bordures, les ponts, les murs de soutènement, l'évacuation des eaux, les parois anti-bruit, l'éclairage, les talus. Selon les choix techniques, ces éléments peuvent avoir des effets négatifs, en piégeant les animaux (collision contre les parois transparentes), ou positifs, en créant des milieux de refuge (murs de pierres sèches) et en offrant des cheminements à la faune le long des axes de transport (talus naturels). 140 mesures ont été rassemblées, avec de nombreuses propositions d'adaptations techniques. Elles permettent d'améliorer la mise en réseau des milieux naturels le long des infrastructures de transport et de diminuer les pièges involontaires. Les normes VSS traitant des éléments concernés ont été identifiées, afin de permettre, lors de leur révision, l'intégration des aspects faunistiques. Ce travail peut ainsi servir de référence lors de la révision ou de l'élaboration de normes. Il peut aussi servir de guide aux ingénieurs, afin de d'assurer la compatibilité des choix techniques avec la survie de la faune sauvage.

## Summary

In the past 50 years rampant urbanization and fast extension and densification of transport networks have caused with the intensification of agriculture high fragmentation of open spaces and natural areas. Despite many conservation efforts biodiversity continues to diminish as many natural areas are too isolated and small to sustain viable wildlife populations. The linking of natural habitats and restoration of ecological networks has become a priority. The negative impact of transport networks can be lessened through specific measures. The VSS has emitted a series of norms on fauna passages (SN 640 692-SN 640 699) with the goal of restoring as best possible connectivity. However fauna passages cannot solve all problems. A number of annexe structures cause high mortality and also have an impact on populations.

The goal of this research was to collect field knowledge on the impact of various structures on small animals and suggest mitigations measures. Wildlife specialists, herpetologists and maintenance people were interviewed. All significant structures for fauna were examined, pavement, borders, bridges, retaining walls, runoff systems, noise screens. Depending on design these structures can have negative effects, acting as traps (collision against transparent noise screens) or positive effects, offering refuges for animals (stone walls, drainage pipes) or movement corridors for wildlife along transportation axes (natural verges). 140 measures, mostly with adaptations of engineering elements, permitting to reduce mortality and improve connectivity are described. The VSS standards related to these structures are listed and their revision in order to integrate aspects concerning fauna suggested. The research report should serve as a reference for further standard revision and as a guide for engineers so as to diminish causes of indirect mortality and improve connectivity.



# 1 Einführung

## 1.1 Verkehrswege und Lebensräume

Die Tierarten in der Schweiz besitzen vielfältige Aktionsräume. Die Suche nach Nahrungsquellen, Winterquartieren, neuen Territorien und Artgenossen erfordert, dass die Tiere sich frei fortbewegen können. Die Zeitpunkte und Ausdehnungen von Wanderungen unterscheiden sich von Art zu Art. Rothirsche wandern jährlich über dutzende von Kilometern vom Sommerlebensraum ins Wintergebiet, während der Igel auf der Nahrungssuche in Weiden und Gärten jede Nacht etwa ein bis zwei Kilometer zurücklegt. Unabhängig davon wie gross oder klein die Distanzen sind, auf ihren Wanderungen in und zwischen Lebensräumen kreuzen die Pfade der Tiere unweigerlich die Verkehrswege des Menschen. Während unsere Strassen und Bahnlinien für manche Tiere physische Barrieren darstellen und schlicht nicht überquerbar sind, so birgt für andere Arten jeder Querungsversuch Lebensgefahr. Dabei sind die Tiere in zunehmendem Masse davon abhängig, dass sie menschliche Verkehrswege überqueren können, denn durch den fortschreitenden Siedlungsbau werden natürliche Lebensräume immer stärker zerstückelt. Verkehrswege, als verbindende Elemente, bilden ein engmaschiges Netz um die verbleibenden Grünräume. Das Überleben vieler Tierarten ist daher davon abhängig, dass die Tiere in der Lage sind, unsere Verkehrswege zu überqueren.

Verkehrswege zerschneiden zwar Lebensräume, können diese durch eine naturnahe Gestaltung aber auch verbinden. In unserer aufgeräumten, von Siedlungsbau und Landwirtschaft geprägten Landschaft, sind die Böschungen von Strassen und Bahnlinien vielerorts wichtige Refugien für Tiere, da sie hier naturnahe Ersatzlebensräume vorfinden können. Wenn wir die Lebensraumvernetzung und damit die Artenvielfalt der Tiere erfolgreich fördern wollen, so muss es unser Ziel sein, die Verkehrswege so zu gestalten, dass einerseits die negativen Auswirkungen möglichst gering und andererseits die positiven Effekte möglichst gross sind.

## 1.2 Das Forschungsprojekt VSS 1999/240

Das Forschungsprojekt VSS 1999/240 wurde auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) und das Bundesamt für Umwelt (BAFU) in Auftrag gegeben und finanziert. Der Auftrag lautete, Konflikte der Fauna mit Infrastrukturteilen von Verkehrswegen zu evaluieren und konkrete Lösungswege aufzuzeigen.

Folgende Ziele waren zu erfüllen:

- Erstellen einer umfassenden Analyse der Problematik Lebensraumvernetzung – Verkehrsinfrastruktur (Strasse und Bahn) sowie eines Katalogs von Verbesserungsmassnahmen. Aspekte zu Wildtierpassagen sollten nicht mehr ausführlich behandelt werden, da sie bereits in einer früheren Forschungsarbeit umfassend beschrieben wurden (Dumont et al. 2000) und mittlerweile in die VSS Normen integriert worden sind (VSS 2004). Das Thema der Gewässerdurchlässe ist Gegenstand einer eigenständigen Forschungsarbeit (VSS 2003/603 – aktuell in Bearbeitung), und wurde deshalb ebenfalls nicht vertieft behandelt.
- Entwicklung von Strategien, wie die vernetzungsfördernden Gestaltungsmassnahmen kommuniziert werden sollen, damit sie in Zukunft im Verkehrswegbau möglichst breite Anwendung finden.

## 1.3 Theoretische Grundlagen

Die Auswirkungen des Verkehrs auf die Fauna im allgemeinen und die Lebensraumvernetzung im spezifischen werden im VSS-Forschungsbericht „Interactions entre les réseaux de la faune et des voies de

circulation“ (Dumont et al. 2000) bereits ausführlich beschrieben. Im folgenden beschränken wir uns deshalb auf eine kurze Zusammenfassung.

### **1.3.1 Einflüsse von Verkehrsträgern auf die Fauna und die Vernetzung**

Im Europäischen Handbuch zum Thema Wildtiere und Verkehr (Iuell et al. 2003) werden die Einflüsse auf die Fauna, die von Verkehrsträgern ausgehen, in fünf Gruppen gegliedert: Lebensraumverlust, Barriereeffekte, Verkehrsmortalität, Störung und Ökologische Einflüsse von Begleitflächen (Strassenränder, Böschungen). Jeder dieser Einflüsse hat direkte oder indirekte Auswirkungen auf die Vernetzung von Lebensräumen und der Fauna.

#### ***Verlust von Lebensraum***

Durch den Bau von Verkehrsinfrastrukturen wird immer auch Boden verbraucht. Diese Flächen können von der Fauna nicht mehr bewohnt werden, es entsteht ein direkter Verlust an Lebensraum. Damit reduziert sich auch die Grösse, die Überlebensfähigkeit und die Vernetzung von Teil- und Gesamtpopulationen dieses Lebensraumes. Andererseits gibt es manchmal auch Gelegenheiten, Tieren Ersatzlebensräume anzubieten, etwa in Böschungen oder an Brücken.

#### ***Störung***

Bau und Nutzung von Verkehrswegen bringen eine Reihe von Störungen mit sich. Zu den Störfaktoren gehören beispielsweise: Mikroklimatische Veränderungen (z. B. ein Temperaturanstieg in Strassennähe), Verschmutzungen, Lärm, Licht, und Vibration. Solche Störungen verringern die Qualität und die Nutzbarkeit von Lebensräumen und behindern damit auch deren Vernetzung.

#### ***Mortalität***

Die Kollision mit einem Fahrzeug führt meist zum Tod des Tieres, eine Sterblichkeit, die mit "Verkehrsmortalität" oder "Strassenmortalität" bezeichnet wird. Die Verkehrsmortalität wirkt sich auf zwei Weisen negativ auf die Vernetzung aus: einerseits wird verhindert, dass Tiere einen Verkehrsträger erfolgreich überqueren, andererseits werden Populationen durch die Todesfälle verkleinert, was ganz allgemein die Vernetzungschancen innerhalb der Populationen verringert.

Trotz vieler toter Tiere stellt die Verkehrsmortalität für viele Tierarten keine Gefährdung der Population dar (Oggier et al. 2001). Eine Reduktion der Opferzahl ist häufig eher im Interesse von Tierschutz, Verkehrssicherheit, Jagd und Wirtschaft. Ob eine Tierart durch die Verkehrsmortalität gefährdet ist, wird meist abgeschätzt, indem die Verkehrsmortalität im Verhältnis zur gesamten Sterblichkeit gesetzt wird. Besser wäre jedoch ein Vergleich mit dem Populationswachstum, da auch ein kleiner Prozentsatz an Verkehrsmortalität zum bedrohenden Faktor werden kann, wenn das Populationswachstum insgesamt sehr niedrig ist (Seiler & Helldin 2006).

#### ***Barriere***

Durch die Infrastruktur von Verkehrswegen entstehen physische Barrieren (z. B. Wildzäune), die für manche Tiere schwierig oder unmöglich zu überqueren sind. Ein weiterer Barriereeffekt, der Tiere von einer Überquerung abhalten kann, entsteht durch die Gefahrwirkung, die vom Verkehr und der Infrastruktur ausgeht (deckungsliebende Tiere scheuen beispielsweise die Querung offener Flächen). Auch eine hohe Verkehrsmortalität kann einen Barriereeffekt erzeugen (Amphibien). Diese Trennwirkungen verringern die Vernetzung von Lebensräumen direkt. Umgekehrt kann durch eine naturnahe Gestaltung gewisser Infrastrukturelemente die Vernetzung der Fauna profitieren. Indem Lebensräume entlang eines Verkehrsträgers verbunden werden, wird letzten Endes auch die Erreichbarkeit von Faunapassagen gefördert.



Abbildung 1: Die Lawinenschutzgalerie bei Obergesteln (VS) als Beispiel für ein Infrastrukturelement mit sehr hoher Barrierewirkung. (Foto: M. Trocmé).

### **Ökologische Einflüsse von Begleitflächen**

Begleitflächen können eine Vielzahl von ökologischen Einflüssen aufweisen. Je nach Ausgestaltung werden naturnahe Begleitflächen von verschiedenen Arten als Lebensraum genutzt, der aufgrund des engmaschigen Verkehrsnetzes auch als Ausbreitungskorridor fungieren kann (allerdings auch für invasive Arten!). Indem solche Begleitflächen die Vernetzung entlang eines Verkehrsträgers verbessern (Längsvernetzung), erleichtern sie der Fauna den Zugang zu Wildtierpassagen. Damit wird indirekt auch die Quervernetzung über den Verkehrsträger hinweg verbessert.

Die schmale, langgestreckte Habitatsstruktur birgt aber auch Gefahren: Durch die eingeschränkte Mobilität und die Nähe zum Verkehr ergibt sich in Begleitflächen eine erhöhte Anfälligkeit auf Krankheiten, Störungen, Prädation und Verkehrsmortalität.

### **1.3.2 Folgen einer eingeschränkten Lebensraumvernetzung**

Die oben erwähnten Faktoren beeinflussen die Vernetzung der Fauna überwiegend negativ. Die verringerte Lebensraumvernetzung bzw. die entstehende Trennwirkung gefährdet Populationen, indem Tiere überlebenswichtige Habitate nicht mehr erreichen können (z. B. wandernde Amphibien) oder indem der Austausch zwischen Teilpopulationen so gering wird, dass demografische und genetische Veränderungen auftreten. Eine verringerte Mobilität kann auch eine neue Lebensraumnutzung bewirken, was zu Schäden im Lebensraum führen kann (z. B. beim Hirsch; Oggier et al. 2001).

Genetische Veränderungen in isolierten Populationen sind eine Folge von Inzucht und genetischem Drift (Clevenger 2005). Sie können das Überleben der Teil- und damit der Gesamtpopulation gefährden, z. B. durch eine erhöhte Anfälligkeit auf Krankheiten.

Wieviel genetischen Austausch braucht es denn, damit negative Auswirkungen auf das Erbgut verhindert werden können? Eine allgemeine Faustregel besagt, dass eine Zuwanderung pro Generation und Population bereits genügt. Neuere Erkenntnisse deuten aber darauf hin, dass diese Schätzung nur für eine Minderheit der Tierarten gelten dürfte. Ein Grossteil der Populationen benötigt mindestens 10-20 Zuwanderungen pro Generation, um einen substanziellen Verlust an genetischer Diversität vermeiden zu können (Vucetich & Waite 2000).

Auch demografische Veränderungen stellen isolierte Populationen vor grosse Probleme: Funktioniert der Austausch zwischen Teilpopulationen nicht gut genug, so können natürliche Bestandesschwankungen nicht durch Zu- und Abwanderung ausgeglichen werden. Kleine Lokalpopulationen können so plötzlich verschwinden, weshalb gewisse Arten trotz optimaler Habitatsbedingungen in einem Gebiet

aussterben können (Keller & Largiadèr 2003). Arten mit natürlicherweise geringen Bestandesdichten (z. B. Luchs) oder Tiere mit grossen Populationsschwankungen (z. B. gewisse Insektenarten) sind von solchen Vorgängen am ehesten betroffen.

### 1.3.3 Wirkungsebenen von Massnahmen

Massnahmen zur Reduzierung von Lebensraumfragmentierung werden üblicherweise einer der folgenden drei Wirkungsebenen zugeordnet (z. B. Iuell et al. 2003):

#### **Vermeidung**

Die Vermeidung von jeglicher Habitatsfragmentierung ist in der Regel nur durch einen Verzicht oder eine starke Abänderung eines Projektes möglich. Die Anwendung von Massnahmen auf dieser Ebene hat gegenüber anderen Massnahmen immer Priorität (solange die dadurch entstehenden Nachteile vertretbar sind).

#### **Verminderung**

Ein Grossteil aller Massnahmen vermindert den Konflikt Verkehrsweg-Lebensraumvernetzung, ohne dass das Problem vollständig behoben werden kann.

#### **Ersatz**

Wenn es nicht möglich ist, eine Lebensraumzerschneidung zu vermeiden bzw. sie genügend zu vermindern, so gibt es noch die Möglichkeit, durch die Schaffung von Ersatzlebensraum den Schaden der Fragmentierung zu begrenzen.

Die Vermeidung von negativen Auswirkungen auf die Lebensraumvernetzung geniesst höchste Priorität, ist aber häufig nicht praktikabel. In diesen Fällen muss deshalb versucht werden, die Zerschneidung der Lebensräume möglichst gering zu halten (Verminderung) und gegebenenfalls auch Ersatz zu schaffen.

### 1.3.4 Berücksichtigung der Lebensraumvernetzung im VSS-Normenwerk

Der VSS hat mehrere Normen geschaffen, die sich spezifisch mit Massnahmen zum Schutz der Fauna befassen und damit die Lebensraumvernetzung fördern (VSS 1996; VSS 2004). Diese Normen betreffen Infrastrukturelemente wie Amphibientunnel, Wildtierüberführungen, oder auch Grundlagen zur Planung entsprechender Bauwerke. Solche Massnahmen tragen dazu bei, konkrete Konflikte zwischen der Fauna und dem Verkehr punktuell zu lösen. Die Lebensraumvernetzung kann jedoch tiefergreifend gefördert werden, wenn Infrastrukturelemente von Verkehrswegen generell faunenfreundlich gestaltet werden, um dadurch Konflikte im vornherein zu minimieren. Diesem Anspruch auf eine vernetzungsfreundliche Baukultur wird in einigen Normen des VSS bereits heute Rechnung getragen. Andere Normen berücksichtigen Konflikte mit der Fauna jedoch nur ungenügend oder gar nicht. Eine Anpassung dieser Normen ist deshalb erstrebenswert, wenn der Aspekt der Lebensraumvernetzung im VSS-Normenwerk auf ein einheitliches, hohes Niveau gebracht werden soll.

## 2 Methoden

### 2.1 Recherche

Die Basis der Recherche bildete ein umfangreiches Literaturstudium. In einem weiteren Schritt wurden rund 100 Fachleute aus verschiedensten Fachgebieten kontaktiert und am Telefon befragt. Bei Bedarf wurden Objekte auch im Feld besichtigt, um die Dokumentation mit Bildern und weiteren Informationen zu vervollständigen.

### 2.2 Datenbank

Zur Verwaltung der gesammelten Informationen wurde eine Datenbank eingerichtet. Der Inhalt der Datenbank kann per Webbrowser betrachtet, verändert und ausgedruckt werden, steht aber momentan nicht öffentlich zur Verfügung. Die PDF-Dateien auf der beiliegenden CD-ROM sowie die Auszüge in den Kapiteln 3.2 und 4.2 wurden mittels dieser Datenbank erzeugt.

Der Aufbau und Inhalt der Datenbank wird in Abbildung 2 vereinfacht dargestellt.

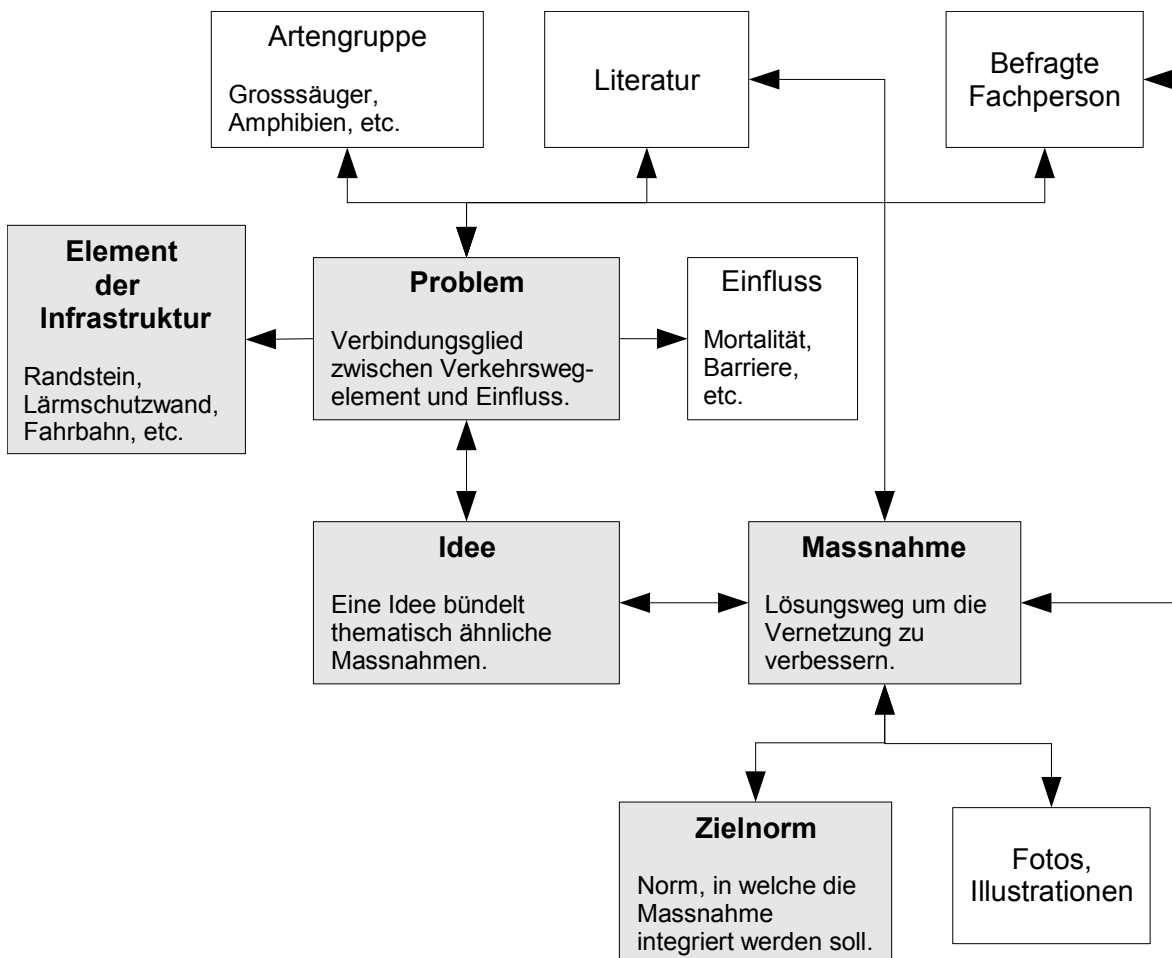


Abbildung 2: Strukturdiagramm der Datenbank (vereinfacht). Die zentralen Tabellen sind grau hinterlegt. Einfache Pfeile bezeichnen  $n:1$  Beziehungen, Doppelpfeile bezeichnen  $n:n$  Beziehungen.

## 2.3 Präsentation und Diskussion der Resultate

Eine kurze Übersicht soll zeigen, wie die Ergebnisse der Forschungsarbeit in den nachfolgenden Kapiteln präsentiert und besprochen werden.

*Kapitel 3 – Analyse:* In einem ersten Teil wird der Konflikt Lebensraumvernetzung-Verkehrsweg für verschiedene Artengruppen zusammengefasst. In einem zweiten Teil folgt eine detaillierte Besprechung von Auswirkungen einzelner Elemente der Verkehrsweginfrastruktur auf die Fauna (Datenbankauszug).

*Kapitel 4 – Lösungswege:* Es werden Ideen und Massnahmen vorgestellt, wie einzelne Infrastrukturelemente gestaltet werden können, um die Lebensraumvernetzung zu fördern (Datenbankauszug). Die detaillierten Beschreibungen der einzelnen Massnahmen sind sehr umfangreich, und müssen deshalb im Anhang wiedergegeben werden.

*Kapitel 5 – Anwendung der Ergebnisse:* In diesem Kapitel wird diskutiert, auf welche Weise die im 4. Kapitel vorgestellten Informationen in das VSS-Normenwerk integriert werden können.

*Kapitel 6 – Anhang A (auf CD-ROM):* Die Massnahmen werden steckbriefartig und detailliert präsentiert. Zu diesem Zweck sind zwei verschiedene PDF-Dokumente erzeugt worden. Im ersten Dokument sind die Massnahmen nach Ideen/Umsetzungszielen sortiert. Im zweiten Dokument sind dieselben Massnahmen nach Normengruppen gegliedert, mit dem Ziel, den verantwortlichen VSS-Kommissionen ein übersichtliches Werkzeug zur Verfügung zu stellen.

*Kapitel 7 – Anhang B:* Auf den letzten Seiten sind eine Liste mit konsultierten Fachleuten sowie das Literaturverzeichnis zu finden.

## 3 Lebensraumvernetzung und Verkehrswege: Analyse

### 3.1 Artengruppen

Auf den nächsten Seiten soll versucht werden, für verschiedene Tiergruppen einen kurzen Überblick über die aktuelle Situation in der Schweiz zu geben. Die Aussagen widerspiegeln die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche und aus Gesprächen mit Fachleuten, allerdings in vereinfachter und interpretierter Form. Aus diesem Grund werden nur vereinzelte Quellen erwähnt. Stattdessen sei an dieser Stelle auf das nächste Kapitel verwiesen, wo sämtliche Rechercheergebnisse mitsamt Literaturangaben detailliert und strukturiert zusammengefasst werden (siehe Kapitel 3.2 Elemente der Infrastruktur (Datenbankauszug)).

In grauen Boxen sind Ideen aufgelistet, wie die Lebensraumvernetzung für die betreffende Tiergruppe gefördert werden könnte. Diese Ideenlisten geben dem Leser einen Ausblick auf das Kapitel 4 Lösungswege zur Förderung der Lebensraumvernetzung.

### 3.1.1 Grosssäuger

Die Siedlungsentwicklung in der Schweiz hat bis heute grosse Flächen Land verbraucht und damit die natürlichen Lebensräume aufgesplittert und auseinander gerissen. Grosssäuger (hier: mittelgrosse bis grosse Säuger, also ab ca. Wiesel bis Hirsch) mit grossen Aktionsradien sind von dieser Zersiedelung der Landschaft stark betroffen. Um zwischen Lebensräumen hin- und herwechseln zu können, müssen die Tiere lange Wege durch naturfremde Gebiete zurücklegen. Dieser Umstand schlägt sich für gewisse Arten in einem verkleinerten Mobilitätsradius nieder, der für die Bestände populationsgenetische Konsequenzen haben kann (Hindenlang, pers. Mitt.).

Auf Ihren Wanderungen treffen die Tiere zwangsläufig auf Verkehrsinfrastrukturen, was für sie oft tödlich endet. Bei Querungsversuchen an Strassen- und Bahntrassen verlieren in der Schweiz jährlich viele Tausend Wildsäuger ihr Leben. Für mitteleuropäische Luchse stellt der Strassentod den grössten Isolationsmechanismus dar (Kramer-Schadt et al. 2004). Für andere Tiere wie z. B. das Reh oder den Fuchs bedeutet die Verkehrsmortalität, obwohl hoch, vermutlich keine direkte Bestandesgefährdung. Mit Sicherheit aber wird durch die Verkehrsmortalität die Vernetzung von Teilpopulationen geschwächt.



Abbildung 3: Schweizer Autobahnen stellen für die meisten Tiere absolute Barrieren dar. Die Lebensraumvernetzung muss mit faunagerechten Wildtierpassagen wiederhergestellt werden.

Gravierender als der Verkehrstod dürften sich die diversen Barriereeffekte auswirken, die von Verkehrswegen ausgehen. Bau und Betrieb von Strassen zerstören Lebensraum und gehen einher mit Lärm, Licht, unüberquerbaren Mauern und Bodenbelägen sowie Störungen durch menschliche Aktivität. An Hauptverkehrslinien verhindern Wildzäune, hohe Verkehrsaufkommen sowie die grosse Breite der gesamten Infrastruktur jeglichen Querungsversuch.

#### *Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Grosssäuger zu fördern:*

- Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten
- Verkehrsmortalität reduzieren mittels Wildzaun
- Verkehrsmortalität reduzieren (ohne Wildzaun): Wildsäuger
- Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung
- Wildtierpassagen: spezifisch für Tiere gebaut

### 3.1.2 Kleinsäuger

Die Vernetzung der Kleinsäuger (hier: von Mäusen bis etwa Igel) leidet unter der fehlenden Lebensraumvernetzung in ähnlichem Ausmass wie die der grösseren Tiere. Auch hier sind die Auswirkungen verhaltens- und damit artspezifisch.

Deckungsliebende Kleinsäuger sind vom Verkehrswegbau vermutlich am stärksten betroffen. Bei kleinen und mittleren Strassen kann von einer starken Trennwirkung ausgegangen werden, welche die Migration zwischen Populationen zwar behindert aber nicht vollständig unterbindet (Rico et al. 2004). Autobahnen erzeugen hingegen einen isolierenden Barriereeffekt, was im Fall der Rötelmaus in Süddeutschland bereits zu nachweisbaren genetischen Differenzierungen zwischen Teilpopulationen geführt hat (Gerlach & Musolf 2000).

Stützmauern entlang von Verkehrswegen behindern Kleinsäuger und andere Kleintiere auf mehrfache Weise, da sowohl ein Betreten als auch ein Verlassen der Fahrbahn stark erschwert wird. Nur in seltenen Fällen, beispielsweise in der Nähe von Kleintierunterführungen, ist diese Barrierewirkung tatsächlich erwünscht.



Abbildung 4: Stützbauwerke wie diese Betonmauer links im Bild stellen für manche Kleinsäuger eine unüberwindbare Barriere dar.

*Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Kleinsäuger zu fördern:*

- Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten
- Lärmschutzbauten vernetzungsfreundlich gestalten
- Stützbauwerke durchlässig bauen

### 3.1.3 Fledermäuse

Das Studium von Auswirkungen des Verkehrs auf Fledermäuse ist ein relativ junges Forschungsgebiet. Die Tiergruppe, die mit vielen Arten in der Roten Liste vertreten ist, ist trotz Flugfähigkeit vom Bau neuer Strassen- und Bahntrassen negativ betroffen. Die Landschaftsveränderungen, die der Bau von Verkehrswegen mit sich zieht, unterbrechen bewährte Flugrouten der Fledertiere und gefährden dadurch den Fortbestand ganzer Kolonien. Lärm, Licht und Aktivität des Verkehrs sind weitere Störfaktoren, welche die Barrierewirkung der Strasse erhöhen (Limpens et al. 2005).

*Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Fledermäuse zu fördern:*

- Brücke als Lebensraum nutzen
- Flugrouten der Fledermäuse schützen
- Mauerwerk als Lebensraum erhalten

### 3.1.4 Amphibien

Auch bei Amphibien wurde wissenschaftlich nachgewiesen, dass die Lebensraumzerschneidung durch Verkehrsträger zu genetischer Isolation zwischen Teilpopulationen führt (Reh & Seitz 1990). Durch ihr Wanderverhalten sind viele Amphibienpopulationen aber noch zusätzlich betroffen. Ihr Überleben hängt direkt davon ab, dass sie saisonal zwischen verschiedenen Lebensräumen hin- und her wechseln können. Dies wird häufig durch die enorme Verkehrsmortalität verhindert. Die jährlichen Massaker auf unseren Strassen anlässlich der Laichwanderungen im Frühjahr haben schon früh die Aufmerksamkeit von Umweltschützern auf sich gezogen, und vielerorts sind Schutzmassnahmen ergriffen worden. Die vergangenen Jahre haben aber gezeigt, dass der Amphibien-schutz an Zugstellen ein komplexe Sache und der tatsächliche Erfolg der Schutzbe-mühungen manchmal nur schwer abzu-schätzen ist. Auch der Amphibienzug, der über Bahngleise führt, muss besser ge-schützt werden. Bieten sich keine Durch-schlupfmöglichkeiten zwischen Gleise und Schotter, so kommt es auch hier zu einem Massentod von fortpflanzungswilligen Tieren (E. Krummenacher, pers. Mitt.).



Abbildung 5: Endstation Bahngleis: An einer Amphibienzugstelle in Zurzach sind im Frühjahr 2006 unzählige Amphibien verendet, weil sie nicht auf die andere Seite gelangen konnten (Foto: E. Krummenacher).

Ein weniger gut sichtbares Drama spielt sich in den Schächten von Entwässerungssystemen ab. Kleintiere, die es trotz Verkehr auf die andere Strassenseite geschafft haben, werden häufig vom hohen, senkrechten Randstein am Verlassen der Fahrbahn gehindert. Die Suche nach einem Ausstieg führt oft direkt auf den nächsten Einlaufrost der Strassenentwässerung. So werden in manchen Kläranlagen jährlich mehrere Tausend Amphibien gefunden (Bally 1998). Dies sind jedoch nur die Überlebenden. Viele Tiere sterben schon auf dem Weg durch die Kanalisation (Ratzel 1993).



Abbildung 6: Dieser Randstein verwehrt Amphibien die Wanderung ans Seeufer und lenkt sie stattdessen direkt in den Tunnel.



Abbildung 7 (oben): Der Einlaufschacht als Falle für Kleintiere; ein altbekanntes Problem...



Abbildung 8 (rechts): ...gegen das noch immer viel zu wenig unternommen wird (Foto: P. Häfliger).

Abbildung 9: Auch Schächte ohne Randsteine, wie an diesem Feldweg, sind oft tödlich. Hier wurden neun tote Feuersalamander (Kreis) aus dem Schlamm geschöpft. Möglicherweise wirkt die Entwässerungs-Rinne als Falle, es kann aber auch sein, dass die Tiere durch feuchte Luft aus dem Schacht angelockt worden sind (Foto: P. Häfliger).



**Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Amphibien zu fördern:**

- Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten
- Entwässerungssystem: Ausstieg aus technischen Sammelbecken ermöglichen
- Entwässerungssystem: Kleintierverluste bei Abläufen reduzieren
- Gleisanlagen überquerbar gestalten
- Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen
- Verkehrsmortalität reduzieren: Amphibien
- Wildtierpassagen: Amphibiendurchlässe und Leitsysteme

### 3.1.5 Reptilien

Reptilien sind in der Regel ziemlich ortstreu und wandern weniger stark als andere Tiergruppen. Trotzdem finden auch bei dieser Tiergruppe saisonale Wanderungen zwischen Teillebensräumen statt. So kommen z. B. bei Würfel- und Ringelnattern ausgedehnte saisonale Wanderungen vor, was zu erheblicher Strassenmortalität führen kann (Carnier 1995; Glitzner et al. 1999). Die Hauptursache für die grosse Gefährdung einheimischer Reptilienarten ist aber vermutlich weniger dem Verkehrswegbau zuzuschreiben, sondern eher als Resultat der allgemein stark schwindenden Lebensräume anzusehen. Es ist deshalb von grosser Wichtigkeit, dass die letzten verbleibenden Lebensräume nicht unnötigerweise degradiert werden, und dass zusätzliche Anstrengungen erbracht werden, um neue Habitats zu schaffen bzw. bestehende Habitats miteinander zu verbinden. Gerade den Begleitflächen (Böschungen und andere Grünflächen), insbesondere jenen von Bahnanlagen, kommt hierbei eine grosse Bedeutung zu (Meyer 2005).



*Abbildung 10: Lärmschutzanlagen behindern die Nutzung von Begleitflächen als Lebensraum für Kleintiere. Davon sind die Reptilien besonders betroffen, für die der Lebensraum an Bahntrassen von grosser Bedeutung ist.*

***Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Reptilien zu fördern:***

- Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten
- Lärmschutzbauten vernetzungsfreundlich gestalten
- Mauerwerk als Lebensraum erhalten
- Stützbauwerke durchlässig bauen

### 3.1.6 Vögel

Die Lebensraumvernetzung der Vögel wird durch den Verkehrswegbau nicht stark beeinträchtigt. Strasse und Bahn bergen jedoch auch für Vögel Gefahren: in Dänemark schätzt man, dass durch Kollisionen mit dem Strassenverkehr jährlich 350'000 bis 3.5 Millionen Vögel sterben (Erritzoe et al. 2003). Trotz solch hoher Verluste geht man davon aus, dass die meisten Vogelarten durch die Verkehrsmortalität nicht direkt bedroht sind (Glitzner et al. 1999).



Abbildung 11: Toter Uhu an einer RhB-Strecke (Foto: D. Jenny).

Diese Verallgemeinerung gilt nicht für einzelne, ohnehin gefährdete Vogelarten wie z. B. für den Uhu. Hier nimmt man an, dass der Vogelschlag an Strassen ein Ausmass erreicht, welches den Bestand direkt gefährdet (A. Aebischer, pers. Mitt.). Eulenvögel jagen gerne in gefahrvoller Nähe von Verkehrswegen, da sie in den gemähten bzw. schneearmen Flächen gute Sichtverhältnisse und hohe Mäusebestände vorfinden (Lösekrug 1982). Aus demselben Grund betroffen sind Greifvögel, insbesondere der Mäusebussard. Einer groben Schätzung zufolge ereignen sich bei dieser Vogelart auf dem Schweizer Autobahnnetz 500-1000 tödliche Unfälle pro Jahr, der Grossteil davon im Winter (Schätzung basierend auf Zahlen von Autobahnabschnitten im Kanton Luzern; W. Krummenacher, pers. Mitt.).

Auch der Schienenverkehr fordert Opfer. Im Kanton Graubünden geht vom Vogelschlag an RhB-Strecken eine erhebliche Gefährdung der lokalen Uhu-Population aus (D. Jenny, pers. Mitt.). Ein Vergleich zwischen Strasse und Bahn zeigt, dass für Vögel die Mortalität im Schienenverkehr gesamthaft zwar kleiner, auf den Kilometer bezogen aber grösser ist als auf der Strasse (Roll 2004).

Eine wichtige Gefahrenquelle stellen dabei auch elektrische Oberleitungen dar, wo, wie bei anderen Freileitungen, Flugkollisionen oder Kurzschlüssen vorkommen.

Dass transparente Lärmschutzwände eine weitere tödliche Falle für Vögel darstellen, ist hinreichend bekannt, ebenso was man dagegen unternehmen kann (Schmid 2003). Die Kollisionsraten sind erheblich (Biber 1994), vielleicht zwar keine Bedrohung für die Bestände, mit Sicherheit aber ein grosses Tierschutzproblem.

#### *Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Vögel zu fördern:*

- Brücke als Lebensraum nutzen
- Fahrleitungen: Kollisionen mit Vögeln verringern
- Fahrleitungen: Kurzschlüsse durch Vögel vermeiden
- Lärmschutzwände: Vogelschlag reduzieren
- Verkehrsmortalität reduzieren: Vögel

### 3.1.7 Fische

Wenn kleine Gewässer einen Verkehrsweg kreuzen, so wird statt einer Brücke meist ein enger Gewässerdurchlass gebaut. Damit wird einerseits die Chance vertan, mit einer grosszügig dimensionierten Unterführung gleichzeitig eine Wildtierpassage für die terrestrische Fauna zu gestalten. Andererseits ist mit diesem Durchlass nicht mal den Fischen gedient. Aufwärtsschwimmende Fische benötigen ein naturnahes Bachbett, damit eine Strömungsvariabilität entsteht, die auch schlechten Schwimmern das Vorwärtskommen gegen den Strom ermöglicht (Kasper 1997). Enge Kanäle mit gleichmässig hoher Strömungsgeschwindigkeit und wenig Licht bilden eine Barriere für Fische, genauso wie durchgehende Stufen, die höher sind als 5 cm (LfU 2005). Zu diesem Thema ist ein Forschungsauftrag in Bearbeitung (VSS 2003/603).



*Abbildung 12: Dunkle Durchlässe mit unnatürlichem Grund und monotoner Strömung sind eine Barriere für Fische und andere aquatische Lebewesen.*

*Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Fische zu fördern:*  
- Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung

### 3.1.8 Wirbellose

Die grosse Gruppe der Wirbellosen erhält in den meisten Diskussionen um Lebensraumzerschneidung am wenigsten Beachtung. Dabei sind z. B. die bodengebundenen Invertebraten von der Habitatsfragmentierung durch Verkehrswege stark betroffen. Das beginnt bei kleinen Landstrassen, die für die Tiere ein erhebliches Hindernis darstellen (Mader 1988), und endet bei den grossen Hauptverkehrsachsen, welche eine absolute Barriere bilden. Bei Schweizer Teilpopulationen einer Käferart führte dies innert weniger Jahrzehnte zu einer nachweisbaren genetischen Differenzierung (Keller & Largiadèr 2003).

Viele terrestrische Invertebraten besitzen kurze Aktionsradien und wandern nur kurze Strecken. Faunapassagen bieten deshalb nur dann eine echte Lebensraumverbindung, wenn die Invertebraten auch auf der Passage selber den geeigneten Lebensraum vorfinden. Eine weitere Chance für die Förderung der Lebensraumvernetzung von Wirbellosen stellen Böschungen und andere Begleitflächen dar. Naturnah gestaltet und gepflegt, sind sie wichtige Lebensräume für die Tiere (Dumont et al. 2000).

Das Ausmass der Strassenmortalität bei Invertebraten – hier sind auch die flugfähigen Tiere betroffen – ist schwer abzuschätzen. Hochrechnungen liefern schwindelerregende Zahlen an getöteten Insekten (Glitzner et al. 1999), und die effektiven Auswirkungen auf die Populationen sind nicht bekannt (und kaum zu verhindern).

Die heutige Beleuchtungspraxis in Siedlungsgebieten und an Verkehrswegen stellt für fliegende Insekten ein grosses Problem dar, dessen genauen Ausmasse ebenfalls schwer abschätzbar sind. Unsummen von nachtaktiven Insekten werden durch die starken Lichtquellen fehlgeleitet und finden auf die eine oder andere Weise den Tod (Klaus et al. 2005). Die direkten Auswirkungen auf die Biodiversität der Insekten, wie auch die indirekten Auswirkungen auf andere Lebewesen könnten gravierend sein.



Abbildung 13: Viele Strassenbeleuchtungen streuen das Licht in alle Himmelsrichtungen, mit verheerenden Konsequenzen für Insekten (Foto: International Dark-Sky Association).

Aquatische Wirbellose sind von den intensiven technischen Fliessgewässerkorrekturen der vergangenen Jahrzehnte betroffen. Wie bei den Fischen ist es für diese Tiere wichtig, dass Gewässerdurchlässe eine naturnahe Gerinnesohle und Strömungsvielfalt aufweisen, damit die Verbindung zu stromaufwärtsgelegenen Lebensräumen erhalten bleibt (Kasper 1997).

**Ideen, um die Lebensraumvernetzung der Invertebraten zu fördern:**

- Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten
- Lichtemission reduzieren
- Mauerwerk als Lebensraum erhalten
- Vegetationspflege in Begleitflächen
- Versiegelungs- bzw. Verbauungsgrad gering halten
- Wildtierpassagen: spezifisch für Tiere gebaut
- Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung

Für nähere Informationen siehe Kapitel 4 Lösungswege zur Förderung der Lebensraumvernetzung.



### 3.2 Elemente der Infrastruktur (Datenbankauszug)

Im folgenden Datenbankauszug werden die vielfältigen Zusammenhänge zwischen Verkehrswegen und Lebensraumvernetzung detailliert besprochen. Die Einflüsse von Verkehrsträgern (Barriere, Mortalität, etc. - siehe dazu Kapitel 1.3.1 auf Seite 10) werden für die einzelnen Elemente der Infrastruktur separat beschrieben.

Die Angaben, Informationen aus der Literaturrecherche und aus Gesprächen mit Fachleuten, sind detailliert und weitgehend unreflektiert. Eine verkürzte und gewichtete Darstellung der Auswirkungen von Verkehrswegen auf die Lebensraumvernetzung wird in Kapitel 3.1 Artengruppen wiedergegeben.

*Tabelle 1: Folgende Infrastrukturelemente werden unterschieden.*

<i>Infrastrukturelement</i>	<i>Seite</i>
Begleitflächen	27
Beleuchtung	29
Brücke	31
Entwässerungssystem	32
Fahrbahn	33
Fahrleitung	36
Gewässerdurchlass	37
Gleisbett und Schienen	38
Lärmschutzbauten	40
Mittelstreifen	41
Randstein	42
Stützbauwerk	43
Tunnel, Galerie	44
Wildtierpassage	45
Wildzaun	46

Hinweis: Wildtierpassagen und Gewässerdurchlässe werden nicht erschöpfend diskutiert. Diese Themen wurden in früheren Forschungsarbeiten bearbeitet bzw. sind Gegenstand einer aktuellen Forschungsarbeit (Dumont et al. 2000 resp. Forschungsauftrag VSS 2003/603).



## Begleitflächen

Böschungen und andere Grünflächen seitlich des Verkehrswegs.

### Lebensraumverlust

Die Bewirtschaftung von Begleitflächen erzeugt Lebensräume, die unter Umständen nicht der natürlichen Umgebung entsprechen (z.B. eine Grasböschung entlang einer Strasse im Wald). Je nach Anspruch an den Lebensraum kann dies für einzelne Tierarten einen Verlust oder aber einen Gewinn an Lebensraum bewirken.

*Insekten/Wirbellose* Das veränderte Mikroklima über der Fahrbahn erstreckt sich bis an den Randbereich neben der Strasse (angenommener Bereich: mindestens 10 m), und kann dadurch gewissen Arten die Lebensgrundlage entziehen. Mähschnitt auf unter 10 cm Vegetationshöhe führt zu Verletzungen der Bodenoberfläche und durch Veränderung des Mikroklimas zu veränderten Lebensraumbedingungen. Wird Schnittgut bei Böschungen nicht abgeführt, so kommt es zu einer Nährstoffanreicherung und zu einer Veränderung der Fauna: Wiesenarten verschwinden und werden durch Fäulnisbewohner abgelöst (Glitzner et al. 1999).

Ein Schnitt vor Mitte September scheint für Schmetterlinge schädlich zu sein. Muss früher gemäht werden, so wäre ein Mosaik aus gemähten und ungemähten Bereichen ideal (Munguira & Thomas 1992). Eine hohe Mähintensität in Böschungen reduziert die Pflanzenhöhen, das Nektarangebot und somit die Vielfalt von Wiesen-Schmetterlingen (Saarinen et al. 2005).

*Kleinsäuger, Amphibien sowie Reptilien* sind ebenso betroffen.

### Mortalität

Die schmale, langgestreckte Habitatsstruktur von Begleitflächen birgt verschiedene Gefahren: Durch die eingeschränkte Mobilität und die Nähe zum Verkehr ergibt sich eine erhöhte Anfälligkeit auf Krankheiten, Störungen, Prädation und Verkehrsmortalität (Luell et al. 2003). Eine weitere Mortalitätsgefahr auf Begleitflächen geht von Unterhaltsarbeiten, z.B. dem Mähen aus.

*Kleinsäuger* Für den Igel besteht bei Mäharbeiten je nach Technik und Schnitthöhe eine erhöhte Verletzungs- und Tötungsgefahr. Igelhabitat in Strassennähe bzw. gute Deckung am Strassenrand erhöhen das Risiko, dass sich der Igel auf die Fahrbahn begibt und da überfahren wird (Glitzner et al. 1999).

*Reptilien* Reptilien wandern weniger stark als andere Artengruppen und setzen sich entsprechend weniger dem Risikofaktor Verkehrsmortalität aus. Trotzdem gilt z.B. für die Ringelnatter der Strassenverkehr als wichtiger Mortalitätsfaktor (A. Borgula, pers. Mitt.). Vermutlich ist das Risiko der ökologischen Falle in Begleitflächen für Reptilien aber als gering einzuschätzen (A. Meyer, pers. Mitt.). Voraussetzung dafür ist natürlich eine angepasste Habitatsgestaltung und die Bewirtschaftung mit schonender Mähtechnik.

*Vögel* Vögel könnten Verkehrswege problemlos auf grosser Höhe überqueren. Da die Begleitflächen von Verkehrswegen jedoch auch Lebensraum darstellen, fallen Unmengen von Vögeln dem Verkehr zum Opfer. Die Artenzusammensetzung der Opfer ist dabei abhängig vom Biotoptyp der Begleitflächen, vermutlich aber auch vom unterschiedlichen Fluchtverhalten der Vogelarten (Lösekrug 1982).

Bei Mäusebussarden liegt eine klare Häufung der Todesfälle im Winter (W. Krummenacher, pers. Mitt.) vor. Vermutlich werden die Tiere von den schneefreien Böschungen und Mittelstreifen in die Nähe der Verkehrswege gelockt. Allerdings sind auch in schneefreien Wintermonaten zahlreiche Todesfälle zu vermelden (R. Flori, pers. Mitt.). Ausserdem zeigte eine Sektion an Unfallopfern ausreichend grosse Fettreserven, so dass die grosse Todesrate der Mäusebussarde offenbar nicht mit Unterernährung erklärt werden kann (Lösekrug 1982).

*Insekten/Wirbellose* Wird Mähgut unmittelbar nach einem Schnitt abgeräumt, so werden die Wirbellosen

ebenfalls abgeführt. Saugmäher/Schlegelmulcher entnehmen praktisch alle krautbewohnenden Insekten und Spinnen dem Biotop. Mäheinsätze mit diesen Geräten in der krautigen Vegetation während der Vegetationsperiode können deshalb gravierende Auswirkungen auf die Fauna haben. Der Einsatz zur Heckenpflege ist dagegen weniger problematisch (Weibel 2006).

### **Barriere**

Begleitflächen, die in starkem Kontrast stehen zur natürlichen Umgebung, können die Barrierewirkung des Verkehrsträgers zusätzlich erhöhen, bzw. verringern. So fördert eine Wiesenböschung an einer Strasse, die durch einen Wald führt, die Längsvernetzung von Offenlandarten entlang der Strasse, und hemmt die Quervernetzung von Waldspezialisten.

*Kleinsäuger* Strassenränder ohne Deckungsmöglichkeiten stellen für einige Kleinsäuger eine Barriere dar, die ein Vordringen zur Strasse (z.B. zwecks Überquerungsversuch) verhindert (Glitzner et al. 1999).

*Amphibien* Bahntrassen können auch für Amphibien wichtige Ausbreitungskorridore darstellen. In Deutschland ist die Wanderung entlang Bahntrassen und die Besiedlung von bahnnahe Gewässern belegt für Berg-, Teich-, Kammolch, Gelbbauchunke, Erdkröte, Wasser-, Grasfrosch und Feuersalamander. Arten, die auf vegetationsarme Wassergräben angewiesen sind, finden diesen Lebensraum oft nur in der Nähe von Bahngeleisen, trotz oder gerade wegen des Einsatzes von Herbiziden im Gleisunterhalt (Roll 2004).

*Reptilien* Es ist bekannt, dass Bahntrassen ideale Lebensbedingungen für Reptilien bieten und dadurch einen überaus wichtigen Lebens- und Vernetzungsraum für nahezu sämtliche Reptilienarten der Schweiz darstellen (Meyer 2005).

*Grosssäuger, Fledermäuse, Vögel sowie Insekten/Wirbellose* sind ebenso betroffen.

## Beleuchtung

Beleuchtung entlang von Verkehrswegen; Strassenlampen, Werbetafeln, Wegweiserbeleuchtung, etc.

### Störung

Einen guten Überblick über die störenden Auswirkungen künstlichen Lichtes gibt die Broschüre "Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen" (Klaus et. al 2005).

- Fledermäuse* Die meisten Fledermausarten meiden künstliche wie natürliche Lichtquellen. Je heller die Mondesnacht, desto weniger fliegen Fledermäuse in der offenen Landschaft; stattdessen halten sie sich an dunkle, geschützte Wege. Eine Minderheit nützt künstliche Lichtquellen gezielt zur Insektenjagd, scheint aber für andere Flugbewegungen ebenfalls dunkle Verhältnisse vorzuziehen. Eine gezielte Strassenbeleuchtung wirkt sich vermutlich weniger störend aus als Leuchtquellen welche in alle Richtungen strahlen, wie dies bei beleuchteten Gebäuden, Brücken, etc. der Fall ist (Limpens et al. 2005). Fledermäuse in Gebäuden, deren Fassaden Nachts beleuchtet werden, werden durch das Licht in ihrem Verhalten massiv gestört (Krättli 2005). Eine entsprechende Störung an Verkehrswegen stellen Lichtemissionen von beleuchteten Baustellen dar (Limpens et al. 2005). Für einige Arten könnte die Nutzung des Insektenangebotes bei Lichtquellen ein Nahrungs-Vorteil gegenüber anderer Fledermausarten darstellen. Dies käme einer künstlichen Beeinflussung der interspezifischen Konkurrenz gleich.
- Amphibien* Weisse Quecksilberdampflampen beeinflussen das Verhalten nachtaktiver Frösche (Trocmé et al. 2002).
- Vögel* Attraktionswirkung: Der Lichtdom, der bei hoher Luftfeuchte über einer Stadt entsteht, zieht Zugvögel an. Viele Vögel finden erst in der zweiten Nachthälfte bei abnehmender Lichtemission aus der Falle heraus oder suchen am Morgen erschöpft einen Rastplatz (Bruderer 2005). Verhaltensstörung: Weisse Quecksilber-Dampflampen stören das Verhalten beim Brüten und bei der Nahrungssuche (Trocmé et al. 2002).
- Insekten/Wirbellose* Flugfähige Insekten, die sich nachts am Licht orientieren werden von Beleuchtungsanlagen angezogen (siehe auch Faktor "Barriere"). Oft fliegen sie so lange um die Lichtquelle, bis sie erschöpft zu Boden gehen (meist in einem für sie ungeeigneten Habitat). Das ungewohnt helle Licht stört den natürlichen Lebensrhythmus (z.B. Migration, Verpaarung; Kobler 2002). Da künstliches Licht den Vegetationszyklus von umliegenden Pflanzen stört, verpassen lokal gewisse Insekten den Winterschlaf (P. Duelli, pers. Mitt.).

### Mortalität

Die Beleuchtung von Verkehrswegen hat für gewisse Tierarten tödliche Auswirkungen.

- Vögel* Towerkill-Phänomen: Vögel kollidieren zuweilen in grosser Zahl an stark beleuchteten Objekten wie Leuchttürmen und Antennenanlagen (Bruderer 2005).
- Insekten/Wirbellose* Flugfähige Insekten werden von Strassenbeleuchtungen angezogen (siehe auch unter "Barriere"). Hier drohen viele Gefahren, z.B. Verfangen in offenen Lampengehäusen, Verbrennen an Leuchtkörpern, Bejagung durch Fledermäuse, etc. Unter der milliardenfachen Tötung von Insekten durch Beleuchtungsanlagen leidet möglicherweise nicht nur die Biodiversität der Insekten, sondern indirekt auch die Artenvielfalt der Pflanzen, Vögel und anderer Lebewesen (Kobler 2002).

### Barriere

Ob von der Strassenbeleuchtung ein Barriereeffekt ausgeht, hängt von verschiedenen Faktoren ab, beispielsweise von den Abständen zwischen einzelnen Leuchtkörpern, der Lichtintensität und der

Lichtabschirmung nach oben und zur Seite.

- Kleinsäuger* Igel: Die Strassenbeleuchtung erhöht die Trennwirkung der Strasse (Glitzner et al. 1999).
- Fledermäuse* Strassenbeleuchtungen wirken für manche Fledermäuse möglicherweise als Barrieren (Limpens et al. 2005).
- Insekten/Wirbellose* Attraktionswirkung auf Flugfähige Insekten:  
Insekten, die sich nachts am Licht orientieren, werden durch den sogenannten „Vacuum Cleaner Effect“ von Strassenbeleuchtungen angezogen. Der Attraktionsradius, über den ein Insekt angezogen wird, hängt auch vom Wetter und von der Mondphase ab. Bei klarer Sicht variiert der Radius von ca. 50 m (Vollmond, klare Sicht) bis zu 700 m (Neumond). Eine Strassenbeleuchtung mit Abständen in dieser Grössenordnung erzeugt eine Lichtbarriere, an der Insekten leicht hängenbleiben (Kobler 2002).

## Brücke

Brücke, Viadukt, Aufständering.

### Lebensraumverlust

Alte Brücken aus Natursteinmauern stellen für einige Tierarten einen wichtigen Lebensraum dar. Durch unsachgemässe Wartung oder Sanierung geht dieser Lebensraum verloren (Dietz 2001).

<i>Kleinsäuger</i>	Waldmäuse, Bilche und Gartenschläfer nisten im Innern von Brückenkörpern (Dietz 2001).
<i>Fledermäuse</i>	In Deutschland nutzen mindestens 15 Fledermausarten Brücken als Quartiere (Dietz 2001).
<i>Amphibien</i>	In Ritzen in Wassernähe fand Dietz (2001) Molche und Salamander.
<i>Vögel</i>	Dietz (2001) erwähnt Wasseramsel, Zaunkönig, Hausrotschwanz, Gebirgs- und Bachstelzen als Brutvögel in Nischen und Spalten älterer Brücken.

### Mortalität

Tiere, die altes Mauerwerk bewohnen, können bei unsachgemässer Reinigung oder Sanierung den Tod finden, beispielsweise indem sie beim Verschliessen von Fugen lebendig eingemauert werden (Dietz 2001).

<i>Fledermäuse</i>	Hochdruckreinigung an Brücken kann versteckte Tiere tödlich treffen. Beim Auffüllen von Fugen und Ritzen werden Quartiere zerstört und z.T. Tiere lebendig eingemauert (Dietz 2001).
--------------------	--

*Kleinsäuger* sowie *Vögel* sind ebenso betroffen.

### Barriere

Herkömmliche Brücken können von vielen Tierarten nicht benutzt werden, da sie versiegelte Oberfläche meiden und empfindlich auf Störungen (Menschen, Autos) reagieren. Auch eine Unterquerung ist oft nicht möglich, da häufig auch die Böschung im Bereich des Widerlagers versiegelt ist (Righetti 1997).

*Grosssäuger, Kleinsäuger, Amphibien, Reptilien* sowie *Insekten/Wirbellose* sind davon betroffen.

## Entwässerungssysteme

Entwässerungsrinnen, Einläufe, Kanalisation, Retentionsbecken, Ölabscheider, etc.

### Lebensraumverlust

Naturnah gestaltete Retentionsbecken können attraktive Lebensräume für Amphibien, Insekten, und andere Tiere sein. Allerdings ist mit erheblichem Schadstoffeintrag und unnatürlichen Wasserstandsschwankungen zu rechnen.

*Amphibien sowie Insekten/Wirbellose* sind davon betroffen.

### Mortalität

Kleine Tiere können senkrechte Randsteine nicht überwinden. Auf der Suche nach einem Ausstieg aus der Fahrbahn werden sie direkt auf Einlaufroste geleitet, wo sie durch die Löcher fallen. Ein Teil der Tiere verendet im Schacht des Ablaufs, der andere Teil wird über die Kanalisation forttransportiert (Ratzel 1993). Das Problem ist auch bei Autobahnen vorhanden, überlebende Tiere werden dort in Sammelbecken wie z.B. Ölabscheider gefunden (Glitzner et al. 1999). U-förmige Rinnsteine, in Gebrauch z.B. an Autobahnen, bieten hineingefallenen Tieren keinen Ausstieg und setzen sie Witterung und Prädation aus (Glitzner et al. 1999).

Eine weitere Gefahrenquelle bilden offene Retentionsbecken mit steilen Betonwänden.

<i>Kleinsäuger</i>	Ratzel (1993) fand in Abläufen häufig Feld- und Schermäuse, selten auch Spitzmäuse.
<i>Amphibien</i>	<p>Amphibien fallen oft in grosser Zahl in die Abläufe hinein. Zum einen werden die Tiere durch senkrechte Randsteine direkt auf die Einlaufroste geführt. Zum anderen werden Amphibien bei trockener Witterung durch die feuchten Bedingungen in den Schächten angelockt (Ratzel 1993, P. Häfliger, pers. Mitt.).</p> <p>Aus einem einzelnen Schacht am Vierwaldstättersee wurden innerhalb von 2 Wochen mehr als 70 Tiere geborgen, (A. Borgula, pers. Mitt.). Meistens wird die Problematik aber erst in Sammelbecken z.B. bei Kläranlagen sichtbar. In manchen Kläranlagen werden regelmässig zwischen 1000 und 2000 Amphibien gefunden, in Spitzenjahren können es auch mehr als 3000 sein (Bally 1998). Dies sind jedoch nur die Überlebenden. Viele Tiere sterben schon auf dem Weg durch die Kanalisation. Auch der Feuersalamander ist von dieser Problematik betroffen, wie Funde im Kanton Luzern belegen (P. Häfliger, pers. Mitt.).</p> <p>Offene Retentionsbecken sind ebenfalls eine Gefahr für Amphibien, die durch das Wasser angelockt werden, dieses über die steilen Betonwände aber nicht mehr verlassen können (M. Trocmé, pers. Mitt.)</p>
<i>Reptilien</i>	Ratzel (1993) fand in Abläufen gelegentlich Eidechsen, selten Blindschleichen und Schlangen. Im allgemeinen ist das Problem für die Reptilien vermutlich klein (J.-C. Monney, pers. Mitt.).
<i>Insekten/Wirbellose</i>	Ratzel (1993) fand in Abläufen gelegentlich auch Laufkäfer. In tiefen Rinnsteinen entlang von Autobahnen finden sich viele tote Laufkäfer (Glitzner et al. 1999).

### Barriere

Unzählige Amphibien fallen jährlich in das Entwässerungssystem unserer Strassen (siehe auch unter Mortalität). Tiere, welche die unfreiwillige Reise durch die Kanalisation überleben, verlassen das Entwässerungssystem in der Regel weit entfernt von der Eintrittsstelle. Diese Verfrachtung kommt einem Barriereeffekt gleich, der eine zielgerichtete Wanderung und damit eine erfolgreiche Vernetzung verhindert.

*Amphibien* sind davon betroffen.

## Fahrbahn

Fahrbahnen können unterschiedlich befestigt sein: schwer befestigt (Asphalt, Bitumen, Beton), leicht befestigt (Schotter, Kies-Lehm), unbefestigt (Naturweg) oder Spurwege mit zwei befestigten Streifen für die Räder.

### Störung

Fahrbahnen erzeugen ein Mikroklima, welches auch die Bedingungen in unmittelbar angrenzenden Lebensräumen verändern kann. Ausserdem werden Schadstoffe des Verkehrs teilweise auf der Fahrbahnoberfläche abgelagert und gelangen später in die Strassenentwässerung.

*Fische* Das Abwasser von Fahrbahnen ist häufig mit Schmutzstoffen versetzt. Schwermetalle werden in Gewässern an Sedimentpartikel gebunden. Benthivore Organismen weisen deshalb generell höhere Schwermetallkonzentrationen als Arten, die die Nahrung in der Wassersäule suchen. Bei Hochwasser, erschöpfter Adsorptionskapazität des Sediments oder bei niedrigen pH-Werten werden diese Schwermetalle aber auch in die Wassersäule eingetragen. Regenwasser von Strassen bringt eine erhebliche Fracht an Schadstoffen mit sich, welche häufig aber in anschwellenden Fliessgewässern vermischt und abgeführt werden. Bei kleinen und stehenden Gewässern kommt es aber zur Sedimentation und damit zur Anreicherung von Schadstoffen, insbesondere Schwermetallen und Kohlewasserstoffen (Glitzner et al. 1999).

*Insekten/Wirbellose* Pfützen oder Luftspiegelungen über heissem Fahrbelag können wassersuchende Insekten anlocken und dadurch fehlleiten (Glitzner et al. 1999).

### Mortalität

Die Lage und die Gestaltung der Fahrbahn kann das Verhalten von Tieren bei der Überquerung bzw. bei der Nutzung der Fahrbahn als Teil des Lebensraumes beeinflussen. Die Breite der Fahrbahn beeinflusst zudem das Verkehrsaufkommen, die Verkehrsgeschwindigkeit sowie die Dauer des Überquerungsversuches und dadurch indirekt auch die Verkehrsmortalität von Tieren.

*Grosssäuger* Feldhasen meiden bestehende Strassen aufgrund von Erfahrungen. Neue Strassen hingegen werden intensiver überquert, was eine entsprechend höhere Sterblichkeit zur Folge hat. Unfälle ereignen sich am häufigsten an Strassen zwischen Feldern oder entlang einer Feld-Wald Grenzlinie (Glitzner et al. 1999).

*Kleinsäuger* Der Igel ist von der Verkehrsmortalität stark betroffen. Igelhabitat in Strassennähe bzw. gute Deckung am Strassenrand erhöhen das Risiko für diese Tierart (Glitzner et al. 1999).

*Fledermäuse* Bei neuen Verkehrswegen besteht die Gefahr von hohen Populationsverlusten, wenn die Fahrbahn die gewohnten Flugrouten von Kolonien durchschneidet (Brinkmann et al. 2003).

*Amphibien* Bergmolch, Feuersalamander und Erdkröte nutzen deckungsfreie Gebiete der Fahrbahn gezielt als Jagdrevier und setzen sich somit gewissen Gefahren aus. Springfrosch, Knoblauchkröte, Grasfrosch und Erdkröte nutzen aufgewärmte Fahrbahnen auch als Wärmequellen (Glitzner et al. 1999). Im weiteren sind Fälle bekannt, wo junge Molche bzw. Erdkröten in grosser Zahl auf Asphaltbelägen vertrocknet sind (A. Borgula, pers. Mitt.).

*Reptilien* Die Vorliebe der Reptilien für sonnenexponierten, warmen Untergrund kann die Tiere auf die Fahrbahn locken und dem Verkehr exponieren (A. Meyer, pers. Mitt.).

*Vögel* Die Führung der Fahrbahn hat einen Einfluss auf die Überflughöhe von Vögeln und wirkt sich somit auf die Verkehrsmortalität aus. Bei Schleiereulen erhöht sich die Kollisionsrate, wenn die Fahrbahn gegenüber der Umgebung erhöht ist (Ramsden 2003).

*Insekten/Wirbellose* Viele Wirbellose werden durch günstige Bedingungen (Feuchtigkeit, Thermik) oder durch

täuschende Spiegelungen zur Fahrbahn gelockt (Glitzner et al. 1999).

### **Barriere**

Die Fahrbahn einer Strasse bietet je nach Typ eine ungewöhnliche Bodenbeschaffenheit, wenig Deckung sowie ein Mikroklima, welches von der Umgebung beträchtlich abweichen kann. Solche Faktoren können Tiere daran hindern, die Fahrbahn zu überqueren. Ein weiterer Barriereeffekt geht vom Verkehr aus. In den meisten Studien zum Barriereeffekt von Strassen wird der Gesamteffekt von Verkehr und Fahrbahn gemessen, eine Differenzierung ist daher schwierig.

*Grosssäuger* Schalenwild geht ungern auf versiegelten Böden (Righetti 1997). Der Barriereeffekt durch das Verkehrsaufkommen wird ausführlich behandelt in Dumont et al. (2000).

*Kleinsäuger* Über die Trennungseffekte von Strassen bei Kleinsäufern gibt es eine Vielzahl an Studien, die z.T. zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Eine neuere Studie aus Tschechien befand, dass Strassen für die untersuchten Mäuseartigen die Vernetzung behinderten, aber nicht unterbanden. Autobahnen hingegen stellten eine vollständige Barriere dar (Rico et al. 2004). Ähnliche Resultate zeigt eine Literaturstudie von Glitzner (1999) wonach grosse Strassen (20 m Breite inkl. gemähter Rand) eine signifikante, aber permeable Barriere für Kleinsäuger darstellen. Sehr breite Strassen (Autobahnen) vermögen Populationen hingegen zu isolieren (Glitzner 1999).

Die isolierende Wirkung von Autobahnen bestätigt eine genetische Studie im Bodenseegebiet. Hier fand man Anzeichen für genetische Isolation bei zwei Populationen von Rötelmäusen, die durch eine Autobahn voneinander getrennt waren. Die genetischen Unterschiede haben sich innert 25 Generationen herausgebildet. Bei einer Kantonsstrasse (10 m), einer schmalen Bahnlinie (6 m), und einem Kontrollgebiet (70 m Abstand zw. Fangstellen) konnten keine solchen Unterschiede nachgewiesen werden (Gerlach & Musolf 2000).

Weitere Studien wiesen meist eine starke Barrierewirkung für Strassen nach, z.T. sogar für Waldwege. Eine Studie beobachtete aber auch eine rege Benutzung einer verkehrsreichen Strasse durch Mäuse (Kaule & Reck 1992). Territoriale Tiere scheinen Strassen als Territoriumsgrenzen zu wählen, die sie kaum je überschreiten (Kaule & Reck 1992).

Mader (1984) findet bei Strassen unter 10 m Breite eine erhebliche Barrierewirkung für Gelbhals- und Rötelmaus. Seine Statistiken beruhen aber auf relativ wenigen Wiederfängen und weisen auch Querungen auf.

Eine Studie aus Kanada (McDonald & St-Clair 2004) stellte für gewisse Mausarten eine erstaunlich hohe Durchlässigkeit an einer vierspurigen Autobahn mit Mittelstreifen fest. Allerdings gelang einer der untersuchten Arten keine einzige Autobahnquerung. Bei dieser Studie wurden zudem territoriale Tiere zwangsversetzt. Der natürliche Antrieb eine Strasse zu überqueren dürfte erheblich geringer sein, als die solcherart gemessenen Werte.

Igel: Grosse Strassen (Breite >4 m) üben einen starken Barriereeffekt auf nahrungssuchende Igel aus, können aber während bestimmten Lebensphasen, die grössere Mobilität erfordern, durchaus überquert werden (Paarungszeit). Der Genfluss zwischen Subpopulationen scheint genügend gross zu sein, um genetische Differenzierung zu verhindern (Studie aus England: Rondinini C. und Doncaster C.P. 2002).

*Fledermäuse* Strukturgebundene Fledermäuse queren offene, breite Fahrbahnen nur ungern; lieber scheinen sie Gewässerdurchlässe und Unterführungen zu benutzen (AG Querungshilfe 2003). Strassendämme scheinen von gewissen Arten gemieden zu werden (Glitzner 1999).

*Amphibien* Gewisse Amphibien können bei trockenen Verhältnissen die Fahrbahn nicht betreten. Umgekehrt kann eine nasse Fahrbahn derart rutschig sein, dass sie für Jungkröten schwer überwindbar wird (Glitzner 1999).

- Reptilien* Schlangen kriechen ungern auf versiegelten Fahrbahnen (glatt, ohne Deckung), nutzen die aufgewärmte Oberfläche. Für Echsen ist das weniger problematisch (J.-C. Monney, pers. Mitt.). Blindschleichen haben Mühe, sich auf versiegelten Oberflächen fortzubewegen (A. Borgula, pers. Mitt.). Uferbegleitende Strassen üben auf Schlangen, die saisonal Zugang zum Wasser brauchen, eine erhebliche Trennwirkung (Glitzner et al. 1999).
- Vögel* Im allgemeinen sind bei Vögel keine schweren Barriereeffekte bekannt. In einer Studie querten waldbewohnende Singvögel lieber Strassen als Flüsse (St.Clair 2003). In einer anderen Studie überquerten waldbewohnende Singvögel Autobahnen am liebsten via Grünbrücken. Der Effekt war aber nur während der Brutzeit messbar. Offenlandarten zeigten bei der Querung der Autobahn keine Präferenz für die Grünbrücke (Keller et al. 1996).
- Insekten/Wirbellose* Keller et al. (2003) stellten bei einer Käferart intraspezifische genetische Differenzierung aufgrund der Barrierewirkung von Strassen fest.  
 Kaule & Reck (1992) kommen zum Schluss, dass Autobahnen für bodengebundene Wirbellose nahezu vollständige Barrieren darstellen. Flugunfähige Laufkäfer sind besonders betroffen. Auch von unbefestigten Wegen geht eine gewisse Barrierewirkung aus (Mader 1988).  
 Munguira & Thomas (1992) untersuchten den Barriereeffekt bei Schmetterlingen und kamen zum Schluss, dass der Barriereeffekt von Strassen (untersuchte Breite: bis 16 m) als gering angesehen werden kann. Von einigen Arten ist zwar bekannt, dass sie unliebsames Habitat nur selten überqueren, aber für diese Arten dürfte der zusätzliche Barriereeffekt der Strasse verglichen mit jenem von Agrarland und anderen Flächen als vernachlässigbar gelten.  
 Die Goldschrecke vermochte eine Autobahn trotz ihrer grossen Mobilität nicht zu überqueren (evt. Kombination Mortalität/Barrierewirkung; Kaule & Reck 1992).  
 In einer weiteren Studie wurden Teerstrassen zwischen Maisfeldern von Spinnen und Laufkäfern ca. halb so häufig benutzt wie Kiesstrassen. Diese Frequenzen sind erheblich besser, als die von Mader (1988) gemessenen (P. Duelli, pers. Mitt.).

**Fahrleitung**

Stromleitung bei Eisenbahnen.

**Mortalität***Vögel*

Das Thema Vogelschlag ist bei Freileitungen gut untersucht (Marti 1998). Auch bei Fahrleitungen können Vögel durch Kollision oder Stromschlag (infolge Kurzschluss) sterben, wobei die Ursache nicht immer eruiert werden kann. Die Datenerhebung gestaltet sich auch aus anderen Gründen schwierig. Beispielsweise werden viele Opfer von Beutegreifern entfernt, bevor sie von Kontrollpersonen entdeckt werden können. Die SBB erheben bei Kurzschlüssen leider keine Artnamen, sondern lediglich die Tiergruppe (Guggisberg, pers. Mitt.).

Oft werden Vergleiche angestellt zwischen elektrifizierten Fahrstrecken und solchen ohne Fahrleitungen. Die Studien kommen jedoch zu unterschiedlichen Resultaten, weshalb eine schlüssige Interpretation schwierig ist. Die Mehrheit der Studien deutet darauf hin, dass die Mortalität an Fahrleitungen im Vergleich zum Kollisionsrisiko unerheblich ist. Eine Ausnahme gilt dabei für die Wasservögel, die an gewässerbegleitenden Streckenabschnitten offenbar häufig mit Fahrleitungen kollidieren (Roll 2004).

Bei Uhus stellt der Tod an Freileitungen möglicherweise eine Bedrohung für den Bestand dar (A. Aebischer, D. Jenny pers. Mitt.).

Auch für die Bahnbetreiber stellen die Todesfälle an Starkstromleitungen ein Problem dar. Bei der SBB zählt man im Schnitt 540 Kurzschlüsse pro Jahr, die von Vögeln (oft Rabenvögel) ausgelöst wurden und insgesamt rund 10'000 Verspätungsminuten verursachen. 2004 waren es gar 630 Kurzschlüsse (P. Axer, pers. Mitt.).

## Gewässerdurchlass

Ein Durchlass unter einem Verkehrsträger hindurch, welcher zumindest zeitweise Wasser führt.

### Lebensraumverlust

Alte Gewässerdurchlässe aus Natursteinmauern stellen für einige Tierarten wichtigen Lebensraum dar. Durch unsachgemässe Wartung oder Sanierung geht dieser Lebensraum verloren (Dietz 2001). Siehe dazu die Erklärungen zum Verkehrsweegelement "Brücke".

### Mortalität

Tiere, die altes Mauerwerk bewohnen, können bei unsachgemässer Wartung oder Sanierung den Tod finden, beispielsweise indem sie beim Verschliessen von Fugen lebendig eingemauert werden (Dietz 2001). Siehe dazu die Erklärungen zum Verkehrsweegelement "Brücke".

### Barriere

Gewässerdurchlässe, die einzig auf den Wasserdurchfluss ausgerichtet sind, sind für viele Tiere nicht nutzbar. Oft stellen die Gewässerdurchlässe sogar ein Hindernis für aquatische Organismen dar, z.B. weil sie zu dunkel sind oder weil infolge mangelnder Strukturvielfalt die Strömungsgeschwindigkeit zu hoch ist, als dass kleinere Tiere sich gegen den Strom fortbewegen können (Kasper 1997). Ein zusätzliches Hindernis stellen künstliche Abstürze dar.

*Grosssäuger* Auch gute Schwimmer wie der Fischotter oder der Biber bevorzugen oft die Fortbewegung an Land und überqueren deshalb eher die Fahrbahn, als eine enge Röhre zu durchschwimmen (Iuell et al. 2003).

*Kleinsäuger* Kleinsäugern kann die Quervernetzung stark erleichtert werden, wenn eine strukturreiche Berme dem Gewässer entlang führt.

*Fische* Fische benötigen eine bestimmte Menge an Licht, damit ein Durchlass durchquerbar ist. Ausserdem gibt es artspezifische, maximale Fliessgeschwindigkeiten, welche ein Stromaufwärtsschwimmen noch zulassen (Kasper 1997). Abstürze von über 5 cm sind für Kleinfische wie die Groppe bereits nicht mehr überwindbar (LfU 2005).

*Insekten/Wirbellose* Viele aquatische Insekten können als Adulte Hindernisse fliegend überqueren. Andere Wirbellose, wie z.B. Schnecken und Muscheln, sind darauf angewiesen, dass sie bzw. der Wirtsfisch sich gegen die Strömung durch den Durchlass bewegen können.

*Amphibien sowie Reptilien* sind ebenso betroffen.

## Gleisbett und Schienen

Ein Unterbau hebt das Geleis über den Grundwasserspiegel. Darüber liegen der Oberbau (vorwiegend Schotter) und die Geleise.

### Störung

Der Oberbau einer Geleisanlage liegt über einer Planumsschutzschicht, die Niederschlagswasser ableitet. Der Gleiskörper ist demnach auch als versiegelte Fläche zu betrachten. Bei Dammschüttungen weist das abfließende Wasser teilweise schädliche Stoffe bzw. pH-Werte auf, insbesondere in den ersten Jahren nach einem Neubau. Die Mengen sind ökologisch vermutlich nicht relevant. Weitere potentielle Emissionsquellen: Ausbringen von Weichenschmiermittel, Korrosionsschutz, Schwellenimprägnierung, Herbizide, etc. (Roll 2004). Durch den Schienenverkehr wird Schienen-, Leitungs- und Bremsabrieb erzeugt, die sich im Gleisbereich ablagern und von da aus weitertransportiert werden. Bei den Schwermetallen werden für Kupfer (gelangt durch Oberleitungsabrieb in den Schienenbereich) geringe Richtwertüberschreitungen bis im Abstand von 7m zu den Geleisen festgestellt, eine Belastung, die als bescheiden eingestuft wird (Roll 2004).

Bahnanlagen wirken sich auch klimatisch auf die Umgebung aus; erhöhte Ein-, Abstrahlung sowie weitere Eigenschaften des Oberbaus schlagen sich in einer erhöhten Umgebungstemperatur sowie in niedrigeren Luftfeuchtigkeitswerten nieder. Dieses veränderte Mikroklima ist auch neben der Trasse noch messbar (Roll 2004).

*Amphibien* Für die Amphibien dürfte ähnliches gelten wie für die Reptilien; Arten, die auf vegetationsarme Wassergräben angewiesen sind, finden diesen Lebensraum oft nur in der Nähe von Bahngleisen. Die Giftwirkung der Herbizide scheint sich nicht nachhaltig auf die Tiere auszuwirken (Roll 2004).

*Reptilien* Jahrzehntelanges Ausbringen von Herbiziden auf Schotterbette scheint die Reptilienbestände nicht beeinträchtigt zu haben. Mögliche negative Effekte (vorübergehende Abnahme von Beuteinsekten, Anreicherung von Schadstoffen in der Nahrungskette) werden durch positive Effekte (langfristige Erhaltung des Lebensraumes) vermutlich mehr als wettgemacht. Ein Unterbruch der Vegetationsbekämpfung, z.B. bei stillgelegten Trassen stellt hingegen eine Gefahr für Reptilienbestände dar, da solche Abschnitte rasch zuwachsen (Roll 2004).

*Insekten/Wirbellose* Direkte negative Auswirkungen der Herbizide auf Insekten sind nicht zu erwarten (Roll 2004).

### Mortalität

Die Lage und Beschaffenheit der Gleistrasse beeinflusst das Überquerungsverhalten der Tiere, und damit auch die Verkehrsmortalität. Bei sämtlichen Statistiken zur Mortalität im Verkehr ist zu beachten, dass Kollisionen mit grossen Tierarten aufgrund des entstehenden Schadens statistisch besser erfasst sind als Zusammenstösse mit kleinen Tieren.

*Amphibien* Amphibien, die auf der Suche nach Durchschlupfmöglichkeiten der Schiene entlang wandern, sind dem Schienenverkehr, ungünstigem Klima sowie Prädation ausgesetzt. Dies kann eine hohe Sterblichkeit bewirken, im Fall des Schienenverkehrs durch hohen Luftdruck und Sogströmungen, die beim Überfahren entstehen (E. Krummenacher, A. Borgula, pers. Mitt.).

*Vögel* Greif- und Eulenvögel jagen gerne auf niedriger Höhe über der Anlage, und exponieren sich dadurch dem Schienenverkehr. Dass die Geleise im Winter oft schneefrei sind dürfte zur Attraktivität als Jagdgebiet beitragen.

### Barriere

Der Barriereeffekt von Bahntrassen hängt sowohl von der Breite des ungedeckten Raums wie auch von der Unterlage ab. Für kleine Tiere mag die Erhöhung des Gleisbetts ein zusätzliches Hindernis darstellen. An grossen Hauptverkehrsachsen mit hohen Zugsfrequenzen kann auch der Zugsverkehr einen gewissen Barriereeffekt erzeugen. Auf vielen Strecken ist das Verkehrsaufkommen im Schienenverkehr jedoch wenig

intensiv; zwischen zwei Zügen entstehen Pausen, die von den Tieren für gefahrlose Querungen genutzt werden können (Righetti & Malli 2004).

- Grosssäuger* Mehrgleisige Bahnanlagen behindern den Genfluss von grossen Wildtieren. Die Autoren einer Schweizer Studie (Righetti & Malli 2004) sprechen von einem Filtereffekt, der gewisse Arten stärker betrifft als andere. Bei viergleisigen Anlagen mit entsprechend intensiver Befahrung (> 15 Züge/h in der Nacht) wirkt der Barriereeffekt auf Rehe und Dachse sehr stark. Die Autoren vermuten, dass der Barriereeffekt eher mit der Breite dieser Trassen zu tun hat, als mit der Verkehrsintensität. Rehe und Dachse scheinen die Bahnanlagen zudem als Reviergrenze anzunehmen, was vermutlich zu diesem Ergebnis beiträgt. Wildschweine scheinen von diesem Barriereeffekt weniger betroffen zu sein. Im Unterschied zu eingezäunten Autobahnen stellen Bahnlinien aber nicht absolute Barrieren dar (Righetti & Malli 2004).  
Für Igel, Eichhörnchen und Marderartige besteht vermutlich nur ein schwacher Barriereeffekt (Roll 2004).
- Kleinsäuger* Mäuse und Hamster nutzen den Gleisbereich intensiv (Roll 2004). Andere Kleinsäuger dürften den deckungsfreien Raum scheuen, ähnlich wie bei Strassen. Die kleinen Lücken, die zwischen Schienen und Schotterbett vorhanden sind, dürften den meisten Kleinsäufern ausreichen, um unter dem Gleis hindurchzuschlüpfen.
- Amphibien* Das Problem betrifft die Amphibien besonders, da sie auf die Wandermöglichkeit zwischen verschiedenen Lebensräumen dringend angewiesen sind. Gemäss einer deutschen Studie können Erdkröten normal hohe Schienen (17,2 cm) nicht überklettern. Oft finden die Tiere aber genügend Hohlräume, die ein Unterqueren der Schiene ermöglichen. Für Frösche besteht die Gefahr einer Barriere aufgrund erhöhter Mortalität durch Verkehr. Bei Molchen machen verschiedene Studien widersprüchliche Aussagen (Roll 2004).  
Bei einem gut unterhaltenen Gleisbett sind jedoch oft keine genügend grossen Öffnungen zwischen Schotter und Gleis vorhanden. Dadurch stellt der Gleiskörper eine Barriere dar, die von vielen Arten nicht überquert werden kann. Auf der Suche nach einer Lücke sind die Tiere der Prädation sowie gefährlichen Druckwellen des Schienenverkehrs ausgesetzt (siehe dazu Element "Schienenverkehr", Einfluss "Mortalität").  
Eine weitere Barrierenwirkung, ähnlich wie bei Randsteinen, könnte von Kabelschächten ausgehen, die oft über längere Strecken zum Boden herausragen.  
Eine Deutsche Studie (Reh & Seitz 1990) wies einen Barriereeffekt von Autobahnen und Bahnlinien nach, der die genetische Diversität von Subpopulationen negativ beeinflusst. Ob dieser Trenneffekt aufgrund der Infrastruktur oder des Verkehrs zustande kommt, wurde nicht erörtert, im Fall der Bahnanlagen dürfte die Trennwirkung aber eher bei Gleisbett und Schienen anzusiedeln sein.
- Reptilien* Reptilien fällt es vermutlich nicht schwer, Schienen zu unter- oder überqueren. In einer Studie an einer eingleisigen Strecke konnte für die Zauneidechse keine lebensraumzerschneidende Wirkung festgestellt werden (Roll 2004).
- Insekten/Wirbellose* Während einige Wirbellose die Bahntrassen intensiv als Lebensraum nutzen (z.B. xerophile Käfer, Stechimmen), ja sogar ihren Hauptlebensraum in Güterbahnhöfen finden (gewisse Heuschreckenarten), so wird für andere Artengruppen (Ameisen, Käfer, Spinnen) eine starke Barrierewirkung durch Bahntrassen vermutet, die mit steigender Anzahl Geleisen zunehmen dürfte. Von einer absoluten Trennwirkung wird aber nicht ausgegangen (Roll 2004).

## Lärmschutzbauten

Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle, Lärmschutzmauern.

### Lebensraumverlust

Der Schattenwurf von Lärmschutzbauten kann mikroklimatische Bedingungen im Lebensraum der Böschung massiv verändern. Dies wirkt sich ungünstig auf lichtbedürftige Flora und Fauna des Standortes aus.

*Reptilien* Je nach Intensität der Beschattung wird verhindert, dass Reptilien sich zur Thermoregulation an die Sonne legen können. Dadurch wird eine Nutzung der Begleitfläche als Lebens- und Vernetzungsraum verhindert (Meyer 2005).

*Insekten/Wirbellose* sind ebenso betroffen.

### Mortalität

Transparente Lärmschutzwände werden von Vögeln oft übersehen und sind somit eine tödliche Falle, die pro Meter und Jahr mehreren Vögeln das Leben kosten kann (Biber 1994). Bei transparenten Lärmschutzwänden in der Nähe von Büschen und Bäumen liegt die Kollisionsrate um ein Vielfaches höher, als an gehölzfreien Standorten (Schmid 2003). Bei Studien und Aussagen zum Problem Vogelschlag muss immer berücksichtigt werden, dass einige Tiere Kadaver sehr schnell entdecken und aufsammeln/fressen und dadurch die Datenaufnahme verfälscht werden kann.

*Vögel* sind davon betroffen.

### Barriere

Lärmschutzbauten, insbesondere Lärmschutzwände, bilden für viele Tiergruppen unüberwindbare Hindernisse. An Bahntrassen und grossen Strassen erschweren Lärmschutzbauten deshalb einerseits die Querung des Verkehrsträgers (Quervernetzung), andererseits aber auch die Nutzung der Böschung als Lebensraum (Längsvernetzung).

*Grosssäuger* Grosssäuger dürften in der Regel von der Sperrwirkung weniger betroffen sein, sie können die Anlage wohl einfach umgehen. Bei Autostrassen ist zudem anzunehmen, dass das hohe Verkehrsaufkommen, welches den Bau der Anlage nötig macht sowie die Breite der Fahrbahn erfolgreiche Querungen ohnehin kaum zulassen.

*Reptilien* Schattenwurf von Lärmschutzbauten kann den wärmebedürftigen Reptilien die Lebensgrundlage entziehen (Meyer 2005). Dadurch entsteht zusätzlich ein Barriereeffekt längs zum Verkehrsträger.

*Kleinsäuger, Amphibien sowie Insekten/Wirbellose* sind ebenso betroffen.

**Mittelstreifen**

Streifen zwischen den Fahrbahnen bei richtungsgetretenen Verkehrsträgern

**Mortalität**

Der bepflanzte Mittelstreifen beherbergt grosse Feldmauspopulationen und oft auch Büsche/Hecken. Dadurch werden Greif- und Singvögel in eine gefährvolle Nähe zum Autoverkehr gelockt.

Mobile Trennwände, wie sie bei temporären Strassen- oder Fahrbahnverlegungen zum Einsatz kommen, können für Kleintiere eine unüberwindbare Barriere darstellen.

*Kleinsäuger*

Anlässlich einer Autobahnsanierung bei St.Gallen im Jahr 2005 wurden tote Igel gefunden, die durch mobile Trennwände am Überqueren der Strasse gehindert worden waren (M. Jenny, pers. Mitt.).

*Vögel*

Im Winter versuchen Greifvögel ihr Jagdglück am Mittelstreifen, bzw. im kleinen Raum zwischen der Hecke des Mittelstreifens und den angrenzenden Fahrbahnen (C. Krismer, pers. Mitt.).

## Randstein

Seitlicher Randabschluss der Fahrbahn.

### Mortalität

Unpassierbare Randsteine verhindern, dass Tiere auf der Strasse die Fahrbahn verlassen können. Finden die Tiere keinen Ausstieg so droht Tod durch Verkehr, Witterungseinflüsse, Absturz in die Kanalisation (siehe Entwässerungssysteme) oder Prädation.

*Reptilien* Reptilien, die die Fahrbahn nicht verlassen können (Blindschleichen am Randstein, Schlangen bei Stützmauern), sterben bei heissem Wetter innert Stunden einen Hitzetod (A. Meyer, pers. Mitt.).

### Barriere

Viele Kleintiere können die Fahrbahn über den Randstein nicht verlassen, da sie nicht genügend gut klettern oder springen können. Andere Tiere (z.B. Springfrösche) verfallen einem Leiteffekt, der offenbar von der rechtwinkligen Struktur ausgeht. Als Folge wandern die Tiere über weite Distanzen dem Randstein entlang (Ablenkeffekt), bis sie entweder einen Ausstieg oder den Tod finden (siehe Faktor Mortalität).

*Kleinsäuger* Die Spitzmaus ist ebenfalls betroffen (Weber 1998).

*Reptilien* Blindschleichen sind als schlechte Kletterer oft nicht in der Lage, Randsteine zu überwinden (A. Meyer, pers. Mitt.). Ansonsten stellt der Randstein kein grosses Problem dar für Reptilien (J.-C. Money, pers. Mitt.).

*Insekten/Wirbellose* Für Wirbellose stellt ein Absatz von 0.5 cm Höhe bereits ein grosses Hindernis dar. Laufkäfer könnten Struktur teilweise überwinden, verfallen aber trotzdem dem Ablenkeffekt und folgen dem Randstein (Glitzner et al. 1999).

*Amphibien* sind ebenso betroffen.

## Stützbauwerk

Bankettsicherung, Hangsicherung, Stützmauern jeglicher Art.

### Lebensraumverlust

Alte Stützbauwerke aus Natursteinmauern stellen für einige Tier- und Pflanzenarten wichtigen Lebensraum dar. Durch unsachgemässe Wartung oder Sanierung geht dieser Lebensraum verloren. Siehe dazu die Erklärungen zum Verkehrswegelement "Brücke".

*Reptilien*                      Zusätzlich zu den unter dem Verkehrswegelement "Brücke" erwähnten Tiergruppen, werden Stützbauwerke oft auch von Reptilien bewohnt. Beispiel: Mauereidechse in der Museggmauer, Luzern (Rösli & Herfort 2004).

*Vögel*                              An der Museggmauer in Luzern nisten: Turmdohle, Alpendohle, Mauersegler, Alpensegler, Turmfalke, Gänsesäger (Rösli et al. 2005).

*Insekten/Wirbellose*      Siehe Rösli et al. (2005).

### Mortalität

Stützbauwerke, die direkt an die Strasse gebaut sind, verwehren Tieren den Zugang bzw. den Ausgang von der Fahrbahn. Dies kann den Tod durch Verkehr, Witterung oder Prädation verursachen. Eine zweite tödliche Falle stellen Sanierungen und Reinigungen alter Natursteinmauern dar. Siehe dazu auch die Erklärungen zum Verkehrswegelement "Brücke".

*Reptilien*                      Bei Stützmauersanierungen (z.B. im Tessin) werden Schlangen, die sich in den Hohlräumen von Bruchsteinmauern befinden, u.U. direkt einbetoniert (G. Dusej, pers. Mitt.).  
Schlangen sonnen sich gerne auf Stützmauern. Fallen sie herunter, so landen sie auf der Fahrbahn oder in einem Entwässerungsgraben. Wenn sie von dort nicht innert kurzer Zeit wegkommen, so droht Tod durch Überfahren oder Hitze (A. Meyer, pers. Mitt.). Auch Blindschleichen sind von diesem Problem stark betroffen (A. Borgula, pers. Mitt.).

### Barriere

Viele moderne Stützbauwerke sind aufgrund der glatten, nischenlosen Oberfläche selbst für kletterfähige Kleintiere unüberwindbar.

*Reptilien*                      Bei Bahnanlagen sind viele neue Böschungssicherungen geplant, z.T. über grosse Distanzen. Aufgrund der Wichtigkeit von Bahnlinien als Reptilienhabitate ist diese Tiergruppe besonders betroffen (A. Meyer, pers. Mitt.).

*Kleinsäuger sowie Insekten/Wirbellose* sind ebenso betroffen.

### **Tunnel, Galerie**

Tunnels schirmen die Strassen zur Seite und nach oben ab. Galeriestrassen sind bergseits und nach oben gedeckt, während die Talseite offen steht.

### **Barriere**

Tunnels liegen in der Regel unter der Erde verborgen und lassen die darüberliegende Landschaft intakt. Dadurch ermöglichen sie der Fauna eine ungehinderte Quervernetzung. Anders ist der Fall bei Gallerien gelagert: sie zerschneiden die Landschaft stärker als eine offene Strasse, da die Öffnung zwischen dem Dach der Galerie und dem Strassenrand für die meisten Tiere nicht überwindbar ist.

*Grosssäuger, Kleinsäuger, Amphibien, Reptilien sowie Insekten/Wirbellose* sind davon betroffen.

**Wildtierpassage**

Brücken bzw. Tunnels, um Wildtieren die Querung eines Verkehrsträgers zu ermöglichen (Gewässerdurchlässe sind als separates Element behandelt).

**Barriere**

Schlecht geplante oder gewartete Wildtierpassagen werden von Tieren nicht oder nur wenig benutzt; sie tragen dadurch wenig zur Vernetzung von Lebensräumen bei. Faktoren, die Tiere von der Nutzung des Bauwerks abhalten, sind beispielsweise Störungen durch menschliche Aktivitäten, ungenügend abgeschirmter Verkehr oder eine Gestaltung, die den Bedürfnissen der Tiere nicht entgegenkommt (Dumont et al. 2000, Luell et al. 2003).

- Kleinsäuger* Viele Kleinsäuger benötigen ein gutes Angebot an Deckung - z.B. Totholz, Büsche, etc. Dies auch in hohen Unterführungen (Righetti 1997).
- Amphibien* Es gibt zahlreiche Amphibienunterführungen, die von den Tieren nur schlecht benutzt werden. Ein häufig genannter Grund für ungewollte Barriereneffekte ist das oftmals ungünstige Mikroklima (Trockenheit, Wind) im Innern der Anlage (Glandt et al. 2003).
- Reptilien* Bei Unterführungen sind die Ansprüche von Reptilien nur schwer zu erfüllen.
- Insekten/Wirbellose* Aufgrund der kurzen Aktionsradien und wenig zielgerichteten Wanderungen von Invertebraten ist es notwendig, dass die Faunapassage selber von den Wirbellosen als Lebensraum besiedelt werden kann. Ansonsten wird keine Verbindung zwischen den Teilpopulationen erreicht (Zangger 1995; A. Ducommun, A. Zangger, pers. Mitt.).

*Grosssäuger, Fledermäuse sowie Fische* sind ebenso betroffen.

**Wildzaun**

Wildzäune verhindern, dass Tiere auf die Fahrbahn gelangen.

**Mortalität**

Wildtiere, die über Umwege auf die Fahrbahn gelangt, werden vom Wildzaun auf der gegenüberliegenden Seite am Verlassen der Fahrbahn gehindert. Sie irren umher und verursachen Unfälle mit Fahrzeugen.

*Grosssäuger* sind davon betroffen.

**Barriere**

Wildzäune verringern die Verkehrsmortalität von Grosssäugern und erhöhen die Verkehrssicherheit. Die Vernetzung von Lebensräumen wird dadurch aber weitgehend unterbunden. Diese Interessen müssen gegeneinander abgewogen werden, wenn über den Einsatz von Wildzäunen entschieden wird.

*Grosssäuger* Standard-Wildzäune sind 1.6 m hoch. Rehe unter starkem Migrationsdruck oder auf der Flucht überspringen bis zu 2.50 m hohe Hindernisse (Dumont et al. 1999). Füchse und Dachse graben sich häufig unter dem Zaun durch. Viele Tiere, insbesondere auch die Wildschweine, umgehen den Zaun via Zufahrtsstrassen (B. Frischknecht, pers. Mitt.).

## 4 Lösungswege zur Förderung der Lebensraumvernetzung

### 4.1 Gliederung

#### 4.1.1 Ideen

Es gibt verschiedene Möglichkeiten bzw. Massnahmen, wie die Lebensraumvernetzung an Verkehrsträgern gefördert werden kann. Viele Massnahmen verfolgen dabei dasselbe Ziel auf unterschiedliche Weise, oft ist auch eine Kombination von Massnahmen erforderlich, um ein Ziel zu erreichen. Zur besseren Übersicht wurden die Massnahmen thematisch sortiert und in 25 sogenannten „Ideen“ gegliedert.<sup>1</sup>

Die Ideen wurden charakterisiert nach ihrer Wirkungsebene (Vermeidung, Verminderung, Ersatz), je nach dem ob eine Idee dazu beiträgt, die Zerstörung einer funktionierenden Lebensraumvernetzung zu vermeiden, zu vermindern, oder zu ersetzen (siehe auch Kapitel 1.3.3 Wirkungsebenen von Massnahmen, S. 12). Tabelle 3 auf Seite 49 fasst die gesammelten Ideen und ihre Wirkungsebenen zusammen.

#### 4.1.2 Massnahmen

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurden über 140 verschiedene Massnahmen zusammengetragen. Zu jeder Massnahme wurde ein Steckbrief verfasst mit einer groben Beschreibung, sowie (sofern vorhanden) weiteren Details, Fotos und Literaturangaben. Abbildung 14 auf Seite 50 zeigt ein Beispiel eines solchen Massnahme-Steckbriefs. Die übrigen Massnahmen-Steckbriefe sind im vollen Umfang auf der beigelegten CD-ROM zu finden.

Die Massnahmen wurden nach verschiedenen Eigenschaften charakterisiert, welche in Tabelle 2 auf Seite 48 zusammengefasst sind. Vollständigkeitshalber wurden auch Massnahmen katalogisiert, deren Wirksamkeit fragwürdig ist, weiterer Abklärungen bedarf oder in der Zwischenzeit bereits widerlegt worden sind.

---

<sup>1</sup> Statt Idee hätte man diese Massnahmebündel genauso gut auch Lösung, Umsetzungsziel oder Wirkungsziel nennen können. Uns erschien der Begriff „Idee“ geeignet, da er eher wertneutral ist und nicht den Eindruck erweckt, es handle sich hierbei stets um ausgereifte, 1:1 umsetzbare Lösungswege.

*Tabelle 2: Übersicht zu den verschiedenen Eigenschaften von Massnahmen. Umsetzungstyp, Zielnorm und Integration sind Eigenschaften, welche im Hinblick auf die Integration ins Normenwerk erfasst worden sind. Für ausführlichere Erläuterungen zur Zielnorm siehe 5.3 Aktualisierung des Normenwerks gemäss Variante A auf Seite 81.*

<b>Typ</b>	
Unterhalt	Wiederkehrende Arbeiten.
Planung	Grössere Anpassungen, die oft nur bei Neubauten oder Sanierungen möglich sind.
Anpassung	Kleinere Anpassungen, die mit verhältnismässig geringem Aufwand durchführbar sind.
<b>Nutzen</b>	
unbekannt	Der Nutzen dieser Massnahme ist unbekannt.
keiner	Diese Massnahme verbessert die Lebensraumvernetzung in keiner Weise.
gering	Diese Massnahme verbessert die Lebensraumvernetzung ein wenig.
mittel	Diese Massnahme verbessert die Lebensraumvernetzung.
gross	Diese Massnahme verbessert die Lebensraumvernetzung erheblich.
möglicherweise gross	Diese Massnahme hat das Potential, die Lebensraumvernetzung erheblich zu verbessern. Genauere Abklärungen sind aber nötig.
<b>Umsetzungstyp</b>	
allgemein	Massnahmen, deren Anwendung herkömmliche Infrastrukturen betreffen und die zwecks Förderung der Vernetzung generell umgesetzt werden sollten.
spezifisch	Massnahmen, die faunaspezifische Bauwerke betreffen bzw. Massnahmen, die erst ergriffen werden sollen, wenn bereits eine Konfliktsituation Lebensraumvernetzung-Verkehr vorliegt.
<b>Zielnorm</b>	
Die Zielnorm ist eine Norm oder Normengruppe, in der die betreffende Massnahme beschrieben werden sollte.	
<b>Integration</b>	
genügend	Die Massnahme wird in der Zielnorm hinreichend beschrieben.
ungenügend	Die Massnahme wird in der Zielnorm zwar behandelt, die Beschreibung sollte aber verbessert werden.
nicht vorhanden	Massnahme wird in der Zielnorm nicht beschrieben.
unbekannt	Es ist nicht klar, ob die Massnahme in einem VSS-Normenwerk beschrieben ist.
nicht VSS	Die Massnahme soll nicht im Normenwerk des VSS behandelt werden.

## 4.2 Ideen und Massnahmen (Datenbankauszug)

Es folgt ein Auszug aus der Datenbank mit Beschreibungen der einzelnen Ideen und jeweils einer Liste der zugehörigen Massnahmen. Eine Detailbeschreibung der Massnahmen mitsamt Bildern befindet sich auf der CD-ROM im Anhang dieses Berichtes (siehe auch Abbildung 14 auf Seite 50).

Die Ideen und Massnahmen sind nicht alle im gleichen Detailgrad beschrieben. Der Fokus bei der Recherche lag auf Vollständigkeit; das heisst, es wurden auch Ideen und Massnahmen in den Katalog aufgenommen, die sich bisher nicht bewährt haben bzw. die noch nie ausprobiert worden sind.

Tabelle 3: Ideen zur Förderung der Lebensraumvernetzung an Verkehrsträgern..

Wirkungsebene	Nr.	Idee	Seite
<i>Vermeidung</i>	1	Fragmentierung durch gute Strassenplanung vermeiden	51
<i>Verminderung</i>	2	Amphibienfreundliche Sammelbecken	52
	3	Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten	53
	4	Beleuchtung: Lichtemission reduzieren	54
	5	Entwässerungssystem: Kleintierverluste bei Abläufen reduzieren	55
	6	Fahrleitungen: Kollisionen mit Vögeln verringern	56
	7	Fahrleitungen: Kurzschlüsse durch Vögel vermeiden	57
	8	Flugrouten der Fledermäuse schützen	58
	9	Gleisanlagen überquerbar gestalten	59
	10	Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen	60
	11	Lärmschutzbauten vernetzungsfreundlich gestalten	61
	12	Lärmschutzwände: Vogelschlag reduzieren	62
	13	Mauerwerk als Lebensraum erhalten	63
	14	Stützbauwerke durchlässig bauen	64
	15	Vegetationspflege in Begleitflächen	65
	16	Verkehrsmortalität reduzieren (ohne Wildzaun): Wildsäuger	66
	17	Verkehrsmortalität reduzieren mittels Wildzaun	67
	18	Verkehrsmortalität reduzieren: Amphibien	68
	19	Verkehrsmortalität reduzieren: Vögel	69
	20	Versiegelungs- bzw. Verbauungsgrad gering halten	70
	21	Wildtierpassagen: Amphibiendurchlässe und Leitsysteme	71
	22	Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung	72
	23	Wildtierpassagen: spezifisch für Tiere gebaut	73
<i>Ersatz</i>	24	Brücke als Lebensraum nutzen	74
	25	Lebensraumverlust kompensieren	75

Hinweis: Wildtierpassagen und Gewässerdurchlässe werden nicht erschöpfend diskutiert. Diese Themen wurden in früheren Forschungsarbeiten bearbeitet bzw. sind Gegenstand einer aktuellen Forschungsarbeit (Dumont et al. 2000 resp. Forschungsauftrag VSS 2003/603).

6.1 Ideen und zugehörige Massnahmen

VSS 1999/240

5.1 Ausstiegshilfe: Amphibiensyphon

Der Amphibiensyphon ist eine Entwicklung der Firma Nill Metallbau AG. Der Nill-Amphibiensyphon ist eine Art Kasten, der unterhalb des Einlaufrosts in den Ablaufschacht montiert wird. Tiere, die durch den Einlaufrost fallen, können aus eigener Kraft wieder an die Oberfläche klettern. Dies nützt ihnen aber nur, wenn in unmittelbarer Nähe zum Einlauf eine Möglichkeit besteht, die Fahrbahn zu verlassen!

<i>Umsetzung: spezifisch</i>	<i>Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien</i>
<i>Typ: Anpassung</i>	<i>Nutzen: gross</i> <span style="float: right;"><i>Normierung: nicht vorh.</i></span>

Details

Funktionsprinzip: Tiere, die in den Syphon fallen, können auf einer schrägen, rutschfesten Oberfläche wieder nach oben klettern. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich eine unbeschichtete Metallwand, die das Wasser in den Schacht abfließen lässt, für Tiere aber eine Barriere darstellt.

Bei Ausstiegshilfen im Allgemeinen ist es wichtig, dass sie auch für kleine Tiere funktionieren. Ein Problempunkt könnte beim Übergang vom Syphon zum Senkloch bzw. Rost vorhanden sein. Für eine optimale Funktionstüchtigkeit ist deshalb eine saubere Einpassung ins Senkloch wichtig (S. Zumbach, pers. Mitt.). In Hausen bei Brugg werden sie im Herbst herausgenommen und gereinigt (B. Zettel, pers. Mitt.).

Integration im Normenwerk

Die Massnahme sollte im VSS-Normenwerk behandelt werden.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Die Massnahme wird nicht besprochen*

Beispiele



Amphibiensyphon der Firma Nill Metallbau AG (Winterthur). Der rutschfeste Ausstieg für die Amphibien (dunkle Fläche) zeigt nach hinten, vorne im Bild ist der Ausgang für das Wasser zu sehen.



Amphibiensyphon im Ablauf montiert.



Amphibiensyphon im Ablauf montiert.

Abbildung 14: Beispiel eines Massnahme-Steckbriefs, wie sie auf der beigelegten CD-ROM zu finden sind. Das elektronische Format ermöglicht ein gezieltes Durchsuchen der Blätter nach Stichworten mit der Suchfunktion des PDF-Viewers.

## 1 Fragmentierung durch gute Strassenplanung vermeiden

In seltenen Fällen lässt sich eine Zerschneidung wertvoller Lebensräume vermeiden oder sogar rückgängig machen.

*Kategorie: Vermeidung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>1.1 Linienführungen optimieren</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>1.2 Nutzen-Kosten Prüfung mit Berücksichtigung der Landschaftszerschneidung.</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.3 Verkehrswege stilllegen bzw. zurückbauen</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>1.4 Wildtierkorridore schützen</b>	Planung	gross	allgemein	genügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 2 Amphibienfreundliche Sammelbecken

Unzählige Kleintiere fallen in Entwässerungsschächte, weil sie durch die Leitwirkung des Randsteins direkt auf die Einlaufroste geführt werden oder weil sie diese Orte wegen der verlockenden Feuchtigkeit aufsuchen. Ausstiegshilfen bei unterirdischen Sammelbecken, etwa bei Kläranlagen, ermöglichen den Tieren den Ausstieg aus dem Entwässerungssystem.

Diese Massnahme entspricht eigentlich einer Symptombekämpfung; besser wäre die Sicherung der Einlaufschächte. Es werden nur diejenigen Tiere gerettet, welche die Reise durch das Kanalisationssystem überlebt haben (meist nur die Amphibien), ausserdem werden die Tiere über grössere Distanzen verfrachtet und von ihrem Weg abgebracht. Es liegt auch nicht jedes Sammelbecken in einer Umgebung mit guten Lebensräumen für die geretteten Tieren. Umgekehrt ist aber auch nicht immer ohne weiteres feststellbar, woher die Tiere angeschwemmt werden.

Der Kanton Aargau hat viel Erfahrung gesammelt beim Bau von Ausstiegshilfen. Die Verantwortlichen wollen dazu noch dieses Jahr eine Publikation veröffentlichen (B. Schelbert, pers. Mitt.).

*Kategorie: Verminderung*

Massnahmen	Typ	Nutzen	Umsetzung	Integration
<b>2.1 Naturnahe Retentionsbecken</b>	Planung	gross	allgemein	unbekannt
<b>2.2 Offene Retentionsbecken: Amphibiensicher gestalten</b>	Planung	gross	allgemein	unbekannt
<b>2.3 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einbauen</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>2.4 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einplanen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

### 3 Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten

Naturnahe Böschungen und Strassenränder sind wertvolle Lebensräume, bieten Vernetzung entlang des Verkehrsträgers und gewährleisten dadurch die Erreichbarkeit von Naturräumen und Wildtierpassagen. Durch die gesteigerte Längsvernetzung wird somit auch die Quervernetzung über die Verkehrsanlage hinweg gesteigert.

Die gezielte Aufwertung von Begleitflächen besitzt viel Potential: Die Gesamtfläche des Grünraums an unseren Verkehrswegen ist dreimal grösser, als alle Naturschutzgebiete zusammen (ohne Nationalpark; Oggier et al. 2001). Von Begleitflächen können aber auch Gefahren ausgehen: Aufgrund der langen und sehr schmalen Form des Lebensraums ist die Mobilität der Tiere beschränkt, was erhöhte Anfälligkeit auf Krankheiten, Störung und Prädation bedeuten kann (Korridor-Effekt). Durch die Nähe zum Verkehr ist zudem ein erhöhtes Mortalitätsrisiko durch Zusammenstösse vorhanden.

*Kategorie: Verminderung*

Massnahmen	Typ	Nutzen	Umsetzung	Integration
<b>3.1 Begleitflächen für Amphibien</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.2 Begleitflächen für Reptilien</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.3 Begleitflächen in ein Vernetzungskonzept einbeziehen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.4 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten</b>	Siehe Massnahme 22.1.			
<b>3.5 Böschungsstabilisierung vernetzungsfreundlich lösen</b>	Siehe Idee 14.			
<b>3.6 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>3.7 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>	Anpassung	gross	allgemein	genügend
<b>3.8 Kleinstrukturen bzw. Unordnung entstehen lassen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.9 Kleinstrukturen bzw. Unordnung schaffen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.10 Naturnahe Vegetationspflege entlang von Verkehrsträgern</b>	Siehe Idee 15.			
<b>3.11 Risiko der ökologischen Falle prüfen</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.12 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen</b>	Siehe Massnahme 17.6.			

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 4 Beleuchtung: Lichtemission reduzieren

Der Begriff Lichtemission (oft auch Lichtverschmutzung genannt) bezeichnet die unerwünschte Erhellung des Nachthimmels durch künstliche Lichtquellen. Eine grobe Schätzung für Deutschland besagt, dass die Strassenbeleuchtung für ca. 30-50% der Lichtemission verantwortlich ist (R. Kobler, pers. Mitt.). Ein grosser Teil dieser Lichtemission wird verursacht durch reflektierende Bodenoberflächen wie Asphalt und Beton. Eine weitere grosse Quelle von Lichtemission erfolgt durch direkte Lichtabgabe in den Himmel (Shaflik 1997), was man durchaus verhindern könnte.

Massnahmen gegen unerwünschte Lichtemissionen sind besonders wirksam an Verkehrslinien zwischen Ortschaften sowie am Siedlungsrand. Diese Zonen grenzen direkt an natürliche Biotope, weshalb sich schlecht geplante Beleuchtungen hier besonders verheerend auswirken. Die Internationale Beleuchtungskommission schlägt deshalb vor, dass für solche Zonen strengere Kriterien gelten sollen, als beispielsweise in der Innenstadt (CIE 2003).

*Kategorie: Verminderung*

Massnahmen	Typ	Nutzen	Umsetzung	Integration
<b>4.1 Abschirmung zur Verhinderung von Streulicht nach oben</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.2 Auf Beleuchtung verzichten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.3 Beleuchtung zeitlich begrenzen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.4 Beleuchtungshöhe reduzieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.5 Lampengehäuse ohne Öffnungen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.6 Lichtstreuung optimieren</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.7 Lichtstärke minimieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.8 Natriumdampflampen bevorzugen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.9 Reflektierende Beschriftungen und Markierungen</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 5 Entwässerungssystem: Kleintierverluste bei Abläufen reduzieren

Unzählige Amphibien und andere Kleintiere verenden in Abläufen der Strassenentwässerung. Das Problem muss auf mehreren Ebenen angegangen werden. Zum einen muss die verhängnisvolle Leitwirkung von Randsteinen aufgehoben werden; Tiere sollten die Fahrbahn möglichst leicht verlassen können. Zusätzlich kann entweder den Tieren den Zugang zur Kanalisation verwehrt oder aber eine Ausstiegsmöglichkeit vor Ort gewährt werden. Meistens ist eine Kombination verschiedener Massnahmen notwendig. Wie Erfahrungen an Amphibienzugstellen zeigen, werden Amphibien von den feuchten Schächten regelrecht angelockt.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>5.1 Ausstiegshilfe: Amphibiensyphon</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.2 Ausstiegshilfe: Schacht mit externer Fluchtröhre</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.3 Ausstiegshilfe: Schacht mit interner Fluchtröhre</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.4 Einlauf vom Bordstein absetzen</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>5.5 Einlaufrost mit Gitter bespannen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.6 Einlaufrost mit schmalen Schlitzten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.7 Einlaufrost-Teilabdeckung mit Blech oder Gitter</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.8 Entwässerung des Schlammeimers verbessern</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.9 Grosse Schachtöffnungen vermeiden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.10 Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen</b>	Siehe Idee 10.			
<b>5.11 Randstein unterhöhlen</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.12 Schächte auf Fallenwirkung überprüfen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.13 Tiere von Hand aus Schacht befreien</b>	Unterhalt	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.14 Öffnung des Ablaufs anheben, bzw. Umgebung absenken</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

**6 Fahrleitungen, Drahtseile an Brücken: Kollisionen mit Vögeln verringern**

Die Mortalität an Fahrleitungen ist bei den meisten Vogelarten aus Sicht des Artenschutzes vernachlässigbar (aber sicherlich ein erstrebenswertes Ziel aus Sicht des Tierschutzes). Eine Ausnahme bilden bestimmte Gebiete mit Populationen gefährdeter Greifvögel. Bei einem niedrigen Reproduktionserfolg sind bereits wenige Todesfälle eine zusätzliche Gefahr für den Fortbestand der Art.

Massnahmen zur Verhinderung von Flugkollisionen stammen aus dem Anwendungsgebiet der Hochspannungsanlagen. Sie dürften auf Fahrleitungen von Bahnanlagen übertragbar sein, was z.B. in Solothurn West bereits versucht wurde.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>6.1 Drahtseile markieren</b>	Anpassung mögl.	gross spezifisch	unbekannt	
<b>6.2 Oberleitung markieren</b>	Anpassung mögl.	gross allgemein	nicht VSS	

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 7 Fahrleitungen: Kurzschlüsse durch Vögel vermeiden

Die Mortalität an Fahrleitungen ist bei den meisten Vogelarten aus Sicht des Artenschutzes vernachlässigbar (aber sicherlich ein erstrebenswertes Ziel aus Sicht des Tierschutzes). Eine Ausnahme bilden bestimmte Gebiete mit Populationen gefährdeter Greifvögel. Bei einem niedrigen Reproduktionserfolg sind bereits wenige Todesfälle eine zusätzliche Gefahr für den Fortbestand der Art.

Die meisten Massnahmen zur Verhinderung von Stromschlag und Flugkollisionen stammen aus Literatur zum Thema Vogelschutz an Freileitungen (VSE 1997, Marti 1998). Aufgrund technischer Unterschiede zwischen Freileitungen und Fahrleitungen sind sie möglicherweise nicht alle umsetzbar.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>7.1 Konstruktive Anpassungen an den Masten</b>	Planung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>7.2 Sitzgelegenheiten anbieten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>7.3 Sitzgelegenheiten verwehren</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 8 Flugrouten der Fledermäuse schützen

Der Neubau von Verkehrswegen kann dazu führen, dass etablierte Flugrouten von Fledermäusen zerschnitten werden. Auch Umgestaltungen in Begleitflächen oder Licht und Lärm von Baustellen können etablierte Flugrouten stören und dadurch Fledermauskolonien empfindlich treffen. Die Massnahmen bedürfen genauer Kenntnisse der lokalen Verhältnisse und einer vorausschauenden Planung.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung Integration</i>
<b>8.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>			Siehe Massnahme 24.1.
<b>8.2 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>			Siehe Massnahme 23.2.
<b>8.3 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>			Siehe Massnahme 3.7.
<b>8.4 Querungshilfen für Fledermäuse</b>			Siehe Massnahme 23.7.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 9 Gleisanlagen überquerbar gestalten

Sofern es sich nicht gerade um eine viergleisige Hauptverkehrsachse handelt, sind Bahngleise für die meisten Tiere einigermaßen überquerbar. Allerdings gibt es auch hier Faktoren, die eine Überquerung der Trasse unnötig erschweren oder gar verunmöglichen. Am meisten betroffen davon sind vermutlich Amphibien.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>9.1 Kabelkanäle: Barriereeffekt minimieren</b>		Anpassung mögl. gross	allgemein	nicht VSS
<b>9.2 Lücken unter Bahnschienen</b>		Siehe Massnahme 21.10.		

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 10 Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen

Tiere können die Fahrbahn von Strassen oft nicht verlassen, weil der Randstein zu hoch ist. Sie wandern dem Randstein entlang, bis sie eine Ausstiegsmöglichkeit finden oder in einen Ablauf stürzen. Es gibt viele Möglichkeiten, die fatale Leitwirkung der Randsteine zu beseitigen.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>10.1 Entwässerung über die Schulter</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>10.2 Flacher Übergang von Trottoirs zu Grünräumen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>10.3 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn</b>	Planung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>10.4 Rampe an Randstein</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.5 Randabschlüsse schräg gestalten</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>10.6 Randsteine mit Lücken</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.7 Randsteine überwachsen lassen</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 11 Lärmschutzbauten vernetzungsfreundlich gestalten

Die Barrierewirkung von Lärmschutzbauten kann auf zwei Arten gemildert werden. Einerseits kann die Anlage so gestaltet werden, dass sie den angrenzenden Lebensraum bereichert oder wenigstens möglichst geringfügig schädigt (Längsvernetzung). Andererseits kann versucht werden, die Anlage für gewisse Tiergruppen durchlässig zu gestalten (Quervernetzung). Die Erhöhung der Durchlässigkeit scheint bei Bahntrassen besonders wichtig, da hier ein wertvoller Lebensraum vorliegt, der unbedingt erhalten bleiben muss. Lärmschutzanlagen an Strassen, sowie lange Anlagen an Bahntrassen, an denen auch für grössere Tiere lange Umwege entstehen, müssen mit Wildtierpassagen unterquerbar gemacht werden.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>11.1 Beschattung empfindlicher Zonen vermeiden bzw. kompensieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.2 Boden unter der Lärmschutzwand durchlässig gestalten</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.3 Lärmschutzbau mittels Wildtierpassage umgehen</b>	Siehe Idee 23.			
<b>11.4 Lärmschutzwand mit durchlässigem Sockel</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>11.5 Lärmschutzwälle statt -Wände</b>	Planung	mittel	allgemein	genügend
<b>11.6 Lärmschutzwände einseitig aufwerten</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>11.7 Lärmschutzwände mit Kletterpflanzen begrünen</b>	Anpassung	gering	allgemein	ungenügend
<b>11.8 Lärmschutzwände versetzt anordnen</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.9 Vogelschlag reduzieren</b>	Siehe Idee 12.			

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 12 Lärmschutzwände: Vogelschlag reduzieren

Transparente Lärmschutzwände führen zu Kollisionsunfällen mit Vögeln (Vogelschlag). Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dieses Problem zu lindern, lösen kann man es aber nur, wenn man ganz auf Transparenz verzichtet.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>12.1 Auf Transparenz verzichten</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.2 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen</b>	Unterhalt	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>12.3 Glas mit Muster oder Struktur verwenden</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>12.4 Glas mit Streifen versehen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>12.5 Glas mit Vogelsilhouetten bekleben</b>	Anpassung	keiner	allgemein	genügend
<b>12.6 Glas mit speziellen UV-Eigenschaften verwenden</b>	Planung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

### 13 Mauerwerk als Lebensraum erhalten

Mauerwerk von alten Stützmauern, Brücken und Gewässerdurchlässen weist Spalten, Fugen und Nischen auf, und bietet dadurch einen wertvollen Lebensraum für Pflanzen und Tiere, wie z.B. Fledermäuse, Reptilien und Vögel. Dieser Lebensraum ist durch Sanierungen sowie Pflege- und Wartungsarbeiten gefährdet. Eine Vorreiterin in Sachen Mauerschutz ist die Gemeinde Altdorf, welche den Schutz historischer Natursteinmauern in einem Reglement verankert hat (Gemeinderat Altdorf, 2004).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>13.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>	Siehe Massnahme 24.1.			
<b>13.2 Löcher offen lassen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.3 Mauerwerk schonend pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.4 Mauerwerk schonend sanieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.5 Trockenmauern erhalten und fördern</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 14 Stützbauwerke durchlässig bauen

Beim Bau moderner Stützbauwerke (Mauern, Bankettsicherungen, Hangsicherungen etc.) muss unbedingt auf die Durchlässigkeit für Tiere geachtet werden. Wie die Randstein-Entwässerungssystem-Problematik zeigt, ist dies auch dann notwendig, wenn die Höhe der Konstruktion lediglich wenige Zentimeter hoch ist.

Eine Ausnahme stellt die (theoretische?) Situation dar, in der eine Tierart durch die Verkehrsmortalität stärker bedroht ist als durch die mangelnde Lebensraumvernetzung. In solchen Fällen kann es erwünscht sein, der betroffenen Art den Zugang zur Strasse zu verwehren. Dabei müssen aber immer auch die Konsequenzen für andere Arten berücksichtigt werden.

*Kategorie: Verminderung*

Massnahmen	Typ	Nutzen	Umsetzung	Integration
<b>14.1 Anschüttungen aus Steinen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>14.2 Drahtsteinkörbe (Gabionen) verwenden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.3 Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.4 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn</b>	Siehe Massnahme 10.3.			
<b>14.5 Lebendverbau statt Mauer</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>14.6 Löcher einplanen</b>	Siehe Massnahme 13.2.			
<b>14.7 Mauer unterbrechen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.8 Natursteinmauer nicht bis an die Oberfläche vermörteln</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.9 Raumgitter-Stützmauern</b>	Planung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>14.10 Textomur-Böschung</b>	Planung	gering	allgemein	ungenügend
<b>14.11 Trockenmauern erhalten und fördern</b>	Siehe Massnahme 13.5.			

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 15 Vegetationspflege in Begleitflächen

Mit einer angepassten Vegetationspflege kann ein vielfältiger, artenreicher Lebensraum geschaffen werden. Dadurch, dass Tiere hier Nahrung und Schutz finden, geht von solchen Zonen automatisch ein gewisser Leiteffekt aus, der genutzt werden kann, um Lebensräume und Wildtierpassagen zu verbinden. Es ist zu beachten, dass sich je nach Zielsetzung die Massnahmen widersprechen können.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>15.1 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen</b>	Siehe Massnahme 16.1.			
<b>15.2 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns</b>	Siehe Massnahme 17.2.			
<b>15.3 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen</b>	Siehe Massnahme 12.2.			
<b>15.4 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>	Siehe Massnahme 3.7.			
<b>15.5 Gehölze typengerecht pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend
<b>15.6 Grünflächen ökologisch managen</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>15.7 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln</b>	Siehe Massnahme 19.4.			
<b>15.8 Invasive Pflanzenarten kontrollieren</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend
<b>15.9 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken</b>	Siehe Massnahme 19.5.			
<b>15.10 Mittelstreifen nicht bepflanzen</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>15.11 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen</b>	Planung	mittel	allgemein	genügend
<b>15.12 Vogelsichere Heckenwahl</b>	Planung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>15.13 Wiesen typengerecht und faunaschonend pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 16 Verkehrsmortalität reduzieren (ohne Wildzaun): Wildsäuger

Bei der Verhinderung von Strassenmortalität besteht oft ein Konflikt mit dem Bestreben nach einer guten Lebensraumvernetzung. Massnahmen, die Wildtiere von der Fahrbahn fernhalten, tragen letztendlich zur Barrierebildung bei. Massnahmen, welche den Verkehr verlangsamen und dadurch die Kollisionsgefahr mindern, reduzieren die Strassenmortalität ohne zusätzlichen Barriereeffekt. Solche Massnahmen eignen sich daher besonders gut zur Verbesserung der Lebensraumvernetzung.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>16.1 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>16.2 Geruchszäune, Duftzäune</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	ungenügend
<b>16.3 Infrarot-Wildwarnsystem</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>16.4 Reflektierende Materialien aufhängen</b>	Anpassung	keiner	spezifisch	genügend
<b>16.5 Verkehrsschild Wildwechsel</b>	Anpassung	keiner	spezifisch	genügend
<b>16.6 Wildwarnung mit akkustischem Warnton</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	ungenügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 17 Verkehrsmortalität reduzieren mittels Wildzaun

Wildzäune müssen die Sicherheit des Verkehrs und des Wildes gewährleisten. Es gibt in diesem Zusammenhang eine Reihe von Massnahmen, anhand deren sich die Sicherheit einerseits und die Vernetzung andererseits noch verbessern lassen.

Ein Wildzaun verunmöglicht, dass Tiere den betreffenden Verkehrsweg überqueren können. Es müssen deshalb unbedingt Wildtierpassagen angeboten werden, um der Fauna die Möglichkeit zu geben, auf die andere Strassenseite zu gelangen.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>17.1 Autobahnzufahrt mit Gitterrost sichern</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.2 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns</b>	Anpassung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>17.3 Wildzaun auf Schäden kontrollieren</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	genügend
<b>17.4 Wildzaun eingraben</b>	Planung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.5 Wildzaun für Kleintiere</b>	Planung	mittel	spezifisch	genügend
<b>17.6 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>17.7 Wildzaun sauber an Wildtierpassagen anschliessen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>17.8 Wildzaun: Ausstiegsrampe</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.9 Wildzaun: Dachs- bzw. Fuchstüren</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.10 Wildzaun: Notwendigkeit prüfen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 18 Verkehrsmortalität reduzieren: Amphibien

Obwohl der Schutz der Amphibienwanderwege seit vielen Jahren Unterstützung und Aufmerksamkeit erhält, sind nach wie vor viele Bestände durch die Strassenmortalität existentiell bedroht. Dies hat einerseits damit zu tun, dass Schutzmassnahmen komplex und eine befriedigende Schutzwirkung schwer zu realisieren sind. Andererseits sind Erfolge oft schwer messbar, da zuverlässige Schätzungen zur Grösse und Entwicklung von Populationen intensiver und langjähriger Untersuchungen bedürfen.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>18.1 Amphibien-Warntafel für Automobilisten aufstellen</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>18.2 Amphibienpassagen und -Leitsysteme errichten</b>	Siehe Idee 21.			
<b>18.3 Strasse temporär sperren</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>18.4 Umlenkung von Teilpopulationen, Ersatzbiotop</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	genügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 19 Verkehrsmortalität reduzieren: Vögel

Es gibt nur wenige erprobte Massnahmen, um die Verkehrsmortalität von Vögeln zu mindern. Einige der Vorschläge zielen darauf ab, den Vogelschlag bei Greifvögeln zu reduzieren, indem sie die Jagd auf Kleinsäuger zu beeinflussen versuchen. Hierbei wäre es wichtig zu wissen, ob die Populationen insgesamt vom grossen Nahrungsangebot in der Böschung profitieren können, oder ob die Greifvögel in eine ökologische Falle gelockt werden. Nach Aussage verschiedener Strasseninspektoren wird die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer durch Kollisionen mit Greifvögeln nicht speziell gefährdet.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>19.1 Ansitzgelegenheiten für Greifvögel entfernen/aufstellen</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.2 Gras am Mittelstreifen und Bankett über den Winter stehen lassen</b>	Unterhalt	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>19.3 Greifvögel anfüttern</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.4 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.5 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken</b>	Anpassung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>19.6 Mittelstreifen nicht bepflanzen</b>	Siehe Massnahme 15.10.			
<b>19.7 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen</b>	Siehe Massnahme 15.11.			
<b>19.8 Reduktion Kleinsäugerbestand in der Begleitfläche</b>	Planung	keiner	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.9 Temporeduktion baulich erzwingen</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.10 Vogelsichere Heckenwahl</b>	Siehe Massnahme 15.12.			

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 20 Versiegelungs- bzw. Verbauungsgrad gering halten

Die Breite und die Oberflächenstruktur von Verkehrswegen beeinflussen die Barrierewirkung auf die Fauna sowie das Ausmass des Lebensraumverlustes, der mit dem Bau der Infrastruktur einhergeht. Bei wenig befahrenen Strassen kann die Lebensraumvernetzung verbessert werden, wenn auf eine starke Befestigung (Asphalt, Beton, etc.) und übermässigen Ausbau in die Breite verzichtet wird.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>20.1 Asphaltflächen renaturieren</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>20.2 Flur- und Waldstrassen schmal planen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>20.3 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen</b>	Siehe Massnahme 22.5.			
<b>20.4 Verkehrsflächen minimal befestigen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 21 Wildtierpassagen: Amphibiendurchlässe und Leitsysteme

Die erfolgreiche Gestaltung von Leitsystemen und Unterführungen für Amphibien ist ein komplexes Unterfangen, in dem viele Faktoren berücksichtigt werden müssen. Umso wichtiger ist es, aus vergangenen Fehlern zu lernen, und bei der Planung die neusten Erkenntnisse zu berücksichtigen. Dies bedingt, dass man die teuren Schutzanlagen nach der Fertigstellung weiterhin wartet und die Funktionalität überprüft.

Im Kanton Aargau ist eine Publikation in Vorbereitung, welche die bisherigen Erfahrungen sammeln soll (B. Schelbert, pers. Mitt.). In Deutschland läuft eine Studie, die versuchen will, Faktoren, die über den Erfolg bzw. Nichterfolg einer Anlage entscheiden, besser zu verstehen (Fuhrmann, pers. Mitt.).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>21.1 Amphibiendurchlass - Bedarf und Umsetzung abklären</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.2 Amphibienleitsystem dauerhaft</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>21.3 Amphibienleitsysteme pflegen</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	genügend
<b>21.4 Amphibienzaun mobil</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>21.5 Amphibienüberführung</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.6 Durchwandersperr im Bereich des Tunneleingangs</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.7 Einwegdurchlass für Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>21.8 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>21.9 Feuchter Boden im Tunnel</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.10 Lücken unter Bahnschienen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>21.11 Umkehrelemente verlängern</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.12 Zufahrt mit Gitterrost sichern</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.13 Zweiwegdurchlass für Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 22 Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung

Bauwerke, die vom Menschen wenig genutzt werden, können auch für Tiere zugänglich gemacht werden. Indem Brücken für Tiere über- und unterquerbar werden, können sie als zusätzliches Element die lokale Vernetzung verbessern. Unter Umständen kann dadurch der Bau einer Wildtierpassage mit lokalem Vernetzungszweck eingespart werden. Funktionen einer Wildtierpassage von regionaler Bedeutung kann eine solche gemischt-genutzte Passage hingegen nicht übernehmen (Völk et al. 2001).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>22.1 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>22.2 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>22.3 Gewässerdurchlässe für terrestrische und aquatische Tiere gestalten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>22.4 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten</b>	Siehe Massnahme 23.6.			
<b>22.5 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen</b>	Anpassung	gross	allgemein	genügend
<b>22.6 Wildtierkorridore schützen</b>	Siehe Massnahme 1.4.			
<b>22.7 Wildtierpassage und Umgebung aufwerten</b>	Siehe Massnahme 23.10.			

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 23 Wildtierpassagen: spezifisch für Tiere gebaut

Wildtierpassagen sind Brücken oder Tunnels, die durch Verkehrswege getrennte Lebensräume verbinden. Je nach Grösse und Gestaltung der Passage wird die Barrierewirkung des Verkehrswegs lokal gemindert oder praktisch aufgehoben. Das Ziel lautet, möglichst vielen verschiedenen Arten die Über- oder Unterquerung möglichst leicht zu machen, wofür es aber keine allgemeingültigen Rezepte gibt. Deshalb sind frühzeitig Spezialisten beizuziehen, welche die Bedürfnisse der verschiedenen Arten abklären und mit dem Bauprojekt abstimmen. Wichtig ist auch, dass bei der Gestaltung stets die neusten Erkenntnisse der Forschung berücksichtigt werden (siehe auch die Forschungsarbeit "Interactions entre les réseaux de la faune et des voies de circulation"; Dumont et al. 2000).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>23.1 Baumwipfel-Brücken</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.2 Erfolgskontrollen durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	ungenügend
<b>23.3 Kurze Aufständering als Wildtierpassage</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.4 Landschaftsbrücke</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.5 Lange Galerien mit Faunapassagen ausstatten</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.6 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.7 Querungshilfen für Fledermäuse</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.8 Viadukt/Aufständering faunenfreundlich ausgestalten</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>23.9 Wildtierkorridore schützen</b>	Siehe Massnahme 1.4.			
<b>23.10 Wildtierpassage und Umgebung faunengerecht gestalten</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.11 Wildtierpassagen für Wirbellose</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.12 Wildtierunterführung für grössere Tiere</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.13 Wildtierunterführung für kleinere Tiere/Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>23.14 Wildtierüberführung</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.15 Wildtierüberführung reduziert</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.16 Überregionale Wildtierkorridore wiederherstellen</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 24 Brücke als Lebensraum nutzen

Biologisch tote Brückenstrukturen können zu wertvollem Lebensraum (Ruhen, Brüten, Überwintern) für verschiedenste Tiere (Insekten, Spinnen, Reptilien, Vögel, Säugetiere) aufgewertet werden. Damit könnte wenigstens teilweise Ersatz geschaffen werden, für die zahlreichen Nist- und Ruheplätze, die durch den Abriss/Sanierung alter Wohn- und Wirtschaftsgebäude verloren gehen.

Am besten werden die Bedürfnisse von Tieren bereits bei der Planung einer Brücke berücksichtigt. Die Wartung der Strukturen kann gleichzeitig mit der Brückenwartung erfolgen. Bei gewissen Arten ist das Problem der Kotansammlung zu berücksichtigen. Mögliche Fressfeinde (Marder, Iltis, Hermelin, Ratte, etc.) dürfen keinen Zugang haben (Hoek 1998).

*Kategorie: Ersatz*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>24.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>	Planung	gross	spezifisch	unbekannt
<b>24.2 Brückenpfeiler verschliessen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.3 Konstruktionen mit freiliegenden Trägern: Doppel-T-Träger verwenden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.4 Nist- und Überwinterungsstrukturen aussen anbringen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>24.5 Nistplätze direkt einmauern</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.6 Nistplätze im Hohlraum des Brückenkörpers einbauen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.7 Nistplätze über den Wasserrohren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*

## 25 Lebensraumverlust kompensieren

Neuer Lebensraum kann einerseits Ersatz darstellen für verlorenen Lebensraum, andererseits auch wertvolle Lebensräume miteinander vernetzen. Die Massnahme wird oft empfohlen zur Förderung von Wirbellosen, deren Bedürfnisse mit Passagen eher schwierig zu erfüllen sind (Ducommun in Dumont et al. 1999). Die Barrierewirkung eines Verkehrswegs kann damit aber nicht gemildert werden.

*Kategorie: Ersatz*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>25.1 Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten</b>	Siehe Idee 3.			
<b>25.2 Brücke als Lebensraum nutzen</b>	Siehe Idee 24.			
<b>25.3 Ersatzlebensraum schaffen abseits des Verkehrsträgers</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.

*Detaillierte Beschreibungen zu den Massnahmen sind auf der CD-ROM zu finden.*



## 5 Anwendung der Ergebnisse

### 5.1 Grundlagen

Lösungswege nützen nur wenig, wenn sie nicht auch angewandt werden. Dies bedingt, dass die entsprechenden Informationen den Entscheidungsträgern im Verkehrswegbau (Planer, Ingenieure, Behörden, Umweltfachleute) zur Verfügung stehen. Abbildung 15 zeigt, wie die Massnahmen Zielpublikumsgerecht aufbereitet werden könnten. Für Ingenieure sind die Normen wichtige Planungswerkzeuge, es macht deshalb Sinn, eine Normierung von fauna- bzw. vernetzungsfreundlichen Bauweisen anzustreben. Für Umweltfachleute ist eine BAFU-Publikation, wie dies im Forschungsauftrag vorgesehen wäre, zweckmässiger. Denkbar wäre auch eine Veröffentlichung und Weiterentwicklung der Datenbank, die für diese Forschungsarbeit gute Dienste geleistet hat.

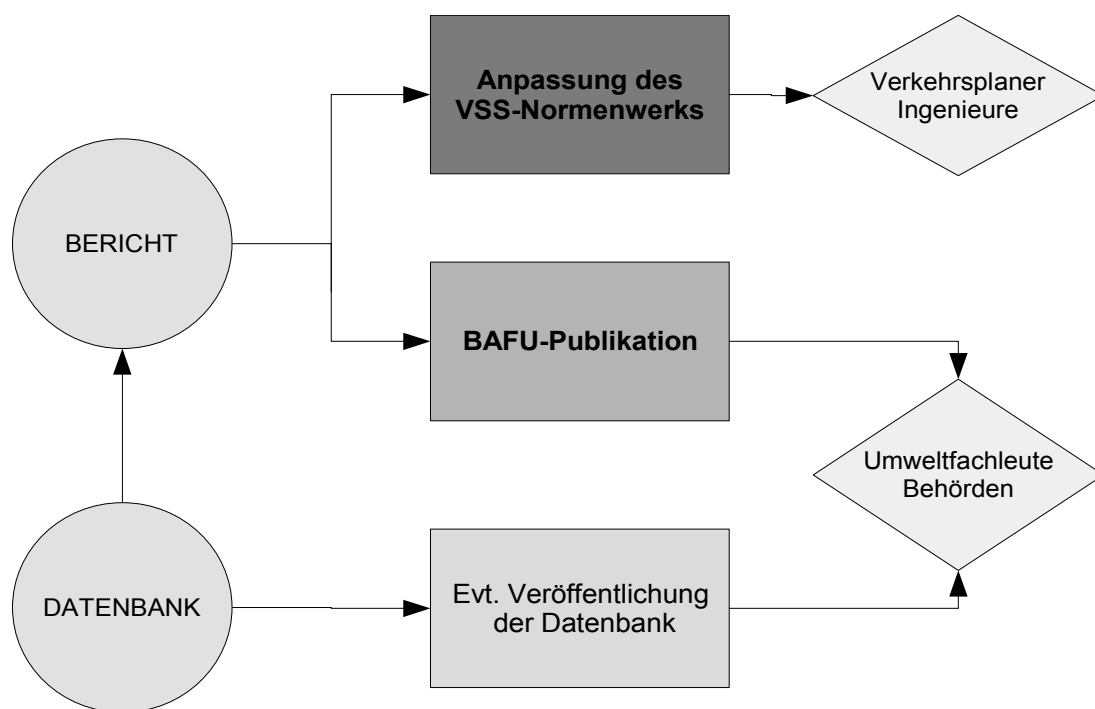


Abbildung 15: Veröffentlichung der Ergebnisse: Datenquelle (rund), Publikationsform (rechteckig), Zielgruppe (rhombisch)

### 5.2 Verbesserung des VSS-Normenwerkes

Die grosse Zahl an ungenügend normierten Massnahmen zeigt, dass das VSS-Normenwerk hinsichtlich der Lebensraumvernetzung verbessert werden sollte. Bei einigen VSS-Normen sind vernetzungsökologische Aspekte bereits berücksichtigt worden, allerdings häufig in unbefriedigender Form. Es gilt deshalb zwei Hauptziele zu erreichen:

- 1) Etablierung als Querschnittsthema: Bei der künftigen Erarbeitung bzw. Überarbeitung von Normen soll der Aspekt der Lebensraumvernetzung stets genügend Berücksichtigung finden.
- 2) Aktualisierung des Normenwerkes: Die bereits bestehenden Normen sollen baldmöglichst an den heutigen Stand des Wissens angepasst werden. Gegebenenfalls müssen auch neue Normen erstellt werden.

### 5.2.1 Etablierung als Querschnittsthema

Um die Thematik der Lebensraumvernetzung dauerhaft und themenübergreifend in der VSS-Normengebung zu verankern, ist eine gewisse Qualitätssicherung in Entstehungs- und Revisionsprozessen von Normen anzustreben. Als Teilgebiet des Themas Nachhaltigkeit ist die Lebensraumvernetzung eigentlich bereits als Querschnittsthema in den Strukturen des VSS integriert. Die Nachhaltigkeitscheckliste sollte deshalb so angepasst werden, dass vernetzungsökologische Aspekte in Zukunft gebührend einbezogen werden.

### 5.2.2 Aktualisierung des Normenwerkes

Es sind verschiedene Wege denkbar, wie die Informationen aus diesem Forschungsbericht ins VSS-Normenwerk integriert werden können. Im Folgenden werden zwei Varianten dargestellt und diskutiert (siehe auch Abbildung 16 sowie Tabelle 4).

#### **Variante A: Bestehende Normen einzeln aktualisieren**

Normen, bei denen Mängel bezüglich Informationen zur Lebensraumvernetzung festgestellt wurden, werden einzeln aktualisiert. Falls nötig werden auch neue Normen erstellt, die bei bestehenden Themenkreisen eingegliedert werden können.

Die Informationen sind somit themenspezifisch und nahtlos in das VSS-Normenwerk integriert. Ingenieure haben einen leichten Zugriff auf die für sie relevanten Informationen. Da mehrere Normen einzeln überarbeitet werden müssen, wird es sicher eine Zeit dauern, bis das Normenwerk auf dem aktuellen Stand ist.

#### **Variante B: Informationen in einer Sammelnorm zusammenfassen**

Vernetzungsfördernde Massnahmen und Informationen fliessen getrennt von anderen Normen in eine separate, neue Norm, etwa "Fauna und Verkehr; Vernetzung". Dies reduziert, verglichen mit Variante A, den Integrationsaufwand. Hingegen entsteht eine Trennung von Inhalten, die eigentlich zusammengehören, was den Zugriff für Ingenieure verschlechtern dürfte. Die Bündelung der Informationen in einem einzigen Dokument wäre vermutlich für Umweltfachleute praktischer.

Eine vergleichbare Sammelnorm mit Informationen zu verschiedensten Bereichen im Strassenbau stellt die Norm 640 039-1 dar (Unterhaltsfreundliche Projektierung von Strassenanlagen, VSS 2001).

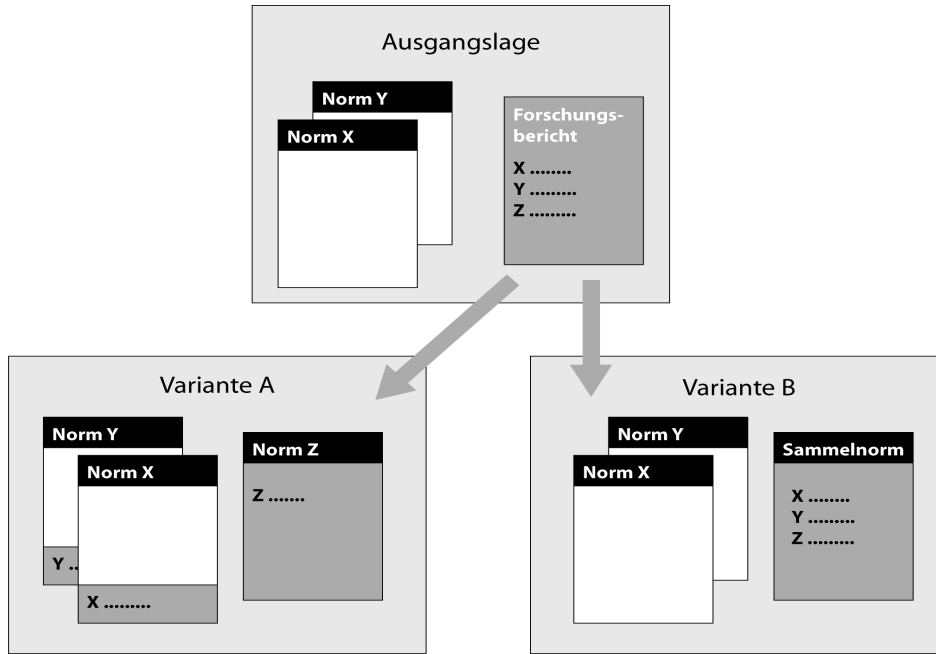


Abbildung 16: Aktualisierung des Normenwerks, schematische Darstellung. Ausgangslage: Bestehendes Normenwerk (weiss), neue Information zur Vernetzung (grau). Variante A: Bestehende Normen werden ergänzt (Norm X, Norm Y) oder bei Bedarf auch neu verfasst (Norm Z). Variante B: Bestehende Normen werden belassen, die neuen Informationen zum Thema Lebensraumvernetzung werden in einer Sammelnorm gebündelt.

Tabelle 4.: Übersicht zu verschiedenen Vor- und Nachteilen der zwei Varianten

	A: Normen einzeln anpassen	B: Sammelnorm
Aufwand der Integration	gross Die Informationen müssen von Spezialisten beider Seiten (Fauna und Technik) normengerecht aufbereitet werden.	gross
Dauer der Umsetzung	lange Normen werden einzeln aktualisiert und ggf. neu geschaffen.	mittel Eine Norm wird vollständig neu geschaffen.
Zugriff für Ingenieure	gut Die Informationen sind nahtlos und themenspezifisch integriert. Wer eine Norm liest, wird auch mit vernetzungsrelevanten Informationen bedient.	schlecht Die Informationen sind schwer auffindbar, da sie getrennt von den eigentlichen Sachthemen aufbewahrt werden.
Zugriff für Umweltfachleute	schlecht Umweltrelevante Informationen sind auf die verschiedenen Sachgebiete/Normen verteilt.	gut Umweltrelevante Informationen sind alle in einer Norm gebündelt.

**Diskussion**

Bei der Lebensraumvernetzung handelt es sich um eine disziplinenübergreifende Thematik, welche viele Aspekte des Verkehrswegbaus betrifft. Als Teil des Querschnittthemas Nachhaltigkeit macht es Sinn, die relevanten Vernetzungsaspekte direkt in der jeweiligen Norm zu diskutieren. So lassen sich viele Doppelspurigkeiten vermeiden. In einem Papier zur Normenstrategie des VSS heisst es denn auch: „Sicherheit, Nachhaltigkeit und Ausgewogenheit sind Themen, die grundsätzlich jeder Norm zu Grunde liegen müssen“ (H.W. Fritz, April 2006). Mehrere VSS-Normen weisen denn auch bereits spezielle Abschnitte auf, in denen ökologische Aspekte wie z. B. Auswirkungen auf die Lebensraumvernetzung der Tiere behandelt werden. So sind Massnahmen zur Vermeidung von Vogelkollisionen an transparenten Lärmschutzwänden bereits heute in der Norm zum Lärmschutz enthalten, und nicht etwa im Normenwerk Fauna und Verkehr.

Wir sind zudem der Meinung, dass Variante A vernetzungsfreundliche Bauweisen auch in der Praxis besser zu fördern vermag als Variante B. Der zusätzliche Aufwand für faunafreundliche Bautechniken hält sich in Grenzen, wenn Aspekte der Lebensraumvernetzung bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden. Ingenieure des Verkehrswegbaus, die eigentliche Zielgruppe des VSS-Normenwerkes, müssen deshalb einen möglichst direkten Zugang zu vernetzungsrelevanten Informationen haben. Die vermutlich etwas längere Umsetzungszeit der Variante A könnte mit einer BAFU-Publikation abgefedert werden.

Anregungen für vernetzungsfördernde Bautechniken kommen heute zwar oft von Umweltfachleuten. Diese bedienen sich zumeist jedoch anderer Informationsquellen als des VSS-Normenwerkes. Mit der Publikation dieses Forschungsberichtes und einer allfälligen Publikation als BAFU-Themenheft dürfte dieser Berufsgruppe bestens gedient sein.

## 5.3 Aktualisierung des Normenwerks gemäss Variante A

### 5.3.1 Festlegen der Zielnormen

Im Hinblick auf eine Umsetzung der Variante A (siehe Seite 78) wurde für jede Massnahme eine Zielnorm festgelegt. Die Zielnorm ist eine VSS-Norm oder -Normengruppe, in der diese Massnahme integriert werden sollte. Bei der Zuweisung von Massnahmen zu Zielnormen wurde nach dem Schema vorgegangen, welches in Abbildung 17 auf Seite 82 abgebildet ist. Darin werden die Massnahmen in zwei Kategorien von Umsetzungstypen eingeteilt, was eine systematische Bestimmung der Zielnormen wesentlich erleichtert (siehe auch nachfolgender Abschnitt „Umsetzungstyp“). Im Anschluss an die Bestimmung der Zielnorm wurde überprüft, ob die Massnahme in der entsprechenden Norm bereits integriert ist (siehe nachfolgender Abschnitt „Status der Integration“).

Tabelle 5 auf Seite 83 zeigt die Normengruppen, die infolge dieses Zuordnungsprozesses identifiziert worden sind. Weitere Beschreibungen zu den Zielnormen sowie die zugehörigen Massnahmensteckbriefe befinden sich im Anhang auf der beiliegenden CD-ROM (6.2 Zielnormen und zugehörige Massnahmen).

#### **Umsetzungstyp**

##### *Allgemein*

Zum Umsetzungstyp „Allgemein“ gehören Massnahmen, deren Anwendung herkömmliche Infrastrukturen betrifft, und die zwecks Förderung der Vernetzung möglichst überall umgesetzt werden sollten. Solche Massnahmen sollen direkt in den Normen zur jeweiligen Infrastruktur verankert werden.

##### *Spezifisch*

Massnahmen, die faunaspezifische Bauwerke betreffen, und Massnahmen, die erst ergriffen werden sollen, wenn bereits eine Konfliktsituation vorliegt, werden zum Umsetzungstyp "Spezifisch" gezählt. Sie sollen in die Normengruppe "Fauna und Verkehr" integriert werden.

#### **Status der Integration**

Nach der Festlegung von Zielnormen wurde geprüft, ob die Massnahme in der Zielnorm bereits behandelt wird, und falls ja, ob die Beschreibung aktuell ist. Entsprechend dieser Prüfung wurde jede Massnahme mit einer Angabe zur Integration versehen: „genügend“ bedeutet, dass die Massnahme in der Zielnorm hinreichend beschrieben wird, „ungenügend“ bedeutet, dass die Massnahme zwar behandelt wird, die Beschreibung aber verbessert werden sollte. Der Status „nicht vorhanden“ markiert jene Massnahmen, welche in der Zielnorm nicht beschrieben werden.

Konnte nicht festgestellt werden, ob eine Massnahme genügend normiert ist oder stellte sich heraus, dass eine Massnahme nicht im Normenwerk des VSS behandelt werden soll, so wurden die Angaben „unbekannt“ bzw. „nicht VSS“ vergeben.

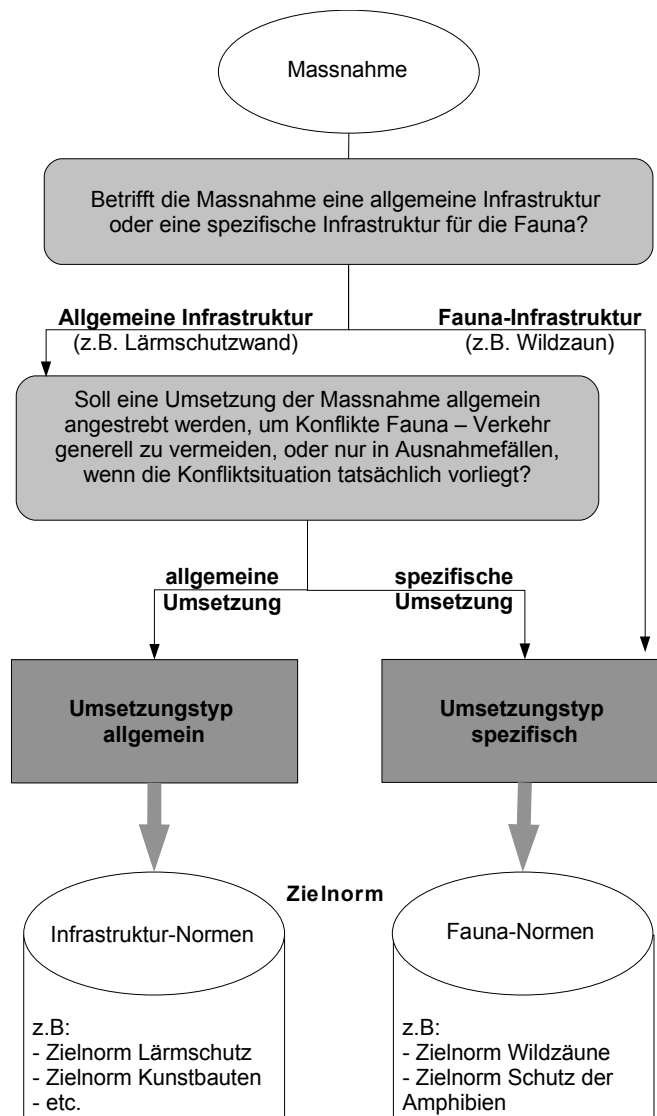


Abbildung 17: Dieses Diagramm zeigt, wie Massnahmen in Umsetzungstypen eingeteilt wurden, um damit die Gruppe der Zielnormen einzugrenzen.

### 5.3.2 Vollzug der Integration

Tabelle 5 zeigt die identifizierten Zielnormen sowie die dafür verantwortlichen VSS-Fachkommissionen. In einem nächsten Schritt müssen diese Fachkommissionen informiert werden, damit bei anstehenden Normenrevisionen bzw. bei der Schaffung neuer Normen die vernetzungsökologischen Aspekte angemessen berücksichtigt und eingearbeitet werden. Detaillierte Massnahmen-Dossiers für die einzelnen Zielnormen bzw. Fachkommissionen befinden sich im Anhang auf der beiliegenden CD-ROM (6.2 Zielnormen und zugehörige Massnahmen).

Tabelle 5: Übersicht der identifizierten Zielnormen(-gruppen), SN-Nummern und der zuständigen VSS-Forschungskommissionen (FK)

Zielnorm	SN-Nummer	Zuständig
Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente	640 212	FK 2
Grundlagen der Projektierung, Strassentypen	640 039 - 640 045	FK 2
Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien	640 570 - 640 573, 671 250b	FK 2/8
Pflästerungen, Abschlüsse	640 480 - 640 484-3a	FK 5
Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung	640 383a	FK 5
Fauna und Verkehr	640 690a - 640 699	FK 6
Fauna und Verkehr – Planungsverfahren	640 691a	FK 6
Fauna und Verkehr – Schutz der Amphibien	640 697 - 640 699	FK 6
Fauna und Verkehr – Schutzmassnahmen	640 694	FK 6
Fauna und Verkehr – Wildzäune	640 693a	FK 6
Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen	neu	FK 6
Strassenentwässerung	640 340a - 640 366a	FK 6/2
Grünräume	640 671b - 640 680, 671 560	FK 6/8
Kunstabauten – Brücken	extern	SIA
Bahnanlagen	extern	VöV



## 6 Anhang A: Massnahmen-Steckbriefe

### 6.1 Ideen und zugehörige Massnahmen

### 6.2 Zielnormen und zugehörige Massnahmen

Diese zwei Kapitel des Anhangs sind sehr umfangreich und wurden deshalb auf beiliegender CD-ROM untergebracht. Die PDF-Dokumente sind mittels Lesezeichen übersichtlich gegliedert. Dies ermöglicht eine rasche Navigation über das Inhaltsverzeichnis in der linken Spalte (siehe Abbildung 18). Mit der Suchen-Funktion (Ctrl-F) können die Dokumente zudem gezielt nach Stichwörtern durchsucht werden.

Die beschriebenen Massnahmen in Kapitel 6.1 und 6.2 sind dieselben, aber einmal sind sie nach Ideen sortiert, einmal nach Zielnormen. Nicht alle Massnahmen sind so detailliert beschrieben wie die in der Abbildung gezeigte. Die Ursache dafür liegt darin, dass vollständigkeitshalber auch Massnahmen katalogisiert wurden, deren Wirksamkeit fragwürdig oder in der Zwischenzeit bereits widerlegt worden ist. Zudem wurden auch Ideen für neue Massnahmen aufgegriffen, die noch unausgereift sind und weiterer Abklärungen bedürfen.

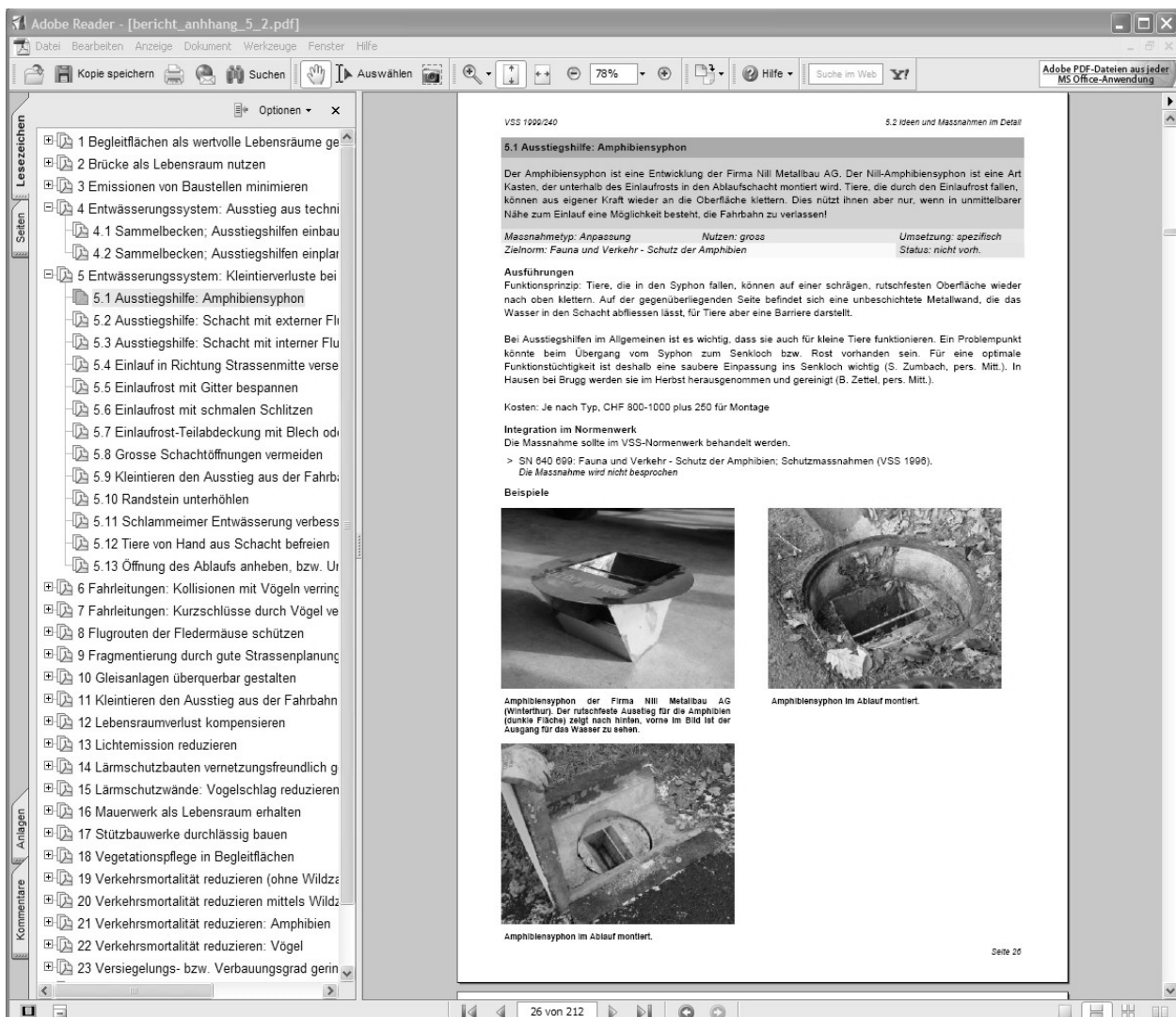


Abbildung 18: Die Ideen und die zugehörigen Massnahmen sind auf beiliegender CD-ROM als PDF-Dokument abrufbar. Das Inhaltsverzeichnis mit Lesezeichen auf der linken Seite ermöglicht ein rasches, zielgerichtetes Blättern im Dokument, die Suchfunktion (Ctrl-F) ermöglicht eine gezielte Suche nach Stichwörtern.



## 7 Anhang B: Quellen

### 7.1 Fachpersonen

*Herzlichen Dank an alle Personen, die sich für diese Studie Zeit genommen und mit Ihrem Fachwissen und Material zum Gelingen des Projekts beigetragen haben. Die folgende Liste ist möglicherweise unvollständig. Wir möchten uns hiermit bei all jenen entschuldigen, die wir unglücklicherweise vergessen haben.*

Aebischer Adrian, Universität Bern (Verkehrsmortalität Greifvögel)

Allemann Martin, Fachspezialist Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen, ASTRA, Bern (Normengebung Beleuchtung)

Ammann Markus, SBB (Bahn - Umwelt)

Arnet Oskar, Strassenmeister, Departement Bau Verkehr und Umwelt (Strassenunterhalt)

Axer Philippe, SBB, Lausanne (Vögel - Fahrleitungen)

Bally Andreas, BiCon AG, Kreuzlingen (Kleintiere - Strassenentwässerung)

Barandun Jonas, Externer Amphibienberater, Kt St. Gallen, Oekonzept GmbH (Amphibien)

Bender Brigitte, Bielefeld (Kleintiere - Strassenentwässerung)

Billeter Regula, Wissenschaftliche Mitarbeiterin, ETH Zürich (Invertebraten)

Bontadina Fabio, SWILD (Fledermäuse - Verkehr)

Borgula Adrian, Büro für Naturschutzbiologie, Luzern (Amphibien)

Buser Hans, Böschungs-Spezialist, Nateco, Gelterkinden (Böschungspflege/Kleinstrukturen)

Bärtschi Ulrich, Wildhüter, Wolfisberg (Wildtiere - Bahn)

Bütikofer Roger, Strassenmeister, Departement Bau Verkehr und Umwelt (Strassenunterhalt)

Defuns Andreas, Tiefbauamt Kanton Zug (Entwässerung - Ingenieur)

Ducommun Alain, Neuchâtel (Invertebraten)

Duelli Peter, Leiter Abteilung Biodiversität, WSL (Invertebraten)

Dusej Goran, Büro für faunistische Felduntersuchungen, Rottenschwil (Reptilien)

Egli Walter, Bereichsleiter, Tiefbauamt Kanton Zürich (Lärmschutz)

Fankhauser, Aare Seeland mobil AG, Langenthal (Oberleitung - Vogelschutzmassnahmen)

Flori Roger, Techn. Sachbearbeiter, Verkehr und Infrastruktur Kanton Luzern (Grünpflege)

Flückiger Dieter, Leiter Autobahnunterhaltsdienst, Amt für Verkehr und Tiefbau, Kanton Solothurn (Strassenunterhalt, Vogelmortalität an Autobahnen)

Frischknecht Bernhard, Leiter, Tiefbauamt Kanton St.Gallen (Strassenunterhalt Autobahn)

Fuhrmann Malte, Beratungsgesellschaft NATUR dbR, Oberwallmenach (Amphibientunnels)

Gonseth Yves, Hauptverantwortlicher, CSCF (Invertebraten)

Guggisberg Willi, Fahrleitungen, Oberleitungen, SBB, Bern (Vogelmortalität an Oberleitungen)

Herfort Stefan, Stadt Luzern, Luzern (Wartung und Sanierung alter Mauern)

Hindenlang Karin, WSL (Wildsäuger, Populationsgenetik)

Holenstein Hansjörg, Abteilungsleiter, VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Aarau (Vogelschutzmassnahmen an Stromleitungen)

Holzgang Otto, Schweizerische Vogelwarte, Sempach (Wildtierpassagen)

Häfliger Peter, Erfinder und Konstrukteur von Ausstiegshilfen ([www.amphibtec.ch](http://www.amphibtec.ch)), Gelfingen (Ausstiegshilfen für Amphibien)

- Imfeld Jörg, Kommissionsmitglied SLG, SLG - Schweizer Licht Gesellschaft, Au (Strassenbeleuchtung, SLG)
- Jacobson Sandra L., USDA Forest Service, Arcata (Wildtierpassagen, Ausstiegsrampen bei Wildzäunen)
- Jenny David, Zuoz (Verkehrsmortalität beim Uhu)
- Jenny Hannes, Akademischer Mitarbeiter Jagd, Bau-, Verkehrs- und Forstdepartement Kanton Graubünden (Wildwarnanlagen)
- Keller Verena, Schweizerische Vogelwarte Sempach (Faunapassagen)
- Kobler René, Vizepräsident Dark-Sky Switzerland, Dark-Sky Switzerland (Lichtemissionen)
- Krismer Christian, Leiter Werkhof Limmattal, Tiefbauamt Kanton Zürich (Strassenunterhalt Autobahn)
- Krummenacher Esther, Ökologische Beratungen, Hausen bei Brugg (Amphibienschutz an Bahntrassen, Entwässerungssystemen)
- Krummenacher Willi, Produktverantwortlicher Reinigung, Verkehr und Infrastruktur Kanton Luzern (Strassenunterhalt, Vogelmortalität an Autobahnen)
- Loutan Guy, Association Convive, Genf (Schräge Randsteine)
- McDonald Wayne, University of Alberta (Barriereeffekt von Strassen auf Kleinsäuger)
- Meier Alex, Oberbauleiter Kt. Zürich, (Lärmschutzwände, Tier) (Lärmschutz)
- Meyer Andreas, Dokumentation und Administration, KARCH, Bern (Reptilien, durchlässige Lärmschutzwände)
- Monney Jean-Claude, Leitung Sachbereich Reptilien, KARCH, Bern (Reptilien)
- Müller Albert, Infrastruktur, Grünbereich, operativ, SBB, Luzern (Böschungspflege SBB)
- Müller Jürg Paul, Bündner Naturmuseum (Kleinsäuger)
- Nentwig Wolfgang, Universität Bern (Barriereeffekt von Strassen auf Invertebraten)
- Pulver Ruth, TSV Frauenfeld, Häuslenen (Gitterabdeckung bei Strassenabläufen)
- Ragaz, Erziehungs-, Kultur- und Umweltschutzdepartement (Naturschutzarbeit Kantone)
- Rehsteiner Ueli, Spezialist Artenschutz, SVS Birdlife Schweiz (Artenschutz Vögel)
- Reiman Robert, Strassenmeister Kt. Aargau, Departement Bau Verkehr und Umwelt (Strassenunterhalt)
- Rico Cernohorska Adriana, University of South Bohemia, České Budejovice (Barriereeffekt von Strassen auf Kleinsäuger)
- Rothenbühler Hans-Ulrich, SLG - Schweizer Licht Gesellschaft (Strassenbeleuchtung, SLG)
- Sachot Sébastien, conservateur de la faune, Centre de conservation de la faune et de la nature, St-Sulpice (Fauna - Verkehr)
- Schelbert Bruno, Departement Bau Verkehr und Umwelt (Amphibienschutz an Strassen, Entwässerungssystemen)
- Schmid Hans, Schweizerische Vogelwarte Sempach (Vogelschlag an Lärmschutzwänden)
- Scholer Christian, Tiefbauamt Kanton Basel-Landschaft (Böschungspflege)
- St.Clair Colleen Cassidy (Barriereeffekt von Strassen auf Kleinsäuger)
- Struch Mark, Wildark (Barriereeffekt von Bahnanlagen)
- Stutz Hans-Peter B., SSF – Stiftung zum Schutze unserer Fledermäuse in der Schweiz (Fledermäuse)
- Vögeli Peter, SBB, Olten (Lärmschutzbauten SBB)
- Werder Ruedi, GPW - Geiger Rösch Wälter Werder, Affoltern am Albis (Amphibienüberführungen)
- Yimvuthikul Somchai, Projektmanagement Kreis Olten, SBB, Olten (Vogelmortalität an

Oberleitungen)

Zach Armin, Chef Gruppe Sanierungsprojekt (Lärmsanierung), SBB (Lärmschutzbauten SBB)

Zanger Adrian, Hintermann & Weber AG, Bern (Faunapassagen für Invertebraten)

Zaugg Blaise, Aquarius, Neuchâtel (Reptilienfreundliche Stützmauern)

Zettel Beat, Gemeinde Hausen bei Brugg, Hausen bei Brugg (Amphibiensyphons)

Zimmermann Bruno, Strasseninspektorat Kanton Nidwalden, Stans (Strassenunterhalt)

Zumbach Silvia, Gesamtleitung/Leitung Sachbereich Amphibien, KARCH, Bern (Amphibien)



## 7.2 Literatur

- AWEL. 1998. Umweltgerechte Entwässerung von Baustellen. Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Zürich.
- AWEL. 2004. Haus gebaut - Fische tot... Umweltpraxis 37.
- AquaPlus. 2006. SBB-Merkblätter zu Kleinstrukturen. Fachdokumente Infrastruktur - Umwelt / Altlastensanierung, FW-UA GR 002-008. SBB Infrastruktur, Schanzenstrasse 5, 3000 Bern.
- BLS, KARCH, SBB. 2005. Reptilienschutz im Rahmen der Lärmsanierungsprojekte der Eisenbahnen. Naturhistorisches Museum, Bernastrasse 15, 3005 Bern.
- BUWAL. 1996. Forst- und Güterstrassen: Asphalt oder Kies? Bundesamt für Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 247.
- Bachmann, P., T. Bachmann. 1998. Einzelidee 8.01 - Holztransport. Fahrzeugstrasse oder Strassenfahrzeug? Eine Frage der Anpassung. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Bally, A. 1998. Einzelidee 6.09 - Strassenentwässerung. Natur- und landschaftsverträgliche Gullys und Schächte. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Bau- und Umweltschutzdirektion Kanton Basel-Landschaft. 2002. Lärmschutzwände gestalten. Anregungen für die Projektierung von Lärmschutzwänden. Amt für Raumplanung, Kanton Basel-Landschaft.
- Bencke, G.A., C.S.C. Bencke. 1999. The potential importance of road deaths as a cause of mortality for large forest owls in southern Brazil. *Cotinga* 11:79-80.
- Benz, E. 1988. Schlangensterben am Lopper verhindert. LNN. Luzerner Neuste Nachrichten.
- Berthoud et al. 2000. COST 341 Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure - Swiss State of the Art Report (30.6.2000). Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure - Swiss State of the Art Report (30.6.2000).
- Berthoud, G. 1998. Einzelidee 6.12 - Viadukte und Fauna. Gestaltung des freien Raumes unter den Viadukten für die Fauna. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Biber, J.-P. 1994. Transparente Schallschutzwände an Strassen und Vogelschlag (Parois paraphones transparentes et collisions d'oiseaux). Département fédéral des transports, des communications et de l'énergie. Office fédéral des routes.
- Brinkmann et al. 2003. Querungshilfen für Fledermäuse – Schadensbegrenzung bei der Lebensraumzerschneidung durch Verkehrsprojekte. Kenntnisstand - Untersuchungsbedarf im Einzelfall – fachliche Standards zur Ausführung. Positionspapier der Arbeitsgemeinschaft Querungshilfen.
- Bruderer, B. . 2005. Störung nächtlich ziehender Vögel durch künstliche Lichtquellen. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Buser, H., A. Klein, M. Baggenstoss. 1998. Pflegerichtlinien für Grünflächen an Strassen. Tiefbauamt des Kantons Basel-Landschaft, 4410 Liestal.
- CEN. 2003. EU Norm Lärmschutzeinrichtungen an strassen - Teil 2: Allgemeine Sicherheits - und Umweltaforderungen. EN 1794-2:2003. CEN.
- CIE. 2003. Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations. Internationale Beleuchtungskommission, Wien. CIE 150:2003.
- Capelli, F. 2005. Kollisionen mit Tieren - Übersicht / Zusammenfassung. SBB.
- Carnier, T. 1995. Strassentod von Ringelnatter (*Natrix natrix*) und Blindschleiche (*Anguis fragilis*) - Jahresbilanz 1994. Beiträge zur Naturkunde Niedersachsens 48: 48.
- Chervick, T. M. 2005. The evolution of bird collision devices.
- Clevenger, A. P. 2005. Conservation value of wildlife crossings: measures of performance and research directions. *GAIA*. 14/2:124-129.
- DVBU. 2005. Umweltmassnahmen. <http://www.a9-vs.ch/deutsch/umwelt.html>. Departement für Verkehr, Bau und Umwelt (DVBU) Kanton Wallis.

- Dietz. 2001. Leitfaden zur Berücksichtigung des Fledermausschutzes bei der Sanierung von Natursteinbrücken und Wasserdurchlässen.
- Dumont et al. 1999. Faune et Trafics - Actes Proceedings. conférence Lausanne du 18 au 20 octobre 1999. Dumont, Schneider, Tille, LAVOC, EPFL, 1015 Lausanne.
- Dumont et al. 2000. Interactions entre les réseaux de la faune et des voies de circulation. Wechselwirkung zwischen Fauna- und Verkehrsnetzen. UVEK / ASTRA.
- Eisenbeis, G. 2002. Umweltbelastung durch künstliches Licht.  
[http://www.uni-mainz.de/FB/Biologie/Zoologie/abt1/eisenbeis/Homepage\\_Licht\\_Umwelt.htm](http://www.uni-mainz.de/FB/Biologie/Zoologie/abt1/eisenbeis/Homepage_Licht_Umwelt.htm).  
geisenbe@mail.uni-mainz.de.
- Erritzoe, J., T.D. Mazgajski, L. Rejt. 2003. Bird casualties on European roads - a review. Acta Ornithologica. 38 (Vol. 2):77-93.
- Europäisches Komitee für Normung. 1994. Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen; Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung. EN 124. Europäisches Komitee für Normung, Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel.
- Frey, E., J. Niederstrasser. 2000. Baumaterialien für den Amphibienschutz an Strassen. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Artenschutz 3.
- Geiger, E. 2006. Achtung, Auto! Neue Zürcher Zeitung. Nr. 73, 28. März 2006.
- Geise, U., H.J. Zurmühle, A. Borgula, A. Geiger, H.J. Gruber, S. Zumbach, M. Kyek et al. Im Entwurf. Standardisierung von Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibiendurchlassanlagen an Strassen. Naturschutz und Landschaftsplanung.
- Gemeinde Altdorf. 2004. Reglement über den Schutz historischer Natursteinmauern im Aussenraum der Gemeinde Altdorf. 40.13. Gemeinde Altdorf.
- Gerlach, G., K. Musolf. 2000. Fragmentation of landscape as a cause for genetic subdivision in Bank Voles. Conservation Biology. 14:1066-1074.
- Gigon, A., E. Weber. 2005. Invasive Neophyten in der Schweiz: Lagebericht und Handlungsbedarf. [www.cps-skew.ch](http://www.cps-skew.ch). Geobotanisches Institut ETH Zürich, CPS/SKEW.
- Glandt, D., N. Schneeweiss, A. Geiger, A. Kronshage (Hrsg.). 2003. Beiträge zum technischen Amphibienschutz. Laurenti Verlag, Bielefeld.
- Glitzner, I., P. Beyerlein, C. Brugger, F. Egermann, W. Paill, B. Schlögel, F. Tataruch. 1999. Literaturstudie zu Anlage- und Betriebsbedingten Auswirkungen von Strassen auf die Tierwelt. Endbericht [http://www.lfa-saeugetiere.de/download/glitzner\\_1999.pdf](http://www.lfa-saeugetiere.de/download/glitzner_1999.pdf).
- Glutz von Blotzheim, U.N., C. Breitenmoser-Würsten. 1990. Hinweise zum Bau von Brutnischen für Wasseramsel und Bergstelze. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Vollzug Umwelt.
- Guggisberg, W. 2004. Vogelschutz (an SBB Fahrleitungen). Internes Dokument für Sitzung.
- Hoek, H. 1998. Einzelidee 6.03 - Brückenstrukturen. Naturierung von Brückenstrukturen. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Holzgang, O., A. Righetti, H.P. Pfister. 2005. Schweizer Wildtierkorridore auf dem Papier, in den Köpfen und in der Landschaft. Gaia. 14/2:148-151.
- IDA. 1997. Examples of Good and Bad Lighting Fixtures. <http://www.darksky.org/infoshts/is122.html>. International Dark-Sky Association. Information Sheet 122.
- Imfeld, C. 2006. Warnung für das Zürcher Wild. Tages-Anzeiger. 15.11.2006.
- Ineichen, S. 1998. Einzelidee 4.22 - Sanierung alter Mauern. Sanierung und Unterhalt historischer Mauern. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Ineichen, S., H. Schmidt, F. Ungricht. 1998. Einzelidee 6.05 - Kiesstrassen im Quartier. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- luell et al. 2003. COST 341 - Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure. Wildlife and Traffic - A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions. KNNV Publishers.
- Jäger J., R. Holderegger. 2005. Schwellenwerte der Landschaftszerschneidung. GAIA. 14/2:113-118.

- Jäger, J., L. Fahrig. 2004. Effects of road fencing on population persistence. *Conservation Biology*. 1651 - 1657.
- KARCH. 2005. Aménagements à reptiles. unveröffentlicht.
- KARCH, Baudepartement des Kantons Aargau. 1997. Lebensräume für Reptilien. erhalten - aufwerten - gestalten.
- KARCH, Kanton Aargau. 1996. Amphibien im Abwassersystem. Empfehlungen für Massnahmen bei Strassenentwässerungen, Regenbecken und Pumpwerken.
- Kanton Aargau. 2006. Amphibien: Allgemeine Schutzempfehlungen.  
[http://www.ag.ch/natur2001/naturschutzunterhalt/pages/amphibien\\_allgemein.htm](http://www.ag.ch/natur2001/naturschutzunterhalt/pages/amphibien_allgemein.htm). Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau.
- Kanton Aargau. 2006. Amphibien: Permanente Schutzeinrichtungen.  
[http://www.ag.ch/natur2001/naturschutzunterhalt/pages/amphibien\\_permanent.htm](http://www.ag.ch/natur2001/naturschutzunterhalt/pages/amphibien_permanent.htm). Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau.
- Kanton Aargau. Technischer Amphibienschutz im Kanton Aargau (Publikation in Vorbereitung). Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau.
- Kasper, H. 1997. Einzelidee 7.02 - Gewässerdurchlässe. Natur- und landschaftsverträgliche Gewässerdurchlässe. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Einzelidee 7.02.
- Kasper, H. 1998. Einzelidee 4.15 - Mauern als Lebensraum. Optimierte Stützmauern mit Nischen, Spalten und Strukturen. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Kaule, G., H. Reck. 1992. Strassen und Lebensräume. Ermittlung und Beurteilung strassenbedingter Auswirkungen auf die Lebensräume von Pflanzen und Tieren. Universität Stuttgart, Institut für Landschaftsplanung, Stuttgart.
- Keller V., H.-G. Bauer, H.-W. Ley, H.-P. Pfister. 1996. Bedeutung von Grünbrücken über Autobahnen für Vögel. *Der Ornithologische Beobachter* 93: 249-258.
- Keller, I., C.R. Largiader. 2003. Recent habitat fragmentation caused by major roads leads to reduction of gene flow and loss of genetic variability in ground beetles.
- Keller, I., W. Nentwig, C.R. Largiader . 2004. Recent habitat fragmentation due to roads can lead to significant genetic differentiation in an abundant flightless ground beetle. *Molecular Ecology*. 13:2983–2994.
- Kistler, R. 1998. Erfolgreiche Wildwarnanlagen. *Infodienst Wildbiologie & Oekologie*, 8057 Zürich. CH-Wildinfo 6 / 1998.
- Kistler, R. 2002. Wildwarnanlagen bewähren sich. *Infodienst Wildbiologie & Oekologie*, 8057 Zürich. CH-Wildinfo 1 / 2002.
- Klaus G., B. Kägi, R.L. Kobler, K. Maus, A. Righetti. 2005. Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Vollzug Umwelt.
- Kobler, R.L. 2002. Die Lichtverschmutzung in der Schweiz. Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze. Fachhochschule Beider Basel FHBB. Diplomarbeit.
- Koettnitz, J., R. Heuser. 1994. Fledermäuse in großen Autobahn-Brücken Hessens. In: *Die Fledermäuse Hessens*, S. 171-180. Arbeitsgemeinschaft für Fledermausschutz in Hessen; Remshalden-Buoch (Manfred Hennecke).
- Kramer-Schadt, S., E. Revilla, T. Wiegand, U. Breitenmoser. 2004. Fragmented landscapes, road mortality and patch connectivity: modelling influences on the dispersal of Eurasian lynx. *Journal of Applied Ecology* 41: 711-723.
- Kreis, B, P. Latty. 1998. Einzelidee 6.14 - Wildzäune. Tierfreundliche Versetzung der Schutzzäune entlang den Autobahnen. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Krättli, H. 2005. Fassadenbeleuchtungen - ein Naturschutzproblem? Zusammenfassung eines Artikels von Hubert Krättli, *Fledermausanzeiger* 80, Juni 2005. Pro Natura, Basel. Steinbock 3/05.
- LfU. 2005. Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 1 - Grundlagen. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (LfU), Karlsruhe.

- Limpens, H.J.G.A., P. Twisk, G. Veenbas. 2005. Bats and road construction. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwwunde, Delft, Niederlande & Vereniging voor Zoogdierkunde en Zoogdierbescherming, Arnhem, Niederlande.
- Lösekrug, R.-G. 1982. Vogelverluste durch die Eisenbahn im Raum Göttingen. *Angewandte Ornithologie*, Bd. V, Nr. 6.
- Maccaferri. 2002. Etude de Cas - Ceinture ouest de Paris. Soutenement - Mur poids mineral ou vegetalise. [www.maccaferri.fr](http://www.maccaferri.fr). France Maccaferri S.A.S.
- Mader, H.-J. 1984. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. *Biological Conservation*. 29:81-96.
- Mader, H.-J., C. Schnell, P. Kornacker. 1988. Feldwege - Lebensraum und Barriere. *Natur und Landschaft* 6: 251-256.
- Marti, C. 1998. Auswirkungen von Freileitungen auf Vögel. Dokumentation. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 292.
- McDonald, W.R., C.C. St.Clair. 2004. The effects of artificial and natural barriers on the movement of small mammals in Banff National Park, Canada. *Oikos*. 105:397-407.
- Meunier, F.D., C.Verheyden, P. Jouventin. 1999. Use of roadsides by diurnal raptors in agricultural landscapes. *Biological Conservation*. 92:291-298.
- Munguira, M.L., J.A. Thomas. 1992. Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology*. 29:316-329.
- Müller, C., H. Kuppelwieser, R. von Arx, R. Beyeler. 2001. Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen. BUWAL, SBB.
- Müri, H. 1996. Wildtierkorridore im Kanton Aargau. [http://www.ag.ch/umwelt-aargau/pdf/UAG\\_10\\_31.pdf](http://www.ag.ch/umwelt-aargau/pdf/UAG_10_31.pdf). Umwelt Aargau. Nr. 10, August 2000.
- Nill Metallbau AG. Amphibien-Treppen. Nill Metallbau AG, Winterthur. Werbebroschüre.
- Nill Metallbau AG. Gully-Amphibien-Syphon. Nill Metallbau AG, Winterthur. Werbebroschüre.
- Oggier, P., A. Righetti, L. Bonnard (Eds.). 2001. Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen. COST 341. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 332.
- Penn-Bressel, G. 2005. Begrenzung der Landschaftszerschneidung bei der Planung von Verkehrswegen. *Gaia*. 14/2:131-134.
- Ramsden, D.J. 2003. Barn Owls and major roads: results and recommendations from a 15-year research project. <http://www.barnowltrust.org.uk/mrrp.htm>. The Barn Owl Trust.
- Ratzel, M. 1993. Strassenentwässerung - Fallenwirkung und Entschärfung unter besonderer Berücksichtigung der Amphibien. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege, Karlsruhe.
- Reh, W., A. Seitz. 1990. The influence of land use on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria*. *Biological Conservation*. 54:239-249.
- Rico, A., P. Kindlmann, F. Sedlacek. 2005. Do the roads act as real barriers in to the movement of small mammals? Abstract.
- Righetti, A. 1997. Passagen für Wildtiere: Die wildtierbiologische Sanierung des Autobahnnetzes in der Schweiz. Basel, Pro Natura.
- Righetti, A., H. Malli. 2004. Einfluss von ungezäunten (Hochleistungs-) Zugstrecken auf Wildtierpopulationen. Synthesebericht Cost 341. PIU & BiolEx, Bern.
- Rippmann, U. 2006. Langzeitversuch beweist: Der Duftzaun wirkt! *Jagd&Natur*. 6/2006.
- Roll, E. 2004. Hinweise zur ökologischen Wirkungsprognose in UVP, LBP und FFH-Verträglichkeitsprüfungen bei Aus- und Neubaumaßnahmen von Eisenbahnen des Bundes. Eisenbahn-Bundesamt, 50733 Köln.
- Rondinini, C., C.P. Doncaster. 2002. Roads as barriers to movements for hedgehogs. *Functional Ecology*. 16:504-509.
- Röösli T., P. Schaub, S. Herfort. 2005. Naturschauplätze - Leben zwischen Steinen. Umweltschutz Stadt Luzern.
- Röösli T., S. Herfort. 2004. Naturschauplätze - Historische Bauten. Umweltschutz Stadt Luzern.

- SBB. 1994. Grünflächen bei Bahnanlagen, Handbuch für die Projektierung. SBB.
- SIA. 1993. Entsorgung von Bauabfällen. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich. SIA-Empfehlung 430.
- SIA. 1996. Leben zwischen den Steinen - Sanierung historischer Mauern. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich.
- SIA. 1997. Entwässerung von Baustellen. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Zürich. SIA-Empfehlung 431.
- SLG. 2005. Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4. SLG 202:2005. Schweizerische Lichtgesellschaft.
- SVS - Birdlife Schweiz. 2002. Kleinstrukturen - Lebensnetze für die Natur. Schweizer Vogelschutz SVS - Birdlife Schweiz, 8036 Zürich.
- SVS - Birdlife Schweiz. 2003. Kleinstrukturen SVS-Merkblätter. Schweizer Vogelschutz SVS - Birdlife Schweiz.
- Saarinen, K., A. Valtonen, J. Jantunen, S. Saarnio. 2005. Butterflies and diurnal moths along road verges: Does road type affect diversity and abundance? *Biological Conservation*. 123:403-412.
- Schanowski, A., V. Späth. 1994. Überbelichtet - Vorschläge für eine umweltfreundliche Aussenbeleuchtung. Naturschutzbund Deutschland (NABU). Umwelt Politik.
- Scheibe, M.-A. 1999. Über die Attraktivität von Strassenbeleuchtungen auf Insekten aus nahegelegenen Gewässern unter Berücksichtigung unterschiedlicher UV-Emission der Lampen. *Natur und Landschaft*, 74. Jg. 1999 Heft 4.
- Schelbert-Jungo, S. 1999. Amphibien an Aargauer Strassen - 10 Jahre Schutzmassnahmen. Aargauer Naturforschende Gesellschaft. Aarg. Naturf. Ges. Mitt. BD 35, Seite 71-91.
- Schmid, H. 2003. Vogelkiller Glas. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Schmidt, B., S. Zumbach. Im Druck. Amphibian road mortality and how to prevent it: a review. *Herpetological Conservation*. 3.
- Schweizerische Gesellschaft für Wildtierbiologie (Hrsg.). 1995. Wildtiere, Strassenbau und Verkehr. Chur.
- Seiler A., J.-O. Helldin. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. Kluwer. In: Davenport J. & Davenport J.L. (eds.), *The ecology of transportation: managing mobility for the environment*.
- Shaflik, C. 1997. Environmental Effects of Roadway Lighting. Technical Paper prepared at Universtiy of British Columbia, Department of Civil Engineering. International Dark-Sky Association -- Information Sheet 125.
- Simone Pysarczuk. 2004. Die Bedeutung von Brücken für Fledermäuse. Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Salzburg.
- St.Clair, C.C. 2003. Comparative permeability of roads, rivers, and meadows to songbirds in Banff National Park. *Conservation Biology*. 17:1151-1160.
- Stahel, E. 1997. Forst- und Güterstrassen: Sind Kiesstrassen kostengünstiger als Asphaltstrassen? Ein kritischer Kommentar zur BUWAL-Studie 'Forst- und Güterstrassen: Asphalt oder Kies ?' (Schriftenreihe Umwelt Nr. 247, 1996). E. Stahel Dipl. Ing. ETH/SIA, Expertenteam Strassenerhaltung ESTE, Luzern.
- Stoner, D. 1925. The toll of the automobile. *Science* 61: 56-58.
- Sétra. 2005. Aménagements et mesures pour la petite faune. Guide technique. Sétra.
- Trocmé et al. 2002. COST 341 - Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure: The European Review. European Commission Directorate General Transport.
- Trocmé, M. 1997. Freileitungen und Vogelschutz: Tödliche Kollisionen besser vermeiden. [http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/1997\\_4/unterseite13/](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/medien/umwelt/1997_4/unterseite13/). Bundesamt fuer Umwelt, Bern.
- USDA Forest Service. 2005. USDA Forest Service's Wildlife Crossings Toolkit. <http://www.wildlifecrossings.info>. USDA Forest Service.
- Unbekannt. 2005. Good Solutions (Noise barriers & transparent walls). [www.windowcollisions.info](http://www.windowcollisions.info).

- Unbekannt. Bericht über Internationalen Workshop "Vogelschlag".  
<http://www.wien.gv.at/wua/2003/workshop-vogelschlag.htm>.
- Unbekannt. Gebäude vogelfreundlicher bauen. Neues Glas vermindert den Vogeltod  
<http://www.der-pressedienst.de/cms.asp?ID=378&Mode=Detail>.
- VSE. 1997. Vogelschutz an Freileitungen. VSE Druckschrift Nr. 2.9d. Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, 8023 Zürich.
- VSS. 1977. Lebendverbau - Bepflanzung, Ausführung. SN 640 680. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1992. Bepflanzung, Ausführung - Bäume und Sträucher, Artenwahl. SN 640 675a. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1994. Fauna und Verkehr - Wildzäune. SN 640 693a. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1994. Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Erschliessungsstrassen. SN 640 045. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1994. Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen. SN 640 041. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1994. Projektierung, Grundlagen; Strassentypen. SN 640 040b. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1996. Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen. SN 640 699. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1998. Grünräume - Grundlagen. SN 640 660b. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1998. Strassenentwässerung - Aufsätze und Abdeckungen. SN 640 366a. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 1998. Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche. SN 671 560. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2000. Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente. VSS 640 212. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2001. Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen. SN 640 573. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2001. Lärmschutz an Strassen - Grundlagen. SN 640 570. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2001. Strassenprojektierung - Unterhaltsfreundliche Gestaltung von Strassenanlagen. SN 640 039-1. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2002. Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung. SN 640 383a. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2003. Lärmschutzeinrichtungen an Strassen - Nichtakustische Eigenschaften. SN 640 571-7. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2003. Strassenentwässerung - Ablauf, Strassenablauf. SN 640 356. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2003. Strassenentwässerung - Grundlagen. SN 640 340a. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2004. Fauna und Verkehr - Faunalanalysemethoden. SN 640 692. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2004. Fauna und Verkehr - Planungsverfahren. SN 640 691a. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2004. Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen. SN 640 694. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.

- VSS. 2005. Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung. SN 671 250b. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2005. Strassensignale - Anwendung von retroreflektierenden Folien und Beleuchtung. SN 640 871. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2005. Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung. SN 640 725b. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- VSS. 2005. Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau - Grundnorm. SN 640 741. Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute.
- Vucetich, J.A., T. A. Waite. 2000. Is one migrant per generation sufficient for the genetic management of fluctuating populations? *Animal Conservation*. 3:261–266 .
- Völk, F.H., I. Glitzner, M. Wöss. 2001. Kostenreduktion bei Grünbrücken durch deren rationellen Einsatz. Kriterien - Indikatoren - Mindeststandards. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien.
- Weber, D. 1998. Einzelidee 6.07 - Schräge Randsteine. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Weber, D., M. Thommen. 1998. Einzelidee 6.01 - Asphaltrenaturierung. Einfache, ökologisch wirksame Asphaltrenaturierung. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Weber, H.U., T. Schweizer. 1998. Einzelidee 6.06 - Lärmschutzbauten. Integration von Lärmschutzbauten in Siedlungs- und Landschaftsbild. Bundesamt fuer Umwelt, Bern. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280.
- Weibel, U. 2006. Handarbeit oder Maschineneinsatz? Schweizer Vogelschutz SVS - Birdlife Schweiz, 8036 Zürich. 5/06:14-16.
- Wildtier Schweiz. 2004. Bauen & Tiere. <http://www.bauen-tiere.ch>. Wildtier Schweiz.
- Wöll, T. 2003. Oberleitungsanlagen; Vogelschutz an Oberleitungsanlagen. 997.9114. Deutsche Bahn Gruppe.
- Zangger, A. 1995. Ökologische Bedeutung von Grünbrücken für Boden-Arthropoden: Teilstudie an zwei Brücken im Fôret de la Hardt. In: Pfister, H.P., V. Keller, H. Reck, B. Georgii (Eds.): Bio-ökologische Wirksamkeit von Grünbrücken über Verkehrswege. Forschung, Strassenbau und Strassenverkehrstechnik, Bonn.
- Zerbe S. 1989. Untersuchung artspezifischer Bewegungsmuster entlang von Korridoren am Beispiel von Laufkäfern (Carabidae) und Heuschrecken (Acrididae). *Landschaft + Stadt* 21 (3): 100-103.
- Zumbach, S., J. Ryser. 2005. Weiherbau. KARCH, Bernastrasse 15, 3005 Bern.
- Zysset, A., C. Hugli, R. Pfammatter. 2002. Wegleitung - Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen. Vollzug Umwelt. Bundesamt fuer Umwelt, Bern.

## 1 Fragmentierung durch gute Strassenplanung vermeiden

In seltenen Fällen lässt sich eine Zerschneidung wertvoller Lebensräume vermeiden oder sogar rückgängig machen.

*Kategorie: Vermeidung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>1.1 Linienführungen optimieren</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>1.2 Nutzen-Kosten Prüfung mit Berücksichtigung der Landschaftszerschneidung.</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.3 Verkehrswege stilllegen bzw. zurückbauen</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>1.4 Wildtierkorridore schützen</b>	Planung	gross	allgemein	genügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 1.1 Linienführungen optimieren

Bei der Wahl der Linienführung muss darauf geachtet werden, dass schutzwürdige Bereiche (Wildwechsel, grosse Grünflächen, etc.) geschont werden. Oft werden Strassen so in die Landschaft gelegt, dass sie möglichst weit von den umliegenden Siedlungen entfernt sind. Aus Sicht der Lebensraumzerschneidung ist es besser, die Strassen möglichst nahe an die Siedlungsgrenzen zu legen und gute Lärmschutzvorkehrungen zu treffen. Davon profitieren letztlich auch die Anwohner, welche die Grünräume als intakte Naherholungsgebiete nutzen können.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Oft wird in diesem Zusammenhang erwähnt, dass die Linienführung nicht einer ökologischen Grenzlinie folgen sollte, gleichzeitig sollten aber auch einzelne Habitats nicht zerschnitten werden (Oggier et al. 2001). Es dürfte schwierig sein, alle Ansprüche zu vereinen.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird in der Normengruppe Fauna und Verkehr genügend beschrieben. Da es sich um eine Massnahme handelt, die generell angewandt werden sollte, scheint eine Integration in die rein technischen Normen ebenfalls erstrebenswert.

> SN 640 691a: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren (VSS 2004).

S. 10: Es wird beschrieben, wie vorgegangen werden soll damit bei der Planung die Baulinie mit der geringstmöglichen Trennwirkung gefunden wird.

**1.2 Nutzen-Kosten Prüfung mit Berücksichtigung der Landschaftszerschneidung.**

Neubauten von Verkehrswegen sollten kritisch geprüft werden anhand einer Nutzen-Kosten Analyse, die auch Umweltkosten vollumfänglich berücksichtigt (Penn-Bressel 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

In Deutschland ist die Nutzen-Kosten Analyse ein wichtiges Bewertungselement im Strassenbau. Dabei werden die Nutzen einer projektierten Strasse gegen die Kosten aufgewogen, wobei auch Umweltaspekte in die Berechnung einfließen. Die Landschaftszerschneidung wird bei dieser Rechnung bislang aber nicht gebührend berücksichtigt. Bei der vollumfänglichen Berücksichtigung der Umweltkosten müssten die fiktiven Vermeidungskosten ermittelt werden. Man müsste also z.B. berechnen, wieviel es kosten würde, die Strasse über weite Strecken auf einem Viadukt zu führen, damit durch die Strasse keine Trennwirkung für die Tiere entsteht. Diese fiktiven Kosten müssten dann vom Projektnutzen abgezogen werden (Penn-Bressel 2005).

### 1.3 Verkehrswege stilllegen bzw. zurückbauen

Werden neue Verkehrswege gebaut, so kann es sein, dass bestehende Verkehrswege dadurch stark entlastet und in Extremfällen nur selten benutzt werden. In diesem Fall sollte eine Stilllegung und allenfalls ein Rückbau des betreffenden Abschnittes erwogen werden. Dies spart Unterhaltskosten und macht die Zerschneidung des Lebensraumes weitgehend rückgängig. Siehe dazu auch Massnahme 20.1.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Bei Meliorationen führt das Zusammenlegen von Gütern oft auch zu neuen Strassen. Als Grundregel sollte gelten, dass bei Meliorationen die Gesamt-Kilometerzahl der Wirtschaftswege gleich bleiben oder kleiner werden muss (M. Schelbert, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk nicht beschrieben.

- > SN 640 040b: Projektierung, Grundlagen; Strassentypen (VSS 1994).  
     *pg 4: Grundsätze der Netzbildung*  
     *Die Erschliessung soll mit einem Minimum an Strassen sichergestellt werden*

### 1.4 Wildtierkorridore schützen

Wildwechsel im Bereich von Verkehrswegen sollen in den Richt- und Zonenplänen festgehalten und geschützt werden. Sind bei gültigen Zonenplänen Konflikte erkennbar, soll das Land umgezont werden. Es muss unbedingt verhindert werden, dass in der Nähe von bestehenden oder geplanten Wildtierpassagen Siedlungs- oder Gewerbeaktivität den Wildtierkorridor stört (optimal: minimaler Abstand von 250 m zwischen Korridor und bewohnten Gebäuden). Dies ist eine wichtige Massnahme um die Funktionalität von Wildtierpassagen und damit den Wert einer teuren Investition über grössere Zeiträume zu sichern (Völk et al. 2001).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Fauna und Verkehr*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

#### Details

Inzwischen wurde diese Forderung in einem Grossteil der Kantone auf politischer Ebene umgesetzt (Holzgang et al. 2005).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk Fauna und Verkehr ausführlich beschrieben. Da es sich um eine Massnahme handelt, die generell angewandt werden sollte, scheint eine Integration in die rein technischen Normen ebenfalls erstrebenswert.

- > SN 640 692: Fauna und Verkehr - Faunaauswertungsmethoden (VSS 2004).  
S. 12, Grundsätze; ganzer Abschnitt ist diesem Thema gewidmet
- > SN 640 691a: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren (VSS 2004).  
S. 6, Zweck: Vermeidung der Unterbrechung der Vernetzungsachsen

## 2 Amphibienfreundliche Sammelbecken

Unzählige Kleintiere fallen in Entwässerungsschächte, weil sie durch die Leitwirkung des Randsteins direkt auf die Einlaufschächte geführt werden oder weil sie diese Orte wegen der verlockenden Feuchtigkeit aufsuchen. Ausstiegshilfen bei unterirdischen Sammelbecken, etwa bei Kläranlagen, ermöglichen den Tieren den Ausstieg aus dem Entwässerungssystem.

Diese Massnahme entspricht eigentlich einer Symptombekämpfung; besser wäre die Sicherung der Einlaufschächte. Es werden nur diejenigen Tiere gerettet, welche die Reise durch das Kanalisationssystem überlebt haben (meist nur die Amphibien), ausserdem werden die Tiere über grössere Distanzen verfrachtet und von ihrem Weg abgebracht. Es liegt auch nicht jedes Sammelbecken in einer Umgebung mit guten Lebensräumen für die geretteten Tiere. Umgekehrt ist aber auch nicht immer ohne weiteres feststellbar, woher die Tiere angeschwemmt werden.

Der Kanton Aargau hat viel Erfahrung gesammelt beim Bau von Ausstiegshilfen. Die Verantwortlichen wollen dazu noch dieses Jahr eine Publikation veröffentlichen (B. Schelbert, pers. Mitt.).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung Integration</i>	
<b>2.1 Naturnahe Retentionsbecken</b>	Planung	gross	allgemein	unbekannt
<b>2.2 Offene Retentionsbecken: Amphibiensicher gestalten</b>	Planung	gross	allgemein	unbekannt
<b>2.3 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einbauen</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>2.4 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einplanen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 2.1 Naturnahe Retentionsbecken

Naturnah gestaltete Retentionsbecken können attraktive Lebensräume für Amphibien, Insekten, und andere Tiere sein. Allerdings ist mit erheblichem Schadstoffeintrag und unnatürlichen Wasserstandsschwankungen zu rechnen.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Strassenentwässerung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *unbekannt*

### Beispiele



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.

## 2.2 Offene Retentionsbecken: Amphibiensicher gestalten

Offene Retentionsbecken mit steilen Wänden sollten mit einem Kleintierzaun geschützt werden, damit Amphibien und andere feuchtigkeitssuchende Kleintiere nicht abstürzen und verenden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: unbekannt*

### Beispiele



**Schutzzaun von Sammelbecken bei Lully.**

Foto: M. Trocmé

### 2.3 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einbauen

Falls der Eintrag von Tieren in das Entwässerungssystem nicht an der Quelle (Abläufe entlang Verkehrsweg) verhindert werden kann, so kann man den fortgespülten Tieren ermöglichen, mittels Rampen oder Röhren aus den Regenbecken und Pumpwerken auszusteigen (KARCH 1996). Diese Massnahmen kann viele Tiere retten, entspricht aber eher einer Symptom- als einer Ursachenbekämpfung.

Der nachträgliche Einbau von Ausstiegshilfen wird wesentlich erleichtert, wenn bei der Konstruktion des Beckens gewisse Vorgaben eingehalten wurden. Siehe dazu Massnahme 2.4.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Schwierigkeiten:

- Es gibt viele technische Schwierigkeiten zu meistern. Werden bereits bei der Konstruktion des Sammelbeckens Anforderungen von Ausstiegshilfen berücksichtigt, so ist der Einbau einer Rampe kostengünstiger und die Funktionalität grösser (B. Schelbert, pers. Mitt.).
- Viele Tiere überleben den Weg vom Ablauf bis zum Sammelbecken nicht, insbesondere die Nicht-Amphibien.
- Es muss gewährleistet werden, dass die Tiere beim Verlassen des Sammelbeckens einen geeigneten Lebensraum vorfinden.
- Die Tiere verlassen das Entwässerungssystem weit weg von dort, wo sie ursprünglich hineingefallen sind. Es ist unklar, wie Amphibien damit umgehen, dass sie von ihrer angestrebten Wanderroute abgekommen sind.
- Unbekannt ist ausserdem, wie stark der lange Aufenthalt in den schmutzigen Abwässern die Gesundheit der Tiere beeinträchtigt (B. Schelbert, pers. Mitt.).

Die Firma Nill Metallbau AG bietet Systeme an, die in Zusammenarbeit mit Kanton Aargau entwickelt und erprobt wurden.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



**Ausstiegshilfe, die direkt ins Freie führt.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Ausstiegshilfe mit Eimer als Sammelgefäss, welches regelmässig geleert werden muss.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 2.4 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einplanen

Beim Bau eines Sammelbeckens sollten gewisse Massnahmen getroffen werden, die einen nachträglichen Einbau von Ausstiegshilfen erleichtern. Der Kanton Aargau hat interne Richtlinien, die bei jedem Neubau angewandt werden (B. Schelbert, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Beispiele für mögliche Kriterien:

- Bei Pumpwerken soll der Pumpensumpf schräge Wände aufweisen, ansonsten reicht die Aufstiegshilfe nicht tief genug hinab.
- In den Wänden sollten von Beginn weg schräge Löcher eingeplant werden, durch die die Tiere ins Freie geführt werden können.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 3 Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten

Naturnahe Böschungen und Strassenränder sind wertvolle Lebensräume, bieten Vernetzung entlang des Verkehrsträgers und gewährleisten dadurch die Erreichbarkeit von Naturräumen und Wildtierpassagen. Durch die gesteigerte Längsvernetzung wird somit auch die Quervernetzung über die Verkehrsanlage hinweg gesteigert.

Die gezielte Aufwertung von Begleitflächen besitzt viel Potential: Die Gesamtfläche des Grünraums an unseren Verkehrswegen ist dreimal grösser, als alle Naturschutzgebiete zusammen (ohne Nationalpark; Oggier et al. 2001). Von Begleitflächen können aber auch Gefahren ausgehen: Aufgrund der langen und sehr schmalen Form des Lebensraums ist die Mobilität der Tiere beschränkt, was erhöhte Anfälligkeit auf Krankheiten, Störung und Prädation bedeuten kann (Korridor-Effekt). Durch die Nähe zum Verkehr ist zudem ein erhöhtes Mortalitätsrisiko durch Zusammenstösse vorhanden.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>3.1 Begleitflächen für Amphibien</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.2 Begleitflächen für Reptilien</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.3 Begleitflächen in ein Vernetzungskonzept einbeziehen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.4 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten</b>	Siehe Massnahme 22.1.			
<b>3.5 Böschungsstabilisierung vernetzungsfreundlich lösen</b>	Siehe Idee 14.			
<b>3.6 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>3.7 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>	Anpassung	gross	allgemein	genügend
<b>3.8 Kleinstrukturen bzw. Unordnung entstehen lassen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.9 Kleinstrukturen bzw. Unordnung schaffen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.10 Naturnahe Vegetationspflege entlang von Verkehrsträgern</b>	Siehe Idee 15.			
<b>3.11 Risiko der ökologischen Falle prüfen</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.12 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen</b>	Siehe Massnahme 17.6.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 3.1 Begleitflächen für Amphibien

Böschungen können auch für Amphibien wertvolle Lebens- und Ausbreitungsräume darstellen. Vegetationsarme Entwässerungsgräben entlang von Bahntrassen dienen beispielsweise verschiedenen Amphibien als Laichhabitat (Roll 2004).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Beispiel für kleine Feuchthabitate in Begleitflächen von Verkehrswegen.



Beispiel für kleine Feuchthabitate in Begleitflächen von Verkehrswegen.



Beispiel für kleine Feuchthabitate in Begleitflächen von Verkehrswegen.



Neu angelegte Weiher bei Hochdorf. Die Weiher können trockengelegt werden (Entwässern in den Bach), um die Lebensbedingungen für Pionierarten zu erhalten.

### 3.2 Begleitflächen für Reptilien

Bahntrassen bieten durch die Kombination aus Schotter, Begleitvegetation und Sonnenexposition ideale Lebensbedingungen für Reptilien. In unserer aufgeräumten Landschaft stellen die Begleitflächen der Bahngeleise einen überaus wichtigen Lebens- und Vernetzungsraum dar für nahezu sämtliche Reptilienarten der Schweiz. Reptilienfreundliche Böschungen weisen Stein- und Holzansammlungen als Versteck- und Sonnenplätze auf. Diese Kleinstrukturen sollten von einer ausgeprägten Krautschicht umgeben sein, die ebenfalls Schutz und günstige mikroklimatische Eigenschaften bietet (Meyer 2005).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Zur Aufwertung von Böschungen als Reptilienhabitate gibt die KARCH (Meyer 2005; A. Meyer, pers. Mitt.) folgende Empfehlungen heraus:

Steinlinsen:

- Pro Are eine Steinlinse von 2 m<sup>2</sup> Grösse, zu 4/5 aus Gestein und 1/5 aus Sand.
- Unterschiedliche Grösse und Lage der Linsen.
- Mindestens alle 50 m eine Linse, die in frostfreie Tiefen (1 m) hinabreicht.
- Grenzbereich von Steinlinsen sollte mit Vegetation verzahnt sein, nicht linear.

Steinplatten:

- Pro Are eine Steinplatte von 1 m<sup>2</sup> Grösse, mit einer Sandunterlage von 5 cm.

Vegetation:

- niedrige, mehrjährige, verfilzte Vegetation. Als pflegeleichte Arten hat sich z.B. Efeu (*Hedera helix*) bewährt. Die ebenfalls vorgeschlagene Waldrebe (*Clematis* sp.) ist für die SBB eine Problempflanze und deshalb in Bahnböschungen nicht erwünscht (M. Ammann, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Steinlinse an Böschung



Streuhaufen als Nistmöglichkeit für Ringelnattern.

### 3.3 Begleitflächen in ein Vernetzungskonzept einbeziehen

Verkehrswege bilden in unserer Landschaft ein engmaschiges Netz, das sich über weite Distanzen erstreckt. Böschungen und andere grüne Säume dieser Verkehrswege eignen sich deshalb ausgezeichnet, um verschiedene Lebensräume miteinander zu verbinden (Längsvernetzung von Habitaten). Wird ein Vernetzungskonzept ausgearbeitet, so können die Verkehrsbegleitflächen spezifisch für gewisse Tiergruppen gestaltet werden, so dass der jeweilige Vernetzungszweck bestmöglich erfüllt wird.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**3.4 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten**

Siehe Massnahme 22.1.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

### 3.5 Böschungsstabilisierung vernetzungsfreundlich lösen

Siehe Idee 14.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Idee]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**3.6 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen**

Siehe Massnahme 23.2.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

### 3.7 Gehölze als Elemente der Vernetzung

Büsche und Bäume dienen deckungsliebenden Tieren und strukturliebenden Fledermausarten als Leitstrukturen. Durch die Anlage und Pflege eines Heckennetzwerkes kann die Vernetzung von Lebensräumen und Wildtierpassagen gezielt verbessert werden. Dies kann auch genutzt werden um die allgemeine Vernetzung in leerräumten Kulturlandschaften zu verbessern, z. B. indem Gehölze entlang von Wirtschaftswegen angelegt werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).

S. 4, Tab. 1: "Vernetzung: Vernetzung von Lebensräumen durch lineare bzw. punktuelle Verbindungen (z.B. Hecken, Baumgruppen); Vernetzung der Lebensräume ist vor allem für die Erhaltung der einheimischen Fauna wichtig. Bestehende mit geplanten Grünräumen in der Umgebung vernetzen. Bestehende Wildwechsel berücksichtigen."

### 3.8 Kleinstrukturen bzw. Unordnung entstehen lassen

Kleinstrukturen würden oft auch von selber entstehen, oft wird dies jedoch durch übermässige Ordnungsliebe beim Unterhalt verhindert. Mut zur Unordnung ist gefragt - wenn man z.B. einen Zaun abreisst, so kann man die Holzpfähle auch einfach stehen oder liegen lassen, beim Mähen kann ein Teil des Mähgutes als Grashaufen vor Ort zurückgelassen werden.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Kleinstrukturen bedürfen nicht zwingenderweise eines grossen Aufwandes. Oft entstehen sie von selbst...



... wenn man sie nur lässt, und nicht immer versucht, alles "sauber" aufzuräumen.

### 3.9 Kleinstrukturen bzw. Unordnung schaffen

Kleinräumige Strukturen bieten unzählige Nahrungs-, Versteck- und Nistmöglichkeiten für Kleintiere. Will man in unserer ausgeräumten Landschaft attraktiven Lebensraum schaffen, so muss die strukturelle Unordnung wieder hergestellt werden, z.B. durch Gras-, Ast- und Steinhaufen, Abtragen von Humus, einbringen von Sand, stehendes und liegendes Totholz, verfilztes Gras, vielfältige Hecken, verzahnte und ausgebuchtete Vegetationslinien, etc. (Karch 1997, SVS 2002, SVS 2003).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Mit Kleinstrukturen können gefährdete Artengruppen wie z.B. Reptilien gezielt gefördert werden.



Ein interessantes Steinelement entlang der A1.  
Foto: M. Trocmé



Kleinstrukturen in Feuchtgebieten.



Kleinstrukturen in Feuchtgebieten.

**3.10 Naturnahe Vegetationspflege entlang von Verkehrsträgern**

Siehe Idee 15.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Idee]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

### 3.11 Risiko der ökologischen Falle prüfen

Attraktive Lebensräume gepaart mit überproportional hoher Mortalität stellen eine ökologische Falle dar, die einer Population mehr schadet als nützt (Oggier et al. 2001). Aufgrund der geringen Breite des Lebensraumes sowie der Nähe zu Fahrbahn und Verkehr bestehen in Begleitflächen von Verkehrswegen erhöhte Gefahren. Es ist deshalb zu prüfen, ob die bestehende Strukturen, Aufwertungs- oder Pflegemassnahmen tatsächlich eine Tierart zu fördern vermögen oder nicht eher eine Gefahr für die Population darstellen (Trocmé et al 2002).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die Überprüfung dieser Problematik dürfte sich in der Praxis als sehr schwierig erweisen. Für die meisten Tierarten in Begleitflächen überwiegen die Vorteile des Lebensraums die Nachteile einer möglicherweise erhöhten Mortalität. Bei den Greifvögeln, die je nach Art erheblich unter Verkehrsmortalität leiden, scheint eine Überprüfung der Problematik wünschenswert.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

**3.12 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen**

Siehe Massnahme 17.6.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

## 4 Beleuchtung: Lichtemission reduzieren

Der Begriff Lichtemission (oft auch Lichtverschmutzung genannt) bezeichnet die unerwünschte Erhellung des Nachthimmels durch künstliche Lichtquellen. Eine grobe Schätzung für Deutschland besagt, dass die Strassenbeleuchtung für ca. 30-50% der Lichtemission verantwortlich ist (R. Kobler, pers. Mitt.). Ein grosser Teil dieser Lichtemission wird verursacht durch reflektierende Bodenoberflächen wie Asphalt und Beton. Eine weitere grosse Quelle von Lichtemission erfolgt durch direkte Lichtabgabe in den Himmel (Shaflik 1997), was man durchaus verhindern könnte.

Massnahmen gegen unerwünschte Lichtemissionen sind besonders wirksam an Verkehrslinien zwischen Ortschaften sowie am Siedlungsrand. Diese Zonen grenzen direkt an natürliche Biotope, weshalb sich schlecht geplante Beleuchtungen hier besonders verheerend auswirken. Die Internationale Beleuchtungskommission schlägt deshalb vor, dass für solche Zonen strengere Kriterien gelten sollen, als beispielsweise in der Innenstadt (CIE 2003).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>4.1 Abschirmung zur Verhinderung von Streulicht nach oben</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.2 Auf Beleuchtung verzichten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.3 Beleuchtung zeitlich begrenzen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.4 Beleuchtungshöhe reduzieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.5 Lampengehäuse ohne Öffnungen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.6 Lichtstreuung optimieren</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.7 Lichtstärke minimieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.8 Natriumdampflampen bevorzugen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.9 Reflektierende Beschriftungen und Markierungen</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

#### 4.1 Abschirmung zur Verhinderung von Streulicht nach oben

Beleuchtungen sollten möglichst wenig Streulicht in den Nachthimmel abgeben. Dieses Ziel kann erreicht werden, wenn Lampengehäuse horizontal montiert werden und das sogenannte Full-Cutoff-Kriterium einhalten (keine konstruktionsbedingte Lichtabgabe über die Horizontale nach oben).

Umsetzung: allgemein  
Typ: Planung

Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente  
Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

##### Details

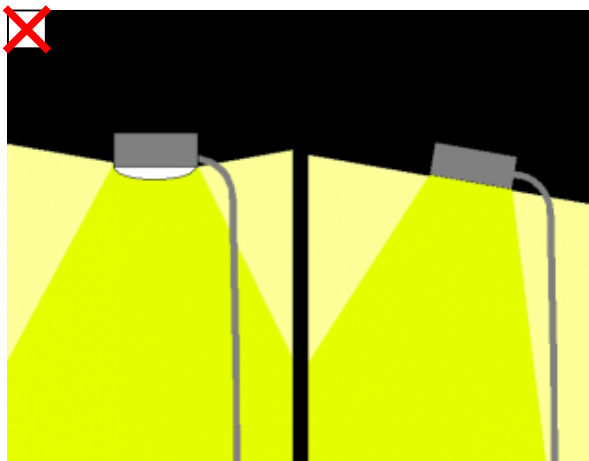
Ein gutes Merkmal ist ein flaches, seitlich nicht sichtbares Abdeckglas. Das Abschirmungskriterium wird hintergangen, wenn der Glühkörper oder ein wannenförmiges Schutzglas unten am Gehäuse herausragt, oder wenn das Gehäuse schräg montiert wird (z.B. auf angewinkelten Kandelabern). Die International Dark-Sky Association (IDA) vergibt ein Label namens "Fixture Seal of Approval", welches die optimale Abschirmung bescheinigt. Hersteller von Lampenfassungen können ihre Produkte von der IDA zertifizieren lassen.

##### Integration im Normenwerk

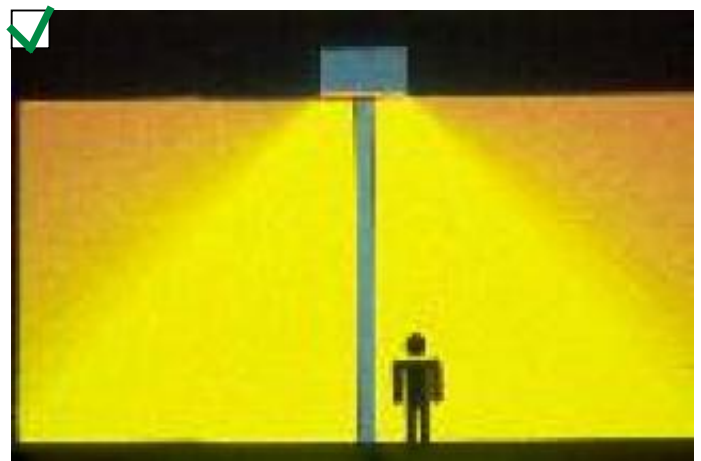
Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).
- > SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

##### Beispiele



Bauchige Deckgläser bzw. eine schräge Ausrichtung der Lampe verursachen Streulicht, das über die Horizontale in den Nachthimmel abstrahlt.



Der Idealfall: Die Leuchte dieser Lampe ist nach oben vollständig abgeschirmt (Full-Cutoff Kriterium).  
Bild: International Dark-Sky Association



Gut: Weder Leuchtkörper noch Schutzgläser ragen unter der Abdeckung heraus, die Lampe ist horizontal montiert.



Diese Leuchte erfüllt die Abschirmungskriterien.



Diese Lampentyp strahlt in alle Richtungen, so auch direkt nach oben.



Diese Scheinwerfer zielen zwar primär auf den Boden, strahlen seitlich aber in alle Richtungen und damit auch in den Nachthimmel.



Auch dieses Modell erfüllt die strengen Full-Cutoff-Kriterien wohl nicht vollumfänglich.

## 4.2 Auf Beleuchtung verzichten

Unter Umständen kann es sich lohnen, bei geplanten oder bestehenden Beleuchtungsanlagen die Notwendigkeiten genau abzuklären. Ein Verzicht auf Beleuchtungen verringert einerseits die Lichtemissionen, andererseits auch den Wartungsaufwand. Dabei müssen natürlich die Aspekte der Sicherheit im Auge behalten werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).

### 4.3 Beleuchtung zeitlich begrenzen

Zu Randstunden (z.B. 23 h - 5 h) kann die Beleuchtung minimiert bzw. abgeschaltet werden. Eine sogenannte Halbschaltung reduziert die Beleuchtung um 50 - 60 %. Halbschaltungen bzw. eine vollständige Abschaltung der Beleuchtung sind schon in einigen Gemeinden verwirklicht (J. Imfeld, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Insbesondere die Beleuchtung von Werbetafeln ist nicht zu jeder Nachtzeit notwendig. In der Stadt Liestal müssen Leuchtreklamen nachts von 2-6 Uhr abgeschaltet werden (Klaus et al. 2005)

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).

#### 4.4 Beleuchtungshöhe reduzieren

Eine grosse Zahl niedriger Masten mit energieschwachen Leuchten zieht viel weniger Insekten an, als wenige, starke Leuchten, die hoch in den Himmel ragen. Dies hat damit zu tun, dass Licht, welches aus Sicht der Insekten oberhalb des Horizonts liegt, am meisten Anziehungskraft auf die Tiere ausübt (Schanowski & Späth 1994).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).

#### 4.5 Lampengehäuse ohne Öffnungen

Lampengehäuse mit Öffnungen sind tödliche Fallen für Insekten. Diese dringen durch Spalten ins Lampeninnere ein und finden nicht mehr heraus (Eisenbeis 2002).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

#### 4.6 Lichtstreuung optimieren

Die Beleuchtungsrichtung hat immer von oben nach unten zu erfolgen. Durch Einsatz von Abschirmungen und Reflektoren an der Lampe kann die Lichtführung kontrolliert und dadurch mit geringerer Lichtstärke eine gleichwertige Beleuchtung erreicht werden (Kobler 2002).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

#### Beispiele



Solche Bodenstrahler strahlen direkt in den Nachthimmel.

#### 4.7 Lichtstärke minimieren

Zur Berechnung der minimal notwendigen Beleuchtungsstärke existieren Europäische Normen, sowie Ergänzungsnormen der Schweizerischen Lichtgesellschaft, SLG.

Elektronische Vorschaltgeräte, mit denen die Beleuchtungsstärke feinreguliert werden kann, werden immer häufiger auch bei Strassenbeleuchtungen mit eingebaut. Die Steuerung der Systeme ist aber noch nicht ausgereift (J. Imfeld, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

#### 4.8 Natriumdampflampen bevorzugen

Natriumdampflampen ziehen deutlich weniger Insekten an und verbrauchen erheblich weniger Energie als Quecksilber-Hochdrucklampen. Im Bereich der Strassenbeleuchtung sollten ausgediente Quecksilberdampflampen sukzessive durch Natriumdampflampen ersetzt werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

##### Details

Die UV- und Blaugrün-Anteile des Lichtes erhöhen die Attraktionswirkung auf Insekten. Natriumdampflampen schneiden aufgrund ihres beschränkten Farbspektrums und ihres geringen Energieverbrauchs in ökologischer und wirtschaftlicher Hinsicht am besten ab. Das weissliche Licht von Quecksilberdampf- und Metallhalogenleuchten wird als ästhetisch besser erachtet. Im Bereich der Strassenbeleuchtung sollten diese ästhetischen Überlegungen den ökologischen und wirtschaftlichen Argumenten weichen, und folglich ausgediente Quecksilberdampflampen sukzessive durch Natriumdampflampen ersetzt werden. Die durchschnittliche Lebensdauer einer Strassenlampe beträgt rund 10,000 Stunden.

Übersicht zu den gängigsten Lampentypen:

- Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (QDHL)

verglichen mit anderen Lampentypen stärkste Attraktionswirkung der Insekten, stärkster Energieverbrauch; weissliches Licht mit guter Farbwiedergabe

- Natriumdampf-Hochdrucklampen (NDHL)

Ca. 50% Energieverbrauch einer QDHL, ca. 50% weniger Attraktionswirkung auf Insekten als QDHL; gelbliches Licht mit teilweiser Farbwiedergabe.

- Natriumdampf-Niederdrucklampen (NDNL)

Effizienteste Lichtquelle, höchste Lumenausbeute, ausserdem Attraktionswirkung auf Insekten ca. 90% kleiner als bei QDHL (nach wie vor ungünstig z.B. für Glühwürmchen); monochromatisches, gelbliches Licht, Farbsehen ist nicht möglich. Wird immer weniger eingesetzt, auch weil eine präzise Lichtlenkung durch die Grösse der Birnen erschwert wird.

- Metallhalogenlampen (MH)

Weissliches Licht wie QDHL, bei ähnlichem Energieverbrauch wie QDHL. Trotzdem schlechtere Wirtschaftlichkeit, da teurer als QDHL in der Anschaffung aber nur ca. halb so lange Lebensdauer. Beliebt in Kernzonen mit Fussgängern.

Quellen: Kobler 2002; Shaflik 1997; Eisenbeis 2002; R. Kobler, J. Imfeld, A. Zwahlen, pers. Mitt.

##### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

#### 4.9 Reflektierende Beschriftungen und Markierungen

Reflektierende Beschriftungen und Markierungen auf Wegweisern bzw. Inselfosten können eine Beleuchtung ersparen (A. Zwahlen, pers. Mitt.). Dadurch können unnötige Lichtemissionen reduziert werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > SN 640 871: Strassensignale - Anwendung von retroreflektierenden Folien und Beleuchtung (VSS 2005).

*Vorteile gegenüber beleuchteten Signalen in Bezug auf Lichtemissionen werden nicht erwähnt.*

*3 Zweck: "Die Norm bezweckt eine – innerhalb der verschiedenen Strassentypen – einheitliche Anwendung der retroreflektierenden Folien und der Beleuchtung bei Strassensignalen."*

## 5 Entwässerungssystem: Kleintierverluste bei Abläufen reduzieren

Unzählige Amphibien und andere Kleintiere verenden in Abläufen der Strassenentwässerung. Das Problem muss auf mehreren Ebenen angegangen werden. Zum einen muss die verhängnisvolle Leitwirkung von Randsteinen aufgehoben werden; Tiere sollten die Fahrbahn möglichst leicht verlassen können. Zusätzlich kann entweder den Tieren den Zugang zur Kanalisation verwehrt oder aber eine Ausstiegsmöglichkeit vor Ort gewährt werden. Meistens ist eine Kombination verschiedener Massnahmen notwendig. Wie Erfahrungen an Amphibienzugstellen zeigen, werden Amphibien von den feuchten Schächten regelrecht angelockt.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>5.1 Ausstiegshilfe: Amphibiensyphon</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.2 Ausstiegshilfe: Schacht mit externer Fluchtröhre</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.3 Ausstiegshilfe: Schacht mit interner Fluchtröhre</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.4 Einlauf vom Bordstein absetzen</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>5.5 Einlaufrost mit Gitter bespannen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.6 Einlaufrost mit schmalen Schlitzen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.7 Einlaufrost-Teilabdeckung mit Blech oder Gitter</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.8 Entwässerung des Schlammeimers verbessern</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.9 Grosse Schachtöffnungen vermeiden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.10 Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen</b>	Siehe Idee 10.			
<b>5.11 Randstein unterhöhlen</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.12 Schächte auf Fallenwirkung überprüfen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.13 Tiere von Hand aus Schacht befreien</b>	Unterhalt	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>5.14 Öffnung des Ablaufs anheben, bzw. Umgebung absenken</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 5.1 Ausstiegshilfe: Amphibiensyphon

Der Amphibiensyphon ist eine Entwicklung der Firma Nill Metallbau AG. Der Nill-Amphibiensyphon ist eine Art Kasten, der unterhalb des Einlaufrosts in den Ablaufschacht montiert wird. Tiere, die durch den Einlaufrost fallen, können aus eigener Kraft wieder an die Oberfläche klettern. Dies nützt ihnen aber nur, wenn in unmittelbarer Nähe zum Einlauf eine Möglichkeit besteht, die Fahrbahn zu verlassen!

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Funktionsprinzip: Tiere, die in den Syphon fallen, können auf einer schrägen, rutschfesten Oberfläche wieder nach oben klettern. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich eine unbeschichtete Metallwand, die das Wasser in den Schacht abfließen lässt, für Tiere aber eine Barriere darstellt.

Bei Ausstiegshilfen im Allgemeinen ist es wichtig, dass sie auch für kleine Tiere funktionieren. Ein Problempunkt könnte beim Übergang vom Syphon zum Senkloch bzw. Rost vorhanden sein. Für eine optimale Funktionstüchtigkeit ist deshalb eine saubere Einpassung ins Senkloch wichtig (S. Zumbach, pers. Mitt.). In Hausen bei Brugg werden sie im Herbst herausgenommen und gereinigt (B. Zettel, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme sollte im VSS-Normenwerk behandelt werden.

> SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*Die Massnahme wird nicht besprochen*

### Beispiele



Amphibiensyphon der Firma Nill Metallbau AG (Winterthur). Der rutschfeste Ausstieg für die Amphibien (dunkle Fläche) zeigt nach hinten, vorne im Bild ist der Ausgang für das Wasser zu sehen.



Amphibiensyphon im Ablauf montiert.



Amphibiensyphon im Ablauf montiert.

## 5.2 Ausstiegshilfe: Schacht mit externer Fluchtröhre

Eine externe Fluchtröhre führt von einem Loch im Schacht schräg durch das Erdwerk nach oben in die Umgebung und ermöglicht so Kleintieren den Ausstieg aus dem Schacht. Im Gegensatz zu anderen Ausstiegssystemen landen die Tiere hier nicht wieder auf der Strasse (womit sie unter Umständen wieder mit dem Randstein-Problem konfrontiert sind), sondern neben der Fahrbahn.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Methode Amphibtec (P. Häfliger, pers. Mitt.): Die Fluchtröhre dringt relativ hoch in den Schacht ein, wird im Schachtinnern über den Tauchbogen bis in die Nähe des Schachtgrundes geführt und bietet mehrere Einstiegsstellen. Die geringe Bohrtiefe erlaubt ein kostengünstiges Nachrüsten bestehender Schächte auch bei engen Platzverhältnissen. Der Erfinder, Peter Häfliger, hat die Methode mit Erfolg getestet und zur Patentierung angemeldet.

Methode BiCon (Bally 1998): Die Fluchtröhre mündet auf Höhe des Wasserspiegels in den Schacht. Beim Nachrüsten eines bestehenden Einlaufs benötigt diese Methode ein tiefes Loch, weshalb nachträgliche Einbauten eher schwierig zu realisieren sind. Falls sich der Wasserspiegel auf ein tiefes Niveau absenkt (z.B. bei undichtem Schacht), so haben die Tiere keine Möglichkeit mehr, die Ausstiegsstelle zu erreichen. Diese Methode wurde noch nie verwirklicht.

Unterhalt: Die Röhre muss gelegentlich gereinigt werden, damit sie nicht mit Laub oder ähnlichem verstopft wird. Dies kann im Zuge der regelmässigen Schachtreinigungen vorgenommen werden.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



**Amphibien, die in den Schacht fallen, klettern oft auf den Tauchbogen.**

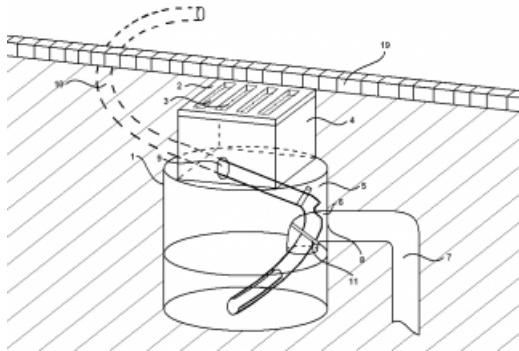
Foto: P. Häfliger, Gelfingen



**Nicht alle Tiere schaffen es, auf den Tauchbogen zu klettern (besonders Kleinsäuger und Blindschleichen dürften Mühe haben).**

Foto: P. Häfliger, Gelfingen

Variante 1

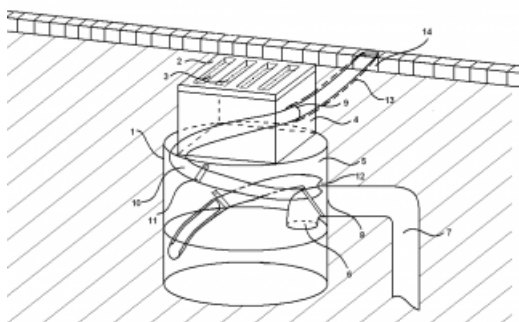


**Methode Häfliger:** die Röhre dringt relativ hoch in den Schacht ein und wird im Schachtinnern in die Tiefe geführt (Variante 1). Diese Technik wurde in der Praxis bereits erfolgreich getestet.  
Bild: P. Häfliger, Gelfingen

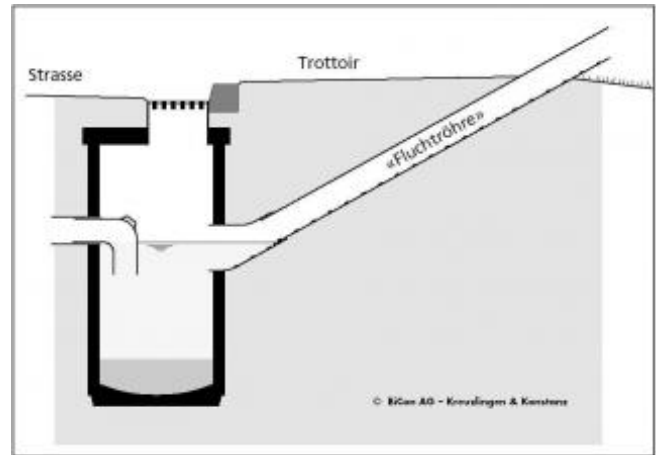


**Methode Häfliger Variante 1.**  
Foto: P. Häfliger, Gelfingen

Variante 2



**Methode Häfliger, Variante 2:** Der Ausstieg für die Amphibien befindet sich direkt im Bordstein. Diese besonders platzsparende Variante wird gegenwärtig getestet.  
Bild: P. Häfliger, Gelfingen



**Methode BiCon:** die Fluchröhre mündet auf Höhe des Wasserspiegels in den Schacht.  
Bild: A. Bally, BiCon AG



**Dieses Tier hat den Ausstieg gefunden.**  
Foto: P. Häfliger, Gelfingen



Dieser Schacht fängt jedes Jahr unzählige Amphibien, obwohl der Bordstein sehr niedrig und z.T. sogar abgeflacht ist. Eine Ausstiegshilfe ist deshalb unabdingbar.

### 5.3 Ausstiegshilfe: Schacht mit interner Fluchröhre

Bei dieser Ausstiegshilfe führt eine Röhre spiralförmig vom Schachtboden zum Einlaufrost. Sie wurde versuchsweise getestet, mit Erfolg (Ratzel 1993). Da die Tiere über den Ausstieg auf die Fahrbahn gelangen, ist es wichtig, dass in unmittelbarer Nähe zum Einlauf eine Möglichkeit besteht, die Fahrbahn zu verlassen!

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 5.4 Einlauf vom Bordstein absetzen

Indem der Einlauf nicht direkt am Randabschluss liegt, fallen Tiere, die sich dem Randstein entlang fortbewegen, nicht automatisch in den Schacht (Berthoud et al. 2000). Feuchtigkeitssuchende Tiere fallen aber nach wie vor hinein. Die Entwässerung der Strasse muss natürlich gewährleistet bleiben, ebenso wie die Verkehrssicherheit.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Strassenentwässerung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *mittel*

Normierung: *nicht vorh.*

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 366a: Strassenentwässerung - Aufsätze und Abdeckungen (VSS 1998).  
S. 12: "Schächte sind nach Möglichkeit ausserhalb der Radspuren zu versetzen".

### Beispiele



Eine Entwässerung in der Strassenmitte verhindert, dass Tiere, die dem Randstein folgen, automatisch in die Schächte fallen (Martigny).

Foto: M. Trocmé



Hier wurde der Randabschluss bewusst ausgebuchtet, um Amphibien um den Einlaufrost herumzuführen.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 5.5 Einlaufrost mit Gitter bespannen

Ein Drahtgeflecht auf oder unter dem Einlaufrost verhindert, dass Kleintiere in den Ablauf stürzen. Dies ist eine wartungsintensive, aber einfache und zuverlässige Methode um Abstürze zu verhindern. Auch feuchtigkeitsbedürftige Tiere, welche den Ablauf gezielt aufsuchen, werden geschützt. Bei der Maschenweite muss ein Kompromiss zwischen Absturzsicherheit und Gewährleistung des Abflusses/Verhindern von Verstopfungen gewählt werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Unterspannung:

- Verstopfungsgefahr erfordert höheren Kontrollaufwand
- Möglicherweise problematisch für sehr kleine Amphibien, die nicht mehr herausklettern können
- Lebensdauer des Gitters ist grösser

Überspannung:

- Verstopfungsgefahr vermutlich kleiner als bei Unterspannung, evt. trotzdem zu kontrollieren
- könnte Radfahrer zu Schwenkmanövern animieren
- raschere Abnutzung

Rostbespannungen sind sicher gut geeignet als temporäre Massnahme, bis das Problem anderweitig gelöst werden kann. Der Kontroll- und Wartungsaufwand kann evt. direkt bei der Strassenreinigung erfolgen, oder ist mit Hilfe von Freiwilligen lösbar (Ratzel 1993).

Technische Details Unterspannung:

In Bielefeld (D) wird feuerverzinkter Maschendraht mit einer Maschenweite von 8x8 mm eingesetzt, die Lebensdauer liegt bei 3-4 Jahren. Feinerer Maschendraht wäre besser für junge Molche, ist aber schwieriger zu kaufen, zu warten (Verstopfung) und hat vermutlich auch kürzere Lebensdauer. Die Ränder werden nach oben gebogen, so dass sie zwischen Rost und Rahmen liegen können. Dies verhindert ein Verrutschen oder Wegknicken, sollte ein Tier darauf zu liegen kommen (B. Bender, pers. Mitt.). Um die gesamte Wanderperiode inkl. Abwanderung der Jungtiere und Herbstwanderung zu sichern, erfolgt die Untergitterung bis in den Herbst hinein. Die wöchentliche Reinigung und Wartung wird teils vom Tiefbauamt, teils von Amphibienschützern ehren- oder halbehrenamtlich übernommen. Spezielle Hebestangen ermöglichen auch schwächeren Personen das Herausheben der Roste (Bauplan zu finden in: Bender in Glandt et al. 2003).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Massnahme wird nicht besprochen*

### Beispiele



An dieser Amphibienzugstelle bei Frauenfeld wird der Einlauf mit einer Gitterunterspannung des Rostes gesichert.



Das Maschengeflecht wurde mit Kabelbindern am Rost befestigt. Das anfallende Laub zwischen Gitter und Rost muss regelmässig entfernt werden.

## 5.6 Einlaufrost mit schmalen Schlitten

Einlaufroste mit kleinen Schlitzbreiten (Höchstens 16 mm) schützen Tiere vor einem ungewollten Absturz in den Ablauf. Die Entwässerung muss natürlich gewährleistet bleiben (Ratzel 1993). Die Massnahme nützt nur, wenn in der Nähe des Rosts Möglichkeiten zum Ausstieg aus der Fahrbahn bestehen. Nachteil: Kleinere Arten bzw. Jungtiere sind aber nach wie vor gefährdet, insbesondere auch jene, die von der Feuchtigkeit des Schachts angezogen werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > EN 124: Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen; Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung (Europäisches Komitee für Normung 1994).  
*EN-Normung der Schlitzbreiten, massgebend auch in der Schweiz; keinerlei Hinweise auf ökologische Konsequenzen vorhanden.*
- > SN 640 366a: Strassenentwässerung - Aufsätze und Abdeckungen (VSS 1998).  
*pg 7: Die Masse und Anordnung der Schlitze von Rosten haben der europäischen Norm [1] zu entsprechen.*

### Beispiele



Hier beträgt der Abstand der Streben ca. 3 cm.



Typischer Rost, wie er auf Schweizer Radstreifen anzutreffen ist.

### 5.7 Einlaufrost-Teilabdeckung mit Blech oder Gitter

Bei Einlaufrosten, die direkt am Randstein liegen, kann auf der Seite des Randsteins ein schmales Blech oder Gitter (ca. 10 cm) befestigt werden. Tiere, die sich dem Randstein entlang fortbewegen, überqueren nun den Schutzstreifen, statt in den Ablauf zu fallen (Zumbach in Berthoud et al. 2000). Dies ist eine Idee, die in der Praxis noch nicht angewandt worden ist (S. Zumbach, pers. Mitt.). Nachteil: Feuchtigkeitssuchende Tiere fallen nach wie vor in den Ablauf.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: unbekannt

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 5.8 Entwässerung des Schlammeimers verbessern

Wenn in den Boden des Schlammeimers Löcher gebohrt oder die vorhandenen Schlitzte verlängert werden, kann der zurückbleibende Schlamm etwa so schnell trocknen wie der Boden in der Umgebung. Die Sogwirkung, die Entwässerungsschächte auf feuchtigkeitssuchende Tiere ausüben, kann dadurch weitgehend aufgehoben werden. Die Funktionalität des Schlammeimers wird nicht eingeschränkt (Ratzel 1993).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Boden des Schlammeimers mit Löchern (0.5-1cm Durchmesser) bzw. Schlitzte bis zum Boden durchziehen. Das Entwässerungssystem mit Schlammeimern ist in der Schweiz vermutlich wenig verbreitet, die Massnahme deshalb nur beschränkt anwendbar.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 5.9 Grosse Schachtöffnungen vermeiden

Statt grosse, offene Schachtöffnungen (z.B. im Randstein eingelassen) sind besser Einlaufroste mit schmalen Schlitzbreiten zu verwenden (siehe Massnahme "Einlaufrost mit schmalen Schlitzen"). Alternativ kann der Schacht auch mit Ausstiegshilfen gesichert werden (siehe diverse Massnahmen dazu).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Es ist nicht klar, welche Norm für diese Massnahme zuständig ist.

### Beispiele



Solche grosse Schachtöffnungen erhöhen die Gefahr, dass Kleintiere, die dem Randstein folgen, in den Schacht fallen.



Ausserdem ermöglichen sie den feuchtigkeitssuchenden Tieren den ungehinderten Zutritt zum Schacht.

**5.10 Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen**

Siehe Idee 10.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Idee]

Nutzen: ---

Normierung: ---

### 5.11 Randstein unterhöhlen

Indem der Randstein neben dem Schachtgitter unterhöhlt wird, entsteht eine neue Leitstruktur und kleine Tiere werden um die Gefahrenquelle herumgeführt. Allerdings funktioniert es nicht für alle Arten (z.B. bei Fröschen nur ungenügend; Ratzel 1994).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gering*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 5.12 Schächte auf Fallenwirkung überprüfen

An Strassen, die durch natürliche Lebensräume führen, soll generell die Fallenwirkung der Entwässerungsschächte überprüft werden. Dadurch können problematische Schächte erkannt und gezielt entschärft werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Mittels geeigneter Werkzeuge kann das Herausheben von Schachtdeckeln erheblich erleichtert werden (siehe dazu Bender in Glandt et al. 2003).

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



Durch regelmässige Kontrollen können solche "fängige" Schächte ausgemacht und entschärft werden.

Foto: P. Häfliger, Gelfingen



Aus den Schlammablagerungen dieses Schachts an einem Feldweg wurden neun tote Feuersalamander geborgen.

Foto: P. Häfliger, Gelfingen

### 5.13 Tiere von Hand aus Schacht befreien

Problematische Schächte können in regelmässigen Abständen kontrolliert und gefangene Tiere befreit werden. Diese Arbeit kann ggf. von Freiwilligen übernommen werden, ist aber physisch anpruchsvoll. Mittels geeigneter Werkzeuge kann jedoch das Herausheben von Schachtdeckeln erheblich erleichtert werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Werkzeuge: Siehe dazu Bender in Glandt et al. 2003

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**5.14 Öffnung des Ablaufs anheben, bzw. Umgebung absenken**

Ein Anschlag von min. 10 cm zwischen Grund und Öffnung des Ablaufs (z.B. in einem Entwässerungsgraben) verhindert, dass kleine Tiere hineinfallen (KARCH 1996).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 6 Fahrleitungen, Drahtseile an Brücken: Kollisionen mit Vögeln verringern

Die Mortalität an Fahrleitungen ist bei den meisten Vogelarten aus Sicht des Artenschutzes vernachlässigbar (aber sicherlich ein erstrebenswertes Ziel aus Sicht des Tierschutzes). Eine Ausnahme bilden bestimmte Gebiete mit Populationen gefährdeter Greifvögel. Bei einem niedrigen Reproduktionserfolg sind bereits wenige Todesfälle eine zusätzliche Gefahr für den Fortbestand der Art.

Massnahmen zur Verhinderung von Flugkollisionen stammen aus dem Anwendungsgebiet der Hochspannungsanlagen. Sie dürften auf Fahrleitungen von Bahnanlagen übertragbar sein, was z.B. in Solothurn West bereits versucht wurde.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>6.1 Drahtseile markieren</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	unbekannt
<b>6.2 Oberleitung markieren</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht VSS

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 6.1 Drahtseile markieren

Es kann vorkommen, dass Drahtseile an Brücken zu Kollisionen mit Vögeln führen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Kunstbauten - Brücken

Typ: Anpassung

Nutzen: mögl. gross

Normierung: unbekannt

### Beispiele



An der Aare (A5) wird versucht, mit Spiralen zu verhindern, dass Wasservögel mit den Tragseilen kollidieren.

Foto: M. Trocmé

## 6.2 Oberleitung markieren

Das Anbringen von Markierungen bewirkt bei Hochspannungsleitungen eine deutliche Reduktion von Flugkollisionen durch Vögel. Im Schienenverkehr können die Markierungen an begleitenden Kabeln von Fahrleitungen angebracht werden. Wenn in Versuchen die Wirksamkeit der Markierungen bestätigt werden kann, so sollten Oberleitungen auf Brücken und in wichtigen Gebieten grossräumig markiert werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Bahnanlagen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht VSS*

### Details

Es gibt verschiedenste Formen und Varianten von Markierungen, von denen viele an Hochspannungsleitungen mit unterschiedlichem Erfolg getestet wurden.

**Spiralen:** Es gibt Spiralen in verschiedenen Grössen. Rote Plastikspiralen von 1 m Länge und 30 cm Maximaldurchmesser sind sehr wirkungsvoll (Reduktion der Unfälle bei Hochspannungsleitungen um ca. 60%). Die von der SBB in Solothurn verwendeten Spiralen sind deutlich kleiner. Möglicherweise entsprechen sie der Version, die in den USA mit Wasservögeln erfolgreich getestet worden sind (Marti 1998). In der Schweiz werden Spiralen bis jetzt nur auf Brückenabschnitten benutzt, wo Wasservögel mit den Leitungen kollidierten. Erfolgskontrollen gibt es keine. Es gibt wichtige Gebiete (z.B. bei Uhu-Vorkommen), bei denen eine grossräumige Anwendung der Massnahme wichtig sein könnte.

**FireFly:** Dieses Produkt aus den USA/Schweden rotiert im leichten Wind und reflektiert/emittiert Licht in verschiedenen, auf Vögel abgestimmten Wellenlängen, auch in der Dunkelheit. Nach Angaben des Erfinders soll das Gerät effektiver wirken als andere Massnahmen (Chervick 2005).

**Kugeln:** Kugeln werden z.T. wegen dem Flugverkehr angebracht. Sie werden auch von den Vögeln beachtet, sind aber vermutlich wegen der grossen Abstände nicht so erfolgreich wie Spiralen (Marti 1998).

**Streifen:** Wenig erfolgreich (Marti 1998).

**Rote Kunststofflappen:** Scheinen bei Störchen zu wirken (Marti 1998).

**Greifvogelsilhouetten:** Waren z.T. wirksam, vermutlich aber eher wegen des Muster-effektes, als wegen einer abschreckenden Wirkung durch die Form (Marti 1998).

**Farbmarkierungen:** Markierungen (leuchtende Bänder um Seil gewickelt) waren wenig wirksam (Marti 1998).

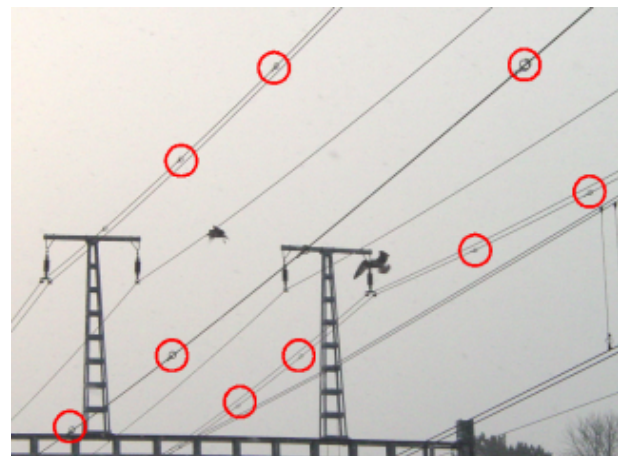
### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht beschrieben.

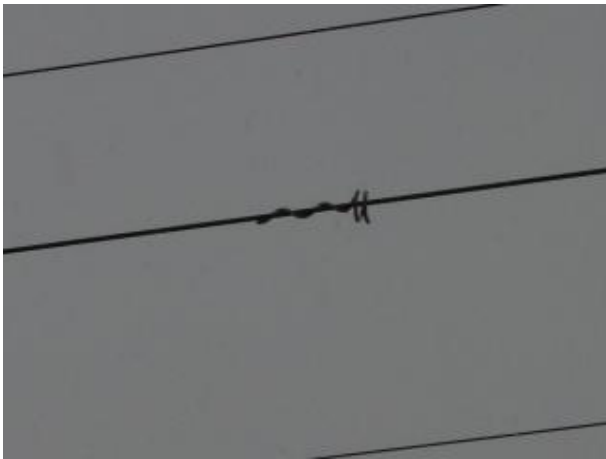
### Beispiele



Eisenbahnbrücke in Solothurn West. Um zu verhindern, dass Wasservögel mit der Oberleitung kollidieren, wurden kleine Plastikspiralen aufgehängt.



Spiralen (rot umkreist)



**Spirale, Nahansicht**



**Firefly: Die Karte rotiert bei leichtem Wind rotiert reflektiert/emittiert Licht verschiedener Spektren.  
Foto: Hammarprodukt, Schweden**

## 7 Fahrleitungen: Kurzschlüsse durch Vögel vermeiden

Die Mortalität an Fahrleitungen ist bei den meisten Vogelarten aus Sicht des Artenschutzes vernachlässigbar (aber sicherlich ein erstrebenswertes Ziel aus Sicht des Tierschutzes). Eine Ausnahme bilden bestimmte Gebiete mit Populationen gefährdeter Greifvögel. Bei einem niedrigen Reproduktionserfolg sind bereits wenige Todesfälle eine zusätzliche Gefahr für den Fortbestand der Art.

Die meisten Massnahmen zur Verhinderung von Stromschlag und Flugkollisionen stammen aus Literatur zum Thema Vogelschutz an Freileitungen (VSE 1997, Marti 1998). Aufgrund technischer Unterschiede zwischen Freileitungen und Fahrleitungen sind sie möglicherweise nicht alle umsetzbar.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>7.1 Konstruktive Anpassungen an den Masten</b>	Planung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>7.2 Sitzgelegenheiten anbieten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>7.3 Sitzgelegenheiten verwehren</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 7.1 Konstruktive Anpassungen an den Masten

Mit konstruktiven Veränderungen an Oberleitungen kann das Kurzschlussrisiko durch Vögel gesenkt werden. Die nachfolgend geschilderten Massnahmen sowie weitere Vorschläge werden ausführlicher erläutert in einer Norm der Deutschen Bahn (Wöll 2003) und im Informationsheft des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE 1997).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Bahnanlagen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht VSS*

### Details

Position von leitenden Teilen anpassen: Position von Teilen und Führung von Leitungen so richten, dass das Kontaktrisiko mit rastenden Vögeln minimiert wird. Der Abstand zwischen spannungsführenden Teilen und Traverse sollte mindestens 60 cm betragen (VSE 1997).

Exponierte Teile und Leitungsabschnitte abdecken: Gefährliche Teile im Mastbereich einer Fahrleitung können mit Abdeckhauben und Isolierschläuchen vor Vogelkontakt (bzw. Kotverunreinigung) geschützt werden. Die Form soll gut passen und das Material muss witterungs-, spannungs- und kriechstrombeständig sein (VSE 1997).

Von der Verwendung von Stützisolatoren ist generell abzuraten (Vogelwarte, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Es ist nicht klar, welche Norm für diese Massnahme zuständig ist.

- > 997.9114: Oberleitungsanlagen; Vogelschutz an Oberleitungsanlagen (Wöll, T. 2003).  
*Technische Norm der Deutschen Bahn.*

## 7.2 Sitzgelegenheiten anbieten

Mit Sitzstangen, Andreaskreuz oder seitlichen Sitzstangen aus Acrylglasstäben kann man den Vögeln gute Sitzgelegenheiten anbieten, und sie dadurch von gefährlicheren Sitzgelegenheiten fernhalten (VSE 1997).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Bahnanlagen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht VSS*

### **Integration im Normenwerk**

Es ist nicht klar, welche Norm für diese Massnahme zuständig ist.

### 7.3 Sitzgelegenheiten verwehren

Gefährliche Sitzgelegenheiten können Vögeln verwehrt werden, indem Vogelabweiser bzw. Vogelscheuchen montiert werden. Dadurch verringert sich an Oberleitungen das Risiko von Kurzschlüssen durch Vögel.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Bahnanlagen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht VSS

#### Details

Vogelabweiser (Zacken, Drahtstacheln oder ähnliche Konstruktionen) verunmöglichen die Landung bzw. einen bequemen Aufenthalt auf einer Unterlage. Bei Masten mit Stromführung auf mehreren Ebenen sollten die Abstände zwischen Leitern und darunterliegenden Traversen (Sitzgelegenheiten) überprüft und ggf. grossen Vögeln die Sitzgelegenheiten verwehrt werden (VSE 1997).

Vogelscheuchen wirken für Vögel gefährlich und halten sie dadurch vor Strukturen fern. Das Produkt Firefly soll gemäss Hersteller Vögel in einem Umkreis von rund 7.5 m wirksam abschrecken. Bedingung ist, dass das Gerät auf Augenhöhe des Vogels oder darüber angebracht ist. Die Abschreckung funktioniert umso besser, je mehr Sonnenlicht vorhanden ist (Chervick, 2005).

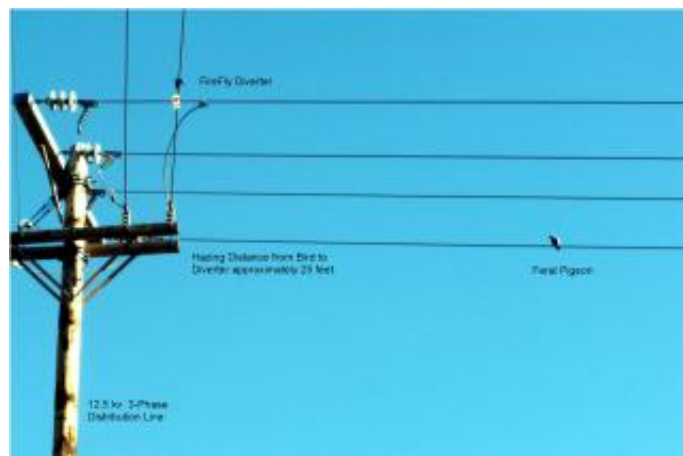
#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahmen werden im Normenwerk nicht besprochen.

#### Beispiele



Die Karte rotiert bei leichtem Wind und reflektiert/emittiert Licht verschiedener Wellenlängen.  
Foto: Hammarprodukt, Schweden



Die Taube, rechts im Bild, wird vom aufgehängten Gerät (FireFly) abgeschreckt.  
Foto: Hammarprodukt, Schweden

## 8 Flugrouten der Fledermäuse schützen

Der Neubau von Verkehrswegen kann dazu führen, dass etablierte Flugrouten von Fledermäusen zerschnitten werden. Auch Umgestaltungen in Begleitflächen oder Licht und Lärm von Baustellen können etablierte Flugrouten stören und dadurch Fledermauskolonien empfindlich treffen. Die Massnahmen bedürfen genauer Kenntnisse der lokalen Verhältnisse und einer vorausschauenden Planung.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>8.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>	Siehe Massnahme 24.1.			
<b>8.2 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>8.3 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>	Siehe Massnahme 3.7.			
<b>8.4 Querungshilfen für Fledermäuse</b>	Siehe Massnahme 23.7.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

**8.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart**

Siehe Massnahme 24.1.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

**8.2 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen**

Siehe Massnahme 23.2.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**8.3 Gehölze als Elemente der Vernetzung**

Siehe Massnahme 3.7.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**8.4 Querungshilfen für Fledermäuse**

Siehe Massnahme 23.7.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

## 9 Gleisanlagen überquerbar gestalten

Sofern es sich nicht gerade um eine viergleisige Hauptverkehrsachse handelt, sind Bahngleise für die meisten Tiere einigermassen überquerbar. Allerdings gibt es auch hier Faktoren, die eine Überquerung der Trasse unnötig erschweren oder gar verunmöglichen. Am meisten betroffen davon sind vermutlich Amphibien.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>9.1 Kabelkanäle: Barriereeffekt minimieren</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht VSS
<b>9.2 Lücken unter Bahnschienen</b>	Siehe Massnahme 21.10.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 9.1 Kabelkanäle: Barriereeffekt minimieren

Kabelkanäle entlang von Gleisanlagen ragen vielerorts über weite Distanzen zum Boden hinaus und verursachen dadurch eine Barrierewirkung, die der eines senkrechten Randsteins gleichkommt. Dadurch erschwert sich für Kleintiere die Passierbarkeit von Schienentrassen.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Bahnanlagen

Typ: Anpassung

Nutzen: mögl. gross

Normierung: nicht VSS

#### Details

Ob der geschilderte Sachverhalt für die Fauna tatsächlich ein Problem darstellt, ist nicht erwiesen. Aus den Erkenntnissen zur Randsteinproblematik an Strassen lässt sich aber ableiten, dass von den Kabelkanälen entlang von Schienentrassen ähnliche Barriereeffekte ausgehen.

Die SBB lässt die Kabelkanäle bewusst aus dem Schotterkörper herausragen, um den Pflanzenbewuchs der Trassen zu behindern und den Einsatz von Herbiziden zu minimieren (M. Ammann, pers. Mitt.). Möglicherweise würde es aber genügen, wenn die Elemente nur wenige cm über die Oberfläche herausragen würden, bzw. bündig an den Schotter anschliessen würden. Denkbar sind auch Übergangsmöglichkeiten für Kleintiere in regelmässigen Abständen.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht beschrieben.

#### Beispiele



Wenn Kabelkanäle entlang von Bahntrassen so hoch hinausragen wie hier im Bild, so weisen Sie für Kleintiere eine ähnliche Ablenk-/Barrierewirkung auf wie Randsteine von Strassen.



Der Kabelkanal auf der linken Seite verhindert, dass kleine Tiere den Grünstreifen auf dieser Seite verlassen können.

**9.2 Lücken unter Bahnschienen**

Siehe Massnahme 21.10.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

## 10 Kleintieren den Ausstieg aus der Fahrbahn ermöglichen

Tiere können die Fahrbahn von Strassen oft nicht verlassen, weil der Randstein zu hoch ist. Sie wandern dem Randstein entlang, bis sie eine Ausstiegsmöglichkeit finden oder in einen Ablauf stürzen. Es gibt viele Möglichkeiten, die fatale Leitwirkung der Randsteine zu beseitigen.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>10.1 Entwässerung über die Schulter</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>10.2 Flacher Übergang von Trottoirs zu Grünräumen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>10.3 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn</b>	Planung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>10.4 Rampe an Randstein</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.5 Randabschlüsse schräg gestalten</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>10.6 Randsteine mit Lücken</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.7 Randsteine überwachsen lassen</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 10.1 Entwässerung über die Schulter

Eine Entwässerung über die Schulter des Verkehrswegs kommt ohne Randsteine aus und ist daher die beste Lösung, um Leit- bzw. Barriereneffekte von Strassenrändern zu verhindern. Das Wasser fliesst ins Gelände oder in dafür geschaffene Strassengräben (Spitzrinnen, Seitengräben, Mulden). Falls das Wasser im Strassengraben mit Abläufen gefasst wird, so müssen die Einläufe natürlich faunensicher gestaltet werden (siehe dazu Ziel Strassenentwässerung: Absturzgefahr bei Abläufen reduzieren; KARCH 1996).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Die Massnahme muss im Einklang mit dem Gewässerschutzgesetz durchgeführt werden (BUWAL 2002).

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben. In diesem Zusammenhang ist gegenwärtig ein Forschungsprojekt in Bearbeitung (VSS 2001/202), welches als Basis für eine neue Norm (SN 640 354 Strassenentwässerung; Entwässerung über Bankett) dienen soll. Die Autoren dieser Norm sollten baldmöglichst kontaktiert werden, um zu gewährleisten, dass auch Aspekte der Lebensraumvernetzung in die Norm einfließen.

- > SN 640 340a: Strassenentwässerung - Grundlagen (VSS 2003).

*Zwar wird der Versickerung die oberste Priorität eingeräumt, ökologische Auswirkungen sind aber mit keinem Wort erwähnt.*

- > Vollzug Umwelt: Wegleitung - Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen (Zysset, A., C. Hugli, R. Pfammatter 2002).

*Versickerung hat oberste Priorität (allerdings kann das Wasser zuerst gefasst werden und dann der Versickerung zugeführt werden). Methoden der Versickerung über die Schulter sind detailliert beschrieben.*

### Beispiele



Eine Entwässerung über die Schulter kommt ohne Schächte und Randsteine aus und erleichtert dadurch Kleintieren das Überqueren der Strasse.



Hier wird zwar ohne Randstein, aber mit Schacht entwässert. Während der Zugzeit fallen trotzdem viele Tiere durch die grossen Öffnungen in den Schacht, vermutlich angelockt durch die Feuchtigkeit. Ein Amphibiensyphon löst hier das Problem.

## 10.2 Flacher Übergang von Trottoirs zu Grünräumen

Stellriemen, Randsteine, kleine Mauerchen etc. zwischen Trottoir und angrenzenden Grünräumen (Gärten, Böschung, etc.) verhindern, dass Kleintiere, die die Strasse erfolgreich überquert haben, auch tatsächlich an ihr Ziel gelangen können.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Pflästerungen, Abschlüsse

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



Dieser Stellriemen verhindert, dass Tiere von der Strasse in den angrenzenden Grünraum gelangen können und umgekehrt.



Ein flacher Übergang zwischen Fussweg und Grünraum.



Dieser durchgezogene, senkrechte Randabschluss stellt eine unnötige Barriere für Kleintiere dar.

### 10.3 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn

Ein Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn verhindert einerseits, dass Reptilien, die von der Mauer fallen, auf der Fahrbahn verenden. Ein schräger Übergang zur Fahrbahn ermöglicht zudem Kleintieren nach Fahrbahnquerung in Richtung Mauer einen sicheren Ausstieg. Im Schutz der Vegetation können sie sodann der Mauer entlang folgen, bis sie einen Weg in die Böschung finden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

In der Praxis dürfte diese Massnahme durch den zusätzlichen Raumbedarf hohe Kosten verursachen.

### 10.4 Rampe an Randstein

Mit Beton oder Asphalt können Rampen konstruiert werden, über die Kleintiere die Fahrbahn verlassen können.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Bei Versuchen mit Erdkröten an einer Frühjahrszugstrecke genügte eine Rampenlänge von 1 m. Für Springfrösche erwies sich diese Anlage aber als zu kurz. Da die Leitwirkung von Randabschlüssen anscheinend saisonal schwankt, hält Ratzel (1993) fest, dass im Bereich von Sommerlebensräumen auch für Erdkröten 3-6 m lange Rampen notwendig sind.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 10.5 Randabschlüsse schräg gestalten

Schräge Randabschlüsse (Rand-, Stellsteine) gewährleisten, dass Kleintiere, die auf die Fahrbahn gelangen, diese auch wieder problemlos verlassen können. Besonders wichtig ist diese Massnahme im Bereich von Entwässerungsschächten und an Strassen entlang von Grünräumen. Senkrechte Randsteine sind in keiner Norm vorgeschrieben und sollten zumindest ausserorts, so weit als möglich aber auch innerorts, nicht verwendet werden. In der Stadt Genf ist gegenwärtig eine Arbeitsgruppe damit beschäftigt, diese Massnahme in den Baurichtlinien zu verankern (G. Loutan, pers. Mitt.).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Pflästerungen, Abschlüsse

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Es gibt zahlreiche Standard-Randabschlüsse aus Beton und Granit, die einen flachen/leicht schrägen Randstein beinhalten (VSS 2000). Der Randabschluss sollte möglichst ohne Anschlag an die Fahrbahn anschliessen und eine Steilheit von ca.  $< 45^\circ$  aufweisen. Für Wassersteine schlägt Wildtier Schweiz (2004) eine Maximalhöhe von 15 mm vor. Idealerweise ist der Randabschluss auf der ganzen Länge abgeschrägt. Ist dies nicht möglich so sind 3-6 m lange Teilstücke in regelmässigen Abständen von 10-15 m anzustreben. Besonders wichtig sind solche Abschrägungen natürlich Bereich von Entwässerungsschächten (Ratzel 1993).

Weitere Vorteile: Flache und schräge Randabschlüsse sind günstiger zu bauen, rollstuhlgängig und ermöglichen Radfahrern und Benutzern von motorisierten Gehhilfen bei Gefahr ein leichtes Verlassen der Strasse (Weber 1998).

Nachteile: In gewissen Situationen können senkrechte Randsteine die Sicherheit von Fussgängern fördern, etwa indem bei Kreuzungen ein Überholen auf der rechten Seite via Trottoir erschwert wird.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben. Das Normenwerk beschreibt Anforderungen an die Höhe von Randsteinen, die Form (schräg, senkrecht) und ökologische Auswirkungen werden nicht weiter besprochen.

- > VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).
  - Ausführliche Beschreibung der verschiedenen Randsteinhöhen, aber keine Ausführungen zu Abschrägungen oder ökologischen Auswirkungen
  - Profildarstellungen verschiedener Varianten, die meisten davon abgeschrägt und niedrig!
  - Hauptfunktionen hoher Randsteine: verhindern unerwünschten Parkierens, optische Trennung zwischen Fahrbahn und Seitenräumen an Strassen mit viel Verkehr.
- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
Die Massnahme wird nicht erwähnt.
- > SN 640 356: Strassenentwässerung - Ablauf, Strassenablauf (VSS 2003).  
Randabschlüsse und Borde müssen den Abfluss am Strassenrand während Regen gewährleisten und bei einer Freisetzung wassergefährdender Flüssigkeiten diese zurückhalten. Zu diesem Zweck sind Randsteine von max. 7 cm Höhe genügend.

### Beispiele



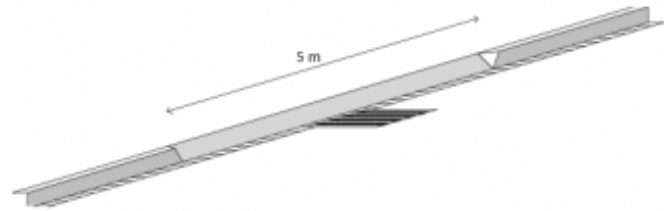
Schräge Randabschlüsse ermöglichen den Kleintieren ein leichtes Verlassen der Fahrbahn...



...während senkrechte Randsteine für viele Kleintiere eine erhebliche Barriere darstellen.



In Quartierstrassen genügen oft auch solche flache Randabschlüsse.



Kompromisslösung: Kann der Randstein nicht auf der ganzen Länge abgeflacht werden, so doch zumindest in regelmässigen Abständen auf einer Länge von 5 m.



Dieser Randstein bei Bauen (UR) führt Amphibien direkt in den Tunnel, statt zu den Laichplätzen am Seeufer.



Im Bereich von Einläufen der Strassenentwässerung ist ein schräger Randabschluss besonders wichtig.  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 10.6 Randsteine mit Lücken

Spalten von 2-3 cm Breite ermöglichen Tieren den Ausstieg aus der Strasse (Weber 1998). An kritischen Strassenabschnitten kann diese Notlösung helfen, die Randsteinproblematik zu entschärfen. Für springende Amphibien ist dies aber keine Lösung (siehe Methode Rampe an Randstein: Die Mindestlänge der Rampe beträgt 3 m für hüpfende Amphibien).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



Grosse Lücken..



.. aber auch kleine Spalten eröffnen Kleintieren Möglichkeiten zum Verlassen der Fahrbahn.

**10.7 Randsteine überwachsen lassen**

Vegetation, die über den Randstein auf die Strasse wächst, bietet Tieren sowohl Ausstiegshilfe als auch Schutz (Weber 1998). An kritischen Strassenabschnitten kann diese (Nicht-)Pfleagemassnahme helfen, die Randsteinproblematik zu entschärfen (z.B. in Kombination mit Rampen).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 11 Lärmschutzbauten vernetzungsfreundlich gestalten

Die Barrierewirkung von Lärmschutzbauten kann auf zwei Arten gemildert werden. Einerseits kann die Anlage so gestaltet werden, dass sie den angrenzenden Lebensraum bereichert oder wenigstens möglichst geringfügig schädigt (Längsvernetzung). Andererseits kann versucht werden, die Anlage für gewisse Tiergruppen durchlässig zu gestalten (Quervernetzung). Die Erhöhung der Durchlässigkeit scheint bei Bahntrassen besonders wichtig, da hier ein wertvoller Lebensraum vorliegt, der unbedingt erhalten bleiben muss. Lärmschutzanlagen an Strassen, sowie lange Anlagen an Bahntrassen, an denen auch für grössere Tiere lange Umwege entstehen, müssen mit Wildtierpassagen unterquerbar gemacht werden.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>11.1 Beschattung empfindlicher Zonen vermeiden bzw. kompensieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.2 Boden unter der Lärmschutzwand durchlässig gestalten</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.3 Lärmschutzbau mittels Wildtierpassage umgehen</b>	Siehe Idee 23.			
<b>11.4 Lärmschutzwand mit durchlässigem Sockel</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>11.5 Lärmschutzwälle statt -Wände</b>	Planung	mittel	allgemein	genügend
<b>11.6 Lärmschutzwände einseitig aufwerten</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>11.7 Lärmschutzwände mit Kletterpflanzen begrünen</b>	Anpassung	gering	allgemein	ungenügend
<b>11.8 Lärmschutzwände versetzt anordnen</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.9 Vogelschlag reduzieren</b>	Siehe Idee 12.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 11.1 Beschattung empfindlicher Zonen vermeiden bzw. kompensieren

Beschattungen von Reptilienstandorten und anderen lichtbedürftigen Lebensräumen sollten generell vermieden werden. Dazu kann die Richtung des Bauwerks beitragen, bzw. eine Versetzung des Bauwerks, z.B. näher an den Verkehrsweg hin, oder eine Reduktion in der Höhe.

Kann eine Beschattung nicht vermieden werden, so ist der Verlust des Lebensraums durch Aufwertungsmassnahmen in gleicher Grösse zu kompensieren (Meyer 2005). Die Gebiete sind in das bestehende Lebensraum-Netzwerk zu integrieren, so dass die Vernetzung weiterhin gewährleistet bleibt.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Das Vermeiden der Beschattung ist in der Praxis nur schwer umsetzbar (M. Ammann, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 570: Lärmschutz an Strassen - Grundlagen (VSS 2001).  
*Massnahme wird nicht beschrieben*
- > SN 640 571-7: Lärmschutzeinrichtungen an Strassen - Nichtakustische Eigenschaften (VSS 2003).  
*Massnahme wird nicht beschrieben*
- > SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).  
*Massnahme wird nicht beschrieben*

## 11.2 Boden unter der Lärmschutzwand durchlässig gestalten

Ein Graben von mindestens 30 cm Tiefe, der mit Blockschutt gefüllt ist und unter der Lärmschutzwand hindurchreicht, bietet Reptilien und andere Kleintieren Möglichkeiten zur Unterquerung der Lärmschutzwand. Zudem bietet der Blockschuttgraben Versteck-, Besonnungs- und Eiablagemöglichkeiten und stellt dadurch eine Aufwertung des Habitats dar. Ab einer Tiefe von 80 cm kann ein Blockschuttgraben von Reptilien auch als Winterquartier genutzt werden (Meyer 2005).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Planung

Nutzen: mögl. gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Technische Details: Auf eine Geotextilauskleidung folgt ein Sandfundament von 10 cm Dicke und dann eine Grabenfüllung mit Blockschutt (20 - 30 cm Korngrösse). Staunässe muss vermieden werden (durchlässiger Untergrund, evt. Drainage). Länge: 2 - 3 m, in Intervallen von 30 - 100 m, ca. jeder 2. Graben sollte vertieft angelegt werden (Meyer 2005).

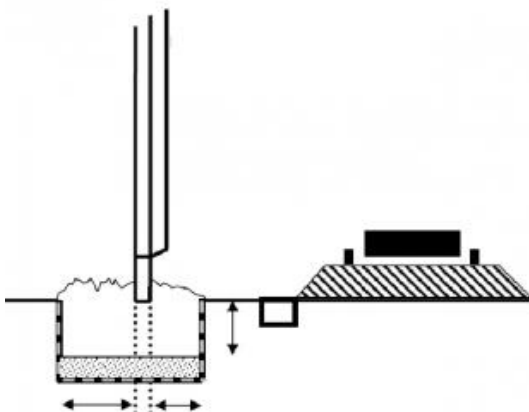
Für Reptilien ist ferner wichtig, dass der Graben an den Randbereichen an eine geeignete Krautschicht angrenzt, die ebenfalls Schutz und günstige mikroklimatische Bedingungen bietet (Meyer 2005).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).

### Beispiele



Planskizze für einen Blockschuttgraben (KARCH 2005).

Bild: KARCH

**11.3 Lärmschutzbau mittels Wildtierpassage umgehen**

Siehe Idee 23.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Idee]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

### 11.4 Lärmschutzwand mit durchlässigem Sockel

Ein durchlässiger Sockel erlaubt Kleintieren die Unterquerung der Lärmschutzwand. Steinkörbe scheinen sich in der Praxis besser zu eignen als einbetonierte Röhren (P. Vögeli, pers. Mitt.). Bei den Steinkörben sollte auf eine kleintierfreundliche Füllung geachtet werden (siehe dazu die Idee 'Stützbauwerke durchlässig bauen')

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Nachteil von Röhren: Irgendwie wurde durch Löcher Gleisschmutz in die Umgebung ausgetragen, in der Folge wurden sie nicht selten von Anwohnern eigenhändig verstopft (P. Vögeli, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).

*Die Massnahme wird nicht spezifisch erwähnt. Hingegen ist klar formuliert, dass die Trennwirkung von langen Lärmschutzanlagen entschärft werden sollte (S. 15).*

## 11.5 Lärmschutzwälle statt -Wände

Für Lärmschutzwälle wird relativ viel Land benötigt (3-4 Mal so breit wie hoch), welches aber durch gute Gestaltung in hochwertige Lebensräume verwandelt werden kann. Bei Steilwällen ist die Faunen-Durchlässigkeit vermutlich geringer als bei normalen Lärmschutzwällen. Durch Verwendung von Trockenmauern oder Gabionen sowie die Integration in angrenzende Lebensräume können auch Steilwälle zu wertvollen Habitatsstrukturen aufgewertet werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Planung

Nutzen: mittel

Normierung: genügend

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).

*S. 12: Wildschutz: Bepflanzung auf Strassenseite darf keine Wildtiere und Vögel anlocken. Schutz der Amphibien: Wanderungsunterbruch möglich, Verweis auf Amphibiennormen.*

*pg 26 Schutz Fauna und Flora; Wälle mit Heckenbewuchs können Vernetzungsbeitrag leisten. Trockenmauern sind gute Lebensräume. Drahtsteinkörbe können je nach Bepflanzung und Exposition eine der beiden Funktionen übernehmen (Hecke, Trockenmauerfunktion)*

*pg 27 Lärmschutzwälle sind möglichst naturnah zu gestalten*

- > SN 640 570: Lärmschutz an Strassen - Grundlagen (VSS 2001).

*S. 8, Tab 1: Schutz der Fauna und Flora: Trennwirkung in Bezug auf die Siedlungsräume kleinerer Tiere; Lärmschutzwälle sind vielfach Standorte mit einer artenreicher Fauna und Flora.*

- > SN 640 571-7: Lärmschutzeinrichtungen an Strassen - Nichtakustische Eigenschaften (VSS 2003).

*Verweis auf die EU Norm.*

- > SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).

*Es wird erwähnt, dass die Vernetzung der Fauna eingeschränkt wird und ggf. Gegenmassnahmen zu treffen sind (S. 15).*

### Beispiele



Ein Lärmschutzwall an der A9 bei Gamsen (VS).

Foto: DVBU Kanton Wallis

### 11.6 Lärmschutzwände einseitig aufwerten

Lärmschutzwände können auf der Aussenseite durch Trockenmauern, Gabionen, Anschüttungen oder Pflanzungen von Büschen aufgewertet werden. Diese Massnahme vermindert den Barriereeffekt des Bauwerks nicht. Durch die Aufwertung wird aber Lebensraum geschaffen und dadurch die Längsvernetzung entlang der Lärmschutzwand verbessert.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Siehe auch: Gabionen (Drahtsteinkörbe) verwenden

Siehe auch: Trockenmauern erhalten und fördern

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 11.7 Lärmschutzwände mit Kletterpflanzen begrünen

Für die Begrünung einer Lärmschutzwand mit Kletterpflanzen gibt es vor allem ästhetische Gründe, der ökologische Nutzen ist eher gering. Eine Begrünung auf der Strassenseite kann die Schallabsorption durch das Bauwerk herabsetzen (VSS 2001).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Anpassung

Nutzen: gering

Normierung: ungenügend

#### Details

Nutzen und Risiken für die Fauna sind abzuwägen. Auf Pflanzenarten, die Vögel anziehen, ist zumindest auf der Strassenseiten zu verzichten.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).  
S.18: 37. Bepflanzung: kann Schallabsorption herabsetzen

### 11.8 Lärmschutzwände versetzt anordnen

Indem Lärmschutzwände nicht bündig, sondern mit Abständen in Längs- oder Querrichtung zum Gleis montiert werden, entstehen Durchlässe, die von Tieren genutzt werden können (Vorschlag aus Meyer 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Es ist zu prüfen, ob solche Wände den Zweck der Schalldämmung noch wie gewünscht erfüllen können. Da die Methode mehr Platz und mehr Material braucht als andere vernetzungsfreundliche Varianten, wird sie momentan bei der SBB nicht weiterverfolgt (P. Vögeli, pers. Mitt.).

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**11.9 Vogelschlag reduzieren**

Siehe Idee 12.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Idee]

Nutzen: ---

Normierung: ---

## 12 Lärmschutzwände: Vogelschlag reduzieren

Transparente Lärmschutzwände führen zu Kollisionsunfällen mit Vögeln (Vogelschlag). Es gibt verschiedene Möglichkeiten, dieses Problem zu lindern, lösen kann man es aber nur, wenn man ganz auf Transparenz verzichtet.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>12.1 Auf Transparenz verzichten</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.2 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen</b>	Unterhalt	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>12.3 Glas mit Muster oder Struktur verwenden</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>12.4 Glas mit Streifen versehen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>12.5 Glas mit Vogelsilhouetten bekleben</b>	Anpassung	keiner	allgemein	genügend
<b>12.6 Glas mit speziellen UV-Eigenschaften verwenden</b>	Planung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 12.1 Auf Transparenz verzichten

Um Vogelschlag an Lärmschutzwänden (LSW) gänzlich zu verhindern, muss man auf transparente Elemente verzichten (auch auf solche mit Streifen). Transparente LSW kommen meist aus ästhetischen Gründen zum Einsatz, ermöglichen sie den Anwohnern zuweilen doch einen schönen Ausblick in die Landschaft. Ansonsten sind transparente LSW teurer (sowohl in der Anschaffung als auch im Unterhalt) und weisen eine geringere Schallabsorption auf als andere Materialien.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Gemäss einer Umfrage gibt es viele Anwohner von Lärmschutzwänden, die gerne auf Transparenz verzichten hätten, wenn sie vom Problem des Vogelschlags gewusst hätten. Zudem zeigen transparente LSW oft auch den Verkehr, was wiederum unerwünscht sein kann (visuelle Unruhe). Manche Anwohner fühlen sich auch vom durchscheinenden Scheinwerferlicht gestört (Biber 1994; A. Meier, pers. Mitt.).

Kosten für die Anschaffung (Biber 1994): Beton oder Aluminium ca. 500-600 CHF/m<sup>2</sup>, transparente Mauer ca. 900-1000 CHF/m<sup>2</sup>. Kosten im Unterhalt: Transparente LSW sind teurer im Unterhalt, da sie häufiger gereinigt werden müssen (C. Krismer, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



**Eine Lärmschutzwand aus Holz an der A9 bei Brigerbad (VS).**

Foto: DVBU Kanton Wallis

**12.2 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen**

In der Nähe von transparenten Lärmschutzwänden darf man keine Bäume und Sträucher pflanzen bzw. aufkommen lassen, bestehendes Gehölz muss entfernt werden. Gehölze dienen als An- bzw. Abflugsstellen für Vögel von beiden Seiten und erhöhen dadurch die Unfallgefahr an Lärmschutzwänden massiv, auch bei Wänden, die durch ein Streifenmuster besser sichtbar gemacht worden sind (Iuell et al. 2003, H. Schmid, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 12.3 Glas mit Muster oder Struktur verwenden

Je nach Ausführung können Muster und Strukturen (Mattierungen, Ätzungen, Sandstrahlung, etc.) genauso wirksam sein wie Streifen. Ästhetisch gelungene Beispiele kann man auf [www.windowcollisions.info](http://www.windowcollisions.info) finden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Das Muster sollte eine ähnliche Dichte aufweisen, wie die Vorgaben der Vogelwarte für ein Streifenmuster. Siehe dazu die Anpassungsmassnahme 'Glas mit Streifen versehen'.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 12.4 Glas mit Streifen versehen

Transparente Lärmschutzwände können gegen Vogelkollisionen geschützt werden, indem Klebstreifen in einem dichten Muster aufgeklebt werden. Bei neuen Wänden können Glas-Hersteller das Streifenmuster bei der Produktion eingiessen, einätzen, etc. Bei beiden Methoden sind unbedingt die Richtlinien der Vogelwarte zu beachten.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: ungenügend

### Details

Richtlinien Vogelwarte: Die Streifen sind senkrecht anzubringen, entweder 2 cm breit und in Abständen von max. 10 cm, oder 1 cm breit und in Abständen von max. 5 cm (Schmid 2003). Das Streifenmuster muss sich lückenlos über die gesamte Höhe der Glaswand erstrecken. Wichtig ist auch ein gute Sichtbarkeit der Streifen (Kontrast/Farbe/Hintergrund). Diese hängt auch davon ab, auf welcher Seite die Markierung aufgetragen wird. Beidseitige Markierungen sind am besten. Wird das Muster nur auf einer Seite des Glases eingesetzt, so sollten die Streifen auf der vermuteten Anflugsseite (i.d.R. die Böschungsseite) angebracht werden (S. Schneider, pers. Mitt.).

Für die Autofahrer sind die Markierungen kaum sichtbar, für die Anwohner hingegen schon. Viele Bewohner in der Nähe von Lärmschutzbauten würden aber zugunsten des Vogelschutzes eine Einschränkung der Aussicht in Kauf nehmen (Biber 1994).

Diese Massnahme verringert den Vogelschlag, vermag ihn aber nicht gänzlich zu verhindern. Nur ein Verzicht auf Transparenz kann vollständig Abhilfe schaffen (H. Schmid, pers. Mitt.).

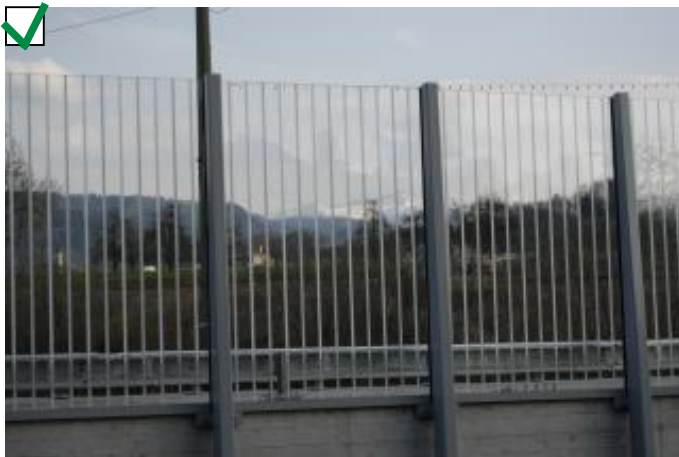
### Integration im Normenwerk

Das Problem Vogelschlag wird in der Norm genügend besprochen, und die Wichtigkeit des Streifenmusters ebenfalls. Die Anordnung der Streifen, und dass Scheiben auch nachgerüstet werden können, wird aber nicht näher beschrieben. Dass dies problematisch ist, zeigen Fallbeispiele im Kanton VD mit ungenügenden Streifenmustern (S. Schneider, pers. Mitt.).

> SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).

*pg 17: "Es wird angenommen, dass Scheiben, die mit Streifen versehen sind, die Häufigkeit des Vogelschlags herabsetzen. Generell sind nur Scheiben einzusetzen, die solche Markierungen aufweisen, oder es sind nach einer Beurteilung der örtlichen Verhältnisse andere wirksame Massnahmen für den Vogelschutz zu treffen."*

### Beispiele



Diese Lärmschutzwand wurde mit Streifen versehen, um das Vogelschlagrisiko zu mildern.

## 12.5 Glas mit Vogelsilhouetten bekleben

Aufgeklebte Silhouetten von Raubvögeln sollen fliegende Vögel abschrecken und so die Kollisionsgefahr mindern. Die Massnahme nützt jedoch wenig.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Anpassung

Nutzen: keiner

Normierung: genügend

### Details

Schwarze Silhouetten oder farbige in lockerer Dichte nützen nur wenig. Farbige Silhouetten in sehr hoher Dichte nützen aufgrund des Musterungseffektes ähnlich wie Streifen, sehen aber eher unschön aus (Schmid 2003).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).  
pg 17, Vogelschlag: ...Greifvogelsilhouetten sind in Bezug auf den Vogelschlag wirkungslos.

## 12.6 Glas mit speziellen UV-Eigenschaften verwenden

Glas mit UV-Reflektion/Absorption ist für Vogelaugen sichtbar, und hat somit grosses Potenzial, Vogelkollisionen zu reduzieren. Als neue Entwicklung ist es in der Praxis noch wenig erprobt, aber von der Vogelwarte Radolfzell wie von der Vogelwarte Sempach in Labortests erfolgreich getestet worden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Die Vogelwarte unternimmt momentan Feldversuche, um die Wirksamkeit genauer abzuklären. Der Nutzen ist möglicherweise ähnlich einzustufen wie aufgeklebte Streifen auf herkömmlichem Glas (H. Schmid, pers. Mitt.), mit dem Vorteil einer uneingeschränkten Durchsicht.

Hersteller: Glas Troesch, Schweiz; Glaswerke Arnold, Deutschland.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 13 Mauerwerk als Lebensraum erhalten

Mauerwerk von alten Stützmauern, Brücken und Gewässerdurchlässen weist Spalten, Fugen und Nischen auf, und bietet dadurch einen wertvollen Lebensraum für Pflanzen und Tiere, wie z.B. Fledermäuse, Reptilien und Vögel. Dieser Lebensraum ist durch Sanierungen sowie Pflege- und Wartungsarbeiten gefährdet. Eine Vorreiterin in Sachen Mauerschutz ist die Gemeinde Altdorf, welche den Schutz historischer Natursteinmauern in einem Reglement verankert hat (Gemeinderat Altdorf, 2004).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>13.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>	Siehe Massnahme 24.1.			
<b>13.2 Löcher offen lassen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.3 Mauerwerk schonend pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.4 Mauerwerk schonend sanieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.5 Trockenmauern erhalten und fördern</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

**13.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart**

Siehe Massnahme 24.1.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

### 13.2 Löcher offen lassen

Muss eine Natursteinmauer mit Mörtel verstärkt werden, so sollen in regelmässigen Abständen Hohlräume freigehalten werden. Dadurch bleiben wenigstens einige Nischen erhalten, und der Zugang in die angrenzende Zone hinter der Mauer (Winterquartiere für Reptilien) bleibt erhalten.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Zum Beispiel können Kunststoffröhren eingemauert werden. Diese können während/nach dem Trocknen des Mörtels wieder entfernt werden.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



Eine Würfelnatter verkriecht sich in einer eingemörtelten Röhre. Die Fugen der Stützmauer am Alpnachersee mussten anlässlich einer Mauersanierung vermörtelt werden.

Foto: Edwin Benz, Kriens



Wasserabflussloch, welches kletterfähigen Reptilien den Zugang zum reptilienfreundlich gestalteten Hinterbau ermöglicht.

### 13.3 Mauerwerk schonend pflegen

Wird eine Mauer sorgfältig und schonend gepflegt, so kann eine Sanierung lange aufgeschoben werden. Dies spart Geld und trägt ausserdem dazu bei, sowohl den Lebensraum als auch den kulturhistorischen Wert einer Mauer zu bewahren (SIA 1996, Ineichen 1998).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Zum Umfang einer schonenden Pflege gehört (Gemeinde Altdorf 2004; S. Herfort, pers. Mitt.):

- Sorgsame Reinigung der Mauer von Hand (Verzicht auf den Einsatz von Hochdruckreinigungsgeräten, Bioziden oder auf ein flächendeckendes Abreiben).
- Regelmässiges Entfernen holziger Pflanzen.
- Ersetzen einzelner Steine (Bei solchen Teilsanierungen die Richtlinien zur mauerschonenden Sanierung beachten. Siehe dazu die Massnahme "Mauerwerk schonend sanieren").

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Diese Norm enthält keine Hinweise zu Unterhalt und Sanierung von Stützbauwerken/Brücken*

#### Beispiele



**Streifenfarn**

Foto: Umweltschutz Stadt Luzern

### 13.4 Mauerwerk schonend sanieren

Bei einer schonenden Mauersanierung wird nur gemacht, was wirklich nötig ist. Ein sanftes Vorgehen erhält sowohl den kulturhistorischen Wert einer Mauer, als auch einen speziellen Lebensraumtyp, auf den viele geschützte Tier- und Pflanzenarten angewiesen sind.

Umsetzung: *allgemein*  
Typ: *Planung*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*  
Nutzen: *gross*  
Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Die schonende Mauersanierung bedingt gute Kenntnisse und Dokumentation der wertvollen Nischen für Pflanzen und Tiere, sowie eine gute Zusammenarbeit zwischen den Planungsbehörden, den Bauausführenden und den Naturschutzbeauftragten (Ineichen 1998; Dietz 2001). Folgende Merkmale zeichnen eine schonende Sanierung aus (Gemeinde Altdorf 2004; S. Herfort, pers. Mitt.):

- Keine Reinigungen mit Hochdruckgeräten, kein Einsatz von Bioziden.
- Den Mörtel nur bis Steinoberfläche ziehen, nicht darüber hinaus (Erhalt des Fugenbildes).
- Vorhandene Pflanzenbestände und Nischen von Tieren schonen; Pflanzenbestände und Löcher, die Tieren als Ruhe- und Nistplätze dienen, sollen nur dann beseitigt werden, wenn die Stabilität der Mauer darunter leidet. Bei seltenen Arten kommen auch Translokationen und das Schaffen von Ersatznischen in Frage. Die Sanierung sollte in einer Zeit erfolgen, in der die Tiere nicht anfällig auf Störungen sind.
- Sumpfkalkmörtel verwenden; Sumpfkalkmörtel verwittert schneller als Zementmörtel, weist einen für Pflanzen geeigneteren pH-Wert auf und ist wasserdurchlässig. Zementmörtel ist verwitterungsbeständig, weist einen niedrigen pH-Wert auf (beides ungünstig für Flora und Fauna) und schliesst Wasser ein, was zu strukturellen Schäden an der Mauer führen kann (S. Herfort, pers. Mitt.)

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Diese Norm enthält keine Hinweise zu Unterhalt und Sanierung von Stützbauwerken/Brücken*

#### Beispiele



Alte Gewässerdurchlässe wie dieser hier an der Ruisseau de la Vaux (Vaumarcus, NE) können Fledermäusen willkommenen Lebensraum bieten.

### 13.5 Trockenmauern erhalten und fördern

Trockenmauern sind einerseits ein schützenswertes Kulturgut, andererseits bieten sie auch gute Lebensräume, besonders für Reptilien und Wirbellose.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Fehlt das Geld für die Handarbeit, so kann man unter Umständen mit Drahtsteinkörben eine ähnliche Mauer schaffen. Wichtig ist dann eine dichte Packung der Körbe mit Steinquadern.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

*Keinerlei Ausführungen zu verschiedenen Mauerwerks-typen, geschweige denn zu ökologische Aspekten.*

#### Beispiele



Trockenmauer als vorgelagerte Ergänzung eines Dammes.



Bruchsteinmauer am Seitenportal eines Tunnels.

## 14 Stützbauwerke durchlässig bauen

Beim Bau moderner Stützbauwerke (Mauern, Bankettsicherungen, Hangsicherungen etc.) muss unbedingt auf die Durchlässigkeit für Tiere geachtet werden. Wie die Randstein-Entwässerungssystem-Problematik zeigt, ist dies auch dann notwendig, wenn die Höhe der Konstruktion lediglich wenige Zentimeter hoch ist.

Eine Ausnahme stellt die (theoretische?) Situation dar, in der eine Tierart durch die Verkehrsmortalität stärker bedroht ist als durch die mangelnde Lebensraumvernetzung. In solchen Fällen kann es erwünscht sein, der betroffenen Art den Zugang zur Strasse zu verwehren. Dabei müssen aber immer auch die Konsequenzen für andere Arten berücksichtigt werden.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>14.1 Anschüttungen aus Steinen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>14.2 Drahtsteinkörbe (Gabionen) verwenden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.3 Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.4 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn</b>	Siehe Massnahme 10.3.			
<b>14.5 Lebendverbau statt Mauer</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>14.6 Löcher einplanen</b>	Siehe Massnahme 13.2.			
<b>14.7 Mauer unterbrechen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.8 Natursteinmauer nicht bis an die Oberfläche vermörteln</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.9 Raumgitter-Stützmauern</b>	Planung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>14.10 Textomur-Böschung</b>	Planung	gering	allgemein	ungenügend
<b>14.11 Trockenmauern erhalten und fördern</b>	Siehe Massnahme 13.5.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 14.1 Anschüttungen aus Steinen

Anschüttungen aus Erde, Steinen und anderen groben Materialien ermöglichen Tieren das Überklettern einer Mauer und bieten je nach Gestaltung willkommene Versteck- und Besonnungsplätze.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Besonders gut: Anschüttung unter der Erde fortsetzen

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

#### Beispiele



Reptilienmauer in St. Aubin. Der Fuss des Steinhaufen befindet sich unter der Erdoberfläche und bietet dadurch den Reptilien gute Überwinterungsmöglichkeiten. Vermutlich wäre es noch besser, wenn der Steinhaufen bis an den oberen Rand der Mauer reichen würde.



Eine Anschüttung mit Steinen auf der Rückseite und ein Steinkorb auf der Vorderseite sorgen an dieser Mauer für eine gewisse Durchlässigkeit für Kleintiere.

Foto: M. Trocmé

## 14.2 Drahtsteinkörbe (Gabionen) verwenden

Wenn Steinkörbe mit grobem Material gefüllt sind, so weisen sie viele Spalten und Hohlräume auf, die von Kleintieren genutzt werden können. Unter Umständen können die Steinkörbe dadurch wichtige Lebensraumfunktionen übernehmen (Besonnung, Versteck) und damit auch als Habitatsaufwertung betrachtet werden. Mit Gabionen können hohe Stützmauern erstellt werden, nackte Betonmauern verkleidet oder Lärmschutzwände durchlässig gestaltet werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Die Füllung der Steinkörbe ist vermutlich entscheidend über den ökologischen Wert der Massnahme. Die KARCH empfiehlt eine Füllung aus Brechsotter. Wichtig ist eine heterogene, grobe Korngrösse von 10 - 30 cm, evt. mit einzelnen grösseren Blöcken, damit die Durchlässigkeit für Reptilien und andere Kleintiere gegeben ist (Meyer 2005). Für Reptilien ist es zudem vorteilhaft, wenn zur Schotterfüllung noch gewisse Mengen an Sand/Humus zugefügt werden (G. Dusej, pers. Mitt).

Für Reptilien ist es wichtig, dass die Körbe an den Randbereichen an eine geeignete Krautschicht angrenzen, die ebenfalls Schutz und günstige mikroklimatische Bedingungen bietet. Höhere Gabionenmauern sollten treppenartig abgestuft und stellenweise mit Steinplatten ausgestattet werden, damit für die Tiere zusätzliche Oberflächen entstehen, die für die Thermoregulation genutzt werden können. Auf der Rückseite kann bei Bedarf durch einen Einbau von Drainage-Röhren die Entwässerung gesteuert und die Kolmation der Gabionen verhindert werden (KARCH 2005).

Unterhalt: Das Mähen des Krautsaumes und andere Unterhaltsarbeiten sollten immer nur intervallweise ausgeführt werden, nie am gesamten Bauwerk gleichzeitig (KARCH, unveröff.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

*Ökologische Aspekte werden nicht besprochen. Die Verwendung von Steinkörben wird folgendermassen beschrieben: "Diese Bauwerke sind besonders für schwer zugängliche Standorte geeignet und ermöglichen einen raschen Einbau der Böschungssicherung. Sie haben eine drainierende Wirkung und verschliessen nicht die natürlichen Abflusswege des Wassers."*

### Beispiele



Ein gutes Beispiel für eine durchlässige Stützmauer (Neuchâtel). Diese Drahtsteinkörbe beherbergen 6 verschiedene Reptilienarten.

Foto: KARCH



Solche Stützverbaungen entwerten den Lebensraum der Böschung für Reptilien und andere Kleintiere, die nun kaum mehr auf die andere Seite des Damms gelangen können (Andelfingen).

Foto: KARCH



**Stützmauer in Langnau am Albis.**  
Foto: Füllemann AG, Gossau



**A5 Autobahn Yverdon-les-Bains - Neuchâtel, Seeseitige Ausfahrtsrampe in Vaumarcus.**  
Foto: Sytec Bausysteme AG



**Durch eine Verkleidung mit Steinkörben wird die Mauer für Kleintiere erklimbar.**  
Foto: Füllemann AG, Gossau

### 14.3 Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken

Das Erdreich auf der Rückseite von durchlässigen Stützmauern sollte eine gut entwässerte, lückenreiche Zone (z.B. eine Anfüllung mit grossen Steinen und Sand) aufweisen. Eine solche frostfreie Zone bietet Reptilien eine wichtige Möglichkeit zum Überwintern. Verdichtetes Erdwerk hinter der Mauer oder eine Abdichtung mit undurchlässigem Geotextilmaterial sind nach Möglichkeit zu vermeiden (Kasper 1998, Karch 2005).

Umsetzung: *allgemein*  
Typ: *Planung*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*  
Nutzen: *gross*  
Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Die Breite der Zone sollte mindestens 0.5-1 m betragen. Bei Bedarf kann durch einen Einbau von PVC Röhren die Entwässerung gesteuert werden (KARCH 2005). Ist die Verwendung von Geotextilien unumgänglich, so soll man in regelmässigen Abständen Löcher oder textiltfreie Abschnitte erstellen, die für die Tiere passierbar sind (Karch 2005).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

#### Beispiele



Der Hinterbau dieser Mauer bei Bevaix (NE) besteht aus Gesteinen verschiedener Korngrössen. Die Anlage stellt eine Verbindung her zwischen zwei Wildtierpassagen an der A5.

**14.4 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn**

Siehe Massnahme 10.3.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* nicht vorh.

### 14.5 Lebendverbau statt Mauer

Böschungen können oft auch mit den ingenieurb biologischen Methoden des Lebendverbaus gesichert werden. Das Wurzelwerk von Pflanzen schützt - z.T. in Kombination mit technischen Werkstoffen - Boden und Gestein vor Erosion und Rutschungen. Der Lebendverbau einer Böschung ist aus Sicht von Ökologie und Vernetzung einem Hartverbau vorzuziehen (Ausnahme evt: Förderung von Reptilien mit Trockenmauern und ähnlichen Bauwerken). Ingenieurb biologische Sicherungsbauwerke sind oft günstiger und langlebiger als rein technische Massnahmen.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Um einer Weiden-Monokultur entgegenzuwirken, sollten von Beginn an langsam wachsende Gehölze eingepflanzt werden, die die Weiden nach und nach verdrängen sollen (SBB 1994).

Im Gleisbereich sind die Einsatzmöglichkeiten erschwert, da die Trasse nicht durch das Wurzelwerk beeinträchtigt werden darf und gleichzeitig auch das Lichtraumprofil eingehalten werden muss. Die Purpurweide (*Salix purpurea*) ist besonders geeignet, da sie in der Regel niedrig bleibt.

#### Integration im Normenwerk

Ins Normenwerk zu den Stützbauwerken gehört unserer Meinung nach ein Verweis auf die Methode des Lebendverbaus samt zugehöriger Norm, da es sich um eine vernetzungsökologisch positive Variante zu klassischen Stützbauwerken handelt. Die Norm zum Lebendverbau ist schon fast 30 Jahre alt. Eine neue Norm ist in Erarbeitung.

- > SN 640 680: Lebendverbau - Bepflanzung, Ausführung (VSS 1977).
- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Methoden der Ingenieurb iologie werden nicht besprochen (ausser Gabionen und Geotextilien - diese aber nicht genügend)*

**14.6 Löcher einplanen**

Siehe Massnahme 13.2.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**14.7 Mauer unterbrechen**

Bei niedrigen Sicherungsbauwerken (Bankettsicherung, Böschungssicherung) sollen in regelmässigen Intervallen Lücken offen gelassen werden, damit Kleintiere, die nicht klettern können, einen Durchgang finden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Vorschlag: Unterbrechung von ca. 1 m Breite in regelmässigen Abständen von ca. 10 m.

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*wird nicht besprochen*

### 14.8 Natursteinmauer nicht bis an die Oberfläche vermörteln

Werden Natursteinmauern mit Mörtel gesichert, sollte nach Möglichkeit der Mörtel nicht bis an die Oberfläche der Steine reichen. Dadurch bleibt ein Minimum an Ritzen und Nischen erhalten, die für Tiere und Pflanzen attraktiv sind.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Vorschlag: Die Mauerritzen maximal bis zur Hälfte mit Mörtel anfüllen.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



**Ritzen und Nischen einer unvollständig vermörtelten Mauer.**

### 14.9 Raumgitter-Stützmauern

Raumgitter-Stützmauern (z.B. Löffelsteinmauern) sind für Tiere wie z.B. die Mauereidechse bewohnbar. Die Mauer und die angrenzende Zone dahinter müssen dazu aber mit Pflanzen, Steinplatten und -Füllungen so gestaltet werden, dass die Lebensraumbedürfnisse der Kleintiere abgedeckt werden (KARCH 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Vorteile von Löffelsteinmauern: unkomplizierter Bau in allen Formen/Richtungen möglich, günstiger als Trockensteinmauern, rascher Bewuchs mit Pflanzen möglich (Deckung für Tiere, evt. Einpassung ins Landschaftsbild).

Nachteile: ästhetisch umstritten, schlechte Wärmespeicherung, wenig Besonnungsmöglichkeiten für grössere Tiere (Bewuchs unter Umständen zu stark)

Die oberste Reihe der Löffelsteine sollte zu 2/3 mit Steinen und Sand angefüllt und mit Steinplatten abgedeckt werden, um Reptilien günstige Sonnenplätze zu bieten. Bei Bepflanzungen sind unbedingt einheimische, felsenhüchsigke Pflanzen zu verwenden (Artenliste: siehe KARCH 2005). Hinter dem Bauwerk sind durchlässige Zonen einzuplanen (siehe Massnahme Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken). Ab 3 m Höhe wird eine Verstärkung mit Geotextilien notwendig. Mit einer stufigen Anordnung der Geotextilien kann aber die Durchlässigkeit für Reptilien aufrecht erhalten werden.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Konstruktionstyp ist erwähnt, umweltfreundliche Ausgestaltung nicht*

### 14.10 Textomur-Böschung

In einer Textomur-Böschung werden Humusschichten mit ungewobenen Matten vor Erosion geschützt, wodurch bis zu 60° steile Hänge gesichert werden können. Obwohl die Textomur-Böschung begrünt werden kann, ist sie kein speziell guter Standort für Flora und Fauna (DVBU 2005). Eine Hangsicherung mit Steinkörben bzw. einer fugenreichen Natursteinmauer ist vermutlich wertvoller, da sie z.B. Reptilien guten Lebensraum bieten kann.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Planung

Nutzen: gering

Normierung: ungenügend

#### Details

Im trockenen Klima sind die an der Oberfläche liegenden Gitternetze sichtbar. Aufgrund dieser Nachteile wird die Textomur im Kanton Wallis in Zukunft nur noch sehr zurückhaltend eingesetzt (DVBU 2005).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
[keinerlei Hinweise über ökologische Auswirkungen]

#### Beispiele



Eine noch weitgehend unbewachsene Textomur-Stützkonstruktion.  
Foto: M. Trocmé



Auf der linken Seite eine relativ magere, artenreiche Wiesenböschung, auf der rechten Seite die steilere, monotone Textomur-Böschung.

**14.11 Trockenmauern erhalten und fördern**

Siehe Massnahme 13.5.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

## 15 Vegetationspflege in Begleitflächen

Mit einer angepassten Vegetationspflege kann ein vielfältiger, artenreicher Lebensraum geschaffen werden. Dadurch, dass Tiere hier Nahrung und Schutz finden, geht von solchen Zonen automatisch ein gewisser Leiteffekt aus, der genutzt werden kann, um Lebensräume und Wildtierpassagen zu verbinden. Es ist zu beachten, dass sich je nach Zielsetzung die Massnahmen widersprechen können.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>15.1 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen</b>	Siehe Massnahme 16.1.			
<b>15.2 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns</b>	Siehe Massnahme 17.2.			
<b>15.3 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen</b>	Siehe Massnahme 12.2.			
<b>15.4 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>	Siehe Massnahme 3.7.			
<b>15.5 Gehölze typengerecht pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend
<b>15.6 Grünflächen ökologisch managen</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>15.7 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln</b>	Siehe Massnahme 19.4.			
<b>15.8 Invasive Pflanzenarten kontrollieren</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend
<b>15.9 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken</b>	Siehe Massnahme 19.5.			
<b>15.10 Mittelstreifen nicht bepflanzen</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>15.11 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen</b>	Planung	mittel	allgemein	genügend
<b>15.12 Vogelsichere Heckenwahl</b>	Planung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>15.13 Wiesen typengerecht und faunaschonend pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

**15.1 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen**

Siehe Massnahme 16.1.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

**15.2 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns**

Siehe Massnahme 17.2.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**15.3 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen**

Siehe Massnahme 12.2.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

**15.4 Gehölze als Elemente der Vernetzung**

Siehe Massnahme 3.7.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

## 15.5 Gehölze typengerecht pflegen

Das Anpflanzen von Gehölzen sowie eine typengerechte Gehölzpflege führen zu einer strukturreichen Landschaft, die vielen Arten Nahrung und Schutz bietet. Solche wertvollen Habitate fördern die Längsvernetzung der Fauna und damit auch die Nutzung von Wildtierpassagen.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

### Details

- Die Pflege erfolgt am besten im Winter.
- Schnittgut in der Form von Asthaufen vor Ort liegen lassen als Unterschlupf für Tiere.
- Standortfremde bzw. nicht-einheimische Arten sind zu entfernen.
- Niederhecke: Alle 3-5 Jahre auf 2 m Höhe zurückschneiden. Jedes 3. Mal auslichten und verjüngen.
- Hoch- und Baumhecke: Alle 5 - 10 Jahre abschnittsweise auslichten, schnellwachsende Arten auf Stock setzen, niedere und langsamwachsende Sträucher nicht zu stark zurückschneiden.
- Feldgehölz und Wald: Naturnaher, standortgemässe Waldpflege.
- Umgebende Gehölzstrukturen: Gehölmantel (bis 5 m): alle 5-10 Jahre abschnittsweise auslichten, dabei niedere und langsamwachsende Sträucher nicht zu stark zurückschneiden.
- Saum (2-5 m): Nur jedes 2. Jahr nach dem 1. Oktober mähen. Abschnittsweise vorgehen, z.B. gerade Kilometer an der Autobahn in geraden Jahren mähen, ungerade in ungeraden Jahren.

Quelle: Buser et al. (1998)

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
*Gute Abhandlung der wichtigsten Pflegemassnahmen.*
- > SN 671 560: Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche (VSS 1998).  
*Ausführungen zu wenig detailliert.*

## 15.6 Grünflächen ökologisch managen

Die Vegetation in unmittelbarer Verkehrswegnähe muss aus sicherheits- und unterhaltstechnischen Gründen kurz gehalten werden. Auf den übrigen Grünflächen sollen durch typengerechte Pflege ökologisch wertvolle Vegetationstypen erhalten bzw. gefördert werden. Die Pflege der verschiedenen Flächentypen muss umsichtig geplant werden und bedingt übersichtliche Pflegepläne und Schulung des Personals.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in den Normen genügend beschrieben.

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).  
*Kaum ökologische Zielsetzungen vorhanden.*
- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
*S. 29, Pflegepläne*
- > SN 671 560: Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche (VSS 1998).  
*pg 3: "Ökologische und biologische Grundsätze: Schaffung, Erhaltung und Verbesserung stabiler, gesunder, artenreicher und in die Landwirtschaft integrierter Lebensräume "*  
*pg 6 "Magerwiesen sind wegen.....zu fördern"*

**15.7 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln**

Siehe Massnahme 19.4.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

## 15.8 Invasive Pflanzenarten kontrollieren

Invasive, standortfremde Pflanzenarten stellen eine unerwünschte Veränderung der Flora dar, mindern die Qualität des Lebensraumes für Tiere (insbesondere für Wirbellose) und bergen nicht zuletzt auch gesundheitliche Risiken für den Menschen. Die Einbringung, Etablierung und Ausbreitung invasiver Arten muss unbedingt verhindert werden (Gigon & Weber 2005).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

### Details

In zahlreichen Kantonen sind Programme angelaufen, um die Ausbreitung invasiver Neophyten (z.B. Kanadische Goldrute, Riesenbärenklau, Ambrosia) einzudämmen. Eine gute Informationsquelle ist die Website der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (<http://www.cps-skew.ch>).

### Integration im Normenwerk

Diesem Thema ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Darin wird eine Übersicht zu verschiedenen Neophyten und anderen Problempflanzen geboten, sowie Hinweise, wo weitere Informationen zu finden sind.

- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
*Kapitel 14.9.1 Invasive Pflanzen und Problempflanzen*

**15.9 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken**

Siehe Massnahme 19.5.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

**15.10 Mittelstreifen nicht bepflanzen**

Der grüne Mittelstreifen ist aufgrund der gefährlichen Lage direkt zwischen zwei Fahrbahnen für manche Vogelarten eine potentielle ökologische Falle für Tiere. So beherbergt er üblicherweise grosse Mengen von Feldmäusen (Gras, Hecken), was im Winter die Greifvögel in die heckenfreien Randzonen des Mittelstreifens lockt. Ein unbepflanzter Mittelstreifen mit künstlichem Blendschutz ist ausserdem günstiger im Unterhalt (C. Krismer, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Der künstliche Blendschutz sollte Öffnungen aufweisen, damit Wildtiere wie Dachse oder Mäuse, die trotz Schutzmassnahmen auf die Fahrbahn gelangen, die Strasse überqueren können.

**Integration im Normenwerk**

Diese Massnahme wird bisher im Normenwerk nicht behandelt. Evt. sollte sie, statt in einer Norm zur Grünraumgestaltung, in einer allgemeinen Norm zur Strassenplanung eingebracht werden.

### 15.11 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen

Ein grüner Mittelstreifen ist aufgrund der gefährlichen Lage direkt zwischen zwei Fahrbahnen für manche Vogelarten eine potentielle ökologische Falle. Deshalb sollte er unattraktiv bepflanzt werden, das heisst, es sind Pflanzen zu bevorzugen, die möglichst wenige Tiere anlocken (VSS 1998). Siehe dazu auch Massnahme 15.10.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Planung*

Nutzen: *mittel*

Normierung: *genügend*

#### Details

Ungünstig:

- Samen oder Früchtetragende Pflanzen
- Hecken (ziehen Kleinvögel an)
- Wiesenstruktur (lockt wegen Kleinsäugetern die Greiffvögel an)

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).

*pg 18, D. Spezialfälle; 16. Bepflanzter Mittelstreifen*

*Wegen seiner isolierten Lage ist der Mittelstreifen ökologisch weniger wertvoll. Es sind Pflanzen vorzuziehen, die wenig Vögel und Insekten anziehen*

**15.12 Vogelsichere Heckenwahl**

Bestockungen in Verkehrswegnähe können für Vögel zur Falle werden, da sie in die Nähe der Fahrzeuge gelockt werden. Bei Bestockung in grosser Nähe der Fahrbahn ist darum auf beerentragende Sträucher zu verzichten.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: ungenügend*

**Details**

Ab welchen Distanzen zur Fahrbahn beerentragende Vegetation keine ausserordentliche Gefahr mehr für die Vögel darstellt ist nicht bekannt.

**Integration im Normenwerk**

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben (nur beim Thema Mittelstreifen).

> SN 640 675a: Bepflanzung, Ausführung - Bäume und Sträucher, Artenwahl (VSS 1992).

### 15.13 Wiesen typengerecht und faunaschonend pflegen

Typenspezifisch gepflegte Wiesenhabitats sind wertvolle Lebensräume für Tiere und erfüllen damit wichtige Vernetzungsaufgaben entlang von Verkehrswegen.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Pflegemassnahmen (Buser et al. 1998, angepasst):

Gebrauchsrassen: Da hier rein zweckmässige und keine ökologischen Ziele verfolgt werden, gibt es kaum Einschränkungen zu befolgen, ausser natürlich dem Verzicht von Chemikalien.

Restliche Wiesentypen, allgemeine Grundsätze:

- möglichst spät mähen (frühestens: Ende Juni).
- Schnitthöhe sollte mindestens 10 cm betragen (Balkenmäher sind deshalb gegenüber Schlegel- oder Kreiselmäher zu bevorzugen).
- Mähgut sollte zumindest einige Stunden liegen gelassen werden, um Wirbellosen die Flucht in geschützte Bereiche zu ermöglichen, bzw. getrocknet werden um Versamung zu ermöglichen (kein Einsatz von Saugmähern/Schlegelmulchern).
- Mähgut ist zwecks Nährstoffentzug zu entfernen.
- Eine Unterteilung in Bereiche mit zeitlicher Mahdstaffelung ist besonders günstig für Kleintiere.
- Gewisse Bereiche sollten nicht jedes Jahr geschnitten werden; verfilzte Vegetationssäume sind wichtig für Kleintiere.
- Ruderalflächen (Pflege im Winterhalbjahr): alle 3-5 Jahre aufkommende Gehölze entfernen; alle 10-20 Jahre Vegetation samt Humus abtragen.
- Magerwiesen: ein Schnitt pro Jahr zwischen 1. Juli und 1. September
- Hochstaudenflur: Schnitt nach dem 1. September; Gestaffelte Mahd (nie die ganze Fläche aufs Mal) alle 2-5 Jahre.
- Fettwiese: zwei mal jährlich schneiden, nach 1. Juni und nach 1. August

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk genügend beschrieben

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).  
S. 12 Tabelle 3: Pflegemassnahmen zwar nach Typen unterschieden, aber ungenügend in den Details
- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
Gut geschrieben.
- > SN 671 560: Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche (VSS 1998).  
Gut geschrieben.

## 16 Verkehrsmortalität reduzieren (ohne Wildzaun): Wildsäuger

Bei der Verhinderung von Strassenmortalität besteht oft ein Konflikt mit dem Bestreben nach einer guten Lebensraumvernetzung. Massnahmen, die Wildtiere von der Fahrbahn fernhalten, tragen letztendlich zur Barrierebildung bei. Massnahmen, welche den Verkehr verlangsamen und dadurch die Kollisionsgefahr mindern, reduzieren die Strassenmortalität ohne zusätzlichen Barriereeffekt. Solche Massnahmen eignen sich daher besonders gut zur Verbesserung der Lebensraumvernetzung.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>16.1 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>16.2 Geruchszäune, Duftzäune</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	ungenügend
<b>16.3 Infrarot-Wildwarnsystem</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>16.4 Reflektierende Materialien aufhängen</b>	Anpassung	keiner	spezifisch	genügend
<b>16.5 Verkehrsschild Wildwechsel</b>	Anpassung	keiner	spezifisch	genügend
<b>16.6 Wildwarnung mit akkustischem Warnton</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	ungenügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

**16.1 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen**

Ein deckungsfreier Streifen (Sichtrodung) verbessert die Sichtbarkeit der Tiere bzw. der Fahrzeuge. In Nordeuropa wurde diese Methode mit Erfolg eingesetzt um Grosswildkollisionen zu reduzieren (luell et al. 2003, Roll 2004). Dadurch wird jedoch die Trennwirkung des Verkehrsträgers verstärkt, z.B. für deckungsliebende Kleinsäuger. Von einer grossräumigen Anwendung ist deshalb abzusehen.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

## 16.2 Geruchszäune, Duftzäune

Entlang einer Strasse werden Geruchsträger installiert, deren Düfte das Wild abschrecken sollen. Die Duftträger müssen mehrmals pro Jahr erneuert werden, um die Wirkung aufrecht zu erhalten. Über den Erfolg der Massnahme wird widersprüchlich berichtet.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: unbekannt

Normierung: ungenügend

### Details

In einer zweijährigen Studie sanken die Fallwildzahlen an einer Teststrecke um 50-80% (Rippmann 2006). Der Autor empfiehlt eine zweireihige Montage der Duftträger (zwei Reihen pro Strassenseite), und schätzt den Wartungsaufwand der Anlage auf ca. 30 h pro Jahr und Kilometer.

Es wäre wichtig zu wissen, ob der Duftzaun die Tiere grundsätzlich abweist und damit die Lebensraumvernetzung allgemein verschlechtert wird, oder ob durch die Gerüche lediglich die Aufmerksamkeit und damit die Vorsicht bei der Strassenquerung erhöht werden. Bei der Anlage von Duftzäunen bzw. bei Studien über deren Wirksamkeit sollte ausserde darauf geachtet werden, dass durch die Abweisung der Tiere keine neuen Gefahrstellen entstehen (und der gemessene Erfolg durch erhöhte Sterblichkeit an diesen Orten kompensiert wird).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
Die Wirksamkeit von Duftzäunen wird als schlecht bis mittel eingestuft.

### 16.3 Infrarot-Wildwarnsystem

Dieses System warnt Autofahrer mit Leuchtsignalisation, wenn Infrarot-Detektoren Bewegungen in Strassennähe wahrnehmen. Gegenüber anderen Schutzmassnahmen, die das Wild abzuschrecken versuchen, wird hiermit kein zusätzlicher Barriereneffekt erzeugt.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Studien haben gezeigt, dass eine Doppelsignalisation mit Geschwindigkeitsvorgabe die Wirksamkeit erhöht, da nur dann die Fahrer die Geschwindigkeit tatsächlich auch reduzieren (Kistler 1998, 2002). Die Anwendbarkeit/Finanzierbarkeit beschränkt sich vermutlich auf Orte, wo Wildwechsel auf einem verhältnismässig kurzen Strassenabschnitt lokalisierbar sind (H. Jenny, pers. Mitt.) .

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
[ausführlich besprochen]

### 16.4 Reflektierende Materialien aufhängen

Der Gebrauch von Reflektoren (z. B. Metallbändern an Bäumen oder Petflaschen) um Wildtiere vor nahenden Autos zu warnen ist zwar weit verbreitet, der Nutzen ist allerdings zweifelhaft. Vermutlich ist beim Wild ein Gewöhnungseffekt eingetreten (Trocmé et al 2002).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: keiner

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 16.5 Verkehrsschild Wildwechsel

Das Verkehrsschild soll Autofahrer vor Gefahr warnen und zur Verlangsamung der Fahrt bewegen. In der Praxis kommen aber nur wenige Fahrer dieser Aufforderung nach (VSS 2004).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: keiner

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 16.6 Wildwarnung mit akustischem Warnton

Ein Detektor erfasst herannahende Fahrzeuge, worauf ein hoher Warnton ertönt. Dieser soll das Wild davon abhalten, in diesem ungünstigen Moment einen Querungsversuch zu wagen. Über die Wirksamkeit dieser Methode liegen widersprüchliche Angaben vor.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Ein System dieser Art wurde in Frankreich an einer TGV Strecke getestet, das Resultat war aber nicht zufriedenstellend. Möglicherweise erfolgte eine schnelle Gewöhnung der Tiere (Trocmé et al. 2002). Erste Versuche der Wildhut im Kanton Zürich fielen hingegen positiv aus. Die kantonale Jagd- und Fischereiverwaltung plant nun die Ausweitung der Versuche. Die Geräte werden an Strassenpfosten montiert und kosten bisher ca. CHF 120.- pro Stück (Geiger 2006). Der Kanton Zürich hofft, mit selbst entwickelten Geräten die Wirksamkeit zu erhöhen und die Kosten zu reduzieren (Imfeld 2006).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

## 17 Verkehrsmortalität reduzieren mittels Wildzaun

Wildzäune müssen die Sicherheit des Verkehrs und des Wildes gewährleisten. Es gibt in diesem Zusammenhang eine Reihe von Massnahmen, anhand deren sich die Sicherheit einerseits und die Vernetzung andererseits noch verbessern lassen.

Ein Wildzaun verunmöglicht, dass Tiere den betreffenden Verkehrsweg überqueren können. Es müssen deshalb unbedingt Wildtierpassagen angeboten werden, um der Fauna die Möglichkeit zu geben, auf die andere Strassenseite zu gelangen.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>17.1 Autobahnzufahrt mit Gitterrost sichern</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.2 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns</b>	Anpassung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>17.3 Wildzaun auf Schäden kontrollieren</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	genügend
<b>17.4 Wildzaun eingraben</b>	Planung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.5 Wildzaun für Kleintiere</b>	Planung	mittel	spezifisch	genügend
<b>17.6 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>17.7 Wildzaun sauber an Wildtierpassagen anschliessen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>17.8 Wildzaun: Ausstiegsrampe</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.9 Wildzaun: Dachs- bzw. Fuchstüren</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>17.10 Wildzaun: Notwendigkeit prüfen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

**17.1 Autobahnzufahrt mit Gitterrost sichern**

Durch Zufahrtsstrassen zur Autobahn entstehen Lücken im Wildzaun. Über diese Lücken gelangen Wildtiere auf die Autobahn und verursachen z.T. gefährliche Unfälle (Wildschweine, Hirsche, Rehe). Mit Gitterrosten könnte versucht werden, den Wildtieren den ungehinderten Zutritt zur Autobahn zu verwehren. Siehe auch Massnahme 21.12.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird nicht erwähnt.

## 17.2 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns

Rehe überwinden in gewissen Fällen bis zu 2.5 m hohe Zäune. Das kann verhindert werden, indem Sträucher nahe an den Zaun gepflanzt werden (Dumont et al. 2000). Mit einem guten Heckennetzwerk wird ausserdem auch die Längsvernetzung für deckungsbedürftige Arten verbessert. Siehe dazu Massnahme 3.7.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

*pg 2 Abschnitt 6 empfiehlt Strauchpflanzung zur Verbesserung des Schutzes gegen Überspringen. Hecken als Vernetzungselemente werden nicht erwähnt.*

### 17.3 Wildzaun auf Schäden kontrollieren

Bei regelmässigen Kontrollgängen müssen Schäden an Wildzäunen entdeckt und behoben werden. Ansonsten verliert der Zaun seine Wirkung.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: genügend

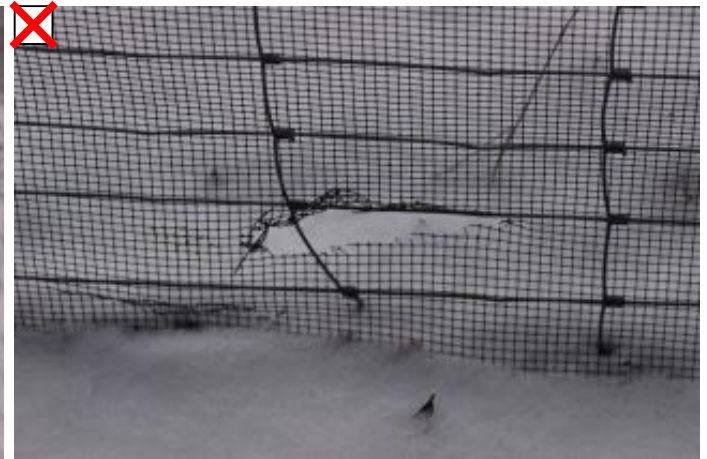
#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

pg 4, Ziffer 13. Unterhalt: Die Wirksamkeit der Wildzäune hängt von ihrem intakten Zustand ab. Sie sind regelmässig zu kontrollieren und wenn nötig, instand zu stellen.

#### Beispiele



## 17.4 Wildzaun eingraben

Vor allem Dachse und Füchse graben sich oft unter den Wildzäunen hindurch. In einigen Kantonen wird der Zaun 20 cm tief eingegraben, was die Tiere aber nicht aufzuhalten scheint (B. Frischknecht, D. Flückiger, pers. Mitt.).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Planung

Nutzen: gering

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk nicht erwähnt.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

pg 3, 11. Ausführung: Um das Unterdurchschlüpfen oder Untergraben zu erschweren, muss der unterste Draht des Geflechts auf dem Boden aufliegen. Das Terrain soll von Pfosten zu Pfosten ausplaniert und leicht verdichtet werden.

### Beispiele



Füchse und Dachse graben sich unter Wildzäunen hindurch, auch wenn diese leicht eingegraben sind.

### 17.5 Wildzaun für Kleintiere

Ein engmaschiger, niedriger Wildzaun wird am Fuss des grossen Wildzauns angebracht. Diese Massnahme soll verhindern, dass Kleintiere wie Igel und Jungrehe durch den Wildzaun schlüpfen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Planung

Nutzen: mittel

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die vorgeschlagene Maschenbreite von 40 mm stellt für Kleintiere wie Mäuse, Reptilien und andere Arten kein Hindernis dar, was je nach dem erwünscht oder unerwünscht sein kann. Auf diese Eigenschaften könnte etwas näher eingegangen werden.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

"Kleintierschutzzäune sind eine Ergänzung des Wildzauns für z.B. Igel, Jungrehe, und andere (...)" Vorgeschlagene Maschenbreite: 40 mm.

#### Beispiele



Wildzaun für Kleintiere.

## 17.6 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen

Ein Wildzaun, sofern notwendig, soll möglichst nahe an der Fahrbahn/am Gleisbett errichtet werden. Der Korridor auf der Innenseite muss lediglich für Schneeräumung und Unterhalt genügen (ca. 5 m). Durch diese Massnahme wird ausserhalb des Wildzauns wertvoller Lebensraum gewonnen, der die Lebensraumvernetzung fördert (Righetti 1997; Kreis & Latty 1998).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

In gewissen Fällen wird dadurch die Böschungspflege einfacher, sicherer und günstiger, da sie von Aussen durchgeführt werden kann (Pflegeauftrag kann an Landwirte vergeben werden). Ein Teil dieser Kosten könnte also durch die günstigere Böschungspflege wieder eingespart werden (Kreis & Latty 1998).

Kosten Wildzaun: ca. CHF 150.-/m. Das Versetzen eines bestehenden Wildzaunes kostet also pro Kilometer rund CHF 150'000.- (R. Flori, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

pg 3, Ziffer 10: Standort der Zäune: Ökologische und ökonomische Aspekte werden nicht erwähnt.

### Beispiele



Auf älteren Autobahnteilstücken folgt der Wildzaun oft der Grundstücksgrenze am äussersten Rand der Böschung.

**17.7 Wildzaun sauber an Wildtierpassagen anschliessen**

Der Wildschutzzaun muss sauber und lückenlos an Bauwerke anschliessen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

*pg 4, 11. Ausführung: Die Zäune sind mit den Kunstbauten so zu verbinden, dass keine Durchschlupfmöglichkeiten bestehen.*

## 17.8 Wildzaun: Ausstiegsrampe

Ausstiegsrampen werden auf der Fahrbahnseite aufgeschüttet und ermöglichen dadurch ein Überspringen des Zaunes von dieser Seite her. Tiere, die trotz Zäunen auf die Fahrbahn gelangen (z.B. über Zubringerstrassen), erhalten dadurch eine Möglichkeit zu Entweichen (luell et al. 2003, Sétra 2005). Dies mindert die Gefahr von Unfällen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Rampen sollten auf beiden Seiten der Strasse angelegt werden. Liegt die Rampe in der Nähe von Strukturen, wo die Tiere natürlicherweise Schutz suchen, so steigt damit die Chance, dass sie auch entdeckt und benutzt wird.

Die Schwierigkeit liegt darin, eine Höhe zu finden, die von der einen Seite her als Barriere wirkt, von der anderen Seite (Strasse) her aber nicht zu hoch wirkt, so dass Tiere Angst hätten herunterzuspringen. Deshalb müssen die Rampen oft spezifisch für eine Zielart angepasst werden. Ein tiefes Sandbett erleichtert das Herunterspringen und erschwert gleichzeitig das Heraufspringen (S. Jacobson, pers. Mitt.).

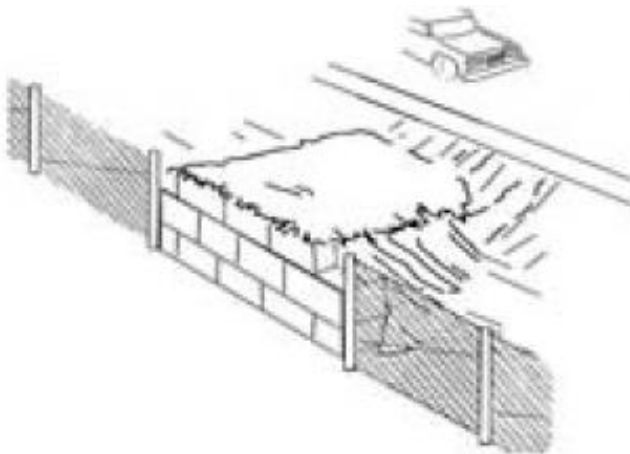
Jungtiere bekunden oft mehr Mühe mit dem Herunterspringen, im schlimmsten Fall kann es vorkommen, dass das Jungtier eingesperrt und das Muttertier ausgesperrt wird. Im Allgemeinen funktioniert die Technik aber für die Huftiere gut (S. Jacobson, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).  
*Massnahme wird nicht besprochen.*

### Beispiele



**Ausstiegsrampe, senkrecht zur Fahrbahn gelegen.**

Bild: USDA Forest Service



**Ausstiegsrampe, parallel zur Fahrbahn gelegen.**

Foto: M. Trocmé

**17.9 Wildzaun: Dachs- bzw. Fuchstüren**

Dachse und Füchse, die trotz Zäunen auf die Fahrbahn gelangen, können diese durch spezielle, nur auf eine Seite öffnende Türen wieder verlassen. In der Praxis kommt es jedoch oft zu Funktionsstörungen und Beschädigungen am Schliessmechanismus, so dass Tiere in die umgekehrte Richtung auf die Fahrbahn gelangen können (luell et al. 2003). Dadurch entsteht unter Umständen sogar eine Fallenwirkung.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gering*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

### 17.10 Wildzaun: Notwendigkeit prüfen

Falls es in Bezug auf die Verkehrssicherheit verantwortet werden kann, so kann durch Entfernen bzw. Nicht-Aufstellen von Wildzäunen die Vernetzung der Wildtiere gefördert werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Im Hinblick auf die Bestandesfestigkeit von Populationen sollten Wildzäune nur da errichtet werden, wo dies die Verkehrssicherheit verlangt, wo Tiere bei Querungsversuchen sehr häufig umkommen bzw. wenn in der Verkehrsmortalität der Grund für einen Populationsrückgang gesehen werden kann (Jaeger & Fahrig 2004).

Beim Bahnverkehr entsteht durch Wildschlag kein Sicherheitsproblem und nur wenig Schaden an der Infrastruktur (P. Vögeli, pers. Mitt.), weshalb hier i.d.R. auf Wildzäune verzichtet werden kann. Das Büro Wildark untersucht gegenwärtig den Wildwechsel bei einem unversperrten Abschnitt der Bahn 2000 Neubaustrecke (M. Struch, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).  
[keinerlei Kriterien oder Richtlinien dazu, wann Wildzäune nötig werden]

## 18 Verkehrsmortalität reduzieren: Amphibien

Obwohl der Schutz der Amphibienwanderwege seit vielen Jahren Unterstützung und Aufmerksamkeit erhält, sind nach wie vor viele Bestände durch die Strassenmortalität existentiell bedroht. Dies hat einerseits damit zu tun, dass Schutzmassnahmen komplex und eine befriedigende Schutzwirkung schwer zu realisieren sind. Andererseits sind Erfolge oft schwer messbar, da zuverlässige Schätzungen zur Grösse und Entwicklung von Populationen intensiver und langjähriger Untersuchungen bedürfen.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>18.1 Amphibien-Warntafel für Automobilisten aufstellen</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>18.2 Amphibienpassagen und -Leitsysteme errichten</b>	Siehe Idee 21.			
<b>18.3 Strasse temporär sperren</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>18.4 Umlenkung von Teilpopulationen, Ersatzbiotope</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	genügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 18.1 Amphibien-Warntafel für Automobilisten aufstellen

Eine Warntafel mit Frosch soll Automobilisten zur Vorsicht anhalten, damit sie langsamer fahren und allfälligen Amphibien auf der Strasse ausweichen können. Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist gering, möglicherweise verbessert sie aber den Schutz von Personen, welche Amphibienzäune kontrollieren (Schmidt & Zumbach im Druck).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gering

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in den Normen nicht besprochen.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

#### Beispiele



**18.2 Amphibienpassagen und -Leitsysteme errichten**

Siehe Idee 21.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Idee]

Nutzen: ---

Normierung: ---

### 18.3 Strasse temporär sperren

Mit einer temporären Sperrung kann Amphibien eine gefahrfreie Laichwanderung ermöglicht werden. Allerdings wird damit nur die Frühjahrswanderung erfasst. Sämtliche anderen Wanderungsbewegungen, die praktisch das ganze Jahr über stattfinden können (Abwanderung der Jungtiere, Herbstwanderung, etc.) werden nicht geschützt.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*"Diese Massnahme ist nur anwendbar, wenn es sich nicht um eine wichtige Verbindungsstrasse handelt und Umfahrungen leicht realisierbar sind. Diese Massnahme ist im Frühjahr, während der 2 bis 3 Wochen dauernden Hin- und Rückwanderung der erwachsenen Amphibien, jeweils zwischen Einbruch der Dunkelheit bis um Mitternacht anzuwenden. Für die tagsüber stattfindende Auswanderung der Jungtiere, die einen Monat dauert, ist eine Strassensperrung nicht vertretbar."*

#### Beispiele



Zahlreiche Gemeinden schützen die Frühjahrswanderungen der Amphibien durch vorübergehende Strassensperrungen.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

### 18.4 Umlenkung von Teilpopulationen, Ersatzbiotope

Wo aus technischen oder anderen Gründen auf den Bau von Amphibiendurchlässen verzichtet werden muss, kann eine Sperre für anwandernde Tiere, abwandernde Tiere oder beide Gruppen sinnvoll sein. Gibt es in der Nähe keine geeigneten Brutgebiete, so müssen Ersatzbiotope geschaffen werden. Die Vernetzung von Teilpopulationen wird durch diese Massnahme jedoch verhindert.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: genügend*

#### Details

Abwandernde Jungtiere sollen umkehren und Habitate in anderen Richtungen aufsuchen (setzt voraus, dass sie nicht schon auf eine bestimmte Abwanderrichtung geprägt sind; Kordges in Glandt et al. 2003).

Zudem ist zu prüfen, ob durch die Sperren nicht andere Tierarten (z.B. Kleinsäuger) gefährdet werden.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk knapp aber vermutlich ausreichend beschrieben.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
pg 2, b) ständige Schutzmassnahmen, Ersatzlaichplätze.

## 19 Verkehrsmortalität reduzieren: Vögel

Es gibt nur wenige erprobte Massnahmen, um die Verkehrsmortalität von Vögeln zu mindern. Einige der Vorschläge zielen darauf ab, den Vogelschlag bei Greifvögeln zu reduzieren, indem sie die Jagd auf Kleinsäuger zu beeinflussen versuchen. Hierbei wäre es wichtig zu wissen, ob die Populationen insgesamt vom grossen Nahrungsangebot in der Böschung profitieren können, oder ob die Greifvögel in eine ökologische Falle gelockt werden. Nach Aussage verschiedener Strasseninspektoren wird die Sicherheit der Verkehrsteilnehmer durch Kollisionen mit Greifvögeln nicht speziell gefährdet.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>19.1 Ansitzgelegenheiten für Greifvögel entfernen/aufstellen</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.2 Gras am Mittelstreifen und Bankett über den Winter stehen lassen</b>	Unterhalt	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>19.3 Greifvögel anfüttern</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.4 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.5 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken</b>	Anpassung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>19.6 Mittelstreifen nicht bepflanzen</b>	Siehe Massnahme 15.10.			
<b>19.7 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen</b>	Siehe Massnahme 15.11.			
<b>19.8 Reduktion Kleinsäugerbestand in der Begleitfläche</b>	Planung	keiner	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.9 Temporeduktion baulich erzwingen</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>19.10 Vogelsichere Heckenwahl</b>	Siehe Massnahme 15.12.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 19.1 Ansitzgelegenheiten für Greifvögel entfernen/aufstellen

Ansitzgelegenheiten fördern die Jagd auf Kleinsäuger durch Greifvögel. Ob ein grosses Angebot in der Nähe von Verkehrswegen das Kollisionsrisiko für die Greifvögel erhöht oder verkleinert, dazu gibt es unterschiedliche Ansichten.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr

Typ: Anpassung

Nutzen: unbekannt

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Ansitzgelegenheiten entfernen: Eine Studie (Meunier et al. 1999) aus Frankreich befand, dass die grosse saisonale Attraktivität von Strassenbegleitflächen für Greifvögel vermutlich im grossen Angebot an Ansitzgelegenheiten liegt. Ausserdem benutzten Mäusebussarde entlang von Autobahnen zu einem grossen Teil künstliche Strukturen (Wildzäune, Telefondrähte, etc.) als Ansitze. Durch Verwehren/Entfernen von solchen Sitzgelegenheiten könnte die Anziehungskraft von Strassenböschungen auf Greifvögel verringert werden. Mögliche Massnahmen zur Reduktion von Ansitzgelegenheiten: Wildzäune mit Vogelabweisern versehen, Sitzstangen entfernen, holzige Vegetation zurückschneiden (Achtung: Widerspruch mit anderen Vernetzungszielen). Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist unklar.

Ansitzgelegenheiten aufstellen: Von niedrigen Sitzwarten geht die Gefahr aus, dass Greifvögel beim Abflug auf ungenügender Höhe über die Fahrbahn wegfliegen. Demzufolge könnte die Kollisionsgefahr für Greifvögel durch Montage von hohen Sitzstangen reduziert werden. Ein gutes Angebot solcher Warten könnte verhindern, dass Greifvögel in Strassennähe auf niedrigere Warten ausweichen. Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist unklar.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
pg 2: Vogelschutzmassnahmen fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Norm.

**19.2 Gras am Mittelstreifen und Bankett über den Winter stehen lassen**

Indem man das Gras des Mittelstreifens und Banketts im Spätsommer wachsen lässt, erschwert man in diesen Gebieten die winterliche Jagd auf Mäuse und könnte so möglicherweise die Kollisionen von Mäusebussarden reduzieren. Möglicherweise steht diese Massnahme im Widerspruch mit sicherheitstechnischen Auflagen.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 19.3 Greifvögel anfüttern

Greifvögel, vor allem Mäusebussarde, werden im Winter ausserhalb des Wildzaunes gefüttert, um sie von der Fahrbahn wegzuhalten. Diese Massnahme stellt einen künstlichen Eingriff in die natürliche Populationsdynamik dar und sollte nur ergriffen werden, wenn sich die Verkehrsmortalität als Gefährdung für den Bestand entpuppt. Durch die Fütterungen werden möglicherweise zusätzliche Vögel in die Nähe des Verkehrswegs gelockt.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 19.4 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln

Hohe Vegetation längs eines Verkehrswegs soll Vögel auf eine höhere Flugbahn zwingen und die Attraktivität der Böschung als Jagdplatz senken. Dadurch würde die Kollisionsgefahr mit dem Verkehr sinken. Diese Massnahme scheint für die kleinräumigen Verhältnisse in der Schweiz eher schwierig zu realisieren sein, zumal die Massnahme über lange Distanzen erfolgen müsste. Zudem besteht auch die Gefahr, dass die Vegetation Singvögel anlockt.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die Vegetation sollte mindestens 4.5 m hoch sein, um eine Abschirmung von grossen Fahrzeugen zu erreichen, sowie den Sicherheitsanforderungen entsprechend genügend weit vom Verkehrsweg entfernt positioniert sein (luell et al. 2003).

Für Schleiereulen würden gemäss Ramsden (2003) 2-3 m hohe, nahe an der Fahrbahn gelegene Hecken genügen. Allerdings ist sich der Autor bewusst, dass diese Massnahme negative Auswirkungen auf andere Aspekte wie z.B. Biotoppflege, Landschaftsbild, etc. hat (Ramsden 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 19.5 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken

Mit der gezielten Pflanzung/Rodung von Gehölzen in der Böschung kann versucht werden, die Jagdaktivität der Greifvögel zu lenken. Das Ziel wäre, dass die Tiere die Beute nicht in unmittelbarer Nähe zum Verkehr zu greifen versuchen. Wie dies zu erreichen ist, darüber gehen die Meinungen auseinander.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *unbekannt*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Gehölze entfernen: Ein genügend grosser, gehölzfreier Raum zwischen Fahrbahn und Wildzaun soll Greifvögeln genügend Platz geben, damit sie nicht direkt neben der Fahrbahn jagen. Der Werkhof ZH Nord geht mit einer 4 m breiten gehölzfreien Zone über die vom VSS vorgeschlagene Verbreiterung des Lichtraumes hinaus (VSS 1998; C. Krismer, pers. Mitt.).

Gehölze pflanzen: Sträucher entlang der Innenseite eines Wildschutzzaunes sollen Kollisionen mit Greifvögeln verringern. Vögel können nicht von der erhöhten Position des Wildzaunes in der Böschung direkt auf die Fahrbahn abtauchen, sondern müssen zuerst aktiv nach oben wegfliegen, um die Sträucher zu überwinden. Die Sträucher beschränken ausserdem die Vermehrung der Feldmäuse wie auch die Sicht für die Beutegreifer und verringern so die Attraktivität der Böschung als Jagdplatz (Dumont et al. 2000).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

*[Massnahme wird nicht besprochen.]*

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).

*Wuchsraum, pg 17, Verkehrssicherheit: Bei Hochleistungsstrassen ist eine zusätzliche gehölzfreie Breite ab Lichtraumprofil von  $\geq 2$  m vorzusehen.*

**19.6 Mittelstreifen nicht bepflanzen**

Siehe Massnahme 15.10.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

**19.7 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen**

Siehe Massnahme 15.11.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**Details**

### 19.8 Reduktion Kleinsäugerbestand in der Begleitfläche

Von der Reduktion der Kleinsäuger erhofft man sich eine geringere Attraktivität der Böschung für Raubvögel (Ramsden 2003). Dies ist aber schwierig zu erreichen und gefährdet andere Vernetzungsmassnahmen, insbesondere jene für Kleinsäuger.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Planung*

*Nutzen: keiner*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 19.9 Temporeduktion baulich erzwingen

Die Fahrgeschwindigkeit von Fahrzeugen entscheidet wesentlich darüber, ob Kollisionen mit Wildtieren verhindert werden können. Anstatt mit Warnschildern vor Gefahren zu warnen, kann die Temporeduktion mittels baulicher Anpassungen (Schwellen, Kurven, etc.) erzwungen werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Diese Massnahme wurde vorgeschlagen zum Schutz einer Eulenart in einem Nationalpark (Bencke & Bencke 1999).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

**19.10 Vogelsichere Heckenwahl**

Siehe Massnahme 15.12.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

## 20 Versiegelungs- bzw. Verbauungsgrad gering halten

Die Breite und die Oberflächenstruktur von Verkehrswegen beeinflussen die Barrierewirkung auf die Fauna sowie das Ausmass des Lebensraumverlustes, der mit dem Bau der Infrastruktur einhergeht. Bei wenig befahrenen Strassen kann die Lebensraumvernetzung verbessert werden, wenn auf eine starke Befestigung (Asphalt, Beton, etc.) und übermässigen Ausbau in die Breite verzichtet wird.

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>20.1 Asphaltflächen renaturieren</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>20.2 Flur- und Waldstrassen schmal planen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>20.3 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen</b>	Siehe Massnahme 22.5.			
<b>20.4 Verkehrsflächen minimal befestigen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 20.1 Asphaltflächen renaturieren

Manche Strassen und öffentlichen Plätze sind aufgrund von Planungsfehlern oder veränderten Verkehrsverhältnissen überdimensioniert gestaltet worden. Eine Renaturierung solcher Flächen ist wohl in erster Linie ein ästhetischer Prozess, andererseits können gewisse Pflanzen- und Invertebratengruppen sicherlich auch von dieser Massnahme profitieren.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Asphaltierte Feldwege kann man verwittern lassen und mit Mergel oder Kies bedecken (Ineichen et al. 1998). Überflüssige Asphaltflächen können als günstige Aufwertungslösung mit Grobkies überschüttet und extensiv, naturnah begrünt werden (Weber & Thommen 1998). Dabei sollten wenn möglich schräge Randabschlüsse verwendet werden.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 20.2 Flur- und Waldstrassen schmal planen

Flur- und Waldwege sollen möglichst schmal geplant werden. Zur Waldarbeit können anstelle der breiten, herkömmlichen Maschinen gelenkige Spezialfahrzeuge eingesetzt werden, welche auch auf schmalen Wegen zurecht kommen. Die Einsparungen im Wegbau können grösser sein als die Anschaffungskosten der neuen Geräte (Bachmann & Bachmann 1998).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grundlagen der Projektierung, Strassentypen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**20.3 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen**

Siehe Massnahme 22.5.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

## 20.4 Verkehrsflächen minimal befestigen

Die Strassenoberflächen von wenig befahrenen Strassen erzeugen am wenigsten Trennungseffekte, wenn sie naturbelassen sind und möglichst viel Vegetation aufweisen. In ökologisch verarmten Agrargebieten oder in Wohnquartieren erhöhen natürliche Wege mit einem hohen Vegetationsanteil sogar die Lebensraumvielfalt. Wenn eine Befestigung notwendig ist, so sind Spurstrassen aufgrund des natürlichen Grünstreifen in der Mitte besser als in voller Breite befestigte Fahrbahnen. Ein Oberbau mit Bewuchs (Kiesrasen, Kiesrasen mit Gitterrost, Rasengitterelemente) ist gegenüber Oberbauten ohne Bewuchs (Kies-, Asphalt-, Betonstrassen) vorzuziehen, Kiesstrassen sind vorteilhafter als Asphalt- oder Betonstrassen (Mader et al. 1988; Ducommun in Berthoud et al. 2000).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grundlagen der Projektierung, Strassentypen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

In Wohnquartieren wirkt eine Kiesstrasse verkehrsberuhigend und ästhetisch, hat aber auch gewisse Nachteile (z.B. Staubentwicklung). Für Rollstühle/Kinderwagen sollte ein schmaler Asphaltstreifen eingeplant werden (Ineichen et al. 1998).

Durch minimale Befestigung der Strassenoberfläche sind auch Kosteneinsparungen möglich. In einem Kostenvergleich kommt das BUWAL zum Schluss, dass ein Asphaltüberbau in der Erstellung mehr als 30% teurer und im Unterhalt rund doppelt so teuer zu stehen kommt als eine Kiesstrasse (BUWAL 1996). Ein Kritiker wendet dazu ein, dass dabei Strassen mit unterschiedlicher Beanspruchung verglichen worden seien (Stahel 1997).

Von dieser Massnahme dürften in erster Linie Invertebraten profitieren, aber auch grössere Tiere wie z.B. die Blindschleiche, die sich auf glatten Oberflächen nicht gut fortbewegen kann.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 045: Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Erschliessungsstrassen (VSS 1994).  
*Es fehlt eine Diskussion des zu wählenden Oberbaus bzw. ein Verweis auf die Norm 640 741; eine Planungsgrundlage für Wald- und Flurstrassen fehlt ganz.*
- > SN 640 741: Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau - Grundnorm (VSS 2005).  
*Die ökologischen Eigenschaften sind für jeden Oberbautyp aufgelistet und die positiven Eigenschaften von Spurstrassen werden hervorgehoben.  
Beispiel aus pg. 13/14: 13 Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Umwelt: Die detaillierte Beurteilung findet sich in der Tabelle 7. Aus ökologischer Sicht sind vor allem die bewachsenen Oberbauten günstig zu beurteilen, weil sie Lebensräume für Flora und Fauna bieten und sich gut in die Landschaft einpassen. 15.2 Beurteilung Spurstrassen sind aus ökologischen Gründen günstig, weil im Vergleich zu unbewachsenen Oberbauten auf der gesamten Fahrbahnbreite die Trennwirkung für die Fauna verringert und die Einpassung in die Landschaft verbessert wird.*

### Beispiele



**Spurstrassen sind für Kleintiere leichter zu überqueren als vollständig befestigte Flurwege.**

Foto: M. Trocmé

## 21 Wildtierpassagen: Amphibiendurchlässe und Leitsysteme

Die erfolgreiche Gestaltung von Leitsystemen und Unterführungen für Amphibien ist ein komplexes Unterfangen, in dem viele Faktoren berücksichtigt werden müssen. Umso wichtiger ist es, aus vergangenen Fehlern zu lernen, und bei der Planung die neusten Erkenntnisse zu berücksichtigen. Dies bedingt, dass man die teuren Schutzanlagen nach der Fertigstellung weiterhin wartet und die Funktionalität überprüft.

Im Kanton Aargau ist eine Publikation in Vorbereitung, welche die bisherigen Erfahrungen sammeln soll (B. Schelbert, pers. Mitt.). In Deutschland läuft eine Studie, die versuchen will, Faktoren, die über den Erfolg bzw. Nichterfolg einer Anlage entscheiden, besser zu verstehen (Fuhrmann, pers. Mitt.).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>21.1 Amphibiendurchlass - Bedarf und Umsetzung abklären</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.2 Amphibienleitsystem dauerhaft</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>21.3 Amphibienleitsysteme pflegen</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	genügend
<b>21.4 Amphibienzaun mobil</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>21.5 Amphibienüberführung</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.6 Durchwandersperr im Bereich des Tunnelleingangs</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.7 Einwegdurchlass für Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>21.8 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>21.9 Feuchter Boden im Tunnel</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.10 Lücken unter Bahnschienen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>21.11 Umkehrelemente verlängern</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.12 Zufahrt mit Gitterrost sichern</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>21.13 Zweiwegdurchlass für Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 21.1 Amphibiendurchlass - Bedarf und Umsetzung abklären

Beim Strassenneubau bzw. Totalsanierungen ist der Fall klar - Kleintierdurchlässe für Säuger, Amphibien und andere Tiere sind im Sinne der Naturschutzgesetzgebung ein Muss und kosten verhältnismässig wenig. Bei bereits erstellten Strassen sollte hingegen genauer abgeklärt werden, ob die angestrebten, sehr teuren Massnahmen tatsächlich so nützlich sind, wie sie auf den ersten Blick scheinen, oder ob mit demselben Geld nicht etwa wirksamere Projekte gefördert werden sollten. Für eine Vergabe der Prioritäten bei Projekt-Alternativen sind umfassende, populationsökologische Abklärungen sinnvoll.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Blosse Angaben über die Höhe der Tierverluste sind aus Sicht des Artenschutzes nicht ausschlaggebend dafür, ob eine Amphibienpassage tatsächlich notwendig ist (aus Sicht des Tierschutzes hingegen schon). Massgebend beim Entscheid zwischen verschiedenen Amphibienschutzprojekten sollte eine nachgewiesene oder zumindest glaubwürdig vermutete Bestandesgefährdung einer lokalen Population sein.

Ein zweiter, wichtiger Punkt sind Abklärungen planerischer Art. Kann man den betreffenden Wanderkorridor mit dem Bau einer Amphibienanlage überhaupt schützen? Oft verhindern topographische, hydrographische und andere Unwägbarkeiten, dass eine Amphibienzugstelle von den Tieren auch wirklich genutzt werden kann (Kordges in Glandt et al. 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird in der Norm nicht behandelt.

## 21.2 Amphibienleitsystem dauerhaft

Bei dauerhaften Anlagen ist die Gewährleistung der Leitwirkung enorm wichtig. Eine gute Leitwirkung bedeutet, dass die Tiere sich zügig dem Leitsystem entlang fortbewegen, und nicht am Bauwerk hochzuklettern versuchen oder aus anderen Gründen vor Ort verharren. Eine Schutzanlage mit Tunnel sichert nicht nur die Frühjahrswanderung, sondern auch Rück-, Jungtier-, und Herbstwanderung der Amphibien und bietet somit einen deutlich besseren Schutz der Populationen, als dies mit mobilen Zäunen möglich wäre.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

### Details

Anforderungen an die Bautechnik:

- Einbau in die Böschung, so dass Überwandern von der Fahrbahn her möglich ist
- Stabilität, auch bei Befahrung mit Unterhaltsmaschinen
- passgenaue Kombination mit anderen Elementen (Gitterroste, Durchlässe)
- Beton sollte ohne Schnellbinder produziert oder sonst gut gewaschen werden (Karch 2005)

Anforderungen an die Sperrwirkung:

- kein Unterwandern
- Höhe 40 - 60 cm, je nach Agilität der Arten, mit Überstiegsschutz (Überhängende Kante)
- möglichst schmale Spalten/Fugen zwischen Elementen (Achtung: grosse Verwitterungsgefahr ansonsten besteht Klettergefahr)
- Laubfrosch: ist nur durch starke Überhänge aufzuhalten (Zbierski&Schneeweiss in Glandt et al. 2003).

Anforderungen an die Leitwirkung:

- Lauffläche von 30 cm Breite oder mit nur kurzer Vegetation (Unterspülung vermeiden)
- senkrechter Übergang Lauffläche-Wand
- möglichst lange Elemente (wenige Fugen)
- möglichst schmale Spalten/Fugen zwischen Elementen
- schützende Vegetation anschliessend an Lauffläche
- Laubfrosch: kommt der Überhang erst spät, so klettern die Tiere hoch und verharren da. Eine früh abgewinkelte Form hat deshalb die beste Leitwirkung (Zbierski&Schneeweiss in Glandt et al. 2003).

Anforderungen für eine erleichterte Pflege:

- befestigte Laufebene (muss nicht gemäht werden)
- einfache Mahd ober- und unterhalb

U-förmige Leitrinnen sind nach Möglichkeit zu vermeiden, da sie bei ungünstiger Witterung kein Entweichen in die angrenzende, schützende Vegetation ermöglichen.

Am Ende des Systems sollte ein Umkehrelement stehen.

Literatur dazu: Frey & Niederstrasser (2000), KARCH (2005)

Der Kanton Aargau hat Betonelemente entwickelt (Konstruktionsplan ist öffentlich), welche folgende Merkmale aufweisen:

- fugenlose (aber trotzdem übersteigsichere) Elementanbindung (kein Ausmörteln notwendig; Mörtel ist wartungsaufwändig und bei ungenügender Wartung ein Sicherheitsproblem)
  - Fugen in Kurven mit Überkletterschutz
  - Kurvenbau problemlos möglich (kürzeste Elemente 1.5 m)
  - leichter Einbau, da nur 3 m lang (Element kann notfalls mit Brechstangen verschoben werden)
  - stabil: T-Fuss mit Armierungen, 30-Töner kann unmittelbar daneben parkieren.
- (Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau; B. Schelbert, pers. Mitt.)

### Integration im Normenwerk

Der Text der Norm ist nicht mehr zeitgemäss, zu knapp gehalten, teilweise vermutlich sogar falsch.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

### Beispiele



**Eine freie Lauffläche erhöht die Leitwirkung auf die Amphibien.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Ein Umkehrelement am Ende des Leitwerks kann die Umgehung der Anlage verhindern.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Solche unvernünftige Spalten ermöglichen den Amphibien, die Sperre zu überklettern.**



**Hier fehlt ein Umkehrelement!**



**Ungenügende Ausführung. Das Leitwerk sollte vollständig durchgezogen werden, mit Überkletterschutz, korrekter Höhe, etc.**

### 21.3 Amphibienleitsysteme pflegen

Damit Amphibienleitsysteme auch als solche funktionieren, müssen die wichtigsten Eigenschaften der Anlage vor Wanderungsbeginn regelmässig überprüft und ihre Funktionalität gewährleistet werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Durch die Wartung soll erreicht werden werden dass:

- keine Vegetationsbrücken entstehen.
  - Laufflächen vegetationsfrei bleiben, bzw. die Vegetation kurz geschnitten ist.
  - verwitterte Fugen und Spalten geflickt werden, so dass keine Klettermöglichkeiten entstehen.
- (Frey & Niederstrasser 2000)

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
Unterhaltmassnahmen sind sinnvoll formuliert (pg 6, Abschnitt 12).

#### Beispiele



Dieses Leitsystem ist zu niedrig und weist keinen Übersteigschutz auf. Zusätzlich hat es sich mit Erde angefüllt. So erfüllt es seinen Zweck nicht.



Vegetation und anfallendes Laub bilden Brücken, welche den Amphibien das Überklettern des Sperrzauns ermöglichen.

## 21.4 Amphibienzaun mobil

Mobile Zäune kommen in der Regel zusammen mit vergrabenen Fanggefässen (Eimern) zum Einsatz. Die Anlagen müssen regelmässig kontrolliert und gewartet, gefangene Tiere auf der anderen Strassenseite freigelassen werden. Dies ist mit einem erheblichen personellen Aufwand verbunden und kann nur eine vorübergehende Lösung sein. Obwohl Amphibien fast das ganze Jahr unterwegs sind, werden mobile Zäune meistens nur während der Hauptwanderzeit im Frühjahr eingesetzt. Ein vollumfänglicher Schutz muss aber sowohl die Frühjahrs-, als auch die Rück-, Jungtier- und Herbstwanderung der Amphibien sichern. Dies ist nur mit einer permanenten Schutzeinrichtung zu verwirklichen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Anforderungen Sperrwirkung:

- kein Unterwandern
- senkrechte Aufstellung mit Überstiegschutz (min. Höhe 40 cm) oder halbrunde/schräge Aufstellung (kletterfreudige Laubfrösche sind nur durch starke Überhänge aufzuhalten!)
- keine Struktur zum Hochklettern (Drahtgeflecht ist ungünstig)
- Material möglichst blickdicht (Durchsicht animiert zum Hochklettern und verringert so die Leitwirkung)
- Am Ende der Zäune: Umkehrschleife anfügen (Zaun U-förmig wenden) und Eimer vergraben

Anforderungen Leitwirkung:

- vegetationsfreie Lafebene
- Material möglichst blickdicht (animiert zum Verharren)
- Haltepfosten nicht auf Anwanderseite direkt an der Zaunwand

Anforderung Unterhalt:

- Mähen mit Freischneider sollte Material nicht verletzen (Frey & Niederstrasser 2000)

Um auch die Rückwanderung zu erfassen, die bereits gegen Ende der Laichwanderung einsetzt, sollten auf beiden Seiten Zäune und Fallen gestellt werden, oder zumindest Rampen aus Erde, Sand oder Kies auf der Strassenseite angeschüttet werden, damit die Tiere den Zaun in die andere Richtung selbständig überqueren können (Schelbert-Jungo 1999).

Empfehlungen:

Im Kanton Aargau hat sich als günstiges Material für provisorische Sperreinrichtungen schwarzer Bauplastik bewährt. Für dauerhaftere, mobile Zäune existiert eine Eigenentwicklung aus Hartplastik, die leicht stapel- und handhabbar ist. Die Wartung wird dadurch vereinfacht, da die Vegetation mit dem Freischneidergerät gekürzt werden kann (B. Schelbert, pers. Mitt.). Auch die KARCH gibt gern Auskunft zu geeigneten Materialien.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*Die Norm erwähnt wichtige Punkte nicht und beinhaltet auch schlechte Angaben (Auf pg 4 und pg 6 werden Maschengeflechte als Baumaterialien vorgeschlagen)*

### Beispiele



**Ein Amphibienzaun aus Bauplastik.**  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Amphibienzaune aus Hartplastik sind robuster und gut stapelbar!**  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Solche Rampen ermöglichen Tieren, die in die Gegenrichtung ziehen, einen Ausstieg aus der Fahrbahn (wenn die andere Seite nicht gesichert ist oder der Zaun umgangen wurde).**  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 21.5 Amphibienüberführung

Je nach topographischer Lage (bei Strassen an steilen Hängen) könnten Amphibien auch auf einer Brücke über die Strasse geführt werden, statt mittels Amphibientunnel untendurch. Diese Idee wurde im Kanton Zürich ernsthaft verfolgt, konnte letztendlich aber nicht realisiert werden (R. Werder, pers. Mitt.).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Die Überführung war an einer Strasse geplant, die einen Steilhang traversiert. Vorgesehen war eine ca. 60 cm breite Konstruktion aus Blech oder Holz, die auf T-Trägern über die Strasse führt. Zwecks Einhalten des Lichtraumprofils wären aber trotzdem auch bergseits noch Anrampungen nötig gewesen, weshalb die Idee schliesslich verworfen wurde.

Die Überführung wäre für Menschen nicht begehbar, die Wartung müsste mit einer Leiter durchgeführt werden. Eine Überführung bietet gegenüber einer Unterführung den Vorteil, dass Werksleitungen unter der Strasse nicht angetastet werden müssen, was unter Umständen viel Geld einsparen kann.

### Integration im Normenwerk

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

### 21.6 Durchwandersperrre im Bereich des Tunneleingangs

Eine Durchwandersperrre ist ein Zaun/Mauerstück, welches vor einem Tunneleingang positioniert ist und in Tunnelrichtung zeigt. Anwandernde Amphibien von beiden Seiten werden dadurch in Richtung des Tunneleingangs gelenkt. Diese Massnahme kann verhindern, dass Amphibien am Tunneleingang vorbeiwandern (Frey & Niederstrasser 2000).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 21.7 Einwegdurchlass für Amphibien

Beim Einwegdurchlass (auch Doppelröhrendurchlass genannt) fallen Tiere in einen Schacht und können diesen nur durch Unterquerung des Verkehrsträgers wieder verlassen. Die Konstruktion ist ziemlich aufwändig und entsprechend teuer (luell et al. 2003). Die KARCH empfiehlt Einweg-Durchlässe nicht mehr. In seltenen, spezifischen Situationen können sie allerdings nach wie vor eine sinnvolle Massnahme sein.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Vorteile von Einwegdurchlässen: hohe Fängigkeit, gute Leitwirkung, weniger Entwässerungsprobleme.

Nachteile: Zwangsverfrachtung von anderen Tierarten. Dies macht das System für Kleinsäuger eher ungeeignet (Frey & Niederstrasser 2000). Offenbar besteht eine erhöhte Mortalität unter Molchen und jungen Fröschen (luell et al. 2003). Einige Autoren sind der Ansicht, dass Amphibien die Anlage negativ in Erinnerung behalten und bei der nächsten Wanderung zu umgehen versuchen (John in Glandt et al. 2003).

Die Zwangsverfrachtung kann reduziert werden, indem ein kleiner, zweiter Ausgang in die andere Richtung angeboten wird (A. Borgula, pers. Mitt.). Dies kann ohnehin nötig sein, um Entwässerungsproblemen entgegenzuwirken. Damit ist der Tunnel streng genommen kein Einwegdurchlass mehr, der Leiteffekt dürfte aber immer noch einiges höher sein als bei normalen, offenen Zweiwegdurchlässen.

Die KARCH empfiehlt Einweg-Durchlässe nicht mehr. In spezifischen Situationen kann dies allerdings nach wie vor eine sinnvolle Massnahme sein.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*Das System ist sehr detailliert beschrieben und wird als beste Lösung gepriesen. Negative Effekte werden nicht erwähnt. Heutzutage scheint es kaum mehr gebaut zu werden.*

### Beispiele



Eingang zu einem Einwegdurchlass. In diesem Fall gibt es noch ein Entwässerungsrohr (linke Seite, nicht sichtbar), welches hineingefallenen Tieren, die nicht auf die andere Strassenseite möchten, ein Entweichen ermöglicht.

**21.8 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen**

Siehe Massnahme 23.2.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

### 21.9 Feuchter Boden im Tunnel

Böden von Tunnels, insbesondere bei der rundum geschlossenen Kastenbauweise, trocknen oft aus. Dies behindert oder verhindert eine Benutzung des Tunnels durch Amphibien. Indem der Boden mit einem natürlichen, saugfähigen Material belegt wird, kann die Durchquerungsrate eines Tunnels stark verbessert werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Das Einbringen einer 5 cm hohen, schwach lehmhaltigen Sandschicht verbesserte die Nutzung von Tunnels durch Erd- und Knoblauchkröten markant (John in Glandt et al. 2003). M. Kyek aus Österreich verbessert die Bodenfeuchte im Tunnel dadurch, dass Boden um den Tunneleingang eine Folie eingebaut wird, welche die Bodenfeuchtigkeit in den Tunnel leitet (A. Borgula, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 21.10 Lücken unter Bahnschienen

Lücken zwischen Schotter und Schienen erlauben kleinen Tieren das Gleisbett zu überqueren. Solche Lücken entstehen oft von selbst (Roll 2004, eigene Beobachtungen). Bei den regelmässigen Wartungsarbeiten am Schotterbett werden Sie jedoch wieder geschlossen, was für wandernde Amphibien fatal sein kann.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Bahnanlagen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht VSS*

#### Details

Gezielt Lücken schaffen: Anlässlich der Wartung des Schotterbettes wird der Schotter in regelmässigen Abständen (z.B. alle 15 m) zwischen zwei Schwellen 5 cm tiefer planiert, so dass kleine Tiere einen Hohlraum zwischen Schotter und Schwelle zur Unterquerung der Schiene benutzen können. Während dem Planieren verbleiben Reste von Schotter direkt unterhalb der einzelnen Schienenprofile, welche von Hand herausgestossen werden müssen, damit eine Lücke entsteht. Diese Massnahme wird z.B. in Hausen bei Brugg angewandt. Messungen der SBB haben ergeben, dass diese Massnahme die Schienenstabilität nicht beeinträchtigt (E. Krummenacher, pers. Mitt.).

Tiere, die sich in der Schienenkehle fortbewegen, können mit einem Abweiser dazu gezwungen werden, die Öffnung zu benutzen. Auf Abbildungen ist meist auch eine längshalbierte Röhre zu sehen, die in die Lücke eingeschoben wurde, vermutlich um die Öffnung vermutlich etwas dauerhafter zu schützen. Diese Massnahmen haben sich im Unterhalt nicht bewährt und sind nicht zu empfehlen (SBB 1994; E. Krummenacher, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Der Unterhalt von Gleistrassen ist SBB intern geregelt.

#### Beispiele



**Tief planierter Schotter bei Zurzach**  
Foto: E. Krummenacher, Hausen



**Ein Erdkrötenpaar benutzt eine Lücke unter den Bahnschienen bei Rietheim. Der Schotter ist hier absichtlich tief planiert worden, damit solche Lücken erhalten bleiben.**

Foto: E. Krummenacher, Hausen



Natürlicherweise entstandene Lücken unter Bahngeleisen, die bei Wartungsarbeiten am Gleisbett aber wieder verschlossen werden.



Endstation Bahngeleise: An dieser Zugstelle bei Zurzach wurden dieses Jahr die Lücken nicht rechtzeitig erstellt. Unzählige Tiere, wie auch der Grasfrosch und der Fadenmolch auf diesem Bild, verendeten auf der Suche nach dem Durchschlupf.

Foto: E. Krummenacher, Hausen

### 21.11 Umkehrelemente verlängern

Zu kurze Umkehrelemente werden von den Amphibien umwandert. Eine Verlängerung des Umkehrelementes mit einem Zaun kann dem entgegenwirken (John in Glandt et al. 2003).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die Umkehrelemente sollten mindestens 5-10 m lang sein (A. Borgula, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



Ein "normales" Umkehrelement.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 21.12 Zufahrt mit Gitterrost sichern

Ein Gitterrost ist für Klein- und Huftiere nicht begehbar. Richtig platziert, kann somit verhindert werden, dass diese Tiere über die Fahrbahn von wenig befahrenen Zufahrtstrassen auf die Fahrbahn von grösseren Strassen gelangen. Die Sicherheit von Fussgängern und Radfahrern muss berücksichtigt werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Anforderungen Sperrwirkung für Amphibien:

- Breite (Länge in der Strasse): mindestens 50 cm
- schmale Längslamellen im Abstand von 6 cm
- vertiefte Querstreben (sonst dienen die Querstreben als Brücken, die benutzt werden können, um den Graben zu überqueren)
- beidseitiger Anschluss an Amphibienleitwerke

Anforderungen Leitwirkung für Amphibien:

- keine verdeckten Vorsprünge unterhalb des Gitters
- rechtwinkliges Rinnenprofil, keine Rundungen
- Kein stehendes Wasser im Durchlass

Quelle: Verändert nach Frey & Niederstrasser (2000)

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
[Massnahme wird nicht besprochen]
- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
[Im Zusammenhang von Sicherheitseinrichtungen/Schutzmassnahmen erwähnt]

### Beispiele



Dieser Gitterrost soll verhindern, dass die Amphibien über den Zufahrtsweg auf die Strasse gelangen.



Idealerweise weist der Gitterrost vertiefte Querstreben auf, die von den Tieren nicht als Brücken genutzt werden können.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

### 21.13 Zweiwegdurchlass für Amphibien

Grundsätzlich können Amphibien dieselben Durchlässen nutzen wie andere Kleintiere, wobei die Bedürfnisse der Amphibien etwas schwieriger zu befriedigen sind. Die Massnahme ist detailliert beschrieben unter Massnahme 23.13.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### **Integration im Normenwerk**

Der Zweiwegdurchlass (offener Durchlass) kommt in der Amphibienschutznorm praktisch nicht vor, wird aber in der Praxis sehr häufig spezifisch für diese Tiergruppe gebaut. Es macht vermutlich am meisten Sinn, diese Massnahme in der Norm "Schutzmassnahmen" ausführlich zu behandeln und in der Amphibien-Norm darauf zu verweisen

## 22 Wildtierpassagen: Brücken und Unterführungen mit Mischnutzung

Bauwerke, die vom Menschen wenig genutzt werden, können auch für Tiere zugänglich gemacht werden. Indem Brücken für Tiere über- und unterquerbar werden, können sie als zusätzliches Element die lokale Vernetzung verbessern. Unter Umständen kann dadurch der Bau einer Wildtierpassage mit lokalem Vernetzungszweck eingespart werden. Funktionen einer Wildtierpassage von regionaler Bedeutung kann eine solche gemischt-genutzte Passage hingegen nicht übernehmen (Völk et al. 2001).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>22.1 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>22.2 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Siehe Massnahme 23.2.			
<b>22.3 Gewässerdurchlässe für terrestrische und aquatische Tiere gestalten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>22.4 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten</b>	Siehe Massnahme 23.6.			
<b>22.5 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen</b>	Anpassung	gross	allgemein	genügend
<b>22.6 Wildtierkorridore schützen</b>	Siehe Massnahme 1.4.			
<b>22.7 Wildtierpassage und Umgebung aufwerten</b>	Siehe Massnahme 23.10.			

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 22.1 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten

Versiegelte, für Wildtiere nicht begehbare Böschungsabschnitte unterhalb von Brücken sollen wildtiertauglich gestaltet werden. Damit können auch Wildunfälle verhindert werden (Righetti 1997). Siehe auch Massnahme 22.5.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Kunstbauten - Brücken

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" (ungenügend) beschrieben. Da eine Brücke kein faunenspezifisches Bauwerk ist, die Massnahme aber eigentlich bei jedem Brückenbau zumindest erwogen werden soll, macht eine Verankerung (oder wenigstens ein Verweis dazu) im Normenwerk zum Thema Brücken Sinn.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

*In der Tabelle auf Seite 5 wäre folgende Ergänzung wünschenswert:*

*Typ 4: - im Falle einer Überquerung einer Strasse sind Strassenböschungen unversiegelt und tierfreundlich zu gestalten (Deckungsangebot für Kleintiere)*

### Beispiele



Die Böschung unter der Brücke wurde mit Kalksteinblöcken und Kies gesichert.



Zwischen den Steinen haben sich bereits Pflanzen angesiedelt.

**22.2 Erfolgskontrolle durchführen, Massnahmen überprüfen**

Siehe Massnahme 23.2.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

## 22.3 Gewässerdurchlässe für terrestrische und aquatische Tiere gestalten

Die heutigen Gewässerdurchlässe sind eine Barriere, sowohl für die aquatische als auch für die terrestrische Fauna. In der faunenverträglichen Gestaltung von Gewässerdurchlässen liegt viel Vernetzungspotential brach. Eine neue Norm dazu ist in Vorbereitung (VSS 2003/603).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

### Details

Naturnahe Uferstreifen (Bermen), erlauben terrestrischen Tieren den Gewässerdurchlass als Wildtierpassage zu nutzen. Aquatische Organismen benötigen eine natürliche, vielfältige Sohlenstruktur, genügend Lichteinfall, sowie eine mässige, ungleichförmige Strömung. Dies erlaubt auch kleinen Invertebraten und schwachen Schwimmern ein Fortwärtskommen gegen den Strom. Für Kleinfische wie die Groppe dürfen künstliche Abstürze nicht höher als 5 cm sein. Hohe Abstürze können durch raue Rampen ersetzt werden (LfU 2005). Kasper (1997) erwähnt folgende Eckdaten:

Lichteinfall:

- Rahmendurchlass, beidseitiger Lichteinfall, Abmessungen 2'000 x 2'000 mm, ca. 50% des Querschnitts durchflossen, bis 50 Meter uneingeschränkte Fischpassierbarkeit
- Rohrdurchlass, kein Lichteinfall, Abmessungen 1000 mm, 100% des Querschnittes durchflossen, ab Länge von 25 Meter, unpassierbar für Fische.

Maximale Fließgeschwindigkeiten:

- Forelle adult ca. 1.2 m/s<sup>3</sup>
- Forelle juv. ca. 0.8 m/s<sup>3</sup>
- Dreistachliger Stichling 0.36 m/s<sup>2</sup>
- Moderlieschen 0.38 m/s<sup>2</sup>
- Bachschmerle bis 0.6 m/s<sup>2</sup>
- Gründling bis 0.55 m/s<sup>2</sup>

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" ungenügend beschrieben. Da ein Gewässerdurchlass kein faunenspezifisches Bauwerk ist, und die Massnahme aber eigentlich bei jedem Bau eines Gewässerdurchlasses erwogen werden soll, wäre eine Verankerung im Normenwerk zum Thema Brückenbau sehr sinnvoll.

### Beispiele



Ein Gewässerdurchlass entlang der A1 (Le Dy) mit Berme für kleinere Wildtiere.

Foto: Pronat Conseils SA



Dieser Kanal musste aus Gründen der Hochwassersicherheit gerade gehalten werden. Die niedrigen Schwellen sind aber so angelegt, dass eine vielfältige Strömung entsteht, und ein Lichtschacht erhellt den Durchlass.



Berme an einem Gewässerdurchlass bei Bazenheid (SG).



Schlechtes Beispiel eines Gewässerdurchlasses.



Ein Gewässerdurchlass mit natürlicher Sohle aber ohne Berme für Wildtiere.



Gewässerdurchlass mit Uferstruktur für die terrestrische Fauna.

**22.4 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten**

Siehe Massnahme 23.6.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

## 22.5 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen

Brücken und Unterführungen sollen durch Einbringen eines Mergel- oder Kiesbelags wenigstens streifenförmig wildfreundlich gestaltet werden. Die Massnahme ist vor allem bei Bauwerken mit geringer Verkehrsbelastung, in Waldgebieten sowie an Wildwechseln effektiv (Oggier et al. 2001).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Kunstabauten - Brücken*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" bereits genügend beschrieben. Da Brücken keine faunenspezifische Bauwerke sind, und die Massnahme eigentlich bei jedem Brückenbau zumindest erwogen werden soll, wäre eine Verankerung (oder wenigstens ein Verweis) im Normenwerk zum Thema Brückenbau durchaus auch sinnvoll.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
pg 5, Tabelle 2, Nichtspezifische Faunapassagen

### Beispiele



Durch diese Unterführung führt ein unbefestigter Feldweg, der sogar teilweise bewachsen ist.

**22.6 Wildtierkorridore schützen**

Siehe Massnahme 1.4.

*Umsetzung:* ---

*Zielnorm:* ---

*Typ:* [Verweis Massnahme]

*Nutzen:* ---

*Normierung:* ---

**22.7 Wildtierpassage und Umgebung aufwerten**

Siehe Massnahme 23.10.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

## 23 Wildtierpassagen: spezifisch für Tiere gebaut

Wildtierpassagen sind Brücken oder Tunnels, die durch Verkehrswege getrennte Lebensräume verbinden. Je nach Grösse und Gestaltung der Passage wird die Barrierewirkung des Verkehrswegs lokal gemindert oder praktisch aufgehoben. Das Ziel lautet, möglichst vielen verschiedenen Arten die Über- oder Unterquerung möglichst leicht zu machen, wofür es aber keine allgemeingültigen Rezepte gibt. Deshalb sind frühzeitig Spezialisten beizuziehen, welche die Bedürfnisse der verschiedenen Arten abklären und mit dem Bauprojekt abstimmen. Wichtig ist auch, dass bei der Gestaltung stets die neusten Erkenntnisse der Forschung berücksichtigt werden (siehe auch die Forschungsarbeit "Interactions entre les réseaux de la faune et des voies de circulation"; Dumont et al. 2000).

*Kategorie: Verminderung*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>23.1 Baumwipfel-Brücken</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.2 Erfolgskontrollen durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	ungenügend
<b>23.3 Kurze Aufständering als Wildtierpassage</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.4 Landschaftsbrücke</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.5 Lange Galerien mit Faunapassagen ausstatten</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.6 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.7 Querungshilfen für Fledermäuse</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.8 Viadukt/Aufständering faunenfreundlich ausgestalten</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>23.9 Wildtierkorridore schützen</b>	Siehe Massnahme 1.4.			
<b>23.10 Wildtierpassage und Umgebung faunengerecht gestalten</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.11 Wildtierpassagen für Wirbellose</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>23.12 Wildtierunterführung für grössere Tiere</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.13 Wildtierunterführung für kleinere Tiere/Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>23.14 Wildtierüberführung</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.15 Wildtierüberführung reduziert</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>23.16 Überregionale Wildtierkorridore wiederherstellen</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 23.1 Baumwipfel-Brücken

Bei breiten Strassen kann für baumbewohnende Tiere eine kleine Brücke zwischen Baumwipfeln konstruiert werden, die einen sicheren Übergang über die Strasse bietet. Die Methode ist relativ neu, scheint gemäss ersten Erfahrungsberichten aber zu funktionieren (Iuell et al. 2003).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Zielarten: Eichhörnchen, Marder, Bilche.

Anwendungsorte: überall da, wo wichtige Populationen bzw. hohe Verkehrsmortalität der Zielarten vorliegen. Auch in Städten/Stadtparks interessant.

Ausgestaltung: Noch wenige Informationen vorhanden. Es können einfach Seile zwischen Bäumen gespannt werden. Eichhörnchen benutzen Seile ab einem Durchmesser von 4-10 cm. Besser sind vermutlich doppelt geführte Seile oder Drahtseile, zwischen denen ein Netz oder eine sonstige Lauffläche (20-30 cm breit) aufgespannt wird. Bilche benötigen vermutlich Versteckmöglichkeiten oder sonstige Deckung von oben. Aufhängevorrichtungen für Wegweiser/Strassenbeschilderungen können mit einer Lauffläche ausgestattet werden und so gleichzeitig als Baumwipfelbrücken dienen (Iuell et al. 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 23.2 Erfolgskontrollen durchführen, Massnahmen überprüfen

Oft wird viel Geld für die Realisierung von teuren Massnahmen (z.B. Wildtierpassagen) eingesetzt. Eine Erfolgskontrolle gewährleistet, dass Mängel entdeckt werden und dass die angestrebten Ziele tatsächlich auch erfüllt werden. Eine Erfolgskontrolle liefert zudem auch wichtige Informationen für zukünftige Projekte.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Eine gute Grundlage für Erfolgskontrollen an Amphibiendurchlässen bildet der Artikel "Standardisierung von Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibiendurchlassanlagen an Strassen" (Geise et al. im Entwurf)

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk zum Schutz der Amphibien ungenügend beschrieben.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Die hier beschriebene Erfolgskontrolle überprüft nur, ob Tiere auf die Fahrbahn gelangen.*
- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*In dieser Norm wird das Thema angemessen behandelt:  
S. 2, 4. Begriffe: Überwachung einer Faunapassage wird definiert.  
S. 22, 12. Grundlagen: Überwachung, Wartung und Änderungen werden vertieft besprochen.*

### 23.3 Kurze Aufständigung als Wildtierpassage

Die Methode der Aufständigung kann spezifisch zur Schaffung von Wildtierpassagen eingesetzt werden und zwar auch da, wo es topographisch nicht zweckmässig ist. Davon würden Invertebraten und Reptilien besonders profitieren, deren Bedürfnisse mit herkömmlichen Kleintierpassagen nur schwer befriedigt werden können.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Beispiel: Eine Strasse, die durch ebenes Gebiet führt, könnte in regelmässigen Abständen über ein kurzes Viadukt geführt werden. In der kleinräumigen, topographisch reich strukturierten Schweiz ist diese Massnahme vermutlich nicht sinnvoll, da sich andere Gelegenheiten (echte Viadukte, Gewässerdurchlässe, etc.) anbieten.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 23.4 Landschaftsbrücke

Eine Landschaftsbrücke (Ökobrücke) überdeckt den Verkehrsträger auf einer Länge von mehreren hundert Metern. Damit wird es möglich, auf der Brücke naturnahe Lebensräume zu schaffen, um die Lebensraumverbindung (auch für Invertebraten) optimal zu fördern. Von allen Vernetzungsmassnahmen ist dies vermutlich die teuerste, aber auch diejenige mit dem höchsten Wirkungsgrad (Righetti 1997; Dumont et al. 2000).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: genügend*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 23.5 Lange Galerien mit Faunapassagen ausstatten

Lange Galerien besitzen einen äusserst starken Barriereeffekt auf die Fauna, da sie, anders als Tunnels, nur zum Teil in der Erde verlaufen. Die geöffnete Talseite ist hoch und für die allermeisten Tiere nicht erklimmbar. Deshalb sollten in regelmässigen Abständen Querungsmöglichkeiten geschaffen werden, damit die Vernetzung der Lebensräume erhalten bleibt.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Bestehende Galerien sollten überprüft und gegebenenfalls nachgerüstet werden. Ein guter Ort für eine Passage wären Stellen, an denen Wasser über das Dach geführt wird.

#### Integration im Normenwerk

Kunstabauwerke wie Galerien sind nicht im VSS-Normenwerk geregelt, sondern vermutlich im Zuständigkeitsbereich der SIA. Da diese Massnahme bei künftigen Galeriebauten bereits in der Planung berücksichtigt werden sollte, wäre eine Verankerung im SIA-Normenwerk genauso sinnvoll.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

#### Beispiele



**Der Barriereeffekt lange Galerien könnte mit periodischen Anschüttungen gemindert werden.**

Foto: M. Trocmé

### 23.6 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten

Versiegelung und Zweckentfremdung von Strukturen (z.B. Nutzung von Brücken als Unterstände für Maschinen und Geräte) senkt die Attraktivität für die Wildtiere. Menschliche Aktivitäten im Bereich einer Wildtierpassage sind deshalb zu verbieten oder auf gewissen Zonen zu beschränken. Die Einhaltung der Regeln muss überprüft werden (Unterhalt).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
S. 22

#### Beispiele



Fremdnutzung des Raumes unter Viadukten führt dazu, dass Wildtiere die Unterführung nur ungern benutzen. Dadurch verliert das Bauwerk die Funktionalität als Wildtierpassage.

### 23.7 Querungshilfen für Fledermäuse

Durchlässe, Brücken und hohe Baumwipfel können Fledermäusen helfen, verkehrsreiche Strassen gefahrlos zu überqueren. Um bei Neubauten von Verkehrswegen eine gefährliche Umgewöhnungsphase zu vermeiden, sollten die neuen Querungsstrukturen möglichst schon vor der Fertigstellung des Verkehrswegs vorhanden, nutzbar und in die bestehenden Flugrouten integriert sein. Um eine Querungshilfe für Fledermäuse optimal zu platzieren, ist es wichtig, die vorhandenen Arten sowie die bestehenden Flugrouten gut zu kennen (F. Bontadina, pers. Mitt.).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Von bestehenden Verkehrswegen weiss man, dass Fledermäuse folgende Strukturen als Querungshilfe gerne nutzen:

- Durchlässe bzw. Unterführungen bei erhöhter Verkehrswegführung
- Brücken bzw. Überführungen bei abgesenkter Verkehrswegführung
- Vegetationsbrücken (z.B. durch Bäume, deren Kronen sich in Strassenmitte treffen)

Dabei ist es wichtig, dass die Querungshilfen in ein Netzwerk von Leitstrukturen integriert sind.

(Brinkman et al. 2003)

Querungshilfen müssen auf die vorhandenen Arten abgestimmt werden. Gewisse Arten fliegen durch Vegetation hindurch, andere wählen eine Flugbahn, die Baumkronen folgt. Wegen artspezifischen Unterschieden kann eine Querungshilfe nur erfolgreich sein, wenn man die vorhandenen Arten und ihre bestehenden Flugrouten kennt. Eine detaillierte Übersicht zu Arten und Querungshilfen ist in Limpens et al. (2005), pg 15 gegeben. Die Aufnahme der Routen kann mit Sichtbeobachtungen, Netzfängen und Telemetrie erfolgen (AG Querungshilfen, 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 23.8 Viadukt/Aufständerung faunenfreundlich ausgestalten

Statt einen Verkehrsträger auf einer künstlichen Aufschüttung oder auf den Talgrund hinunter zu führen, kann ein Viadukt erstellt werden. In der Regel ergibt sich der Bau solcher Viadukte aus topographischen Gründen. Der Anlass sollte unbedingt genutzt werden, durch eine faunenfreundliche Gestaltung des Viadukts eine hohe Durchlässigkeit für die Fauna zu gewährleisten.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: genügend*

#### **Integration im Normenwerk**

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" genügend beschrieben. Da Viadukte meistens keine faunenspezifische Bauwerke sind, die Massnahme aber eigentlich bei jedem Viaduktbau zumindest erwogen werden soll, macht eine Verankerung (oder wenigstens ein Verweis) im Normenwerk zum Thema Brücke durchaus Sinn.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

**23.9 Wildtierkorridore schützen**

Siehe Massnahme 1.4.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Massnahme]

Nutzen: ---

Normierung: ---

### 23.10 Wildtierpassage und Umgebung faunengerecht gestalten

Die Wildtierpassage sowie das Habitat in der angrenzenden Umgebung sollten den Bedürfnissen der Tiere möglichst weit angepasst werden. Zu fördern sind Strukturen mit Nahrungs- und Deckungsgelegenheiten (Hecken, Totholz, Steine, etc.). Der Eingangsbereich der Passage sollte frei von menschlicher Aktivität sein, künstliche Beleuchtung ist zu vermeiden (Berthoud 1998; Luell et al. 2003).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
S. 22

#### Beispiele



Das Deckungsangebot auf dieser Wildbrücke ist ausgezeichnet - auch für Kleinsäuger.  
Foto: M. Trocmé



Regelmässige Hochwasser bis zur mittleren Höhe des Durchlasses verhindern, dass hier Deckungsmöglichkeiten für Kleintiere angeboten werden können.

### 23.11 Wildtierpassagen für Wirbellose

Viele Invertebraten wandern wenig zielgerichtet und nur kurze Distanzen, oder brauchen viel Zeit um lange Distanzen zu überwinden. Eine Wildtierpassage, welche die Lebensraumvernetzung auch für diese Tiergruppe erhalten will, muss deshalb für die Invertebraten bewohnbar sein, das heisst, naturnahe Lebensräume aufweisen. Dies ist nur bei grösseren Überführungen und bei Aufständungen möglich.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Bei der Gestaltung des Lebensraumes müssen die Bedürfnisse der Zielarten befriedigt werden. Will man z.B. Waldinvertebraten fördern, so muss auf der Überführung eine dicke, feuchte Bodenauflage vorhanden sein sowie anderen Elemente, welche diese Tiere zum Überleben brauchen. Da die Böschung entlang eines Verkehrswegs eher Offenlandarten fördert, entsteht auf einer Grünbrücke möglicherweise eine Konkurrenzsituation zwischen Offenland- und Waldarten (Hypothese). Bedürfnisse von Offenlandinvertebraten sind vermutlich leichter zu befriedigen (A. Zangger, pers. Mitt.).

In Deutschland gibt es Faunapassagen, die explizit zur Verbesserung der Vernetzung von Wirbellosen erstellt worden sind. Die Projekte wurden von der Universität Kiel wissenschaftlich begleitet (V. Keller, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*bis jetzt noch keine Anforderungen für Invertebraten erfasst*

#### Beispiele



**Diese Faunapassage dient sicherlich auch Invertebraten als Lebens- und Vernetzungsraum. Ob davon aber auch z. B. Laufkäfer des Waldes profitieren können?**

Foto: M. Trocmé

**23.12 Wildtierunterführung für grössere Tiere**

Eine Wildtierunterführung führt Tiere unter dem Verkehrsträger hindurch. Das Verhältnis Breite x Höhe : Länge sollte den Wert 1.5 nicht unterschreiten (Righetti 1997). Fuchs und Marder nehmen Unterführungen gut an. Beim Schalenwild genügt die Struktur zur Erhaltung/Wiederherstellung von Austauschbewegungen, nicht aber um Migrationsrouten aufrecht zu halten (Oggier et al. 2001).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: genügend*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 23.13 Wildtierunterführung für kleinere Tiere/Amphibien

Zweiwegdurchlässe (auch Einfachdurchlass genannt) sind Tunnels, die auf beiden Seiten des Verkehrsträgers betreten und verlassen werden können. Die Unterführung kann auch nachträglich eingebaut werden, ohne die Strasse aufzureissen. Damit auch Amphibien die Struktur gut annehmen, müssen spezielle Anforderungen berücksichtigt werden, die je nach Art, Bauprojekt, Topografie, etc. stark variieren können. Für die Planung sind deshalb frühzeitig entsprechende Fauna-Spezialisten beizuziehen.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Allgemeine Anforderungen:

Metall-Oberflächen werden von einigen Arten gemieden, deshalb gilt Beton als ideales Baumaterial. Ein natürlicher Tunnelboden ist vorteilhaft. Die Minimalgrösse für eine Multi-Arten-Passage beträgt 1 - 1.5 m Durchmesser (1.5 m für Röhren). Kleinere Tunnels werden von weniger Arten genutzt und sind schwieriger im Unterhalt. Röhren sind günstiger und können auch unter bestehende Strassen eingesetzt werden. Sie sollten angefüllt werden, so dass eine ebene Lauffläche entsteht.

Der Tunnel kann durchaus auch genutzt werden, um Wasser durchzuleiten. Stehendes Wasser im Tunnel muss vermieden werden, weshalb der Tunnelboden über dem Grundwasserspiegel liegen und einen Neigungsgrad von mindestens 1 % aufweisen muss. Bei häufiger Wasserführung müssen wasserfreie Wege (Bermen) verfügbar sein. Die maximale Neigung beträgt 1:2.

Spezielle Anforderungen für Amphibien:

Tunnels sollten aus Beton sein und nicht weiter als 30 m (Quelle: Fauna und Verkehr) bzw. 60 m (Quelle: COST) auseinanderliegen. Empfehlenswert ist eine Platzierung aufgrund von Zählraten von Eimern. Der Tunnel muss nahtlos an die Leitstrukturen angeschlossen werden, vorstehende Kanten und tiefliegende Ecken sollten dabei vermieden werden, damit die wandernden Tiere nicht kurz vor dem Eingang in die falsche Richtung abgelenkt werden.

Mikroklimatische Effekte im Tunnel wie starke Zugluft, tiefe Temperaturen und hohe Trockenheit können bewirken, dass Amphibien die Tunnels nicht betreten oder wieder umkehren. Je weiter eine Schutzanlage vom Laichgewässer entfernt ist, desto stärker fällt dieser Faktor ins Gewicht. Der Barriereeffekt scheint art- und altersspezifisch zu wirken (Jungtiere sind z.B. besonders feuchtigkeitsbedürftig, und wandern weniger zielgerichtet). Natürliches, feuchtigkeitspeicherndes Bodenmaterial kann die klimatischen Bedingungen stark verbessern. Es ermöglicht gewissen Arten Schutz durch Eingraben. Eine strukturierte Oberfläche bietet insbesondere Jungtieren Versteckmöglichkeiten. Für ein gutes Klima sorgen kann auch das Durchleiten von Wasser (Gewässerdurchlässe). Bei längeren Tunnels dürfte dies die einzige Möglichkeit sein ein gutes Mikroklima zu schaffen. Ab ca. 20 m Tunnellänge steigt die Gefahr ungünstiger mikroklimatischer Effekte stark an. (Schneeweiss et al. in Glandt et al. 2003). In Deutschland ist gegenwärtig eine Untersuchung im Gange, die diese Faktoren näher untersucht (Fuhrmann, pers. Mitt.).

- Rechteckdurchlass als Stelztunnel (U-Profil) oder Kasten:

Rechteckige Querschnitte weisen eine gute Leitwirkung auf und lassen sich leicht an Leitstrukturen anschliessen. Grundsätzlich sind Stelztunnel aufgrund des natürlichen Bodens und feuchteren Klimas besser geeignet. Besteht die Gefahr der Erosion oder völligen Austrocknung des Bodens, so ist ein Kastenprofil vorzuziehen (Staub behindert die Wanderung und kann für Jungtiere tödlich sein).

Masse: Breite x Höhe in m (Tunnellänge in m)

1.0 x 0.75 (<20) 1.5 x 1.0 (20-30) 1.75 x 1.25 (30-40) 2.0 x 1.5 (40-50)

- Rundrohr:

Eine Runde Röhre ist an den Eingängen schwieriger an die Leitstrukturen anzuschliessen. Der runde Boden weist eine denkbar schlechte Leitwirkung auf und sollte deshalb angefüllt werden (am besten mit einem feuchtigkeitstransportierenden, natürlichen Bodenmaterial), so dass eine flache, breite Lauffläche entsteht.

Masse: freie Breite / freie Höhe in m (Tunnellänge in m)

1.0 / 0.7 (<20) 1.4 / 0.7 (20-30) 1.6 x 1.1 (30-40) --- / --- (40-50)

- Klimatunnel / Entwässerungsrinnen mit Schlitzen / Aco-System:

Klimatunnel sind Kastenprofile, die bündig zur Fahrbahn in die Strasse eingelassen sind und von einem Gitterrost abgedeckt werden. Es gibt zahlreiche Nachteile, aufgrund welcher in der Regel von der Verwendung dieser Konstruktion abgeraten wird. Trotzdem sollte es bei schmalen, wenig frequentierten Strassen als

Handlungsalternative berücksichtigt werden, zumal die Akzeptanz derartiger Systeme (durch Amphibien) wiederholt belegt worden ist (Kordges in Glandt et al. 2002).

Nachteile: meist sehr schmal bemessen; durch Schlitze treten Lärm, Salz, Öl, Feinstaub ein.

Vorteile: günstig; niedrige Bautiefe (bei Grundwasserproblem, unterirdischen Kabeln, etc.); feuchtes Klima bei entsprechender Witterung.

Anforderungen für Reptilien:

Eine Anlage in Deutschland wurde gelegentlich auch von Waldeidechsen und Ringelnattern benutzt (Leber in Glandt et al. 2003). Allgemein ist nur wenig darüber bekannt, wie man die Benutzung von Kleintierdurchlässen durch Reptilien fördern kann.

Quellen: Frey & Niederstrasser 2000; Glandt et al. 2003; Iuell et al. 2003; A. Meyer, G. Dusej, S. Zumbach, B. Schelbert, J. Barandun, pers. Mitt..

### Integration im Normenwerk

Die Angaben zu den Bedürfnissen der Amphibien sind eher dürftig. Wildtierdurchlässe sollten immer so gestaltet werden, dass die Bedürfnisse möglichst vieler Tiergruppen erfüllt werden (und die entsprechenden Gestaltungsinformationen sollten möglichst nach zusammen liegen). Wir schlagen vor, die Bedürfnisse der Amphibien bei Zweiwegdurchlässen in dieser Norm zu behandeln, und in der Amphibienschutznorm einen entsprechenden Hinweis zu plazieren.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Methode wird kaum erwähnt*
- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*Ziemlich gut, auch für Amphibien nicht schlecht, aber dennoch mehr Details wünschbar bez. Abmessungen der Tunnels.*

### Beispiele



Beim Neubau von Strassen stellen Kleintierdurchlässe einen verhältnismässig kleinen Budgetposten dar und sollten standardmässig eingebaut werden.



Ein Kleintiertunnel mit Kastenprofil.  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



Ein Kleintierdurchlass mit Röhrenprofil. Die meisten Durchlässe werden heute aber mit Kastenprofilen erstellt.



Aco-System: Wenn aus technischen Gründen nicht tief gegraben werden kann, so ist diese Methode oft die einzig mögliche Lösung.

### 23.14 Wildtierüberführung

Biobrücke, Grünbrücke: Dieses Bauwerk soll die Verbindung zwischen zwei Lebensräumen gewährleisten. Je näher der Standort an einem bestehenden Wechsel liegt, desto besser wird das Bauwerk von den Wildtieren angenommen (Righetti 1997).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Aufgrund von Erfolgskontrollen an Überführungen wird eine Mindestbreite von 50 m empfohlen. Wirbellose und Kleinsäuger nutzen die Überführung nur, wenn Bauwerk und Umgebung den entsprechenden Lebensraum aufweisen. Bei grösseren Säugern scheint die Benutzung eher von der Breite als von der perfekten Detailgestaltung des Bauwerkes abzuhängen. Breite Bauwerke (30-100 m) können Wildtierkorridore aufrechterhalten und bieten ausserdem genügend Platz um verschiedene Biotoptypen zu integrieren und damit die Brücke für alle Tiergruppen passierbar zu machen (Righetti 1997, Dumont et al. 1999, Dumont et al. 2000).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk genügend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 23.15 Wildtierüberführung reduziert

Schmale Bauwerke (< 30 m breit) können bei guter Platzierung und Integration in den Lebensraum bzw. die Topographie den Kontakt zwischen Teilpopulationen gewährleisten (nicht aber einen Wildtierkorridor aufrechterhalten).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Die Zielsetzung ist auf eine Tiergruppe und sporadischen Genaustausch beschränkt. Unter Umständen kann dieses Bauwerk auch die Vernetzung von häufigen Invertebraten verbessern (Dumont et al. 1999).

Durch eine gut durchdachte Aufwertung bestehender Infrastrukturen (Mischnutzung von Brücken und Unterführungen) kann dieses Bauwerk möglicherweise auch eingespart werden (Völk et al. 2001).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*Invertebraten vergessen*

### 23.16 Überregionale Wildtierkorridore wiederherstellen

Von 303 überregionalen Wildtierkorridoren wurden im Jahr 2000 rund 28% als intakt, 56% als stark beeinträchtigt und 16% als unbenutzbar eingestuft (Holzgang et al. 2005). Soll die Fauna auf langfristige Sicht geschützt werden, so müssen die beeinträchtigten Wildtierkorridore für die Tiere wieder benutzbar werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 692: Fauna und Verkehr - Faunaauswertungsmethoden (VSS 2004).  
pg 6, C: Ermittlung der ökologischen Netzwerke

## 24 Brücke als Lebensraum nutzen

Biologisch tote Brückenstrukturen können zu wertvollem Lebensraum (Ruhem, Brüten, Überwintern) für verschiedenste Tiere (Insekten, Spinnen, Reptilien, Vögel, Säugetiere) aufgewertet werden. Damit könnte wenigstens teilweise Ersatz geschaffen werden, für die zahlreichen Nist- und Ruheplätze, die durch den Abriss/Sanierung alter Wohn- und Wirtschaftsgebäude verloren gehen.

Am besten werden die Bedürfnisse von Tieren bereits bei der Planung einer Brücke berücksichtigt. Die Wartung der Strukturen kann gleichzeitig mit der Brückenwartung erfolgen. Bei gewissen Arten ist das Problem der Kotansammlung zu berücksichtigen. Mögliche Fressfeinde (Marder, Iltis, Hermelin, Ratte, etc.) dürfen keinen Zugang haben (Hoek 1998).

*Kategorie: Ersatz*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>24.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>	Planung	gross	spezifisch	unbekannt
<b>24.2 Brückenpfeiler verschliessen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.3 Konstruktionen mit freiliegenden Trägern: Doppel-T-Träger verwenden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.4 Nist- und Überwinterungsstrukturen aussen anbringen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>24.5 Nistplätze direkt einmauern</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.6 Nistplätze im Hohlraum des Brückenkörpers einbauen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>24.7 Nistplätze über den Wasserrohren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 24.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart

Manche Tierarten wie Fledermäuse oder brütende Vögel reagieren sensibel auf Störungen. Bau-, Unterhalts- und Renovationsarbeiten sollten zeitlich so abgestimmt werden, dass sie nicht in heikle Phasen fallen.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: unbekannt*

#### Details

Bei Fledermäusen müssen Störungen von Winterquartieren, Wochenstuben, Männchenkolonien und Paarungsquartieren zu bestimmten Zeitpunkten unbedingt vermieden werden (Dietz 2001). Darauf soll bei Bau, Wartungs- und Unterhaltsarbeiten an Brücken und Gewässerdurchlässen Rücksicht genommen werden.

#### Integration im Normenwerk

Grundsätzlich ist es die Aufgabe des Auftragsnehmers Fauna, Konfliktstellen von Projektvarianten und Fauna zu erkennen und Möglichkeiten zur Konfliktreduktion vorzuschlagen. Insofern ist diese Massnahme durch die Norm "Fauna und Verkehr - Planungsverfahren" (VSS 2004) abgedeckt. Für Wartungs- und Unterhaltsarbeiten werden aber nicht immer Fachleute für die Fauna beigezogen. Deshalb scheint eine entsprechende Bemerkung andernorts in Normenwerken (Brücken, Gewässerdurchlass, etc.) erstrebenswert.

- > SN 640 691a: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren (VSS 2004).  
*Siehe Seite 10.*

## 24.2 Brückenpfeiler verschliessen

Eingänge zum Hohlraum von Brückenpfeilern sollten mit engmaschigen Gittern verschlossen werden, da sonst für gewisse Fledermausarten eine tödliche Falle entsteht.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Innenräume von Brückenpfeilern können für gewissen Fledermausarten, wie z.B. für den Grossen Abendsegler, eine tödliche Falle darstellen, weil die Tiere nicht in der Lage sind, die engen Innenräume nach oben wieder zu verlassen (Schornsteineffekt; Koettnitz & Heuser 1994)

**24.3 Konstruktionen mit freiliegenden Trägern: Doppel-T-Träger verwenden**

Bei Brücken und ähnlichen Bauten wenn möglich Doppel-T-Träger einsetzen. Die Simse dienen als Unterlage für den Bau von Nestern.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Sind die Simse schmaler als 15 cm, so sollten sie stellenweise mit zusätzlichen Massnahmen verbreitert werden. Eine einfache Lösung ist das Einpassen eines Brettes zwischen zwei Trägern.

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 24.4 Nist- und Überwinterungsstrukturen aussen anbringen

Künstliche Nischen dienen Insekten, Fledermäuse, Kleinsäuger, Vögeln, etc. als Ersatzstandorte für Schlaf- und Brutplätze.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Mit Epoxidhartkleber können Strukturen direkt auf Beton geklebt werden. Strukturen im Hochwasserbereich sind zur Sicherheit mit einer Sollbruchstelle auszustatten (Hoek 1998).

Die Festlegung von Zielarten sowie die detaillierte Ausgestaltung bezüglich Ausrichtung, Grösse, etc. von Nischen sollte mit Artenspezialisten durchgeführt werden, da jede Art bestimmte Vorlieben hat.

Beispiele (Hoek 1998, BUWAL 1990):

Wasseramsel; Simse und Nischen über der Wasseroberfläche, ca. 20x18x18 cm (BHT).

Bergstelze; Simse/Nischen auch über Land, 15x15x15 cm.

Fledermäuse: Schlitz 70x3x50 cm.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**24.5 Nistplätze direkt einmauern**

Durch Einmauern von Spaltöffnungen oder Nistkästen können neue Schlaf- und Brutplätze geschaffen werden (Hoek 1998; Dietz 2001).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Beispiel: Pont de Corbières (FR)

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 24.6 Nistplätze im Hohlraum des Brückenkörpers einbauen

Der Hohlraum eines Brückenkörpers kann Tieren wie z.B. Fledermäusen zugänglich gemacht werden. Der Hohlraum bietet den Tieren Schutz vor Witterung und Fressfeinden. Durch diese wichtige Ersatzmassnahme können gefährdete Arten wie die kleine Hufeisennasen oder der das grosse Mausohr gefördert werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Besonders beliebt sind offenbar die äusseren Abschnitte Abschnitte der Hohlkästen, die direkt über dem Widerlager liegen (Koettnitz & Heuser 1994). Rauhe Oberflächen, Spalten und Löcher in den Decken und Wänden des Brückenkörpers ermöglichen auch spaltenbewohnenden Arten ein Quartier. Koettnitz und Heuser (1994) empfehlen das Anbringen von Flach- und Koloniekästen, offenen Hohlsteinen, rauhen Holzbrettern oder Maschendraht. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Anbindung der Brückenquartiere an die Jagdgebiete.

Idealerweise werden die Quartiere bereits beim Bau einer Brücke eingeplant. Brücken, deren Hohlkörper verschlossen ist, können durch Löcher in Türen oder Bodenklappen für Fledermäuse besiedelbar gemacht werden. Pysarczuk (2004) empfiehlt horizontale Schlitz von 11 bis maximal 15 cm Höhe, oder ähnlich konstruierte Gittertüren. Die Breite der Öffnung sollte etwa 50 cm betragen.

Durch Fledermäuse entstehen in der Regel keine oder nur geringfügige Schäden an der Bausubstanz. Der Kot von Fledermäusen ist beispielsweise weniger problematisch als Vogelkot, da er keine Harnsäuren enthält (Pysarczuk 2004). Bei Kontrollgängen des Wartungspersonals sollte darauf geachtet werden, dass die Arbeit zügig erledigt wird, die Innenbeleuchtung des Hohlkörpers nicht benutzt wird, und die Tiere auch sonst nicht unnötig angeleuchtet werden (Koettnitz & Heuser 1994).

**24.7 Nistplätze über den Wasserrohren**

Oft werden auf der Innenseite von Brückenträgern Wasserrohre geführt. Ist ein Freiraum von ca. 20 cm über den Wasserrohren vorhanden, so werden diese gerne als Ruhe- und Nistplätze angenommen.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 25 Lebensraumverlust kompensieren

Neuer Lebensraum kann einerseits Ersatz darstellen für verlorenen Lebensraum, andererseits auch wertvolle Lebensräume miteinander vernetzen. Die Massnahme wird oft empfohlen zur Förderung von Wirbellosen, deren Bedürfnisse mit Passagen eher schwierig zu erfüllen sind (Ducommun in Dumont et al. 1999). Die Barrierewirkung eines Verkehrswegs kann damit aber nicht gemildert werden.

*Kategorie: Ersatz*

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>25.1 Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten</b>	Siehe Idee 3.			
<b>25.2 Brücke als Lebensraum nutzen</b>	Siehe Idee 24.			
<b>25.3 Ersatzlebensraum schaffen abseits des Verkehrsträgers</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

**25.1 Begleitflächen als wertvolle Lebensräume gestalten**

Siehe Idee 3.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Idee]

Nutzen: ---

Normierung: ---

**25.2 Brücke als Lebensraum nutzen**

Siehe Idee 24.

Umsetzung: ---

Zielnorm: ---

Typ: [Verweis Idee]

Nutzen: ---

Normierung: ---

### 25.3 Ersatzlebensraum schaffen abseits des Verkehrsträgers

Statt die Auswirkungen von Grossbauten vor Ort zu mindern, können auch Ersatzmassnahmen abseits des betroffenen Lebensraumes getroffen werden, z. B. durch Revitalisierungen von Gewässern, Brachlegen von Landwirtschaftsland oder Anlegen von Kleinstrukturen. Dies verbessert zwar die allgemeine Lebensraumvernetzung in der Landschaft, trägt aber nicht direkt dazu bei, die Vernetzungsprobleme am betreffenden Bauwerk selber zu lösen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben. Die Weisung in der Norm zu Hochleistungsstrassen (VSS 1994) sollte auch für andere Strassentypen gelten.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
S. 2, Gegenstand: "Kompensationsmassnahmen im Sinne der Biotopwiederherstellung (...) fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Norm"
- > SN 640 041: Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen (VSS 1994).  
S. 2, 6. Umwelttechnische Anforderungen: "Ersatzleistungen (Aufforstung, Revitalisierung, Rückzugsgebiete, Erholungsanlagen und neue Lebensräume) sind im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften vorzusehen."

**1 Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente****FK 2**

SN 640 212

In dieser Norm finden sich einige Hinweise über die Ausgestaltung von Strassenbeleuchtungen sowie Querverweise auf die entsprechenden Normen der Schweizerischen Lichtgesellschaft SLG. Massnahmen zur faunenfreundlichen Ausgestaltung von Strassenbeleuchtungen sind deshalb am ehesten in dieser Norm zu integrieren. Eine Zusammenarbeit mit der SLG ist von Seiten der SLG erwünscht (J. Imfeld, pers. Mitt.).

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>1.1 Abschirmung zur Verhinderung von Streulicht nach oben</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.2 Auf Beleuchtung verzichten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.3 Beleuchtung zeitlich begrenzen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.4 Beleuchtungshöhe reduzieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.5 Lampengehäuse ohne Öffnungen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.6 Lichtstreuung optimieren</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.7 Lichtstärke minimieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.8 Natriumdampflampen bevorzugen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>1.9 Reflektierende Beschriftungen und Markierungen</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

## 1.1 Abschirmung zur Verhinderung von Streulicht nach oben

Beleuchtungen sollten möglichst wenig Streulicht in den Nachthimmel abgeben. Dieses Ziel kann erreicht werden, wenn Lampengehäuse horizontal montiert werden und das sogenannte Full-Cutoff-Kriterium einhalten (keine konstruktionsbedingte Lichtabgabe über die Horizontale nach oben).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

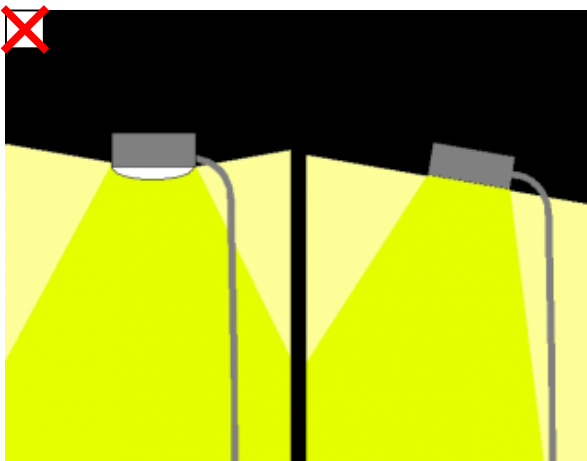
Ein gutes Merkmal ist ein flaches, seitlich nicht sichtbares Abdeckglas. Das Abschirmungskriterium wird hintergangen, wenn der Glühkörper oder ein wannenförmiges Schutzglas unten am Gehäuse herausragt, oder wenn das Gehäuse schräg montiert wird (z.B. auf angewinkelten Kandelabern). Die International Dark-Sky Association (IDA) vergibt ein Label namens "Fixture Seal of Approval", welches die optimale Abschirmung bescheinigt. Hersteller von Lampenfassungen können ihre Produkte von der IDA zertifizieren lassen.

### Integration im Normenwerk

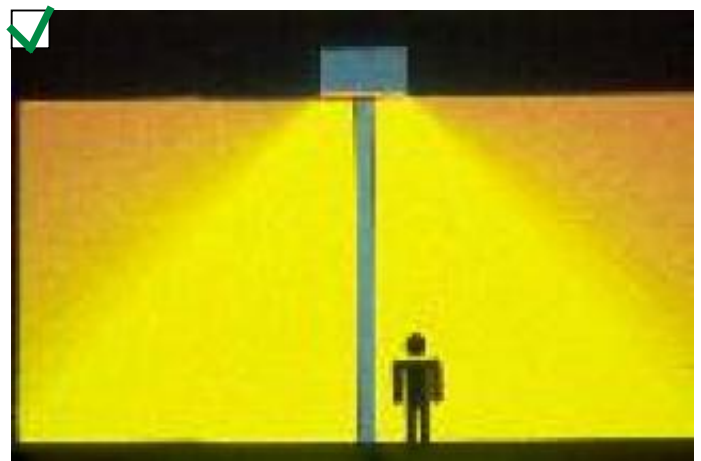
Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).
- > SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

### Beispiele



Bauchige Deckgläser bzw. eine schräge Ausrichtung der Lampe verursachen Streulicht, das über die Horizontale in den Nachthimmel abstrahlt.



Der Idealfall: Die Leuchte dieser Lampe ist nach oben vollständig abgeschirmt (Full-Cutoff Kriterium).  
Bild: International Dark-Sky Association



Gut: Weder Leuchtkörper noch Schutzgläser ragen unter der Abdeckung heraus, die Lampe ist horizontal montiert.



Diese Leuchte erfüllt die Abschirmungskriterien.



Diese Lampentyp strahlt in alle Richtungen, so auch direkt nach oben.



Diese Scheinwerfer zielen zwar primär auf den Boden, strahlen seitlich aber in alle Richtungen und damit auch in den Nachthimmel.



Auch dieses Modell erfüllt die strengen Full-Cutoff-Kriterien wohl nicht vollumfänglich.

## 1.2 Auf Beleuchtung verzichten

Unter Umständen kann es sich lohnen, bei geplanten oder bestehenden Beleuchtungsanlagen die Notwendigkeiten genau abzuklären. Ein Verzicht auf Beleuchtungen verringert einerseits die Lichtemissionen, andererseits auch den Wartungsaufwand. Dabei müssen natürlich die Aspekte der Sicherheit im Auge behalten werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).

### 1.3 Beleuchtung zeitlich begrenzen

Zu Randstunden (z.B. 23 h - 5 h) kann die Beleuchtung minimiert bzw. abgeschaltet werden. Eine sogenannte Halbschaltung reduziert die Beleuchtung um 50 - 60 %. Halbschaltungen bzw. eine vollständige Abschaltung der Beleuchtung sind schon in einigen Gemeinden verwirklicht (J. Imfeld, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Insbesondere die Beleuchtung von Werbetafeln ist nicht zu jeder Nachtzeit notwendig. In der Stadt Liestal müssen Leuchtreklamen nachts von 2-6 Uhr abgeschaltet werden (Klaus et al. 2005)

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).

### 1.4 Beleuchtungshöhe reduzieren

Eine grosse Zahl niedriger Masten mit energieschwachen Leuchten zieht viel weniger Insekten an, als wenige, starke Leuchten, die hoch in den Himmel ragen. Dies hat damit zu tun, dass Licht, welches aus Sicht der Insekten oberhalb des Horizonts liegt, am meisten Anziehungskraft auf die Tiere ausübt (Schanowski & Späth 1994).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).

### 1.5 Lampengehäuse ohne Öffnungen

Lampengehäuse mit Öffnungen sind tödliche Fallen für Insekten. Diese dringen durch Spalten ins Lampeninnere ein und finden nicht mehr heraus (Eisenbeis 2002).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

## 1.6 Lichtstreuung optimieren

Die Beleuchtungsrichtung hat immer von oben nach unten zu erfolgen. Durch Einsatz von Abschirmungen und Reflektoren an der Lampe kann die Lichtführung kontrolliert und dadurch mit geringerer Lichtstärke eine gleichwertige Beleuchtung erreicht werden (Kobler 2002).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

### Beispiele



Solche Bodenstrahler strahlen direkt in den Nachthimmel.

### 1.7 Lichtstärke minimieren

Zur Berechnung der minimal notwendigen Beleuchtungsstärke existieren Europäische Normen, sowie Ergänzungsnormen der Schweizerischen Lichtgesellschaft, SLG.

Elektronische Vorschaltgeräte, mit denen die Beleuchtungsstärke feinreguliert werden kann, werden immer häufiger auch bei Strassenbeleuchtungen mit eingebaut. Die Steuerung der Systeme ist aber noch nicht ausgereift (J. Imfeld, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

### 1.8 Natriumdampflampen bevorzugen

Natriumdampflampen ziehen deutlich weniger Insekten an und verbrauchen erheblich weniger Energie als Quecksilber-Hochdrucklampen. Im Bereich der Strassenbeleuchtung sollten ausgediente Quecksilberdampflampen sukzessive durch Natriumdampflampen ersetzt werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die UV- und Blaugrün-Anteile des Lichtes erhöhen die Attraktionswirkung auf Insekten. Natriumdampflampen schneiden aufgrund ihres beschränkten Farbspektrums und ihres geringen Energieverbrauchs in ökologischer und wirtschaftlicher Hinsicht am besten ab. Das weissliche Licht von Quecksilberdampf- und Metallhalogenleuchten wird als ästhetisch besser erachtet. Im Bereich der Strassenbeleuchtung sollten diese ästhetischen Überlegungen den ökologischen und wirtschaftlichen Argumenten weichen, und folglich ausgediente Quecksilberdampflampen sukzessive durch Natriumdampflampen ersetzt werden. Die durchschnittliche Lebensdauer einer Strassenlampe beträgt rund 10,000 Stunden.

Übersicht zu den gängigsten Lampentypen:

- Quecksilberdampf-Hochdrucklampen (QDHL)

verglichen mit anderen Lampentypen stärkste Attraktionswirkung der Insekten, stärkster Energieverbrauch; weissliches Licht mit guter Farbwiedergabe

- Natriumdampf-Hochdrucklampen (NDHL)

Ca. 50% Energieverbrauch einer QDHL, ca. 50% weniger Attraktionswirkung auf Insekten als QDHL; gelbliches Licht mit teilweiser Farbwiedergabe.

- Natriumdampf-Niederdrucklampen (NDNL)

Effizienteste Lichtquelle, höchste Lumenausbeute, ausserdem Attraktionswirkung auf Insekten ca. 90% kleiner als bei QDHL (nach wie vor ungünstig z.B. für Glühwürmchen); monochromatisches, gelbliches Licht, Farbsehen ist nicht möglich. Wird immer weniger eingesetzt, auch weil eine präzise Lichtlenkung durch die Grösse der Birnen erschwert wird.

- Metallhalogenlampen (MH)

Weissliches Licht wie QDHL, bei ähnlichem Energieverbrauch wie QDHL. Trotzdem schlechtere Wirtschaftlichkeit, da teurer als QDHL in der Anschaffung aber nur ca. halb so lange Lebensdauer. Beliebt in Kernzonen mit Fussgängern.

Quellen: Kobler 2002; Shaflik 1997; Eisenbeis 2002; R. Kobler, J. Imfeld, A. Zwahlen, pers. Mitt.

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

> SLG 202:2005: Öffentliche Beleuchtung: Strassenbeleuchtung. Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4 (SLG 2005).

### 1.9 Reflektierende Beschriftungen und Markierungen

Reflektierende Beschriftungen und Markierungen auf Wegweisern bzw. Inselfosten können eine Beleuchtung ersparen (A. Zwahlen, pers. Mitt.). Dadurch können unnötige Lichtemissionen reduziert werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Entwurf des Strassenraumes: Gestaltungselemente*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Integration im Normenwerk

Die Beleuchtung von Verkehrswegen ist in erster Linie durch die SLG geregelt, doch in der VSS Norm zum Entwurf des Strassenraumes (VSS 2000) wird unter anderem auch auf das Thema Beleuchtung eingegangen. So ist es sicherlich sinnvoll, diese Massnahme in dieser Norm zumindest zu erwähnen.

- > SN 640 871: Strassensignale - Anwendung von retroreflektierenden Folien und Beleuchtung (VSS 2005).

*Vorteile gegenüber beleuchteten Signalen in Bezug auf Lichtemissionen werden nicht erwähnt.*

*3 Zweck: "Die Norm bezweckt eine – innerhalb der verschiedenen Strassentypen – einheitliche Anwendung der retroreflektierenden Folien und der Beleuchtung bei Strassensignalen."*

**2 Grundlagen der Projektierung, Strassentypen****FK 2**

SN 640 039 - 640 045

Dieses Normenwerk behandelt die Strassentypen und beschreibt übliche Breiten und Befestigungsmethoden. Die vorgeschlagenen Massnahmen betreffen die Erschliessungsstrassen sowie Flur- und Waldwege, und würden vermutlich in erster Linie die Vernetzung von Invertebraten und Kleinsäugetern fördern.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>2.1 Flur- und Waldstrassen schmal planen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>2.2 Verkehrsflächen minimal befestigen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

## 2.1 Flur- und Waldstrassen schmal planen

Flur- und Waldwege sollen möglichst schmal geplant werden. Zur Waldarbeit können anstelle der breiten, herkömmlichen Maschinen gelenkige Spezialfahrzeuge eingesetzt werden, welche auch auf schmalen Wegen zurecht kommen. Die Einsparungen im Wegbau können grösser sein als die Anschaffungskosten der neuen Geräte (Bachmann & Bachmann 1998).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grundlagen der Projektierung, Strassentypen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 2.2 Verkehrsflächen minimal befestigen

Die Strassenoberflächen von wenig befahrenen Strassen erzeugen am wenigsten Trennungseffekte, wenn sie naturbelassen sind und möglichst viel Vegetation aufweisen. In ökologisch verarmten Agrargebieten oder in Wohnquartieren erhöhen natürliche Wege mit einem hohen Vegetationsanteil sogar die Lebensraumvielfalt. Wenn eine Befestigung notwendig ist, so sind Spurstrassen aufgrund des natürlichen Grünstreifen in der Mitte besser als in voller Breite befestigte Fahrbahnen. Ein Oberbau mit Bewuchs (Kiesrasen, Kiesrasen mit Gitterrost, Rasengitterelemente) ist gegenüber Oberbauten ohne Bewuchs (Kies-, Asphalt-, Betonstrassen) vorzuziehen, Kiesstrassen sind vorteilhafter als Asphalt- oder Betonstrassen (Mader et al. 1988; Ducommun in Berthoud et al. 2000).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grundlagen der Projektierung, Strassentypen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

In Wohnquartieren wirkt eine Kiesstrasse verkehrsberuhigend und ästhetisch, hat aber auch gewisse Nachteile (z.B. Staubentwicklung). Für Rollstühle/Kinderwagen sollte ein schmaler Asphaltstreifen eingeplant werden (Ineichen et al. 1998).

Durch minimale Befestigung der Strassenoberfläche sind auch Kosteneinsparungen möglich. In einem Kostenvergleich kommt das BUWAL zum Schluss, dass ein Asphaltoberbau in der Erstellung mehr als 30% teurer und im Unterhalt rund doppelt so teuer zu stehen kommt als eine Kiesstrasse (BUWAL 1996). Ein Kritiker wendet dazu ein, dass dabei Strassen mit unterschiedlicher Beanspruchung verglichen worden seien (Stahel 1997).

Von dieser Massnahme dürften in erster Linie Invertebraten profitieren, aber auch grössere Tiere wie z.B. die Blindschleiche, die sich auf glatten Oberflächen nicht gut fortbewegen kann.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 045: Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Erschliessungsstrassen (VSS 1994).  
*Es fehlt eine Diskussion des zu wählenden Oberbaus bzw. ein Verweis auf die Norm 640 741; eine Planungsgrundlage für Wald- und Flurstrassen fehlt ganz.*
- > SN 640 741: Verkehrsflächen mit ungebundenem Oberbau - Grundnorm (VSS 2005).  
*Die ökologischen Eigenschaften sind für jeden Oberbautyp aufgelistet und die positiven Eigenschaften von Spurstrassen werden hervorgehoben.  
Beispiel aus pg. 13/14: 13 Beurteilung der Oberbauten bezüglich der Umwelt: Die detaillierte Beurteilung findet sich in der Tabelle 7. Aus ökologischer Sicht sind vor allem die bewachsenen Oberbauten günstig zu beurteilen, weil sie Lebensräume für Flora und Fauna bieten und sich gut in die Landschaft einpassen. 15.2 Beurteilung Spurstrassen sind aus ökologischen Gründen günstig, weil im Vergleich zu unbewachsenen Oberbauten auf der gesamten Fahrbahnbreite die Trennwirkung für die Fauna verringert und die Einpassung in die Landschaft verbessert wird.*

### Beispiele



**Spurstrassen sind für Kleintiere leichter zu überqueren als vollständig befestigte Flurwege.**

Foto: M. Trocmé

**3 Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien****FK 2/8**

SN 640 570 - 640 573, 671 250b

Die ökologischen Aspekte von Lärmschutzmassnahmen werden in dieser Normengruppe weitgehend berücksichtigt. Trotzdem ist es nötig, diese Normen in Sachen Vogelschutz und Vernetzungsökologie auf den neusten Stand zu bringen. Für Lärmschutzwände an Bahnlinien gibt es eine eigene Norm, welche die Problematik der Barrierewirkung und des Vogelschutzes zwar erwähnt, aber keine konkreten Massnahmen vorschlägt. Auch hier wäre eine Aktualisierung sinnvoll.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>3.1 Auf Transparenz verzichten</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.2 Beschattung empfindlicher Zonen vermeiden bzw. kompensieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.3 Boden unter der Lärmschutzwand durchlässig gestalten</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>3.4 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen</b>	Unterhalt	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>3.5 Glas mit Muster oder Struktur verwenden</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>3.6 Glas mit Streifen versehen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>3.7 Glas mit Vogelsilhouetten bekleben</b>	Anpassung	keiner	allgemein	genügend
<b>3.8 Glas mit speziellen UV-Eigenschaften verwenden</b>	Planung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>3.9 Lärmschutzwand mit durchlässigem Sockel</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>3.10 Lärmschutzwälle statt -Wände</b>	Planung	mittel	allgemein	genügend
<b>3.11 Lärmschutzwände einseitig aufwerten</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>3.12 Lärmschutzwände mit Kletterpflanzen begrünen</b>	Anpassung	gering	allgemein	ungenügend
<b>3.13 Lärmschutzwände versetzt anordnen</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

### 3.1 Auf Transparenz verzichten

Um Vogelschlag an Lärmschutzwänden (LSW) gänzlich zu verhindern, muss man auf transparente Elemente verzichten (auch auf solche mit Streifen). Transparente LSW kommen meist aus ästhetischen Gründen zum Einsatz, ermöglichen sie den Anwohnern zuweilen doch einen schönen Ausblick in die Landschaft. Ansonsten sind transparente LSW teurer (sowohl in der Anschaffung als auch im Unterhalt) und weisen eine geringere Schallabsorption auf als andere Materialien.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Gemäss einer Umfrage gibt es viele Anwohner von Lärmschutzwänden, die gerne auf Transparenz verzichten hätten, wenn sie vom Problem des Vogelschlags gewusst hätten. Zudem zeigen transparente LSW oft auch den Verkehr, was wiederum unerwünscht sein kann (visuelle Unruhe). Manche Anwohner fühlen sich auch vom durchscheinenden Scheinwerferlicht gestört (Biber 1994; A. Meier, pers. Mitt.).

Kosten für die Anschaffung (Biber 1994): Beton oder Aluminium ca. 500-600 CHF/m<sup>2</sup>, transparente Mauer ca. 900-1000 CHF/m<sup>2</sup>. Kosten im Unterhalt: Transparente LSW sind teurer im Unterhalt, da sie häufiger gereinigt werden müssen (C. Krismer, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



**Eine Lärmschutzwand aus Holz an der A9 bei Brigerbad (VS).**

Foto: DVBU Kanton Wallis

### 3.2 Beschattung empfindlicher Zonen vermeiden bzw. kompensieren

Beschattungen von Reptilienstandorten und anderen lichtbedürftigen Lebensräumen sollten generell vermieden werden. Dazu kann die Richtung des Bauwerks beitragen, bzw. eine Versetzung des Bauwerks, z.B. näher an den Verkehrsweg hin, oder eine Reduktion in der Höhe.

Kann eine Beschattung nicht vermieden werden, so ist der Verlust des Lebensraums durch Aufwertungsmassnahmen in gleicher Grösse zu kompensieren (Meyer 2005). Die Gebiete sind in das bestehende Lebensraum-Netzwerk zu integrieren, so dass die Vernetzung weiterhin gewährleistet bleibt.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Das Vermeiden der Beschattung ist in der Praxis nur schwer umsetzbar (M. Ammann, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 570: Lärmschutz an Strassen - Grundlagen (VSS 2001).  
*Massnahme wird nicht beschrieben*
- > SN 640 571-7: Lärmschutzeinrichtungen an Strassen - Nichtakustische Eigenschaften (VSS 2003).  
*Massnahme wird nicht beschrieben*
- > SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).  
*Massnahme wird nicht beschrieben*

### 3.3 Boden unter der Lärmschutzwand durchlässig gestalten

Ein Graben von mindestens 30 cm Tiefe, der mit Blockschutt gefüllt ist und unter der Lärmschutzwand hindurchreicht, bietet Reptilien und andere Kleintieren Möglichkeiten zur Unterquerung der Lärmschutzwand. Zudem bietet der Blockschuttgraben Versteck-, Besonnungs- und Eiablagemöglichkeiten und stellt dadurch eine Aufwertung des Habitats dar. Ab einer Tiefe von 80 cm kann ein Blockschuttgraben von Reptilien auch als Winterquartier genutzt werden (Meyer 2005).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Planung

Nutzen: mögl. gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Technische Details: Auf eine Geotextilauskleidung folgt ein Sandfundament von 10 cm Dicke und dann eine Grabenfüllung mit Blockschutt (20 - 30 cm Korngrösse). Staunässe muss vermieden werden (durchlässiger Untergrund, evt. Drainage). Länge: 2 - 3 m, in Intervallen von 30 - 100 m, ca. jeder 2. Graben sollte vertieft angelegt werden (Meyer 2005).

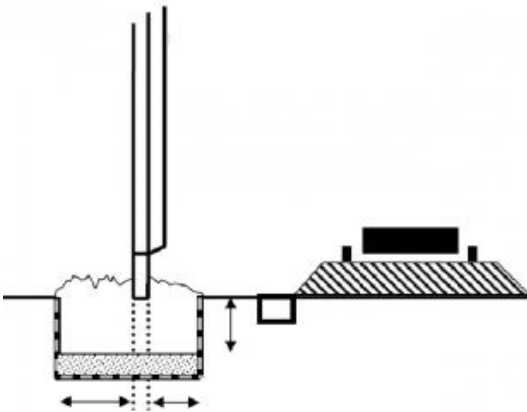
Für Reptilien ist ferner wichtig, dass der Graben an den Randbereichen an eine geeignete Krautschicht angrenzt, die ebenfalls Schutz und günstige mikroklimatische Bedingungen bietet (Meyer 2005).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).

#### Beispiele



Planskizze für einen Blockschuttgraben (KARCH 2005).

Bild: KARCH

### 3.4 Bäume und Sträucher in Nähe von transparenten LSW entfernen

In der Nähe von transparenten Lärmschutzwänden darf man keine Bäume und Sträucher pflanzen bzw. aufkommen lassen, bestehendes Gehölz muss entfernt werden. Gehölze dienen als An- bzw. Abflugsstellen für Vögel von beiden Seiten und erhöhen dadurch die Unfallgefahr an Lärmschutzwänden massiv, auch bei Wänden, die durch ein Streifenmuster besser sichtbar gemacht worden sind (Iuell et al. 2003, H. Schmid, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 3.5 Glas mit Muster oder Struktur verwenden

Je nach Ausführung können Muster und Strukturen (Mattierungen, Ätzungen, Sandstrahlung, etc.) genauso wirksam sein wie Streifen. Ästhetisch gelungene Beispiele kann man auf [www.windowcollisions.info](http://www.windowcollisions.info) finden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Das Muster sollte eine ähnliche Dichte aufweisen, wie die Vorgaben der Vogelwarte für ein Streifenmuster. Siehe dazu die Anpassungsmassnahme 'Glas mit Streifen versehen'.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 3.6 Glas mit Streifen versehen

Transparente Lärmschutzwände können gegen Vogelkollisionen geschützt werden, indem Klebstreifen in einem dichten Muster aufgeklebt werden. Bei neuen Wänden können Glas-Hersteller das Streifenmuster bei der Produktion eingiessen, einätzen, etc. Bei beiden Methoden sind unbedingt die Richtlinien der Vogelwarte zu beachten.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: ungenügend

#### Details

Richtlinien Vogelwarte: Die Streifen sind senkrecht anzubringen, entweder 2 cm breit und in Abständen von max. 10 cm, oder 1 cm breit und in Abständen von max. 5 cm (Schmid 2003). Das Streifenmuster muss sich lückenlos über die gesamte Höhe der Glaswand erstrecken. Wichtig ist auch ein gute Sichtbarkeit der Streifen (Kontrast/Farbe/Hintergrund). Diese hängt auch davon ab, auf welcher Seite die Markierung aufgetragen wird. Beidseitige Markierungen sind am besten. Wird das Muster nur auf einer Seite des Glases eingesetzt, so sollten die Streifen auf der vermuteten Anflugsseite (i.d.R. die Böschungsseite) angebracht werden (S. Schneider, pers. Mitt.).

Für die Autofahrer sind die Markierungen kaum sichtbar, für die Anwohner hingegen schon. Viele Bewohner in der Nähe von Lärmschutzbauten würden aber zugunsten des Vogelschutzes eine Einschränkung der Aussicht in Kauf nehmen (Biber 1994).

Diese Massnahme verringert den Vogelschlag, vermag ihn aber nicht gänzlich zu verhindern. Nur ein Verzicht auf Transparenz kann vollständig Abhilfe schaffen (H. Schmid, pers. Mitt.).

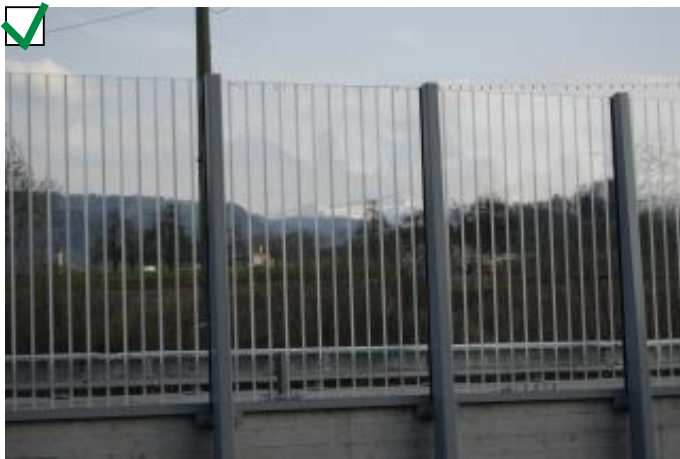
#### Integration im Normenwerk

Das Problem Vogelschlag wird in der Norm genügend besprochen, und die Wichtigkeit des Streifenmusters ebenfalls. Die Anordnung der Streifen, und dass Scheiben auch nachgerüstet werden können, wird aber nicht näher beschrieben. Dass dies problematisch ist, zeigen Fallbeispiele im Kanton VD mit ungenügenden Streifenmustern (S. Schneider, pers. Mitt.).

> SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).

*pg 17: "Es wird angenommen, dass Scheiben, die mit Streifen versehen sind, die Häufigkeit des Vogelschlags herabsetzen. Generell sind nur Scheiben einzusetzen, die solche Markierungen aufweisen, oder es sind nach einer Beurteilung der örtlichen Verhältnisse andere wirksame Massnahmen für den Vogelschutz zu treffen."*

#### Beispiele



Diese Lärmschutzwand wurde mit Streifen versehen, um das Vogelschlagrisiko zu mildern.

### 3.7 Glas mit Vogelsilhouetten bekleben

Aufgeklebte Silhouetten von Raubvögeln sollen fliegende Vögel abschrecken und so die Kollisionsgefahr mindern. Die Massnahme nützt jedoch wenig.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *keiner*

Normierung: *genügend*

#### Details

Schwarze Silhouetten oder farbige in lockerer Dichte nützen nur wenig. Farbige Silhouetten in sehr hoher Dichte nützen aufgrund des Musterungseffektes ähnlich wie Streifen, sehen aber eher unschön aus (Schmid 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).

pg 17, Vogelschlag: ...Greifvogelsilhouetten sind in Bezug auf den Vogelschlag wirkungslos.

### 3.8 Glas mit speziellen UV-Eigenschaften verwenden

Glas mit UV-Reflektion/Absorption ist für Vogelaugen sichtbar, und hat somit grosses Potenzial, Vogelkollisionen zu reduzieren. Als neue Entwicklung ist es in der Praxis noch wenig erprobt, aber von der Vogelwarte Radolfzell wie von der Vogelwarte Sempach in Labortests erfolgreich getestet worden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die Vogelwarte unternimmt momentan Feldversuche, um die Wirksamkeit genauer abzuklären. Der Nutzen ist möglicherweise ähnlich einzustufen wie aufgeklebte Streifen auf herkömmlichem Glas (H. Schmid, pers. Mitt.), mit dem Vorteil einer uneingeschränkten Durchsicht.

Hersteller: Glas Troesch, Schweiz; Glaswerke Arnold, Deutschland.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 3.9 Lärmschutzwand mit durchlässigem Sockel

Ein durchlässiger Sockel erlaubt Kleintieren die Unterquerung der Lärmschutzwand. Steinkörbe scheinen sich in der Praxis besser zu eignen als einbetonierte Röhren (P. Vögeli, pers. Mitt.). Bei den Steinkörben sollte auf eine kleintierfreundliche Füllung geachtet werden (siehe dazu die Idee 'Stützbauwerke durchlässig bauen')

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Nachteil von Röhren: Irgendwie wurde durch Löcher Gleisschmutz in die Umgebung ausgetragen, in der Folge wurden sie nicht selten von Anwohnern eigenhändig verstopft (P. Vögeli, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).

*Die Massnahme wird nicht spezifisch erwähnt. Hingegen ist klar formuliert, dass die Trennwirkung von langen Lärmschutzanlagen entschärft werden sollte (S. 15).*

### 3.10 Lärmschutzwälle statt -Wände

Für Lärmschutzwälle wird relativ viel Land benötigt (3-4 Mal so breit wie hoch), welches aber durch gute Gestaltung in hochwertige Lebensräume verwandelt werden kann. Bei Steilwällen ist die Faunen-Durchlässigkeit vermutlich geringer als bei normalen Lärmschutzwällen. Durch Verwendung von Trockenmauern oder Gabionen sowie die Integration in angrenzende Lebensräume können auch Steilwälle zu wertvollen Habitatsstrukturen aufgewertet werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Planung

Nutzen: mittel

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).

*S. 12: Wildschutz: Bepflanzung auf Strassenseite darf keine Wildtiere und Vögel anlocken. Schutz der Amphibien: Wanderungsunterbruch möglich, Verweis auf Amphibiennormen.*

*pg 26 Schutz Fauna und Flora; Wälle mit Heckenbewuchs können Vernetzungsbeitrag leisten. Trockenmauern sind gute Lebensräume. Drahtsteinkörbe können je nach Bepflanzung und Exposition eine der beiden Funktionen übernehmen (Hecke, Trockenmauerfunktion)*

*pg 27 Lärmschutzwälle sind möglichst naturnah zu gestalten*

- > SN 640 570: Lärmschutz an Strassen - Grundlagen (VSS 2001).

*S. 8, Tab 1: Schutz der Fauna und Flora: Trennwirkung in Bezug auf die Siedlungsräume kleinerer Tiere; Lärmschutzwälle sind vielfach Standorte mit einer artenreicher Fauna und Flora.*

- > SN 640 571-7: Lärmschutzeinrichtungen an Strassen - Nichtakustische Eigenschaften (VSS 2003).

*Verweis auf die EU Norm.*

- > SN 671 250b: Lärmschutzwände bei Eisenbahnen - Projektierung und Ausführung (VSS 2005).

*Es wird erwähnt, dass die Vernetzung der Fauna eingeschränkt wird und ggf. Gegenmassnahmen zu treffen sind (S. 15).*

#### Beispiele



Ein Lärmschutzwall an der A9 bei Gamsen (VS).

Foto: DVBU Kanton Wallis

### 3.11 Lärmschutzwände einseitig aufwerten

Lärmschutzwände können auf der Aussenseite durch Trockenmauern, Gabionen, Anschüttungen oder Pflanzungen von Büschen aufgewertet werden. Diese Massnahme vermindert den Barriereeffekt des Bauwerks nicht. Durch die Aufwertung wird aber Lebensraum geschaffen und dadurch die Längsvernetzung entlang der Lärmschutzwand verbessert.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Siehe auch: Gabionen (Drahtsteinkörbe) verwenden

Siehe auch: Trockenmauern erhalten und fördern

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 3.12 Lärmschutzwände mit Kletterpflanzen begrünen

Für die Begrünung einer Lärmschutzwand mit Kletterpflanzen gibt es vor allem ästhetische Gründe, der ökologische Nutzen ist eher gering. Eine Begrünung auf der Strassenseite kann die Schallabsorption durch das Bauwerk herabsetzen (VSS 2001).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien

Typ: Anpassung

Nutzen: gering

Normierung: ungenügend

#### Details

Nutzen und Risiken für die Fauna sind abzuwägen. Auf Pflanzenarten, die Vögel anziehen, ist zumindest auf der Strassenseiten zu verzichten.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 573: Lärmschutz an Strassen - Bauliche Massnahmen (VSS 2001).  
S.18: 37. Bepflanzung: kann Schallabsorption herabsetzen

### 3.13 Lärmschutzwände versetzt anordnen

Indem Lärmschutzwände nicht bündig, sondern mit Abständen in Längs- oder Querrichtung zum Gleis montiert werden, entstehen Durchlässe, die von Tieren genutzt werden können (Vorschlag aus Meyer 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Lärmschutz an Strassen und Bahnlinien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Es ist zu prüfen, ob solche Wände den Zweck der Schalldämmung noch wie gewünscht erfüllen können. Da die Methode mehr Platz und mehr Material braucht als andere vernetzungsfreundliche Varianten, wird sie momentan bei der SBB nicht weiterverfolgt (P. Vögeli, pers. Mitt.).

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**4 Pflästerungen, Abschlüsse****FK 5**

SN 640 480 - 640 484-3a

Unter dieser Zielnorm sind nur zwei Massnahmen erfasst, bei deren konsequenter Anwendung die Trennwirkung von Strassen auf Kleintiere erheblich verkleinert würde. Eine Integration ins Normenwerk ist deshalb baldmöglichst anzustreben. Da eine Revision der betreffenden Normen gerade im Gange ist, ist die FK 5.03 bereits dazu informiert worden.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>4.1 Flacher Übergang von Trottoirs zu Grünräumen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>4.2 Randabschlüsse schräg gestalten</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

#### 4.1 Flacher Übergang von Trottoirs zu Grünräumen

Stellriemen, Randsteine, kleine Mauerchen etc. zwischen Trottoir und angrenzenden Grünräumen (Gärten, Böschung, etc.) verhindern, dass Kleintiere, die die Strasse erfolgreich überquert haben, auch tatsächlich an ihr Ziel gelangen können.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Pflästerungen, Abschlüsse

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



Dieser Stellriemen verhindert, dass Tiere von der Strasse in den angrenzenden Grünraum gelangen können und umgekehrt.



Ein flacher Übergang zwischen Fussweg und Grünraum.



Dieser durchgezogene, senkrechte Randabschluss stellt eine unnötige Barriere für Kleintiere dar.

## 4.2 Randabschlüsse schräg gestalten

Schräge Randabschlüsse (Rand-, Stellsteine) gewährleisten, dass Kleintiere, die auf die Fahrbahn gelangen, diese auch wieder problemlos verlassen können. Besonders wichtig ist diese Massnahme im Bereich von Entwässerungsschächten und an Strassen entlang von Grünräumen. Senkrechte Randsteine sind in keiner Norm vorgeschrieben und sollten zumindest ausserorts, so weit als möglich aber auch innerorts, nicht verwendet werden. In der Stadt Genf ist gegenwärtig eine Arbeitsgruppe damit beschäftigt, diese Massnahme in den Baurichtlinien zu verankern (G. Loutan, pers. Mitt.).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Pflästerungen, Abschlüsse

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Es gibt zahlreiche Standard-Randabschlüsse aus Beton und Granit, die einen flachen/leicht schrägen Randstein beinhalten (VSS 2000). Der Randabschluss sollte möglichst ohne Anschlag an die Fahrbahn anschliessen und eine Steilheit von ca.  $< 45^\circ$  aufweisen. Für Wassersteine schlägt Wildtier Schweiz (2004) eine Maximalhöhe von 15 mm vor. Idealerweise ist der Randabschluss auf der ganzen Länge abgeschrägt. Ist dies nicht möglich so sind 3-6 m lange Teilstücke in regelmässigen Abständen von 10-15 m anzustreben. Besonders wichtig sind solche Abschrägungen natürlich Bereich von Entwässerungsschächten (Ratzel 1993).

Weitere Vorteile: Flache und schräge Randabschlüsse sind günstiger zu bauen, rollstuhlgängig und ermöglichen Radfahrern und Benutzern von motorisierten Gehhilfen bei Gefahr ein leichtes Verlassen der Strasse (Weber 1998).

Nachteile: In gewissen Situationen können senkrechte Randsteine die Sicherheit von Fussgängern fördern, etwa indem bei Kreuzungen ein Überholen auf der rechten Seite via Trottoir erschwert wird.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben. Das Normenwerk beschreibt Anforderungen an die Höhe von Randsteinen, die Form (schräg, senkrecht) und ökologische Auswirkungen werden nicht weiter besprochen.

- > VSS 640 212: Entwurf des Strassenraumes - Gestaltungselemente (VSS 2000).
  - Ausführliche Beschreibung der verschiedenen Randsteinhöhen, aber keine Ausführungen zu Abschrägungen oder ökologischen Auswirkungen
  - Profildarstellungen verschiedener Varianten, die meisten davon abgeschrägt und niedrig!
  - Hauptfunktionen hoher Randsteine: verhindern unerwünschten Parkierens, optische Trennung zwischen Fahrbahn und Seitenräumen an Strassen mit viel Verkehr.
- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
Die Massnahme wird nicht erwähnt.
- > SN 640 356: Strassenentwässerung - Ablauf, Strassenablauf (VSS 2003).  
Randabschlüsse und Borde müssen den Abfluss am Strassenrand während Regen gewährleisten und bei einer Freisetzung wassergefährdender Flüssigkeiten diese zurückhalten. Zu diesem Zweck sind Randsteine von max. 7 cm Höhe genügend.

### Beispiele



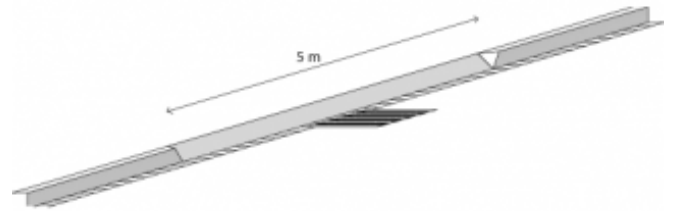
Schräge Randabschlüsse ermöglichen den Kleintieren ein leichtes Verlassen der Fahrbahn...



...während senkrechte Randsteine für viele Kleintiere eine erhebliche Barriere darstellen.



In Quartierstrassen genügen oft auch solche flache Randabschlüsse.



Kompromisslösung: Kann der Randstein nicht auf der ganzen Länge abgeflacht werden, so doch zumindest in regelmässigen Abständen auf einer Länge von 5 m.



Dieser Randstein bei Bauen (UR) führt Amphibien direkt in den Tunnel, statt zu den Laichplätzen am Seeufer.



Im Bereich von Einläufen der Strassenentwässerung ist ein schräger Randabschluss besonders wichtig.  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

**5 Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung****FK 5**

SN 640 383a

Diese Norm behandelt die faunengerechte Ausgestaltung von Stützbauwerken äusserst dürftig. Auch die Wartung und Sanierung von älteren Stützbauten ist ein Thema, welches baldmöglichst in diese Norm einfließen sollte.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>5.1 Anschüttungen aus Steinen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>5.2 Drahtsteinkörbe (Gabionen) verwenden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.3 Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.4 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn</b>	Planung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>5.5 Lebendverbau statt Mauer</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>5.6 Löcher offen lassen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.7 Mauer unterbrechen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.8 Mauerwerk schonend pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.9 Mauerwerk schonend sanieren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.10 Natursteinmauer nicht bis an die Oberfläche vermörteln</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>5.11 Raumgitter-Stützmauern</b>	Planung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>5.12 Textomur-Böschung</b>	Planung	gering	allgemein	ungenügend
<b>5.13 Trockenmauern erhalten und fördern</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

## 5.1 Anschüttungen aus Steinen

Anschüttungen aus Erde, Steinen und anderen groben Materialien ermöglichen Tieren das Überklettern einer Mauer und bieten je nach Gestaltung willkommene Versteck- und Besonnungsplätze.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: nicht vorh.

### Details

Besonders gut: Anschüttung unter der Erde fortsetzen

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

### Beispiele



Reptilienmauer in St. Aubin. Der Fuss des Steinhaufen befindet sich unter der Erdoberfläche und bietet dadurch den Reptilien gute Überwinterungsmöglichkeiten. Vermutlich wäre es noch besser, wenn der Steinhaufen bis an den oberen Rand der Mauer reichen würde.



Eine Anschüttung mit Steinen auf der Rückseite und ein Steinkorb auf der Vorderseite sorgen an dieser Mauer für eine gewisse Durchlässigkeit für Kleintiere.

Foto: M. Trocmé

## 5.2 Drahtsteinkörbe (Gabionen) verwenden

Wenn Steinkörbe mit grobem Material gefüllt sind, so weisen sie viele Spalten und Hohlräume auf, die von Kleintieren genutzt werden können. Unter Umständen können die Steinkörbe dadurch wichtige Lebensraumfunktionen übernehmen (Besonnung, Versteck) und damit auch als Habitatsaufwertung betrachtet werden. Mit Gabionen können hohe Stützmauern erstellt werden, nackte Betonmauern verkleidet oder Lärmschutzwände durchlässig gestaltet werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Die Füllung der Steinkörbe ist vermutlich entscheidend über den ökologischen Wert der Massnahme. Die KARCH empfiehlt eine Füllung aus Brechsotter. Wichtig ist eine heterogene, grobe Korngrösse von 10 - 30 cm, evt. mit einzelnen grösseren Blöcken, damit die Durchlässigkeit für Reptilien und andere Kleintiere gegeben ist (Meyer 2005). Für Reptilien ist es zudem vorteilhaft, wenn zur Schotterfüllung noch gewisse Mengen an Sand/Humus zugefügt werden (G. Dusej, pers. Mitt).

Für Reptilien ist es wichtig, dass die Körbe an den Randbereichen an eine geeignete Krautschicht angrenzen, die ebenfalls Schutz und günstige mikroklimatische Bedingungen bietet. Höhere Gabionenmauern sollten treppenartig abgestuft und stellenweise mit Steinplatten ausgestattet werden, damit für die Tiere zusätzliche Oberflächen entstehen, die für die Thermoregulation genutzt werden können. Auf der Rückseite kann bei Bedarf durch einen Einbau von Drainage-Röhren die Entwässerung gesteuert und die Kolmation der Gabionen verhindert werden (KARCH 2005).

Unterhalt: Das Mähen des Krautsaumes und andere Unterhaltsarbeiten sollten immer nur intervallweise ausgeführt werden, nie am gesamten Bauwerk gleichzeitig (KARCH, unveröff.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

*Ökologische Aspekte werden nicht besprochen. Die Verwendung von Steinkörben wird folgendermassen beschrieben: "Diese Bauwerke sind besonders für schwer zugängliche Standorte geeignet und ermöglichen einen raschen Einbau der Böschungssicherung. Sie haben eine drainierende Wirkung und verschliessen nicht die natürlichen Abflusswege des Wassers."*

### Beispiele



Ein gutes Beispiel für eine durchlässige Stützmauer (Neuchâtel). Diese Drahtsteinkörbe beherbergen 6 verschiedene Reptilienarten.

Foto: KARCH



Solche Stützverbaungen entwerten den Lebensraum der Böschung für Reptilien und andere Kleintiere, die nun kaum mehr auf die andere Seite des Damms gelangen können (Andelfingen).

Foto: KARCH



**Stützmauer in Langnau am Albis.**  
Foto: Füllemann AG, Gossau



**A5 Autobahn Yverdon-les-Bains - Neuchâtel, Seeseitige Ausfahrtsrampe in Vaumarcus.**  
Foto: Sytec Bausysteme AG



**Durch eine Verkleidung mit Steinkörben wird die Mauer für Kleintiere erklimbar.**  
Foto: Füllemann AG, Gossau

### 5.3 Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken

Das Erdreich auf der Rückseite von durchlässigen Stützmauern sollte eine gut entwässerte, lückenreiche Zone (z.B. eine Anfüllung mit grossen Steinen und Sand) aufweisen. Eine solche frostfreie Zone bietet Reptilien eine wichtige Möglichkeit zum Überwintern. Verdichtetes Erdwerk hinter der Mauer oder eine Abdichtung mit undurchlässigem Geotextilmaterial sind nach Möglichkeit zu vermeiden (Kasper 1998, Karch 2005).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Die Breite der Zone sollte mindestens 0.5-1 m betragen. Bei Bedarf kann durch einen Einbau von PVC Röhren die Entwässerung gesteuert werden (KARCH 2005). Ist die Verwendung von Geotextilien unumgänglich, so soll man in regelmässigen Abständen Löcher oder textiltfreie Abschnitte erstellen, die für die Tiere passierbar sind (Karch 2005).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

#### Beispiele



Der Hinterbau dieser Mauer bei Bevaix (NE) besteht aus Gesteinen verschiedener Korngrössen. Die Anlage stellt eine Verbindung her zwischen zwei Wildtierpassagen an der A5.

#### 5.4 Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn

Ein Grünstreifen zwischen Stützmauer und Fahrbahn verhindert einerseits, dass Reptilien, die von der Mauer fallen, auf der Fahrbahn verenden. Ein schräger Übergang zur Fahrbahn ermöglicht zudem Kleintieren nach Fahrbahnquerung in Richtung Mauer einen sicheren Ausstieg. Im Schutz der Vegetation können sie sodann der Mauer entlang folgen, bis sie einen Weg in die Böschung finden.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *unbekannt*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

In der Praxis dürfte diese Massnahme durch den zusätzlichen Raumbedarf hohe Kosten verursachen.

## 5.5 Lebendverbau statt Mauer

Böschungen können oft auch mit den ingenieurbioologischen Methoden des Lebendverbaus gesichert werden. Das Wurzelwerk von Pflanzen schützt - z.T. in Kombination mit technischen Werkstoffen - Boden und Gestein vor Erosion und Rutschungen. Der Lebendverbau einer Böschung ist aus Sicht von Ökologie und Vernetzung einem Hartverbau vorzuziehen (Ausnahme evt: Förderung von Reptilien mit Trockenmauern und ähnlichen Bauwerken). Ingenieurbioologische Sicherungsbauwerke sind oft günstiger und langlebiger als rein technische Massnahmen.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

### Details

Um einer Weiden-Monokultur entgegenzuwirken, sollten von Beginn an langsam wachsende Gehölze eingepflanzt werden, die die Weiden nach und nach verdrängen sollen (SBB 1994).

Im Gleisbereich sind die Einsatzmöglichkeiten erschwert, da die Trasse nicht durch das Wurzelwerk beeinträchtigt werden darf und gleichzeitig auch das Lichtraumprofil eingehalten werden muss. Die Purpurweide (*Salix purpurea*) ist besonders geeignet, da sie in der Regel niedrig bleibt.

### Integration im Normenwerk

Ins Normenwerk zu den Stützbauwerken gehört unserer Meinung nach ein Verweis auf die Methode des Lebendverbaus samt zugehöriger Norm, da es sich um eine vernetzungsökologisch positive Variante zu klassischen Stützbauwerken handelt. Die Norm zum Lebendverbau ist schon fast 30 Jahre alt. Eine neue Norm ist in Erarbeitung.

- > SN 640 680: Lebendverbau - Bepflanzung, Ausführung (VSS 1977).
- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Methoden der Ingenieurbioologie werden nicht besprochen (ausser Gabionen und Geotextilien - diese aber nicht genügend)*

## 5.6 Löcher offen lassen

Muss eine Natursteinmauer mit Mörtel verstärkt werden, so sollen in regelmässigen Abständen Hohlräume freigehalten werden. Dadurch bleiben wenigstens einige Nischen erhalten, und der Zugang in die angrenzende Zone hinter der Mauer (Winterquartiere für Reptilien) bleibt erhalten.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

### Details

Zum Beispiel können Kunststoffröhren eingemauert werden. Diese können während/nach dem Trocknen des Mörtels wieder entfernt werden.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



Eine Würfelnatter verkriecht sich in einer eingemörtelten Röhre. Die Fugen der Stützmauer am Alpnersee mussten anlässlich einer Mauersanierung vermörtelt werden.

Foto: Edwin Benz, Kriens



Wasserabflussloch, welches kletterfähigen Reptilien den Zugang zum reptilienfreundlich gestalteten Hinterbau ermöglicht.

**5.7 Mauer unterbrechen**

Bei niedrigen Sicherungsbauwerken (Bankettsicherung, Böschungssicherung) sollen in regelmässigen Intervallen Lücken offen gelassen werden, damit Kleintiere, die nicht klettern können, einen Durchgang finden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Vorschlag: Unterbrechung von ca. 1 m Breite in regelmässigen Abständen von ca. 10 m.

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*wird nicht besprochen*

## 5.8 Mauerwerk schonend pflegen

Wird eine Mauer sorgfältig und schonend gepflegt, so kann eine Sanierung lange aufgeschoben werden. Dies spart Geld und trägt ausserdem dazu bei, sowohl den Lebensraum als auch den kulturhistorischen Wert einer Mauer zu bewahren (SIA 1996, Ineichen 1998).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

### Details

Zum Umfang einer schonenden Pflege gehört (Gemeinde Altdorf 2004; S. Herfort, pers. Mitt.):

- Sorgsame Reinigung der Mauer von Hand (Verzicht auf den Einsatz von Hochdruckreinigungsgeräten, Bioziden oder auf ein flächendeckendes Abreiben).
- Regelmässiges Entfernen holziger Pflanzen.
- Ersetzen einzelner Steine (Bei solchen Teilsanierungen die Richtlinien zur mauerschonenden Sanierung beachten. Siehe dazu die Massnahme "Mauerwerk schonend sanieren").

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Diese Norm enthält keine Hinweise zu Unterhalt und Sanierung von Stützbauwerken/Brücken*

### Beispiele



**Streifenfarn**

Foto: Umweltschutz Stadt Luzern

## 5.9 Mauerwerk schonend sanieren

Bei einer schonenden Mauersanierung wird nur gemacht, was wirklich nötig ist. Ein sanftes Vorgehen erhält sowohl den kulturhistorischen Wert einer Mauer, als auch einen speziellen Lebensraumtyp, auf den viele geschützte Tier- und Pflanzenarten angewiesen sind.

Umsetzung: *allgemein*  
Typ: *Planung*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*  
Nutzen: *gross*  
Normierung: *nicht vorh.*

### Details

Die schonende Mauersanierung bedingt gute Kenntnisse und Dokumentation der wertvollen Nischen für Pflanzen und Tiere, sowie eine gute Zusammenarbeit zwischen den Planungsbehörden, den Bauausführenden und den Naturschutzbeauftragten (Ineichen 1998; Dietz 2001). Folgende Merkmale zeichnen eine schonende Sanierung aus (Gemeinde Altdorf 2004; S. Herfort, pers. Mitt.):

- Keine Reinigungen mit Hochdruckgeräten, kein Einsatz von Bioziden.
- Den Mörtel nur bis Steinoberfläche ziehen, nicht darüber hinaus (Erhalt des Fugenbildes).
- Vorhandene Pflanzenbestände und Nischen von Tieren schonen; Pflanzenbestände und Löcher, die Tieren als Ruhe- und Nistplätze dienen, sollen nur dann beseitigt werden, wenn die Stabilität der Mauer darunter leidet. Bei seltenen Arten kommen auch Translokationen und das Schaffen von Ersatznischen in Frage. Die Sanierung sollte in einer Zeit erfolgen, in der die Tiere nicht anfällig auf Störungen sind.
- Sumpfkalkmörtel verwenden; Sumpfkalkmörtel verwittert schneller als Zementmörtel, weist einen für Pflanzen geeigneteren pH-Wert auf und ist wasserdurchlässig. Zementmörtel ist verwitterungsbeständig, weist einen niedrigen pH-Wert auf (beides ungünstig für Flora und Fauna) und schliesst Wasser ein, was zu strukturellen Schäden an der Mauer führen kann (S. Herfort, pers. Mitt.)

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Diese Norm enthält keine Hinweise zu Unterhalt und Sanierung von Stützbauwerken/Brücken*

### Beispiele



Alte Gewässerdurchlässe wie dieser hier an der Ruisseau de la Vaux (Vaumarcus, NE) können Fledermäusen willkommenen Lebensraum bieten.

### 5.10 Natursteinmauer nicht bis an die Oberfläche vermörteln

Werden Natursteinmauern mit Mörtel gesichert, sollte nach Möglichkeit der Mörtel nicht bis an die Oberfläche der Steine reichen. Dadurch bleibt ein Minimum an Ritzen und Nischen erhalten, die für Tiere und Pflanzen attraktiv sind.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Vorschlag: Die Mauerritzen maximal bis zur Hälfte mit Mörtel anfüllen.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



**Ritzen und Nischen einer unvollständig vermörtelten Mauer.**

### 5.11 Raumgitter-Stützmauern

Raumgitter-Stützmauern (z.B. Löffelsteinmauern) sind für Tiere wie z.B. die Mauereidechse bewohnbar. Die Mauer und die angrenzende Zone dahinter müssen dazu aber mit Pflanzen, Steinplatten und -Füllungen so gestaltet werden, dass die Lebensraumbedürfnisse der Kleintiere abgedeckt werden (KARCH 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Vorteile von Löffelsteinmauern: unkomplizierter Bau in allen Formen/Richtungen möglich, günstiger als Trockensteinmauern, rascher Bewuchs mit Pflanzen möglich (Deckung für Tiere, evt. Einpassung ins Landschaftsbild).

Nachteile: ästhetisch umstritten, schlechte Wärmespeicherung, wenig Besonnungsmöglichkeiten für grössere Tiere (Bewuchs unter Umständen zu stark)

Die oberste Reihe der Löffelsteine sollte zu 2/3 mit Steinen und Sand angefüllt und mit Steinplatten abgedeckt werden, um Reptilien günstige Sonnenplätze zu bieten. Bei Bepflanzungen sind unbedingt einheimische, felsenhängende Pflanzen zu verwenden (Artenliste: siehe KARCH 2005). Hinter dem Bauwerk sind durchlässige Zonen einzuplanen (siehe Massnahme Durchlässige Zone auf der Rückseite von Stützbauwerken). Ab 3 m Höhe wird eine Verstärkung mit Geotextilien notwendig. Mit einer stufigen Anordnung der Geotextilien kann aber die Durchlässigkeit für Reptilien aufrecht erhalten werden.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
*Konstruktionstyp ist erwähnt, umweltfreundliche Ausgestaltung nicht*

## 5.12 Textomur-Böschung

In einer Textomur-Böschung werden Humusschichten mit ungewobenen Matten vor Erosion geschützt, wodurch bis zu 60° steile Hänge gesichert werden können. Obwohl die Textomur-Böschung begrünt werden kann, ist sie kein speziell guter Standort für Flora und Fauna (DVBU 2005). Eine Hangsicherung mit Steinkörben bzw. einer fugenreichen Natursteinmauer ist vermutlich wertvoller, da sie z.B. Reptilien guten Lebensraum bieten kann.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung

Typ: Planung

Nutzen: gering

Normierung: ungenügend

### Details

Im trockenen Klima sind die an der Oberfläche liegenden Gitternetze sichtbar. Aufgrund dieser Nachteile wird die Textomur im Kanton Wallis in Zukunft nur noch sehr zurückhaltend eingesetzt (DVBU 2005).

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).  
[keinerlei Hinweise über ökologische Auswirkungen]

### Beispiele



Eine noch weitgehend unbewachsene Textomur-Stützkonstruktion.  
Foto: M. Trocmé



Auf der linken Seite eine relativ magere, artenreiche Wiesenböschung, auf der rechten Seite die steilere, monotone Textomur-Böschung.

### 5.13 Trockenmauern erhalten und fördern

Trockenmauern sind einerseits ein schützenswertes Kulturgut, andererseits bieten sie auch gute Lebensräume, besonders für Reptilien und Wirbellose.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Fehlt das Geld für die Handarbeit, so kann man unter Umständen mit Drahtsteinkörben eine ähnliche Mauer schaffen. Wichtig ist dann eine dichte Packung der Körbe mit Steinquadern.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 383a: Stützbauwerke; Konzeption, Projektierung und Ausführung (VSS 2002).

*Keinerlei Ausführungen zu verschiedenen Mauerwerks-typen, geschweige denn zu ökologische Aspekten.*

#### Beispiele



Trockenmauer als vorgelagerte Ergänzung eines Dammes.



Bruchsteinmauer am Seitenportal eines Tunnels.

**6 Fauna und Verkehr****FK 6**

SN 640 690a - 640 699

Verschiedene Massnahmen konnten nicht genau zugeordnet werden, einige davon sind auch nicht unbedingt realistisch umsetzbar. Eine normenspezifische Zuordnung erfordert genauere Abklärungen.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>6.1 Ansitzgelegenheiten für Greifvögel entfernen/aufstellen</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>6.2 Erfolgskontrollen durchführen, Massnahmen überprüfen</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	ungenügend
<b>6.3 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>6.4 Querungshilfen für Fledermäuse</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>6.5 Reduktion Kleinsäugerbestand in der Begleitfläche</b>	Planung	keiner	spezifisch	nicht vorh.
<b>6.6 Wildtierkorridore schützen</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>6.7 Überregionale Wildtierkorridore wiederherstellen</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 6.1 Ansitzgelegenheiten für Greifvögel entfernen/aufstellen

Ansitzgelegenheiten fördern die Jagd auf Kleinsäuger durch Greifvögel. Ob ein grosses Angebot in der Nähe von Verkehrswegen das Kollisionsrisiko für die Greifvögel erhöht oder verkleinert, dazu gibt es unterschiedliche Ansichten.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr

Typ: Anpassung

Nutzen: unbekannt

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Ansitzgelegenheiten entfernen: Eine Studie (Meunier et al. 1999) aus Frankreich befand, dass die grosse saisonale Attraktivität von Strassenbegleitflächen für Greifvögel vermutlich im grossen Angebot an Ansitzgelegenheiten liegt. Ausserdem benutzten Mäusebussarde entlang von Autobahnen zu einem grossen Teil künstliche Strukturen (Wildzäune, Telefondrähte, etc.) als Ansitze. Durch Verwehren/Entfernen von solchen Sitzgelegenheiten könnte die Anziehungskraft von Strassenböschungen auf Greifvögel verringert werden. Mögliche Massnahmen zur Reduktion von Ansitzgelegenheiten: Wildzäune mit Vogelabweisern versehen, Sitzstangen entfernen, holzige Vegetation zurückschneiden (Achtung: Widerspruch mit anderen Vernetzungszielen). Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist unklar.

Ansitzgelegenheiten aufstellen: Von niedrigen Sitzwarten geht die Gefahr aus, dass Greifvögel beim Abflug auf ungenügender Höhe über die Fahrbahn wegfliegen. Demzufolge könnte die Kollisionsgefahr für Greifvögel durch Montage von hohen Sitzstangen reduziert werden. Ein gutes Angebot solcher Warten könnte verhindern, dass Greifvögel in Strassennähe auf niedrigere Warten ausweichen. Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist unklar.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
pg 2: Vogelschutzmassnahmen fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Norm.

## 6.2 Erfolgskontrollen durchführen, Massnahmen überprüfen

Oft wird viel Geld für die Realisierung von teuren Massnahmen (z.B. Wildtierpassagen) eingesetzt. Eine Erfolgskontrolle gewährleistet, dass Mängel entdeckt werden und dass die angestrebten Ziele tatsächlich auch erfüllt werden. Eine Erfolgskontrolle liefert zudem auch wichtige Informationen für zukünftige Projekte.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

### Details

Eine gute Grundlage für Erfolgskontrollen an Amphibiendurchlässen bildet der Artikel "Standardisierung von Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibiendurchlassanlagen an Strassen" (Geise et al. im Entwurf)

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk zum Schutz der Amphibien ungenügend beschrieben.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Die hier beschriebene Erfolgskontrolle überprüft nur, ob Tiere auf die Fahrbahn gelangen.*
- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*In dieser Norm wird das Thema angemessen behandelt:  
S. 2, 4. Begriffe: Überwachung einer Faunapassage wird definiert.  
S. 22, 12. Grundlagen: Überwachung, Wartung und Änderungen werden vertieft besprochen.*

### 6.3 Hohe Vegetation zwecks Erhöhung der Flugbahn von Vögeln

Hohe Vegetation längs eines Verkehrswegs soll Vögel auf eine höhere Flugbahn zwingen und die Attraktivität der Böschung als Jagdplatz senken. Dadurch würde die Kollisionsgefahr mit dem Verkehr sinken. Diese Massnahme scheint für die kleinräumigen Verhältnisse in der Schweiz eher schwierig zu realisieren sein, zumal die Massnahme über lange Distanzen erfolgen müsste. Zudem besteht auch die Gefahr, dass die Vegetation Singvögel anlockt.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die Vegetation sollte mindestens 4.5 m hoch sein, um eine Abschirmung von grossen Fahrzeugen zu erreichen, sowie den Sicherheitsanforderungen entsprechend genügend weit vom Verkehrsweg entfernt positioniert sein (luell et al. 2003).

Für Schleiereulen würden gemäss Ramsden (2003) 2-3 m hohe, nahe an der Fahrbahn gelegene Hecken genügen. Allerdings ist sich der Autor bewusst, dass diese Massnahme negative Auswirkungen auf andere Aspekte wie z.B. Biotoppflege, Landschaftsbild, etc. hat (Ramsden 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 6.4 Querungshilfen für Fledermäuse

Durchlässe, Brücken und hohe Baumwipfel können Fledermäusen helfen, verkehrsreiche Strassen gefahrlos zu überqueren. Um bei Neubauten von Verkehrswegen eine gefährliche Umgewöhnungsphase zu vermeiden, sollten die neuen Querungsstrukturen möglichst schon vor der Fertigstellung des Verkehrswegs vorhanden, nutzbar und in die bestehenden Flugrouten integriert sein. Um eine Querungshilfe für Fledermäuse optimal zu platzieren, ist es wichtig, die vorhandenen Arten sowie die bestehenden Flugrouten gut zu kennen (F. Bontadina, pers. Mitt.).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Von bestehenden Verkehrswegen weiss man, dass Fledermäuse folgende Strukturen als Querungshilfe gerne nutzen:

- Durchlässe bzw. Unterführungen bei erhöhter Verkehrswegführung
- Brücken bzw. Überführungen bei abgesenkter Verkehrswegführung
- Vegetationsbrücken (z.B. durch Bäume, deren Kronen sich in Strassenmitte treffen)

Dabei ist es wichtig, dass die Querungshilfen in ein Netzwerk von Leitstrukturen integriert sind.

(Brinkman et al. 2003)

Querungshilfen müssen auf die vorhandenen Arten abgestimmt werden. Gewisse Arten fliegen durch Vegetation hindurch, andere wählen eine Flugbahn, die Baumkronen folgt. Wegen artspezifischen Unterschieden kann eine Querungshilfe nur erfolgreich sein, wenn man die vorhandenen Arten und ihre bestehenden Flugrouten kennt. Eine detaillierte Übersicht zu Arten und Querungshilfen ist in Limpens et al. (2005), pg 15 gegeben. Die Aufnahme der Routen kann mit Sichtbeobachtungen, Netzfängen und Telemetrie erfolgen (AG Querungshilfen, 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 6.5 Reduktion Kleinsäugerbestand in der Begleitfläche

Von der Reduktion der Kleinsäuger erhofft man sich eine geringere Attraktivität der Böschung für Raubvögel (Ramsden 2003). Dies ist aber schwierig zu erreichen und gefährdet andere Vernetzungsmassnahmen, insbesondere jene für Kleinsäuger.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr*

*Typ: Planung*

*Nutzen: keiner*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 6.6 Wildtierkorridore schützen

Wildwechsel im Bereich von Verkehrswegen sollen in den Richt- und Zonenplänen festgehalten und geschützt werden. Sind bei gültigen Zonenplänen Konflikte erkennbar, soll das Land umgezont werden. Es muss unbedingt verhindert werden, dass in der Nähe von bestehenden oder geplanten Wildtierpassagen Siedlungs- oder Gewerbeaktivität den Wildtierkorridor stört (optimal: minimaler Abstand von 250 m zwischen Korridor und bewohnten Gebäuden). Dies ist eine wichtige Massnahme um die Funktionalität von Wildtierpassagen und damit den Wert einer teuren Investition über grössere Zeiträume zu sichern (Völk et al. 2001).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Fauna und Verkehr*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

### Details

Inzwischen wurde diese Forderung in einem Grossteil der Kantone auf politischer Ebene umgesetzt (Holzgang et al. 2005).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk Fauna und Verkehr ausführlich beschrieben. Da es sich um eine Massnahme handelt, die generell angewandt werden sollte, scheint eine Integration in die rein technischen Normen ebenfalls erstrebenswert.

- > SN 640 692: Fauna und Verkehr - Faunaanalysemethoden (VSS 2004).  
S. 12, Grundsätze; ganzer Abschnitt ist diesem Thema gewidmet
- > SN 640 691a: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren (VSS 2004).  
S. 6, Zweck: Vermeidung der Unterbrechung der Vernetzungsachsen

### 6.7 Überregionale Wildtierkorridore wiederherstellen

Von 303 überregionalen Wildtierkorridoren wurden im Jahr 2000 rund 28% als intakt, 56% als stark beeinträchtigt und 16% als unbenutzbar eingestuft (Holzgang et al. 2005). Soll die Fauna auf langfristige Sicht geschützt werden, so müssen die beeinträchtigten Wildtierkorridore für die Tiere wieder benutzbar werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 692: Fauna und Verkehr - Faunaauswertungsmethoden (VSS 2004).  
pg 6, C: Ermittlung der ökologischen Netzwerke

**7 Fauna und Verkehr - Planungsverfahren****FK 6**

SN 640 691

Eine Verbesserung der Lebensraumvernetzung setzt bereits bei der Planung zukünftiger Strassen an. Die vernetzungsfreundliche Strassenplanung wird in dieser Norm beschrieben.

Im Hinblick auf eine möglichst breite Anwendung dieser Norm scheint eine breite Verankerung in den technischen Normen (z. B. mittels Verweisen) erstrebenswert.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>7.1 Linienführungen optimieren</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>7.2 Nutzen-Kosten Prüfung mit Berücksichtigung der Landschaftszerschneidung.</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

## 7.1 Linienführungen optimieren

Bei der Wahl der Linienführung muss darauf geachtet werden, dass schutzwürdige Bereiche (Wildwechsel, grosse Grünflächen, etc.) geschont werden. Oft werden Strassen so in die Landschaft gelegt, dass sie möglichst weit von den umliegenden Siedlungen entfernt sind. Aus Sicht der Lebensraumzerschneidung ist es besser, die Strassen möglichst nahe an die Siedlungsgrenzen zu legen und gute Lärmschutzvorkehrungen zu treffen. Davon profitieren letztlich auch die Anwohner, welche die Grünräume als intakte Naherholungsgebiete nutzen können.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Fauna und Verkehr - Planungsverfahren*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

### Details

Oft wird in diesem Zusammenhang erwähnt, dass die Linienführung nicht einer ökologischen Grenzlinie folgen sollte, gleichzeitig sollten aber auch einzelne Habitats nicht zerschnitten werden (Oggier et al. 2001). Es dürfte schwierig sein, alle Ansprüche zu vereinen.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird in der Normengruppe Fauna und Verkehr genügend beschrieben. Da es sich um eine Massnahme handelt, die generell angewandt werden sollte, scheint eine Integration in die rein technischen Normen ebenfalls erstrebenswert.

> SN 640 691a: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren (VSS 2004).

*S. 10: Es wird beschrieben, wie vorgegangen werden soll damit bei der Planung die Baulinie mit der geringstmöglichen Trennwirkung gefunden wird.*

## 7.2 Nutzen-Kosten Prüfung mit Berücksichtigung der Landschaftszerschneidung.

Neubauten von Verkehrswegen sollten kritisch geprüft werden anhand einer Nutzen-Kosten Analyse, die auch Umweltkosten vollumfänglich berücksichtigt (Penn-Bressel 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

In Deutschland ist die Nutzen-Kosten Analyse ein wichtiges Bewertungselement im Strassenbau. Dabei werden die Nutzen einer projektierten Strasse gegen die Kosten aufgewogen, wobei auch Umweltaspekte in die Berechnung einfließen. Die Landschaftszerschneidung wird bei dieser Rechnung bislang aber nicht gebührend berücksichtigt. Bei der vollumfänglichen Berücksichtigung der Umweltkosten müssten die fiktiven Vermeidungskosten ermittelt werden. Man müsste also z.B. berechnen, wieviel es kosten würde, die Strasse über weite Strecken auf einem Viadukt zu führen, damit durch die Strasse keine Trennwirkung für die Tiere entsteht. Diese fiktiven Kosten müssten dann vom Projektnutzen abgezogen werden (Penn-Bressel 2005).

**8 Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien****FK 6**

SN 640 697 - 640 699

Das Normenwerk zum Amphibienschutz ist veraltet, entsprechend lang ist die Liste der Massnahmen, die nachgebessert werden oder aber neu aufgenommen werden sollten.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>8.1 Amphibien-Warntafel für Automobilisten aufstellen</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.2 Amphibiendurchlass - Bedarf und Umsetzung abklären</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.3 Amphibienleitsystem dauerhaft</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>8.4 Amphibienleitsysteme pflegen</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	genügend
<b>8.5 Amphibienzaun mobil</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>8.6 Amphibienüberführung</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.7 Ausstiegshilfe: Amphibiensyphon</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.8 Ausstiegshilfe: Schacht mit externer Fluchtröhre</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.9 Ausstiegshilfe: Schacht mit interner Fluchtröhre</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.10 Durchwandersperrre im Bereich des Tunneleingangs</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.11 Einlaufrost mit Gitter bespannen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.12 Einlaufrost-Teilabdeckung mit Blech oder Gitter</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.13 Einwegdurchlass für Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>8.14 Feuchter Boden im Tunnel</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.15 Rampe an Randstein</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.16 Randstein unterhöhlen</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.17 Randsteine mit Lücken</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.18 Randsteine überwachsen lassen</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.19 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einbauen</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.20 Strasse temporär sperren</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>8.21 Tiere von Hand aus Schacht befreien</b>	Unterhalt	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.22 Umkehrelemente verlängern</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.23 Umlenkung von Teilpopulationen, Ersatzbiotope</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	genügend
<b>8.24 Zufahrt mit Gitterrost sichern</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>8.25 Zweiwegdurchlass für Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

### 8.1 Amphibien-Warntafel für Automobilisten aufstellen

Eine Warntafel mit Frosch soll Automobilisten zur Vorsicht anhalten, damit sie langsamer fahren und allfälligen Amphibien auf der Strasse ausweichen können. Die Wirksamkeit dieser Massnahme ist gering, möglicherweise verbessert sie aber den Schutz von Personen, welche Amphibienzäune kontrollieren (Schmidt & Zumbach im Druck).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gering

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in den Normen nicht besprochen.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

#### Beispiele



## 8.2 Amphibiendurchlass - Bedarf und Umsetzung abklären

Beim Strassenneubau bzw. Totalsanierungen ist der Fall klar - Kleintierdurchlässe für Säuger, Amphibien und andere Tiere sind im Sinne der Naturschutzgesetzgebung ein Muss und kosten verhältnismässig wenig. Bei bereits erstellten Strassen sollte hingegen genauer abgeklärt werden, ob die angestrebten, sehr teuren Massnahmen tatsächlich so nützlich sind, wie sie auf den ersten Blick scheinen, oder ob mit demselben Geld nicht etwa wirksamere Projekte gefördert werden sollten. Für eine Vergabe der Prioritäten bei Projekt-Alternativen sind umfassende, populationsökologische Abklärungen sinnvoll.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Blosse Angaben über die Höhe der Tierverluste sind aus Sicht des Artenschutzes nicht ausschlaggebend dafür, ob eine Amphibienpassage tatsächlich notwendig ist (aus Sicht des Tierschutzes hingegen schon). Massgebend beim Entscheid zwischen verschiedenen Amphibienschutzprojekten sollte eine nachgewiesene oder zumindest glaubwürdig vermutete Bestandesgefährdung einer lokalen Population sein.

Ein zweiter, wichtiger Punkt sind Abklärungen planerischer Art. Kann man den betreffenden Wanderkorridor mit dem Bau einer Amphibienanlage überhaupt schützen? Oft verhindern topographische, hydrographische und andere Unwägbarkeiten, dass eine Amphibienzugstelle von den Tieren auch wirklich genutzt werden kann (Kordges in Glandt et al. 2003).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird in der Norm nicht behandelt.

### 8.3 Amphibienleitsystem dauerhaft

Bei dauerhaften Anlagen ist die Gewährleistung der Leitwirkung enorm wichtig. Eine gute Leitwirkung bedeutet, dass die Tiere sich zügig dem Leitsystem entlang fortbewegen, und nicht am Bauwerk hochzuklettern versuchen oder aus anderen Gründen vor Ort verharren. Eine Schutzanlage mit Tunnel sichert nicht nur die Frühjahrswanderung, sondern auch Rück-, Jungtier-, und Herbstwanderung der Amphibien und bietet somit einen deutlich besseren Schutz der Populationen, als dies mit mobilen Zäunen möglich wäre.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Anforderungen an die Bautechnik:

- Einbau in die Böschung, so dass Überwandern von der Fahrbahn her möglich ist
- Stabilität, auch bei Befahrung mit Unterhaltsmaschinen
- passgenaue Kombination mit anderen Elementen (Gitterroste, Durchlässe)
- Beton sollte ohne Schnellbinder produziert oder sonst gut gewaschen werden (Karch 2005)

Anforderungen an die Sperrwirkung:

- kein Unterwandern
- Höhe 40 - 60 cm, je nach Agilität der Arten, mit Überstiegsschutz (Überhängende Kante)
- möglichst schmale Spalten/Fugen zwischen Elementen (Achtung: grosse Verwitterungsgefahr ansonsten besteht Klettergefahr)
- Laubfrosch: ist nur durch starke Überhänge aufzuhalten (Zbierski&Schneeweiss in Glandt et al. 2003).

Anforderungen an die Leitwirkung:

- Lauffläche von 30 cm Breite oder mit nur kurzer Vegetation (Unterspülung vermeiden)
- senkrechter Übergang Lauffläche-Wand
- möglichst lange Elemente (wenige Fugen)
- möglichst schmale Spalten/Fugen zwischen Elementen
- schützende Vegetation anschliessend an Lauffläche
- Laubfrosch: kommt der Überhang erst spät, so klettern die Tiere hoch und verharren da. Eine früh abgewinkelte Form hat deshalb die beste Leitwirkung (Zbierski&Schneeweiss in Glandt et al. 2003).

Anforderungen für eine erleichterte Pflege:

- befestigte Laufebene (muss nicht gemäht werden)
- einfache Mahd ober- und unterhalb

U-förmige Leitrinnen sind nach Möglichkeit zu vermeiden, da sie bei ungünstiger Witterung kein Entweichen in die angrenzende, schützende Vegetation ermöglichen.

Am Ende des Systems sollte ein Umkehrelement stehen.

Literatur dazu: Frey & Niederstrasser (2000), KARCH (2005)

Der Kanton Aargau hat Betonelemente entwickelt (Konstruktionsplan ist öffentlich), welche folgende Merkmale aufweisen:

- fugenlose (aber trotzdem übersteigsichere) Elementanbindung (kein Ausmörteln notwendig; Mörtel ist wartungsaufwändig und bei ungenügender Wartung ein Sicherheitsproblem)
  - Fugen in Kurven mit Überkletterschutz
  - Kurvenbau problemlos möglich (kürzeste Elemente 1.5 m)
  - leichter Einbau, da nur 3 m lang (Element kann notfalls mit Brechstangen verschoben werden)
  - stabil: T-Fuss mit Armierungen, 30-Töner kann unmittelbar daneben parkieren.
- (Abteilung Landschaft und Gewässer, Kanton Aargau; B. Schelbert, pers. Mitt.)

#### Integration im Normenwerk

Der Text der Norm ist nicht mehr zeitgemäss, zu knapp gehalten, teilweise vermutlich sogar falsch.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

#### Beispiele



**Eine freie Lauffläche erhöht die Leitwirkung auf die Amphibien.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Ein Umkehrelement am Ende des Leitwerks kann die Umgehung der Anlage verhindern.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Solche unvermörtelte Spalten ermöglichen den Amphibien, die Sperre zu überklettern.**



**Hier fehlt ein Umkehrelement!**



**Ungenügende Ausführung. Das Leitwerk sollte vollständig durchgezogen werden, mit Überkletterschutz, korrekter Höhe, etc.**

## 8.4 Amphibienleitsysteme pflegen

Damit Amphibienleitsysteme auch als solche funktionieren, müssen die wichtigsten Eigenschaften der Anlage vor Wanderungsbeginn regelmässig überprüft und ihre Funktionalität gewährleistet werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: genügend

### Details

Durch die Wartung soll erreicht werden werden dass:

- keine Vegetationsbrücken entstehen.
  - Laufflächen vegetationsfrei bleiben, bzw. die Vegetation kurz geschnitten ist.
  - verwitterte Fugen und Spalten geflickt werden, so dass keine Klettermöglichkeiten entstehen.
- (Frey & Niederstrasser 2000)

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Unterhaltmassnahmen sind sinnvoll formuliert (pg 6, Abschnitt 12).*

### Beispiele



Dieses Leitsystem ist zu niedrig und weist keinen Übersteigschutz auf. Zusätzlich hat es sich mit Erde angefüllt. So erfüllt es seinen Zweck nicht.



Vegetation und anfallendes Laub bilden Brücken, welche den Amphibien das Überklettern des Sperrzauns ermöglichen.

## 8.5 Amphibienzaun mobil

Mobile Zäune kommen in der Regel zusammen mit vergrabenen Fanggefässen (Eimern) zum Einsatz. Die Anlagen müssen regelmässig kontrolliert und gewartet, gefangene Tiere auf der anderen Strassenseite freigelassen werden. Dies ist mit einem erheblichen personellen Aufwand verbunden und kann nur eine vorübergehende Lösung sein. Obwohl Amphibien fast das ganze Jahr unterwegs sind, werden mobile Zäune meistens nur während der Hauptwanderzeit im Frühjahr eingesetzt. Ein vollumfänglicher Schutz muss aber sowohl die Frühjahrs-, als auch die Rück-, Jungtier- und Herbstwanderung der Amphibien sichern. Dies ist nur mit einer permanenten Schutzeinrichtung zu verwirklichen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Anforderungen Sperrwirkung:

- kein Unterwandern
- senkrechte Aufstellung mit Überstiegschutz (min. Höhe 40 cm) oder halbrunde/schräge Aufstellung (kletterfreudige Laubfrösche sind nur durch starke Überhänge aufzuhalten!)
- keine Struktur zum Hochklettern (Drahtgeflecht ist ungünstig)
- Material möglichst blickdicht (Durchsicht animiert zum Hochklettern und verringert so die Leitwirkung)
- Am Ende der Zäune: Umkehrschleife anfügen (Zaun U-förmig wenden) und Eimer vergraben

Anforderungen Leitwirkung:

- vegetationsfreie Laufebene
- Material möglichst blickdicht (animiert zum Verharren)
- Haltepfosten nicht auf Anwanderseite direkt an der Zaunwand

Anforderung Unterhalt:

- Mähen mit Freischneider sollte Material nicht verletzen (Frey & Niederstrasser 2000)

Um auch die Rückwanderung zu erfassen, die bereits gegen Ende der Laichwanderung einsetzt, sollten auf beiden Seiten Zäune und Fallen gestellt werden, oder zumindest Rampen aus Erde, Sand oder Kies auf der Strassenseite angeschüttet werden, damit die Tiere den Zaun in die andere Richtung selbständig überqueren können (Schelbert-Jungo 1999).

Empfehlungen:

Im Kanton Aargau hat sich als günstiges Material für provisorische Sperreinrichtungen schwarzer Bauplastik bewährt. Für dauerhaftere, mobile Zäune existiert eine Eigenentwicklung aus Hartplastik, die leicht stapel- und handhabbar ist. Die Wartung wird dadurch vereinfacht, da die Vegetation mit dem Freischneidergerät gekürzt werden kann (B. Schelbert, pers. Mitt.). Auch die KARCH gibt gern Auskunft zu geeigneten Materialien.

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*Die Norm erwähnt wichtige Punkte nicht und beinhaltet auch schlechte Angaben (Auf pg 4 und pg 6 werden Maschengeflechte als Baumaterialien vorgeschlagen)*

### Beispiele



**Ein Amphibienzaun aus Bauplastik.**  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Amphibienzäune aus Hartplastik sind robuster und gut stapelbar!**  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Solche Rampen ermöglichen Tieren, die in die Gegenrichtung ziehen, einen Ausstieg aus der Fahrbahn (wenn die andere Seite nicht gesichert ist oder der Zaun umgangen wurde).**  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 8.6 Amphibienüberführung

Je nach topographischer Lage (bei Strassen an steilen Hängen) könnten Amphibien auch auf einer Brücke über die Strasse geführt werden, statt mittels Amphibientunnel untendurch. Diese Idee wurde im Kanton Zürich ernsthaft verfolgt, konnte letztendlich aber nicht realisiert werden (R. Werder, pers. Mitt.).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Die Überführung war an einer Strasse geplant, die einen Steilhang traversiert. Vorgesehen war eine ca. 60 cm breite Konstruktion aus Blech oder Holz, die auf T-Trägern über die Strasse führt. Zwecks Einhalten des Lichtraumprofils wären aber trotzdem auch bergseits noch Anrampungen nötig gewesen, weshalb die Idee schliesslich verworfen wurde.

Die Überführung wäre für Menschen nicht begehbar, die Wartung müsste mit einer Leiter durchgeführt werden. Eine Überführung bietet gegenüber einer Unterführung den Vorteil, dass Werksleitungen unter der Strasse nicht angetastet werden müssen, was unter Umständen viel Geld einsparen kann.

### Integration im Normenwerk

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

## 8.7 Ausstiegshilfe: Amphibiensyphon

Der Amphibiensyphon ist eine Entwicklung der Firma Nill Metallbau AG. Der Nill-Amphibiensyphon ist eine Art Kasten, der unterhalb des Einlaufrosts in den Ablaufschacht montiert wird. Tiere, die durch den Einlaufrost fallen, können aus eigener Kraft wieder an die Oberfläche klettern. Dies nützt ihnen aber nur, wenn in unmittelbarer Nähe zum Einlauf eine Möglichkeit besteht, die Fahrbahn zu verlassen!

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Funktionsprinzip: Tiere, die in den Syphon fallen, können auf einer schrägen, rutschfesten Oberfläche wieder nach oben klettern. Auf der gegenüberliegenden Seite befindet sich eine unbeschichtete Metallwand, die das Wasser in den Schacht abfließen lässt, für Tiere aber eine Barriere darstellt.

Bei Ausstiegshilfen im Allgemeinen ist es wichtig, dass sie auch für kleine Tiere funktionieren. Ein Problempunkt könnte beim Übergang vom Syphon zum Senkloch bzw. Rost vorhanden sein. Für eine optimale Funktionstüchtigkeit ist deshalb eine saubere Einpassung ins Senkloch wichtig (S. Zumbach, pers. Mitt.). In Hausen bei Brugg werden sie im Herbst herausgenommen und gereinigt (B. Zettel, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme sollte im VSS-Normenwerk behandelt werden.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
Die Massnahme wird nicht besprochen

### Beispiele



Amphibiensyphon der Firma Nill Metallbau AG (Winterthur). Der rutschfeste Ausstieg für die Amphibien (dunkle Fläche) zeigt nach hinten, vorne im Bild ist der Ausgang für das Wasser zu sehen.



Amphibiensyphon im Ablauf montiert.



Amphibiensyphon im Ablauf montiert.

## 8.8 Ausstiegshilfe: Schacht mit externer Fluchtröhre

Eine externe Fluchtröhre führt von einem Loch im Schacht schräg durch das Erdwerk nach oben in die Umgebung und ermöglicht so Kleintieren den Ausstieg aus dem Schacht. Im Gegensatz zu anderen Ausstiegssystemen landen die Tiere hier nicht wieder auf der Strasse (womit sie unter Umständen wieder mit dem Randstein-Problem konfrontiert sind), sondern neben der Fahrbahn.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Methode Amphibtec (P. Häfliger, pers. Mitt.): Die Fluchtröhre dringt relativ hoch in den Schacht ein, wird im Schachtinnern über den Tauchbogen bis in die Nähe des Schachtgrundes geführt und bietet mehrere Einstiegsstellen. Die geringe Bohrtiefe erlaubt ein kostengünstiges Nachrüsten bestehender Schächte auch bei engen Platzverhältnissen. Der Erfinder, Peter Häfliger, hat die Methode mit Erfolg getestet und zur Patentierung angemeldet.

Methode BiCon (Bally 1998): Die Fluchtröhre mündet auf Höhe des Wasserspiegels in den Schacht. Beim Nachrüsten eines bestehenden Einlaufs benötigt diese Methode ein tiefes Loch, weshalb nachträgliche Einbauten eher schwierig zu realisieren sind. Falls sich der Wasserspiegel auf ein tiefes Niveau absenkt (z.B. bei undichtem Schacht), so haben die Tiere keine Möglichkeit mehr, die Ausstiegstelle zu erreichen. Diese Methode wurde noch nie verwirklicht.

Unterhalt: Die Röhre muss gelegentlich gereinigt werden, damit sie nicht mit Laub oder ähnlichem verstopft wird. Dies kann im Zuge der regelmässigen Schachtreinigungen vorgenommen werden.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



**Amphibien, die in den Schacht fallen, klettern oft auf den Tauchbogen.**

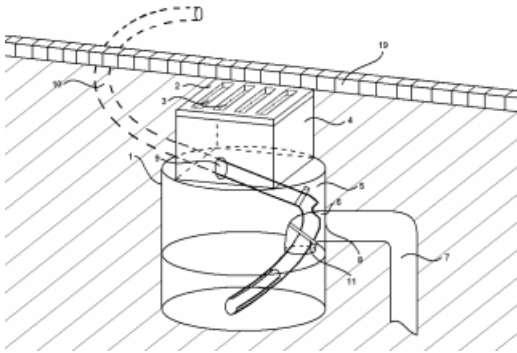
Foto: P. Häfliger, Gelfingen



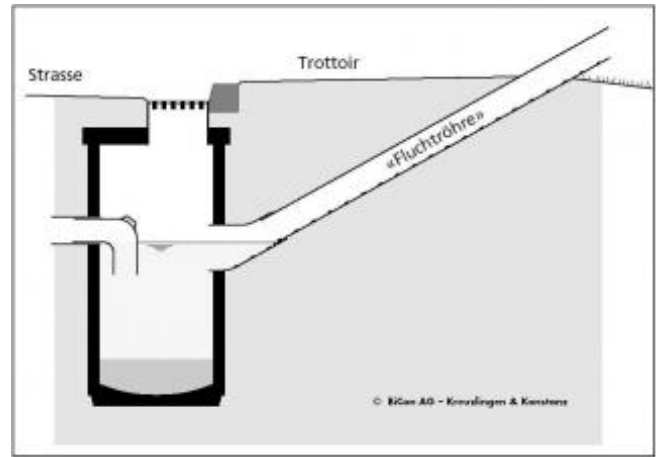
**Nicht alle Tiere schaffen es, auf den Tauchbogen zu klettern (besonders Kleinsäuger und Blindschleichen dürften Mühe haben).**

Foto: P. Häfliger, Gelfingen

Variante 1



**Methode Häfliger:** die Röhre dringt relativ hoch in den Schacht ein und wird im Schachtinnern in die Tiefe geführt (Variante 1). Diese Technik wurde in der Praxis bereits erfolgreich getestet.  
Bild: P. Häfliger, Gelfingen



**Methode BiCon:** die Fluchtröhre mündet auf Höhe des Wasserspiegels in den Schacht.  
Bild: A. Bally, BiCon AG

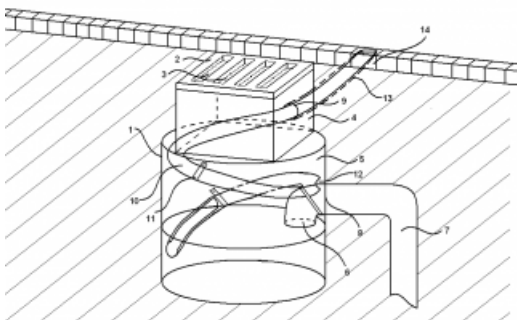


**Methode Häfliger Variante 1.**  
Foto: P. Häfliger, Gelfingen



**Dieses Tier hat den Ausstieg gefunden.**  
Foto: P. Häfliger, Gelfingen

Variante 2



**Methode Häfliger, Variante 2:** Der Ausstieg für die Amphibien befindet sich direkt im Bordstein. Diese besonders platzsparende Variante wird gegenwärtig getestet.  
Bild: P. Häfliger, Gelfingen



**Dieser Schacht fängt jedes Jahr unzählige Amphibien,** obwohl der Bordstein sehr niedrig und z.T. sogar abgeflacht ist. Eine Ausstiegshilfe ist deshalb unabdingbar.

**8.9 Ausstiegshilfe: Schacht mit interner Fluchröhre**

Bei dieser Ausstiegshilfe führt eine Röhre spiralförmig vom Schachtboden zum Einlaufrost. Sie wurde versuchsweise getestet, mit Erfolg (Ratzel 1993). Da die Tiere über den Ausstieg auf die Fahrbahn gelangen, ist es wichtig, dass in unmittelbarer Nähe zum Einlauf eine Möglichkeit besteht, die Fahrbahn zu verlassen!

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.10 Durchwandersperr im Bereich des Tunneleingangs

Eine Durchwandersperr ist ein Zaun/Mauerstück, welches vor einem Tunneleingang positioniert ist und in Tunnelrichtung zeigt. Anwandernde Amphibien von beiden Seiten werden dadurch in Richtung des Tunneleingangs gelenkt. Diese Massnahme kann verhindern, dass Amphibien am Tunneleingang vorbeiwandern (Frey & Niederstrasser 2000).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.11 Einlaufrost mit Gitter bespannen

Ein Drahtgeflecht auf oder unter dem Einlaufrost verhindert, dass Kleintiere in den Ablauf stürzen. Dies ist eine wartungsintensive, aber einfache und zuverlässige Methode um Abstürze zu verhindern. Auch feuchtigkeitsbedürftige Tiere, welche den Ablauf gezielt aufsuchen, werden geschützt. Bei der Maschenweite muss ein Kompromiss zwischen Absturzsicherheit und Gewährleistung des Abflusses/Verhindern von Verstopfungen gewählt werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Unterspannung:

- Verstopfungsgefahr erfordert höheren Kontrollaufwand
- Möglicherweise problematisch für sehr kleine Amphibien, die nicht mehr herausklettern können
- Lebensdauer des Gitters ist grösser

Überspannung:

- Verstopfungsgefahr vermutlich kleiner als bei Unterspannung, evt. trotzdem zu kontrollieren
- könnte Radfahrer zu Schwenkmanövern animieren
- raschere Abnutzung

Rostbespannungen sind sicher gut geeignet als temporäre Massnahme, bis das Problem anderweitig gelöst werden kann. Der Kontroll- und Wartungsaufwand kann evt. direkt bei der Strassenreinigung erfolgen, oder ist mit Hilfe von Freiwilligen lösbar (Ratzel 1993).

Technische Details Unterspannung:

In Bielefeld (D) wird feuerverzinkter Maschendraht mit einer Maschenweite von 8x8 mm eingesetzt, die Lebensdauer liegt bei 3-4 Jahren. Feinerer Maschendraht wäre besser für junge Molche, ist aber schwieriger zu kaufen, zu warten (Verstopfung) und hat vermutlich auch kürzere Lebensdauer. Die Ränder werden nach oben gebogen, so dass sie zwischen Rost und Rahmen liegen können. Dies verhindert ein Verrutschen oder Wegknicken, sollte ein Tier darauf zu liegen kommen (B. Bender, pers. Mitt.). Um die gesamte Wanderperiode inkl. Abwanderung der Jungtiere und Herbstwanderung zu sichern, erfolgt die Untergitterung bis in den Herbst hinein. Die wöchentliche Reinigung und Wartung wird teils vom Tiefbauamt, teils von Amphibienschützern ehren- oder halbehrenamtlich übernommen. Spezielle Hebestangen ermöglichen auch schwächeren Personen das Herausheben der Roste (Bauplan zu finden in: Bender in Glandt et al. 2003).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Massnahme wird nicht besprochen*

#### Beispiele



An dieser Amphibienzugstelle bei Frauenfeld wird der Einlauf mit einer Gitterunterspannung des Rostes gesichert.



Das Maschengeflecht wurde mit Kabelbindern am Rost befestigt. Das anfallende Laub zwischen Gitter und Rost muss regelmässig entfernt werden.

### 8.12 Einlaufrost-Teilabdeckung mit Blech oder Gitter

Bei Einlaufrosten, die direkt am Randstein liegen, kann auf der Seite des Randsteins ein schmales Blech oder Gitter (ca. 10 cm) befestigt werden. Tiere, die sich dem Randstein entlang fortbewegen, überqueren nun den Schutzstreifen, statt in den Ablauf zu fallen (Zumbach in Berthoud et al. 2000). Dies ist eine Idee, die in der Praxis noch nicht angewandt worden ist (S. Zumbach, pers. Mitt.). Nachteil: Feuchtigkeitssuchende Tiere fallen nach wie vor in den Ablauf.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: unbekannt

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.13 Einwegdurchlass für Amphibien

Beim Einwegdurchlass (auch Doppelröhrendurchlass genannt) fallen Tiere in einen Schacht und können diesen nur durch Unterquerung des Verkehrsträgers wieder verlassen. Die Konstruktion ist ziemlich aufwändig und entsprechend teuer (luell et al. 2003). Die KARCH empfiehlt Einweg-Durchlässe nicht mehr. In seltenen, spezifischen Situationen können sie allerdings nach wie vor eine sinnvolle Massnahme sein.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

#### Details

Vorteile von Einwegdurchlässen: hohe Fängigkeit, gute Leitwirkung, weniger Entwässerungsprobleme.

Nachteile: Zwangsverfrachtung von anderen Tierarten. Dies macht das System für Kleinsäuger eher ungeeignet (Frey & Niederstrasser 2000). Offenbar besteht eine erhöhte Mortalität unter Molchen und jungen Fröschen (luell et al. 2003). Einige Autoren sind der Ansicht, dass Amphibien die Anlage negativ in Erinnerung behalten und bei der nächsten Wanderung zu umgehen versuchen (John in Glandt et al. 2003).

Die Zwangsverfrachtung kann reduziert werden, indem ein kleiner, zweiter Ausgang in die andere Richtung angeboten wird (A. Borgula, pers. Mitt.). Dies kann ohnehin nötig sein, um Entwässerungsproblemen entgegenzuwirken. Damit ist der Tunnel streng genommen kein Einwegdurchlass mehr, der Leiteffekt dürfte aber immer noch einiges höher sein als bei normalen, offenen Zweiwegdurchlässen.

Die KARCH empfiehlt Einweg-Durchlässe nicht mehr. In spezifischen Situationen kann dies allerdings nach wie vor eine sinnvolle Massnahme sein.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*Das System ist sehr detailliert beschrieben und wird als beste Lösung gepriesen. Negative Effekte werden nicht erwähnt. Heutzutage scheint es kaum mehr gebaut zu werden.*

#### Beispiele



Eingang zu einem Einwegdurchlass. In diesem Fall gibt es noch ein Entwässerungsrohr (linke Seite, nicht sichtbar), welches hineingefallenen Tieren, die nicht auf die andere Strassenseite möchten, ein Entweichen ermöglicht.

### 8.14 Feuchter Boden im Tunnel

Böden von Tunnels, insbesondere bei der rundum geschlossenen Kastenbauweise, trocknen oft aus. Dies behindert oder verhindert eine Benutzung des Tunnels durch Amphibien. Indem der Boden mit einem natürlichen, saugfähigen Material belegt wird, kann die Durchquerungsrate eines Tunnels stark verbessert werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Das Einbringen einer 5 cm hohen, schwach lehmhaltigen Sandschicht verbesserte die Nutzung von Tunnels durch Erd- und Knoblauchkröten markant (John in Glandt et al. 2003). M. Kyek aus Österreich verbessert die Bodenfeuchte im Tunnel dadurch, dass Boden um den Tunneleingang eine Folie eingebaut wird, welche die Bodenfeuchtigkeit in den Tunnel leitet (A. Borgula, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.15 Rampe an Randstein

Mit Beton oder Asphalt können Rampen konstruiert werden, über die Kleintiere die Fahrbahn verlassen können.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Bei Versuchen mit Erdkröten an einer Frühjahrszugstrecke genügte eine Rampenlänge von 1 m. Für Springfrösche erwies sich diese Anlage aber als zu kurz. Da die Leitwirkung von Randabschlüssen anscheinend saisonal schwankt, hält Ratzel (1993) fest, dass im Bereich von Sommerlebensräumen auch für Erdkröten 3-6 m lange Rampen notwendig sind.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.16 Randstein unterhöhlen

Indem der Randstein neben dem Schachtgitter unterhöhlt wird, entsteht eine neue Leitstruktur und kleine Tiere werden um die Gefahrenquelle herumgeführt. Allerdings funktioniert es nicht für alle Arten (z.B. bei Fröschen nur ungenügend; Ratzel 1994).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gering*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.17 Randsteine mit Lücken

Spalten von 2-3 cm Breite ermöglichen Tieren den Ausstieg aus der Strasse (Weber 1998). An kritischen Strassenabschnitten kann diese Notlösung helfen, die Randsteinproblematik zu entschärfen. Für springende Amphibien ist dies aber keine Lösung (siehe Methode Rampe an Randstein: Die Mindestlänge der Rampe beträgt 3 m für hüpfende Amphibien).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



Grosse Lücken..



.. aber auch kleine Spalten eröffnen Kleintieren Möglichkeiten zum Verlassen der Fahrbahn.

**8.18 Randsteine überwachsen lassen**

Vegetation, die über den Randstein auf die Strasse wächst, bietet Tieren sowohl Ausstiegshilfe als auch Schutz (Weber 1998). An kritischen Strassenabschnitten kann diese (Nicht-)Pfleagemassnahme helfen, die Randsteinproblematik zu entschärfen (z.B. in Kombination mit Rampen).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 8.19 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einbauen

Falls der Eintrag von Tieren in das Entwässerungssystem nicht an der Quelle (Abläufe entlang Verkehrsweg) verhindert werden kann, so kann man den fortgespülten Tieren ermöglichen, mittels Rampen oder Röhren aus den Regenbecken und Pumpwerken auszusteigen (KARCH 1996). Diese Massnahmen kann viele Tiere retten, entspricht aber eher einer Symptom- als einer Ursachenbekämpfung.

Der nachträgliche Einbau von Ausstiegshilfen wird wesentlich erleichtert, wenn bei der Konstruktion des Beckens gewisse Vorgaben eingehalten wurden. Siehe dazu Massnahme 12.8.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: mittel

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Schwierigkeiten:

- Es gibt viele technische Schwierigkeiten zu meistern. Werden bereits bei der Konstruktion des Sammelbeckens Anforderungen von Ausstiegshilfen berücksichtigt, so ist der Einbau einer Rampe kostengünstiger und die Funktionalität grösser (B. Schelbert, pers. Mitt.).
- Viele Tiere überleben den Weg vom Ablauf bis zum Sammelbecken nicht, insbesondere die Nicht-Amphibien.
- Es muss gewährleistet werden, dass die Tiere beim Verlassen des Sammelbeckens einen geeigneten Lebensraum vorfinden.
- Die Tiere verlassen das Entwässerungssystem weit weg von dort, wo sie ursprünglich hineingefallen sind. Es ist unklar, wie Amphibien damit umgehen, dass sie von ihrer angestrebten Wanderroute abgekommen sind.
- Unbekannt ist ausserdem, wie stark der lange Aufenthalt in den schmutzigen Abwässern die Gesundheit der Tiere beeinträchtigt (B. Schelbert, pers. Mitt.).

Die Firma Nill Metallbau AG bietet Systeme an, die in Zusammenarbeit mit Kanton Aargau entwickelt und erprobt wurden.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

#### Beispiele



**Ausstiegshilfe, die direkt ins Freie führt.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



**Ausstiegshilfe mit Eimer als Sammelgefäss, welches regelmässig geleert werden muss.**

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 8.20 Strasse temporär sperren

Mit einer temporären Sperrung kann Amphibien eine gefahrfreie Laichwanderung ermöglicht werden. Allerdings wird damit nur die Frühjahrswanderung erfasst. Sämtliche anderen Wanderungsbewegungen, die praktisch das ganze Jahr über stattfinden können (Abwanderung der Jungtiere, Herbstwanderung, etc.) werden nicht geschützt.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).

*"Diese Massnahme ist nur anwendbar, wenn es sich nicht um eine wichtige Verbindungsstrasse handelt und Umfahrungen leicht realisierbar sind. Diese Massnahme ist im Frühjahr, während der 2 bis 3 Wochen dauernden Hin- und Rückwanderung der erwachsenen Amphibien, jeweils zwischen Einbruch der Dunkelheit bis um Mitternacht anzuwenden. Für die tagsüber stattfindende Auswanderung der Jungtiere, die einen Monat dauert, ist eine Strassensperrung nicht vertretbar."*

### Beispiele



Zahlreiche Gemeinden schützen die Frühjahrswanderungen der Amphibien durch vorübergehende Strassensperrungen.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

**8.21 Tiere von Hand aus Schacht befreien**

Problematische Schächte können in regelmässigen Abständen kontrolliert und gefangene Tiere befreit werden. Diese Arbeit kann ggf. von Freiwilligen übernommen werden, ist aber physisch anpruchsvoll. Mittels geeigneter Werkzeuge kann jedoch das Herausheben von Schachtdeckeln erheblich erleichtert werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Werkzeuge: Siehe dazu Bender in Glandt et al. 2003

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 8.22 Umkehrelemente verlängern

Zu kurze Umkehrelemente werden von den Amphibien umwandert. Eine Verlängerung des Umkehrelementes mit einem Zaun kann dem entgegenwirken (John in Glandt et al. 2003).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Die Umkehrelemente sollten mindestens 5-10 m lang sein (A. Borgula, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



Ein "normales" Umkehrelement.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

### 8.23 Umlenkung von Teilpopulationen, Ersatzbiotope

Wo aus technischen oder anderen Gründen auf den Bau von Amphibiendurchlässen verzichtet werden muss, kann eine Sperre für anwandernde Tiere, abwandernde Tiere oder beide Gruppen sinnvoll sein. Gibt es in der Nähe keine geeigneten Brutgebiete, so müssen Ersatzbiotope geschaffen werden. Die Vernetzung von Teilpopulationen wird durch diese Massnahme jedoch verhindert.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: genügend*

#### Details

Abwandernde Jungtiere sollen umkehren und Habitate in anderen Richtungen aufsuchen (setzt voraus, dass sie nicht schon auf eine bestimmte Abwanderrichtung geprägt sind; Kordges in Glandt et al. 2003).

Zudem ist zu prüfen, ob durch die Sperren nicht andere Tierarten (z.B. Kleinsäuger) gefährdet werden.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk knapp aber vermutlich ausreichend beschrieben.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
pg 2, b) ständige Schutzmassnahmen, Ersatzlaichplätze.

## 8.24 Zufahrt mit Gitterrost sichern

Ein Gitterrost ist für Klein- und Huftiere nicht begehbar. Richtig platziert, kann somit verhindert werden, dass diese Tiere über die Fahrbahn von wenig befahrenen Zufahrtstrassen auf die Fahrbahn von grösseren Strassen gelangen. Die Sicherheit von Fussgängern und Radfahrern muss berücksichtigt werden.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Anforderungen Sperrwirkung für Amphibien:

- Breite (Länge in der Strasse): mindestens 50 cm
- schmale Längslamellen im Abstand von 6 cm
- vertiefte Querstreben (sonst dienen die Querstreben als Brücken, die benutzt werden können, um den Graben zu überqueren)
- beidseitiger Anschluss an Amphibienleitwerke

Anforderungen Leitwirkung für Amphibien:

- keine verdeckten Vorsprünge unterhalb des Gitters
- rechtwinkliges Rinnenprofil, keine Rundungen
- Kein stehendes Wasser im Durchlass

Quelle: Verändert nach Frey & Niederstrasser (2000)

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
[Massnahme wird nicht besprochen]
- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
[Im Zusammenhang von Sicherheitseinrichtungen/Schutzmassnahmen erwähnt]

### Beispiele



Dieser Gitterrost soll verhindern, dass die Amphibien über den Zufahrtsweg auf die Strasse gelangen.



Idealerweise weist der Gitterrost vertiefte Querstreben auf, die von den Tieren nicht als Brücken genutzt werden können.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

### 8.25 Zweiwegdurchlass für Amphibien

Grundsätzlich können Amphibien dieselben Durchlässen nutzen wie andere Kleintiere, wobei die Bedürfnisse der Amphibien etwas schwieriger zu befriedigen sind. Die Massnahme ist detailliert beschrieben unter Massnahme 9.21.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### **Integration im Normenwerk**

Der Zweiwegdurchlass (offener Durchlass) kommt in der Amphibienschutznorm praktisch nicht vor, wird aber in der Praxis sehr häufig spezifisch für diese Tiergruppe gebaut. Es macht vermutlich am meisten Sinn, diese Massnahme in der Norm "Schutzmassnahmen" ausführlich zu behandeln und in der Amphibien-Norm darauf zu verweisen

**9 Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen****FK 6**

SN 640 694

Diese Norm ist relativ neu (2004), und nach wie vor aktuell. Ein Grossteil der aufgelisteten Massnahmen wird darin bereits genügend behandelt. Einige Anpassungen wären sinnvoll und sollten spätestens bei der nächsten Revision berücksichtigt werden.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>9.1 Autobahnzufahrt mit Gitterrost sichern</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.2 Baumwipfel-Brücken</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.3 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen</b>	Anpassung	mittel	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.4 Ersatzlebensraum schaffen abseits des Verkehrsträgers</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.5 Geruchszäune, Duftzäune</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	ungenügend
<b>9.6 Gewässerdurchlässe für terrestrische und aquatische Tiere gestalten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>9.7 Greifvögel anfüttern</b>	Anpassung	unbekannt	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.8 Infrarot-Wildwarnsystem</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.9 Kurze Aufständering als Wildtierpassage</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.10 Landschaftsbrücke</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.11 Lange Galerien mit Faunapassagen ausstatten</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.12 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.13 Reflektierende Materialien aufhängen</b>	Anpassung	keiner	spezifisch	genügend
<b>9.14 Temporeduktion baulich erzwingen</b>	Planung	mögl. gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.15 Verkehrsschild Wildwechsel</b>	Anpassung	keiner	spezifisch	genügend
<b>9.16 Verkehrswege stilllegen bzw. zurückbauen</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.17 Viadukt/Aufständering faunenfreundlich ausgestalten</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>9.18 Wildtierpassage und Umgebung faunengerecht gestalten</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.19 Wildtierpassagen für Wirbellose</b>	Planung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>9.20 Wildtierunterführung für grössere Tiere</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.21 Wildtierunterführung für kleinere Tiere/Amphibien</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>9.22 Wildtierüberführung</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.23 Wildtierüberführung reduziert</b>	Planung	gross	spezifisch	genügend
<b>9.24 Wildwarnung mit akustischem Warnton</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	ungenügend

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

**9.1 Autobahnzufahrt mit Gitterrost sichern**

Durch Zufahrtsstrassen zur Autobahn entstehen Lücken im Wildzaun. Über diese Lücken gelangen Wildtiere auf die Autobahn und verursachen z.T. gefährliche Unfälle (Wildschweine, Hirsche, Rehe). Mit Gitterrosten könnte versucht werden, den Wildtieren den ungehinderten Zutritt zur Autobahn zu verwehren. Siehe auch Massnahme 8.24.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird nicht erwähnt.

## 9.2 Baumwipfel-Brücken

Bei breiten Strassen kann für baumbewohnende Tiere eine kleine Brücke zwischen Baumwipfeln konstruiert werden, die einen sicheren Übergang über die Strasse bietet. Die Methode ist relativ neu, scheint gemäss ersten Erfahrungsberichten aber zu funktionieren (Iuell et al. 2003).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Zielarten: Eichhörnchen, Marder, Bilche.

Anwendungsorte: überall da, wo wichtige Populationen bzw. hohe Verkehrsmortalität der Zielarten vorliegen. Auch in Städten/Stadtparks interessant.

Ausgestaltung: Noch wenige Informationen vorhanden. Es können einfach Seile zwischen Bäumen gespannt werden. Eichhörnchen benutzen Seile ab einem Durchmesser von 4-10 cm. Besser sind vermutlich doppelt geführte Seile oder Drahtseile, zwischen denen ein Netz oder eine sonstige Lauffläche (20-30 cm breit) aufgespannt wird. Bilche benötigen vermutlich Versteckmöglichkeiten oder sonstige Deckung von oben. Aufhängevorrichtungen für Wegweiser/Strassenbeschilderungen können mit einer Lauffläche ausgestattet werden und so gleichzeitig als Baumwipfelbrücken dienen (Iuell et al. 2003).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 9.3 Begleitflächen in Verkehrswegnähe deckungsfrei machen

Ein deckungsfreier Streifen (Sichtrodung) verbessert die Sichtbarkeit der Tiere bzw. der Fahrzeuge. In Nordeuropa wurde diese Methode mit Erfolg eingesetzt um Grosswildkollisionen zu reduzieren (luell et al. 2003, Roll 2004). Dadurch wird jedoch die Trennwirkung des Verkehrsträgers verstärkt, z.B. für deckungsliebende Kleinsäuger. Von einer grossräumigen Anwendung ist deshalb abzusehen.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

#### 9.4 Ersatzlebensraum schaffen abseits des Verkehrsträgers

Statt die Auswirkungen von Grossbauten vor Ort zu mindern, können auch Ersatzmassnahmen abseits des betroffenen Lebensraumes getroffen werden, z. B. durch Revitalisierungen von Gewässern, Brachlegen von Landwirtschaftsland oder Anlegen von Kleinstrukturen. Dies verbessert zwar die allgemeine Lebensraumvernetzung in der Landschaft, trägt aber nicht direkt dazu bei, die Vernetzungsprobleme am betreffenden Bauwerk selber zu lösen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben. Die Weisung in der Norm zu Hochleistungsstrassen (VSS 1994) sollte auch für andere Strassentypen gelten.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
S. 2, Gegenstand: "Kompensationsmassnahmen im Sinne der Biotopwiederherstellung (...) fallen nicht in den Geltungsbereich dieser Norm"
- > SN 640 041: Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen (VSS 1994).  
S. 2, 6. Umwelttechnische Anforderungen: "Ersatzleistungen (Aufforstung, Revitalisierung, Rückzugsgebiete, Erholungsanlagen und neue Lebensräume) sind im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften vorzusehen."

### 9.5 Geruchszäune, Duftzäune

Entlang einer Strasse werden Geruchsträger installiert, deren Düfte das Wild abschrecken sollen. Die Duftträger müssen mehrmals pro Jahr erneuert werden, um die Wirkung aufrecht zu erhalten. Über den Erfolg der Massnahme wird widersprüchlich berichtet.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: unbekannt

Normierung: ungenügend

#### Details

In einer zweijährigen Studie sanken die Fallwildzahlen an einer Teststrecke um 50-80% (Rippmann 2006). Der Autor empfiehlt eine zweireihige Montage der Duftträger (zwei Reihen pro Strassenseite), und schätzt den Wartungsaufwand der Anlage auf ca. 30 h pro Jahr und Kilometer.

Es wäre wichtig zu wissen, ob der Duftzaun die Tiere grundsätzlich abweist und damit die Lebensraumvernetzung allgemein verschlechtert wird, oder ob durch die Gerüche lediglich die Aufmerksamkeit und damit die Vorsicht bei der Strassenquerung erhöht werden. Bei der Anlage von Duftzäunen bzw. bei Studien über deren Wirksamkeit sollte ausserde darauf geachtet werden, dass durch die Abweisung der Tiere keine neuen Gefahrstellen entstehen (und der gemessene Erfolg durch erhöhte Sterblichkeit an diesen Orten kompensiert wird).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
Die Wirksamkeit von Duftzäunen wird als schlecht bis mittel eingestuft.

## 9.6 Gewässerdurchlässe für terrestrische und aquatische Tiere gestalten

Die heutigen Gewässerdurchlässe sind eine Barriere, sowohl für die aquatische als auch für die terrestrische Fauna. In der faunenverträglichen Gestaltung von Gewässerdurchlässen liegt viel Vernetzungspotential brach. Eine neue Norm dazu ist in Vorbereitung (VSS 2003/603).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

### Details

Naturnahe Uferstreifen (Bermen), erlauben terrestrischen Tieren den Gewässerdurchlass als Wildtierpassage zu nutzen. Aquatische Organismen benötigen eine natürliche, vielfältige Sohlenstruktur, genügend Lichteinfall, sowie eine mässige, ungleichförmige Strömung. Dies erlaubt auch kleinen Invertebraten und schwachen Schwimmern ein Fortwärtskommen gegen den Strom. Für Kleinfische wie die Groppe dürfen künstliche Abstürze nicht höher als 5 cm sein. Hohe Abstürze können durch raue Rampen ersetzt werden (LfU 2005). Kasper (1997) erwähnt folgende Eckdaten:

Lichteinfall:

- Rahmendurchlass, beidseitiger Lichteinfall, Abmessungen 2'000 x 2'000 mm, ca. 50% des Querschnitts durchflossen, bis 50 Meter uneingeschränkte Fischpassierbarkeit
- Rohrdurchlass, kein Lichteinfall, Abmessungen 1000 mm, 100% des Querschnittes durchflossen, ab Länge von 25 Meter, unpassierbar für Fische.

Maximale Fließgeschwindigkeiten:

- Forelle adult ca. 1.2 m/s<sup>3</sup>
- Forelle juv. ca. 0.8 m/s<sup>3</sup>
- Dreistachliger Stichling 0.36 m/s<sup>2</sup>
- Moderlieschen 0.38 m/s<sup>2</sup>
- Bachschmerle bis 0.6 m/s<sup>2</sup>
- Gründling bis 0.55 m/s<sup>2</sup>

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" ungenügend beschrieben. Da ein Gewässerdurchlass kein faunenspezifisches Bauwerk ist, und die Massnahme aber eigentlich bei jedem Bau eines Gewässerdurchlasses erwogen werden soll, wäre eine Verankerung im Normenwerk zum Thema Brückenbau sehr sinnvoll.

### Beispiele



Ein Gewässerdurchlass entlang der A1 (Le Dy) mit Berme für kleinere Wildtiere.

Foto: Pronat Conseils SA



Dieser Kanal musste aus Gründen der Hochwassersicherheit gerade gehalten werden. Die niedrigen Schwellen sind aber so angelegt, dass eine vielfältige Strömung entsteht, und ein Lichtschacht erhellt den Durchlass.



Berme an einem Gewässerdurchlass bei Bazenheid (SG).



Schlechtes Beispiel eines Gewässerdurchlasses.



Ein Gewässerdurchlass mit natürlicher Sohle aber ohne Berme für Wildtiere.



Gewässerdurchlass mit Uferstruktur für die terrestrische Fauna.

### 9.7 Greifvögel anfüttern

Greifvögel, vor allem Mäusebussarde, werden im Winter ausserhalb des Wildzaunes gefüttert, um sie von der Fahrbahn wegzuhalten. Diese Massnahme stellt einen künstlichen Eingriff in die natürliche Populationsdynamik dar und sollte nur ergriffen werden, wenn sich die Verkehrsmortalität als Gefährdung für den Bestand entpuppt. Durch die Fütterungen werden möglicherweise zusätzliche Vögel in die Nähe des Verkehrswegs gelockt.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 9.8 Infrarot-Wildwarnsystem

Dieses System warnt Autofahrer mit Leuchtsignalisation, wenn Infrarot-Detektoren Bewegungen in Strassennähe wahrnehmen. Gegenüber anderen Schutzmassnahmen, die das Wild abzuschrecken versuchen, wird hiermit kein zusätzlicher Barriereneffekt erzeugt.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Studien haben gezeigt, dass eine Doppelsignalisation mit Geschwindigkeitsvorgabe die Wirksamkeit erhöht, da nur dann die Fahrer die Geschwindigkeit tatsächlich auch reduzieren (Kistler 1998, 2002). Die Anwendbarkeit/Finanzierbarkeit beschränkt sich vermutlich auf Orte, wo Wildwechsel auf einem verhältnismässig kurzen Strassenabschnitt lokalisierbar sind (H. Jenny, pers. Mitt.) .

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
[ausführlich besprochen]

### 9.9 Kurze Aufständigung als Wildtierpassage

Die Methode der Aufständigung kann spezifisch zur Schaffung von Wildtierpassagen eingesetzt werden und zwar auch da, wo es topographisch nicht zweckmässig ist. Davon würden Invertebraten und Reptilien besonders profitieren, deren Bedürfnisse mit herkömmlichen Kleintierpassagen nur schwer befriedigt werden können.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Beispiel: Eine Strasse, die durch ebenes Gebiet führt, könnte in regelmässigen Abständen über ein kurzes Viadukt geführt werden. In der kleinräumigen, topographisch reich strukturierten Schweiz ist diese Massnahme vermutlich nicht sinnvoll, da sich andere Gelegenheiten (echte Viadukte, Gewässerdurchlässe, etc.) anbieten.

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 9.10 Landschaftsbrücke

Eine Landschaftsbrücke (Ökobrücke) überdeckt den Verkehrsträger auf einer Länge von mehreren hundert Metern. Damit wird es möglich, auf der Brücke naturnahe Lebensräume zu schaffen, um die Lebensraumverbindung (auch für Invertebraten) optimal zu fördern. Von allen Vernetzungsmassnahmen ist dies vermutlich die teuerste, aber auch diejenige mit dem höchsten Wirkungsgrad (Righetti 1997; Dumont et al. 2000).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: genügend*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 9.11 Lange Galerien mit Faunapassagen ausstatten

Lange Galerien besitzen einen äusserst starken Barriereeffekt auf die Fauna, da sie, anders als Tunnels, nur zum Teil in der Erde verlaufen. Die geöffnete Talseite ist hoch und für die allermeisten Tiere nicht erklimmbar. Deshalb sollten in regelmässigen Abständen Querungsmöglichkeiten geschaffen werden, damit die Vernetzung der Lebensräume erhalten bleibt.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Bestehende Galerien sollten überprüft und gegebenenfalls nachgerüstet werden. Ein guter Ort für eine Passage wären Stellen, an denen Wasser über das Dach geführt wird.

#### Integration im Normenwerk

Kunstabauwerke wie Galerien sind nicht im VSS-Normenwerk geregelt, sondern vermutlich im Zuständigkeitsbereich der SIA. Da diese Massnahme bei künftigen Galeriebauten bereits in der Planung berücksichtigt werden sollte, wäre eine Verankerung im SIA-Normenwerk genauso sinnvoll.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

#### Beispiele



**Der Barriereeffekt lange Galerien könnte mit periodischen Anschüttungen gemindert werden.**

Foto: M. Trocmé

### 9.12 Menschliche Aktivität bei Faunapassagen einschränken oder verbieten

Versiegelung und Zweckentfremdung von Strukturen (z.B. Nutzung von Brücken als Unterstände für Maschinen und Geräte) senkt die Attraktivität für die Wildtiere. Menschliche Aktivitäten im Bereich einer Wildtierpassage sind deshalb zu verbieten oder auf gewissen Zonen zu beschränken. Die Einhaltung der Regeln muss überprüft werden (Unterhalt).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
S. 22

#### Beispiele



Fremdnutzung des Raumes unter Viadukten führt dazu, dass Wildtiere die Unterführung nur ungern benutzen. Dadurch verliert das Bauwerk die Funktionalität als Wildtierpassage.

### 9.13 Reflektierende Materialien aufhängen

Der Gebrauch von Reflektoren (z. B. Metallbändern an Bäumen oder Petflaschen) um Wildtiere vor nahenden Autos zu warnen ist zwar weit verbreitet, der Nutzen ist allerdings zweifelhaft. Vermutlich ist beim Wild ein Gewöhnungseffekt eingetreten (Trocmé et al 2002).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: keiner

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 9.14 Temporeduktion baulich erzwingen

Die Fahrgeschwindigkeit von Fahrzeugen entscheidet wesentlich darüber, ob Kollisionen mit Wildtieren verhindert werden können. Anstatt mit Warnschildern vor Gefahren zu warnen, kann die Temporeduktion mittels baulicher Anpassungen (Schwellen, Kurven, etc.) erzwungen werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Details**

Diese Massnahme wurde vorgeschlagen zum Schutz einer Eulenart in einem Nationalpark (Bencke & Bencke 1999).

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 9.15 Verkehrsschild Wildwechsel

Das Verkehrsschild soll Autofahrer vor Gefahr warnen und zur Verlangsamung der Fahrt bewegen. In der Praxis kommen aber nur wenige Fahrer dieser Aufforderung nach (VSS 2004).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: keiner

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 9.16 Verkehrswege stilllegen bzw. zurückbauen

Werden neue Verkehrswege gebaut, so kann es sein, dass bestehende Verkehrswege dadurch stark entlastet und in Extremfällen nur selten benutzt werden. In diesem Fall sollte eine Stilllegung und allenfalls ein Rückbau des betreffenden Abschnittes erwogen werden. Dies spart Unterhaltskosten und macht die Zerschneidung des Lebensraumes weitgehend rückgängig. Siehe dazu auch Massnahme 13.1.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Bei Meliorationen führt das Zusammenlegen von Gütern oft auch zu neuen Strassen. Als Grundregel sollte gelten, dass bei Meliorationen die Gesamt-Kilometerzahl der Wirtschaftswege gleich bleiben oder kleiner werden muss (M. Schelbert, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk nicht beschrieben.

- > SN 640 040b: Projektierung, Grundlagen; Strassentypen (VSS 1994).  
     *pg 4: Grundsätze der Netzbildung*  
     *Die Erschliessung soll mit einem Minimum an Strassen sichergestellt werden*

**9.17 Viadukt/Aufständerung faunenfreundlich ausgestalten**

Statt einen Verkehrsträger auf einer künstlichen Aufschüttung oder auf den Talgrund hinunter zu führen, kann ein Viadukt erstellt werden. In der Regel ergibt sich der Bau solcher Viadukte aus topographischen Gründen. Der Anlass sollte unbedingt genutzt werden, durch eine faunenfreundliche Gestaltung des Viadukts eine hohe Durchlässigkeit für die Fauna zu gewährleisten.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: genügend*

**Integration im Normenwerk**

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" genügend beschrieben. Da Viadukte meistens keine faunenspezifische Bauwerke sind, die Massnahme aber eigentlich bei jedem Viaduktbau zumindest erwogen werden soll, macht eine Verankerung (oder wenigstens ein Verweis) im Normenwerk zum Thema Brücke durchaus Sinn.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 9.18 Wildtierpassage und Umgebung faunengerecht gestalten

Die Wildtierpassage sowie das Habitat in der angrenzenden Umgebung sollten den Bedürfnissen der Tiere möglichst weit angepasst werden. Zu fördern sind Strukturen mit Nahrungs- und Deckungsgelegenheiten (Hecken, Totholz, Steine, etc.). Der Eingangsbereich der Passage sollte frei von menschlicher Aktivität sein, künstliche Beleuchtung ist zu vermeiden (Berthoud 1998; Luell et al. 2003).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
S. 22

#### Beispiele



Das Deckungsangebot auf dieser Wildbrücke ist ausgezeichnet - auch für Kleinsäuger.  
Foto: M. Trocmé



Regelmässige Hochwasser bis zur mittleren Höhe des Durchlasses verhindern, dass hier Deckungsmöglichkeiten für Kleintiere angeboten werden können.

### 9.19 Wildtierpassagen für Wirbellose

Viele Invertebraten wandern wenig zielgerichtet und nur kurze Distanzen, oder brauchen viel Zeit um lange Distanzen zu überwinden. Eine Wildtierpassage, welche die Lebensraumvernetzung auch für diese Tiergruppe erhalten will, muss deshalb für die Invertebraten bewohnbar sein, das heisst, naturnahe Lebensräume aufweisen. Dies ist nur bei grösseren Überführungen und bei Aufständungen möglich.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Details

Bei der Gestaltung des Lebensraumes müssen die Bedürfnisse der Zielarten befriedigt werden. Will man z.B. Waldinvertebraten fördern, so muss auf der Überführung eine dicke, feuchte Bodenaufgabe vorhanden sein sowie anderen Elemente, welche diese Tiere zum Überleben brauchen. Da die Böschung entlang eines Verkehrswegs eher Offenlandarten fördert, entsteht auf einer Grünbrücke möglicherweise eine Konkurrenzsituation zwischen Offenland- und Waldarten (Hypothese). Bedürfnisse von Offenlandinvertebraten sind vermutlich leichter zu befriedigen (A. Zangger, pers. Mitt.).

In Deutschland gibt es Faunapassagen, die explizit zur Verbesserung der Vernetzung von Wirbellosen erstellt worden sind. Die Projekte wurden von der Universität Kiel wissenschaftlich begleitet (V. Keller, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*bis jetzt noch keine Anforderungen für Invertebraten erfasst*

#### Beispiele



**Diese Faunapassage dient sicherlich auch Invertebraten als Lebens- und Vernetzungsraum. Ob davon aber auch z. B. Laufkäfer des Waldes profitieren können?**

Foto: M. Trocmé

### 9.20 Wildtierunterführung für grössere Tiere

Eine Wildtierunterführung führt Tiere unter dem Verkehrsträger hindurch. Das Verhältnis Breite x Höhe : Länge sollte den Wert 1.5 nicht unterschreiten (Righetti 1997). Fuchs und Marder nehmen Unterführungen gut an. Beim Schalenwild genügt die Struktur zur Erhaltung/Wiederherstellung von Austauschbewegungen, nicht aber um Migrationsrouten aufrecht zu halten (Oggier et al. 2001).

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: genügend*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

## 9.21 Wildtierunterführung für kleinere Tiere/Amphibien

Zweiwegdurchlässe (auch Einfachdurchlass genannt) sind Tunnels, die auf beiden Seiten des Verkehrsträgers betreten und verlassen werden können. Die Unterführung kann auch nachträglich eingebaut werden, ohne die Strasse aufzureissen. Damit auch Amphibien die Struktur gut annehmen, müssen spezielle Anforderungen berücksichtigt werden, die je nach Art, Bauprojekt, Topografie, etc. stark variieren können. Für die Planung sind deshalb frühzeitig entsprechende Fauna-Spezialisten beizuziehen.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

### Details

Allgemeine Anforderungen:

Metall-Oberflächen werden von einigen Arten gemieden, deshalb gilt Beton als ideales Baumaterial. Ein natürlicher Tunnelboden ist vorteilhaft. Die Minimalgrösse für eine Multi-Arten-Passage beträgt 1 - 1.5 m Durchmesser (1.5 m für Röhren). Kleinere Tunnels werden von weniger Arten genutzt und sind schwieriger im Unterhalt. Röhren sind günstiger und können auch unter bestehende Strassen eingesetzt werden. Sie sollten angefüllt werden, so dass eine ebene Lauffläche entsteht.

Der Tunnel kann durchaus auch genutzt werden, um Wasser durchzuleiten. Stehendes Wasser im Tunnel muss vermieden werden, weshalb der Tunnelboden über dem Grundwasserspiegel liegen und einen Neigungsgrad von mindestens 1 % aufweisen muss. Bei häufiger Wasserführung müssen wasserfreie Wege (Bermen) verfügbar sein. Die maximale Neigung beträgt 1:2.

Spezielle Anforderungen für Amphibien:

Tunnels sollten aus Beton sein und nicht weiter als 30 m (Quelle: Fauna und Verkehr) bzw. 60 m (Quelle: COST) auseinanderliegen. Empfehlenswert ist eine Platzierung aufgrund von Zählraten von Eimern. Der Tunnel muss nahtlos an die Leitstrukturen angeschlossen werden, vorstehende Kanten und tiefliegende Ecken sollten dabei vermieden werden, damit die wandernden Tiere nicht kurz vor dem Eingang in die falsche Richtung abgelenkt werden.

Mikroklimatische Effekte im Tunnel wie starke Zugluft, tiefe Temperaturen und hohe Trockenheit können bewirken, dass Amphibien die Tunnels nicht betreten oder wieder umkehren. Je weiter eine Schutzanlage vom Laichgewässer entfernt ist, desto stärker fällt dieser Faktor ins Gewicht. Der Barriereeffekt scheint art- und altersspezifisch zu wirken (Jungtiere sind z.B. besonders feuchtigkeitsbedürftig, und wandern weniger zielgerichtet). Natürliches, feuchtigkeitsspeicherndes Bodenmaterial kann die klimatischen Bedingungen stark verbessern. Es ermöglicht gewissen Arten Schutz durch Eingraben. Eine strukturierte Oberfläche bietet insbesondere Jungtieren Versteckmöglichkeiten. Für ein gutes Klima sorgen kann auch das Durchleiten von Wasser (Gewässerdurchlässe). Bei längeren Tunnels dürfte dies die einzige Möglichkeit sein ein gutes Mikroklima zu schaffen. Ab ca. 20 m Tunnellänge steigt die Gefahr ungünstiger mikroklimatischer Effekte stark an. (Schneeweiss et al. in Glandt et al. 2003). In Deutschland ist gegenwärtig eine Untersuchung im Gange, die diese Faktoren näher untersucht (Fuhrmann, pers. Mitt.).

- Rechteckdurchlass als Stelztunnel (U-Profil) oder Kasten:

Rechteckige Querschnitte weisen eine gute Leitwirkung auf und lassen sich leicht an Leitstrukturen anschliessen. Grundsätzlich sind Stelztunnel aufgrund des natürlichen Bodens und feuchteren Klimas besser geeignet. Besteht die Gefahr der Erosion oder völligen Austrocknung des Bodens, so ist ein Kastenprofil vorzuziehen (Staub behindert die Wanderung und kann für Jungtiere tödlich sein).

Masse: Breite x Höhe in m (Tunnellänge in m)

1.0 x 0.75 (<20) 1.5 x 1.0 (20-30) 1.75 x 1.25 (30-40) 2.0 x 1.5 (40-50)

- Rundrohr:

Eine Runde Röhre ist an den Eingängen schwieriger an die Leitstrukturen anzuschliessen. Der runde Boden weist eine denkbar schlechte Leitwirkung auf und sollte deshalb angefüllt werden (am besten mit einem feuchtigkeitstransportierenden, natürlichen Bodenmaterial), so dass eine flache, breite Lauffläche entsteht.

Masse: freie Breite / freie Höhe in m (Tunnellänge in m)

1.0 / 0.7 (<20) 1.4 / 0.7 (20-30) 1.6 x 1.1 (30-40) --- / --- (40-50)

- Klimatunnel / Entwässerungsrinnen mit Schlitzen / Aco-System:

Klimatunnel sind Kastenprofile, die bündig zur Fahrbahn in die Strasse eingelassen sind und von einem Gitterrost abgedeckt werden. Es gibt zahlreiche Nachteile, aufgrund welcher in der Regel von der Verwendung dieser Konstruktion abgeraten wird. Trotzdem sollte es bei schmalen, wenig frequentierten Strassen als

Handlungsalternative berücksichtigt werden, zumal die Akzeptanz derartiger Systeme (durch Amphibien) wiederholt belegt worden ist (Kordges in Glandt et al. 2002).

Nachteile: meist sehr schmal bemessen; durch Schlitze treten Lärm, Salz, Öl, Feinstaub ein.

Vorteile: günstig; niedrige Bautiefe (bei Grundwasserproblem, unterirdischen Kabeln, etc.); feuchtes Klima bei entsprechender Witterung.

Anforderungen für Reptilien:

Eine Anlage in Deutschland wurde gelegentlich auch von Waldeidechsen und Ringelnattern benutzt (Leber in Glandt et al. 2003). Allgemein ist nur wenig darüber bekannt, wie man die Benutzung von Kleintierdurchlässen durch Reptilien fördern kann.

Quellen: Frey & Niederstrasser 2000; Glandt et al. 2003; Iuell et al. 2003; A. Meyer, G. Dusej, S. Zumbach, B. Schelbert, J. Barandun, pers. Mitt..

### Integration im Normenwerk

Die Angaben zu den Bedürfnissen der Amphibien sind eher dürftig. Wildtierdurchlässe sollten immer so gestaltet werden, dass die Bedürfnisse möglichst vieler Tiergruppen erfüllt werden (und die entsprechenden Gestaltungsinformationen sollten möglichst nach zusammen liegen). Wir schlagen vor, die Bedürfnisse der Amphibien bei Zweiwegdurchlässen in dieser Norm zu behandeln, und in der Amphibienschutznorm einen entsprechenden Hinweis zu plazieren.

- > SN 640 699: Fauna und Verkehr - Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen (VSS 1996).  
*Methode wird kaum erwähnt*
- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*Ziemlich gut, auch für Amphibien nicht schlecht, aber dennoch mehr Details wünschbar bez. Abmessungen der Tunnels.*

### Beispiele



Beim Neubau von Strassen stellen Kleintierdurchlässe einen verhältnismässig kleinen Budgetposten dar und sollten standardmässig eingebaut werden.



Ein Kleintiertunnel mit Kastenprofil.  
Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen



Ein Kleintierdurchlass mit Röhrenprofil. Die meisten Durchlässe werden heute aber mit Kastenprofilen erstellt.



Aco-System: Wenn aus technischen Gründen nicht tief gegraben werden kann, so ist diese Methode oft die einzig mögliche Lösung.

## 9.22 Wildtierüberführung

Biobrücke, Grünbrücke: Dieses Bauwerk soll die Verbindung zwischen zwei Lebensräumen gewährleisten. Je näher der Standort an einem bestehenden Wechsel liegt, desto besser wird das Bauwerk von den Wildtieren angenommen (Righetti 1997).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

### Details

Aufgrund von Erfolgskontrollen an Überführungen wird eine Mindestbreite von 50 m empfohlen. Wirbellose und Kleinsäuger nutzen die Überführung nur, wenn Bauwerk und Umgebung den entsprechenden Lebensraum aufweisen. Bei grösseren Säugern scheint die Benutzung eher von der Breite als von der perfekten Detailgestaltung des Bauwerkes abzuhängen. Breite Bauwerke (30-100 m) können Wildtierkorridore aufrechterhalten und bieten ausserdem genügend Platz um verschiedene Biotoptypen zu integrieren und damit die Brücke für alle Tiergruppen passierbar zu machen (Righetti 1997, Dumont et al. 1999, Dumont et al. 2000).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk genügend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

### 9.23 Wildtierüberführung reduziert

Schmale Bauwerke (< 30 m breit) können bei guter Platzierung und Integration in den Lebensraum bzw. die Topographie den Kontakt zwischen Teilpopulationen gewährleisten (nicht aber einen Wildtierkorridor aufrechterhalten).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Die Zielsetzung ist auf eine Tiergruppe und sporadischen Genaustausch beschränkt. Unter Umständen kann dieses Bauwerk auch die Vernetzung von häufigen Invertebraten verbessern (Dumont et al. 1999).

Durch eine gut durchdachte Aufwertung bestehender Infrastrukturen (Mischnutzung von Brücken und Unterführungen) kann dieses Bauwerk möglicherweise auch eingespart werden (Völk et al. 2001).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
*Invertebraten vergessen*

### 9.24 Wildwarnung mit akustischem Warnton

Ein Detektor erfasst herannahende Fahrzeuge, worauf ein hoher Warnton ertönt. Dieser soll das Wild davon abhalten, in diesem ungünstigen Moment einen Querungsversuch zu wagen. Über die Wirksamkeit dieser Methode liegen widersprüchliche Angaben vor.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Details

Ein System dieser Art wurde in Frankreich an einer TGV Strecke getestet, das Resultat war aber nicht zufriedenstellend. Möglicherweise erfolgte eine schnelle Gewöhnung der Tiere (Trocmé et al. 2002). Erste Versuche der Wildhut im Kanton Zürich fielen hingegen positiv aus. Die kantonale Jagd- und Fischereiverwaltung plant nun die Ausweitung der Versuche. Die Geräte werden an Strassenpfosten montiert und kosten bisher ca. CHF 120.- pro Stück (Geiger 2006). Der Kanton Zürich hofft, mit selbst entwickelten Geräten die Wirksamkeit zu erhöhen und die Kosten zu reduzieren (Imfeld 2006).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

**10 Fauna und Verkehr - Wildzäune****FK 6**

SN 640 693a

Verschiedene neue Massnahmen könnten die Verkehrs- bzw. Faunensicherheit bei Wildzäunen verbessern, allerdings sind die meisten davon in der Schweiz noch nie erprobt worden. Eine Integration in angemessener Form macht aber sicherlich Sinn.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>10.1 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns</b>	Anpassung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>10.2 Wildzaun auf Schäden kontrollieren</b>	Unterhalt	gross	spezifisch	genügend
<b>10.3 Wildzaun eingraben</b>	Planung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.4 Wildzaun für Kleintiere</b>	Planung	mittel	spezifisch	genügend
<b>10.5 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen</b>	Planung	gross	spezifisch	ungenügend
<b>10.6 Wildzaun sauber an Wildtierpassagen anschliessen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	genügend
<b>10.7 Wildzaun: Ausstiegsrampe</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.8 Wildzaun: Dachs- bzw. Fuchstüren</b>	Anpassung	gering	spezifisch	nicht vorh.
<b>10.9 Wildzaun: Notwendigkeit prüfen</b>	Anpassung	gross	spezifisch	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 10.1 Bepflanzungen ausserhalb des Wildzauns

Rehe überwinden in gewissen Fällen bis zu 2.5 m hohe Zäune. Das kann verhindert werden, indem Sträucher nahe an den Zaun gepflanzt werden (Dumont et al. 2000). Mit einem guten Heckennetzwerk wird ausserdem auch die Längsvernetzung für deckungsbedürftige Arten verbessert. Siehe dazu Massnahme 13.2.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: ungenügend*

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

*pg 2 Abschnitt 6 empfiehlt Strauchpflanzung zur Verbesserung des Schutzes gegen Überspringen. Hecken als Vernetzungselemente werden nicht erwähnt.*

## 10.2 Wildzaun auf Schäden kontrollieren

Bei regelmässigen Kontrollgängen müssen Schäden an Wildzäunen entdeckt und behoben werden. Ansonsten verliert der Zaun seine Wirkung.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: genügend

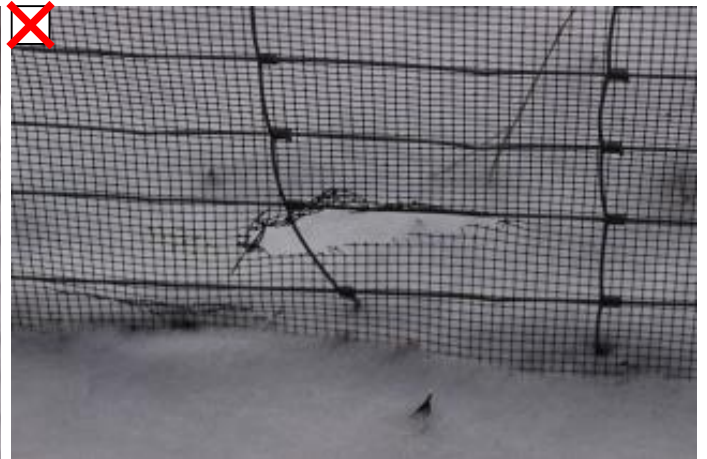
### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

pg 4, Ziffer 13. Unterhalt: Die Wirksamkeit der Wildzäune hängt von ihrem intakten Zustand ab. Sie sind regelmässig zu kontrollieren und wenn nötig, instand zu stellen.

### Beispiele



### 10.3 Wildzaun eingraben

Vor allem Dachse und Füchse graben sich oft unter den Wildzäunen hindurch. In einigen Kantonen wird der Zaun 20 cm tief eingegraben, was die Tiere aber nicht aufzuhalten scheint (B. Frischknecht, D. Flückiger, pers. Mitt.).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Planung

Nutzen: gering

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk nicht erwähnt.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

pg 3, 11. Ausführung: Um das Unterdurchschlüpfen oder Untergraben zu erschweren, muss der unterste Draht des Geflechts auf dem Boden aufliegen. Das Terrain soll von Pfosten zu Pfosten ausplaniert und leicht verdichtet werden.

#### Beispiele



Füchse und Dachse graben sich unter Wildzäunen hindurch, auch wenn diese leicht eingegraben sind.

### 10.4 Wildzaun für Kleintiere

Ein engmaschiger, niedriger Wildzaun wird am Fuss des grossen Wildzauns angebracht. Diese Massnahme soll verhindern, dass Kleintiere wie Igel und Jungrehe durch den Wildzaun schlüpfen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Planung

Nutzen: mittel

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die vorgeschlagene Maschenbreite von 40 mm stellt für Kleintiere wie Mäuse, Reptilien und andere Arten kein Hindernis dar, was je nach dem erwünscht oder unerwünscht sein kann. Auf diese Eigenschaften könnte etwas näher eingegangen werden.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

"Kleintierschutzzäune sind eine Ergänzung des Wildzauns für z.B. Igel, Jungrehe, und andere (...)" Vorgeschlagene Maschenbreite: 40 mm.

#### Beispiele



Wildzaun für Kleintiere.

### 10.5 Wildzaun nahe an den Verkehrsweg legen

Ein Wildzaun, sofern notwendig, soll möglichst nahe an der Fahrbahn/am Gleisbett errichtet werden. Der Korridor auf der Innenseite muss lediglich für Schneeräumung und Unterhalt genügen (ca. 5 m). Durch diese Massnahme wird ausserhalb des Wildzauns wertvoller Lebensraum gewonnen, der die Lebensraumvernetzung fördert (Righetti 1997; Kreis & Latty 1998).

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

#### Details

In gewissen Fällen wird dadurch die Böschungspflege einfacher, sicherer und günstiger, da sie von Aussen durchgeführt werden kann (Pflegeauftrag kann an Landwirte vergeben werden). Ein Teil dieser Kosten könnte also durch die günstigere Böschungspflege wieder eingespart werden (Kreis & Latty 1998).

Kosten Wildzaun: ca. CHF 150.-/m. Das Versetzen eines bestehenden Wildzaunes kostet also pro Kilometer rund CHF 150'000.- (R. Flori, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

pg 3, Ziffer 10: Standort der Zäune: Ökologische und ökonomische Aspekte werden nicht erwähnt.

#### Beispiele



Auf älteren Autobahnteilstücken folgt der Wildzaun oft der Grundstücksgrenze am äussersten Rand der Böschung.

**10.6 Wildzaun sauber an Wildtierpassagen anschliessen**

Der Wildschutzzaun muss sauber und lückenlos an Bauwerke anschliessen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

*pg 4, 11. Ausführung: Die Zäune sind mit den Kunstbauten so zu verbinden, dass keine Durchschlupfmöglichkeiten bestehen.*

## 10.7 Wildzaun: Ausstiegsrampe

Ausstiegsrampen werden auf der Fahrbahnseite aufgeschüttet und ermöglichen dadurch ein Überspringen des Zaunes von dieser Seite her. Tiere, die trotz Zäunen auf die Fahrbahn gelangen (z.B. über Zubringerstrassen), erhalten dadurch eine Möglichkeit zu Entweichen (luell et al. 2003, Sétra 2005). Dies mindert die Gefahr von Unfällen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Details

Rampen sollten auf beiden Seiten der Strasse angelegt werden. Liegt die Rampe in der Nähe von Strukturen, wo die Tiere natürlicherweise Schutz suchen, so steigt damit die Chance, dass sie auch entdeckt und benutzt wird.

Die Schwierigkeit liegt darin, eine Höhe zu finden, die von der einen Seite her als Barriere wirkt, von der anderen Seite (Strasse) her aber nicht zu hoch wirkt, so dass Tiere Angst hätten herunterzuspringen. Deshalb müssen die Rampen oft spezifisch für eine Zielart angepasst werden. Ein tiefes Sandbett erleichtert das Herunterspringen und erschwert gleichzeitig das Heraufspringen (S. Jacobson, pers. Mitt.).

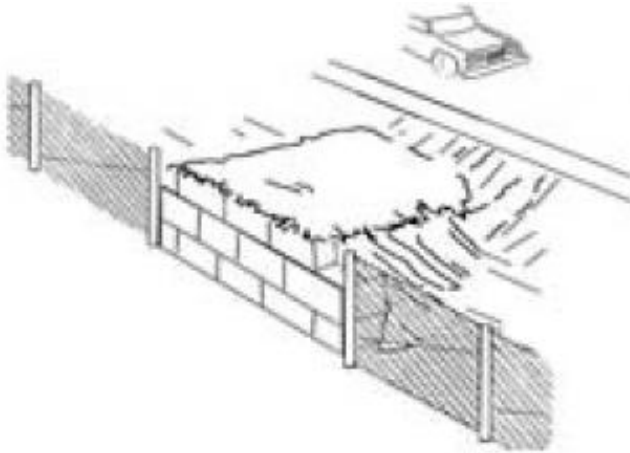
Jungtiere bekunden oft mehr Mühe mit dem Herunterspringen, im schlimmsten Fall kann es vorkommen, dass das Jungtier eingesperrt und das Muttertier ausgesperrt wird. Im Allgemeinen funktioniert die Technik aber für die Huftiere gut (S. Jacobson, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).  
*Massnahme wird nicht besprochen.*

### Beispiele



Ausstiegsrampe, senkrecht zur Fahrbahn gelegen.

Bild: USDA Forest Service



Ausstiegsrampe, parallel zur Fahrbahn gelegen.

Foto: M. Trocmé

**10.8 Wildzaun: Dachs- bzw. Fuchstüren**

Dachse und Füchse, die trotz Zäunen auf die Fahrbahn gelangen, können diese durch spezielle, nur auf eine Seite öffnende Türen wieder verlassen. In der Praxis kommt es jedoch oft zu Funktionsstörungen und Beschädigungen am Schliessmechanismus, so dass Tiere in die umgekehrte Richtung auf die Fahrbahn gelangen können (luell et al. 2003). Dadurch entsteht unter Umständen sogar eine Fallenwirkung.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gering*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).

### 10.9 Wildzaun: Notwendigkeit prüfen

Falls es in Bezug auf die Verkehrssicherheit verantwortet werden kann, so kann durch Entfernen bzw. Nicht-Aufstellen von Wildzäunen die Vernetzung der Wildtiere gefördert werden.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Fauna und Verkehr - Wildzäune*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Im Hinblick auf die Bestandesfestigkeit von Populationen sollten Wildzäune nur da errichtet werden, wo dies die Verkehrssicherheit verlangt, wo Tiere bei Querungsversuchen sehr häufig umkommen bzw. wenn in der Verkehrsmortalität der Grund für einen Populationsrückgang gesehen werden kann (Jaeger & Fahrig 2004).

Beim Bahnverkehr entsteht durch Wildschlag kein Sicherheitsproblem und nur wenig Schaden an der Infrastruktur (P. Vögeli, pers. Mitt.), weshalb hier i.d.R. auf Wildzäune verzichtet werden kann. Das Büro Wildark untersucht gegenwärtig den Wildwechsel bei einem unversperrten Abschnitt der Bahn 2000 Neubaustrecke (M. Struch, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).  
[keinerlei Kriterien oder Richtlinien dazu, wann Wildzäune nötig werden]

**11 Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen****FK 6***neu*

Massnahmen für eine gezielte Aufwertung der Grünräume als Lebensraum für Tiere fehlen momentan gänzlich. Sie könnten in einer neuen Norm behandelt werden.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>11.1 Begleitflächen für Amphibien</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.2 Begleitflächen für Reptilien</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.3 Begleitflächen in ein Vernetzungskonzept einbeziehen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.4 Kleinstrukturen bzw. Unordnung entstehen lassen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.5 Kleinstrukturen bzw. Unordnung schaffen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>11.6 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken</b>	Anpassung	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>11.7 Risiko der ökologischen Falle prüfen</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 11.1 Begleitflächen für Amphibien

Böschungen können auch für Amphibien wertvolle Lebens- und Ausbreitungsräume darstellen. Vegetationsarme Entwässerungsgräben entlang von Bahntrassen dienen beispielsweise verschiedenen Amphibien als Laichhabitat (Roll 2004).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Beispiel für kleine Feuchthabitate in Begleitflächen von Verkehrswegen.



Beispiel für kleine Feuchthabitate in Begleitflächen von Verkehrswegen.



Beispiel für kleine Feuchthabitate in Begleitflächen von Verkehrswegen.



Neu angelegte Weiher bei Hochdorf. Die Weiher können trockengelegt werden (Entwässern in den Bach), um die Lebensbedingungen für Pionierarten zu erhalten.

## 11.2 Begleitflächen für Reptilien

Bahntrassen bieten durch die Kombination aus Schotter, Begleitvegetation und Sonnenexposition ideale Lebensbedingungen für Reptilien. In unserer aufgeräumten Landschaft stellen die Begleitflächen der Bahngeleise einen überaus wichtigen Lebens- und Vernetzungsraum dar für nahezu sämtliche Reptilienarten der Schweiz. Reptilienfreundliche Böschungen weisen Stein- und Holzansammlungen als Versteck- und Sonnenplätze auf. Diese Kleinstrukturen sollten von einer ausgeprägten Krautschicht umgeben sein, die ebenfalls Schutz und günstige mikroklimatische Eigenschaften bietet (Meyer 2005).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Zur Aufwertung von Böschungen als Reptilienhabitate gibt die KARCH (Meyer 2005; A. Meyer, pers. Mitt.) folgende Empfehlungen heraus:

Steinlinsen:

- Pro Are eine Steinlinse von 2 m<sup>2</sup> Grösse, zu 4/5 aus Gestein und 1/5 aus Sand.
- Unterschiedliche Grösse und Lage der Linsen.
- Mindestens alle 50 m eine Linse, die in frostfreie Tiefen (1 m) hinabreicht.
- Grenzbereich von Steinlinsen sollte mit Vegetation verzahnt sein, nicht linear.

Steinplatten:

- Pro Are eine Steinplatte von 1 m<sup>2</sup> Grösse, mit einer Sandunterlage von 5 cm.

Vegetation:

- niedrige, mehrjährige, verfilzte Vegetation. Als pflegeleichte Arten hat sich z.B. Efeu (*Hedera helix*) bewährt. Die ebenfalls vorgeschlagene Waldrebe (*Clematis* sp.) ist für die SBB eine Problempflanze und deshalb in Bahnböschungen nicht erwünscht (M. Ammann, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

### Beispiele



Steinlinse an Böschung



Streuhaufen als Nistmöglichkeit für Ringelnattern.

### 11.3 Begleitflächen in ein Vernetzungskonzept einbeziehen

Verkehrswege bilden in unserer Landschaft ein engmaschiges Netz, das sich über weite Distanzen erstreckt. Böschungen und andere grüne Säume dieser Verkehrswege eignen sich deshalb ausgezeichnet, um verschiedene Lebensräume miteinander zu verbinden (Längsvernetzung von Habitaten). Wird ein Vernetzungskonzept ausgearbeitet, so können die Verkehrsbegleitflächen spezifisch für gewisse Tiergruppen gestaltet werden, so dass der jeweilige Vernetzungszweck bestmöglich erfüllt wird.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### **Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 11.4 Kleinstrukturen bzw. Unordnung entstehen lassen

Kleinstrukturen würden oft auch von selber entstehen, oft wird dies jedoch durch übermässige Ordnungsliebe beim Unterhalt verhindert. Mut zur Unordnung ist gefragt - wenn man z.B. einen Zaun abreisst, so kann man die Holzpfähle auch einfach stehen oder liegen lassen, beim Mähen kann ein Teil des Mähgutes als Grashaufen vor Ort zurückgelassen werden.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Kleinstrukturen bedürfen nicht zwingenderweise eines grossen Aufwandes. Oft entstehen sie von selbst...



... wenn man sie nur lässt, und nicht immer versucht, alles "sauber" aufzuräumen.

### 11.5 Kleinstrukturen bzw. Unordnung schaffen

Kleinräumige Strukturen bieten unzählige Nahrungs-, Versteck- und Nistmöglichkeiten für Kleintiere. Will man in unserer ausgeräumten Landschaft attraktiven Lebensraum schaffen, so muss die strukturelle Unordnung wieder hergestellt werden, z.B. durch Gras-, Ast- und Steinhaufen, Abtragen von Humus, einbringen von Sand, stehendes und liegendes Totholz, verfilztes Gras, vielfältige Hecken, verzahnte und ausgebuchtete Vegetationslinien, etc. (Karch 1997, SVS 2002, SVS 2003).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

#### Beispiele



Mit Kleinstrukturen können gefährdete Artengruppen wie z.B. Reptilien gezielt gefördert werden.



Ein interessantes Steinelement entlang der A1.  
Foto: M. Trocmé



Kleinstrukturen in Feuchtgebieten.



Kleinstrukturen in Feuchtgebieten.

### 11.6 Mit Gehölzen die Jagdaktivität von Greifvögeln lenken

Mit der gezielten Pflanzung/Rodung von Gehölzen in der Böschung kann versucht werden, die Jagdaktivität der Greifvögel zu lenken. Das Ziel wäre, dass die Tiere die Beute nicht in unmittelbarer Nähe zum Verkehr zu greifen versuchen. Wie dies zu erreichen ist, darüber gehen die Meinungen auseinander.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *unbekannt*

Normierung: *nicht vorh.*

#### Details

Gehölze entfernen: Ein genügend grosser, gehölzfreier Raum zwischen Fahrbahn und Wildzaun soll Greifvögeln genügend Platz geben, damit sie nicht direkt neben der Fahrbahn jagen. Der Werkhof ZH Nord geht mit einer 4 m breiten gehölzfreien Zone über die vom VSS vorgeschlagene Verbreiterung des Lichtraumes hinaus (VSS 1998; C. Krismer, pers. Mitt.).

Gehölze pflanzen: Sträucher entlang der Innenseite eines Wildschutzzaunes sollen Kollisionen mit Greifvögeln verringern. Vögel können nicht von der erhöhten Position des Wildzaunes in der Böschung direkt auf die Fahrbahn abtauchen, sondern müssen zuerst aktiv nach oben wegfliegen, um die Sträucher zu überwinden. Die Sträucher beschränken ausserdem die Vermehrung der Feldmäuse wie auch die Sicht für die Beutegreifer und verringern so die Attraktivität der Böschung als Jagdplatz (Dumont et al. 2000).

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 693a: Fauna und Verkehr - Wildzäune (VSS 1994).  
*[Massnahme wird nicht besprochen.]*
- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).  
*Wuchsraum, pg 17, Verkehrssicherheit: Bei Hochleistungsstrassen ist eine zusätzliche gehölzfreie Breite ab Lichtraumprofil von  $\geq 2$  m vorzusehen.*

### 11.7 Risiko der ökologischen Falle prüfen

Attraktive Lebensräume gepaart mit überproportional hoher Mortalität stellen eine ökologische Falle dar, die einer Population mehr schadet als nützt (Oggier et al. 2001). Aufgrund der geringen Breite des Lebensraumes sowie der Nähe zu Fahrbahn und Verkehr bestehen in Begleitflächen von Verkehrswegen erhöhte Gefahren. Es ist deshalb zu prüfen, ob die bestehende Strukturen, Aufwertungs- oder Pflegemassnahmen tatsächlich eine Tierart zu fördern vermögen oder nicht eher eine Gefahr für die Population darstellen (Trocmé et al 2002).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Die Überprüfung dieser Problematik dürfte sich in der Praxis als sehr schwierig erweisen. Für die meisten Tierarten in Begleitflächen überwiegen die Vorteile des Lebensraums die Nachteile einer möglicherweise erhöhten Mortalität. Bei den Greifvögeln, die je nach Art erheblich unter Verkehrsmortalität leiden, scheint eine Überprüfung der Problematik wünschenswert.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt. Wir würden sie in einer neuen Norm integrieren, z. B. in einer Norm mit dem Namen 'Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen'.

**12 Strassenentwässerung****FK 6/2**

SN 640 340a - 640 366a

Die Norm zur Strassenentwässerung sollte dringend angepasst werden, damit sich die Situation für die Kleintiere, insbesondere für die Amphibien, verbessert. Einzelne Massnahmen könnten auch in Amphibienschutznormen behandelt werden, da eine problemspezifische Anwendung der Massnahme vielerorts bereits grosse Linderung verschaffen könnte. Um zukünftige Fehlplanungen zu vermeiden, ist es aber unabdingbar, die faunenfreundliche Gestaltung der Entwässerungsanlagen in den entsprechenden Infrastrukturnormen zu verankern.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>12.1 Einlauf vom Bordstein absetzen</b>	Planung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>12.2 Einlaufrost mit schmalen Schlitten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.3 Entwässerung des Schlammeimers verbessern</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.4 Entwässerung über die Schulter</b>	Planung	gross	allgemein	ungenügend
<b>12.5 Grosse Schachtöffnungen vermeiden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.6 Naturnahe Retentionsbecken</b>	Planung	gross	allgemein	unbekannt
<b>12.7 Offene Retentionsbecken: Amphibiensicher gestalten</b>	Planung	gross	allgemein	unbekannt
<b>12.8 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einplanen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.9 Schächte auf Fallenwirkung überprüfen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>12.10 Öffnung des Ablaufs anheben, bzw. Umgebung absenken</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 12.1 Einlauf vom Bordstein absetzen

Indem der Einlauf nicht direkt am Randabschluss liegt, fallen Tiere, die sich dem Randstein entlang fortbewegen, nicht automatisch in den Schacht (Berthoud et al. 2000). Feuchtigkeitssuchende Tiere fallen aber nach wie vor hinein. Die Entwässerung der Strasse muss natürlich gewährleistet bleiben, ebenso wie die Verkehrssicherheit.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Planung

Nutzen: mittel

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > SN 640 366a: Strassenentwässerung - Aufsätze und Abdeckungen (VSS 1998).  
S. 12: "Schächte sind nach Möglichkeit ausserhalb der Radspuren zu versetzen".

#### Beispiele



Eine Entwässerung in der Strassenmitte verhindert, dass Tiere, die dem Randstein folgen, automatisch in die Schächte fallen (Martigny).

Foto: M. Trocmé



Hier wurde der Randabschluss bewusst ausgebuchtet, um Amphibien um den Einlaufrost herumzuführen.

Foto: Oekovision GmbH, 8967 Widen

## 12.2 Einlaufrost mit schmalen Schlitzten

Einlaufroste mit kleinen Schlitzbreiten (Höchstens 16 mm) schützen Tiere vor einem ungewollten Absturz in den Ablauf. Die Entwässerung muss natürlich gewährleistet bleiben (Ratzel 1993). Die Massnahme nützt nur, wenn in der Nähe des Rosts Möglichkeiten zum Ausstieg aus der Fahrbahn bestehen. Nachteil: Kleinere Arten bzw. Jungtiere sind aber nach wie vor gefährdet, insbesondere auch jene, die von der Feuchtigkeit des Schachts angezogen werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

- > EN 124: Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen; Baugrundsätze, Prüfungen, Kennzeichnung, Güteüberwachung (Europäisches Komitee für Normung 1994).  
*EN-Normung der Schlitzbreiten, massgebend auch in der Schweiz; keinerlei Hinweise auf ökologische Konsequenzen vorhanden.*
- > SN 640 366a: Strassenentwässerung - Aufsätze und Abdeckungen (VSS 1998).  
*pg 7: Die Masse und Anordnung der Schlitzte von Rosten haben der europäischen Norm [1] zu entsprechen.*

### Beispiele



Hier beträgt der Abstand der Streben ca. 3 cm.



Typischer Rost, wie er auf Schweizer Radstreifen anzutreffen ist.

### 12.3 Entwässerung des Schlammeimers verbessern

Wenn in den Boden des Schlammeimers Löcher gebohrt oder die vorhandenen Schlitzlöcher verlängert werden, kann der zurückbleibende Schlamm etwa so schnell trocknen wie der Boden in der Umgebung. Die Sogwirkung, die Entwässerungsschächte auf feuchtigkeitssuchende Tiere ausüben, kann dadurch weitgehend aufgehoben werden. Die Funktionalität des Schlammeimers wird nicht eingeschränkt (Ratzel 1993).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Boden des Schlammeimers mit Löchern (0.5-1cm Durchmesser) bzw. Schlitzlöcher bis zum Boden durchziehen. Das Entwässerungssystem mit Schlammeimern ist in der Schweiz vermutlich wenig verbreitet, die Massnahme deshalb nur beschränkt anwendbar.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 12.4 Entwässerung über die Schulter

Eine Entwässerung über die Schulter des Verkehrswegs kommt ohne Randsteine aus und ist daher die beste Lösung, um Leit- bzw. Barriereneffekte von Strassenrändern zu verhindern. Das Wasser fliesst ins Gelände oder in dafür geschaffene Strassengräben (Spitzrinnen, Seitengräben, Mulden). Falls das Wasser im Strassengraben mit Abläufen gefasst wird, so müssen die Einläufe natürlich faunensicher gestaltet werden (siehe dazu Ziel Strassenentwässerung: Absturzgefahr bei Abläufen reduzieren; KARCH 1996).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: ungenügend

### Details

Die Massnahme muss im Einklang mit dem Gewässerschutzgesetz durchgeführt werden (BUWAL 2002).

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben. In diesem Zusammenhang ist gegenwärtig ein Forschungsprojekt in Bearbeitung (VSS 2001/202), welches als Basis für eine neue Norm (SN 640 354 Strassenentwässerung; Entwässerung über Bankett) dienen soll. Die Autoren dieser Norm sollten baldmöglichst kontaktiert werden, um zu gewährleisten, dass auch Aspekte der Lebensraumvernetzung in die Norm einfließen.

- > SN 640 340a: Strassenentwässerung - Grundlagen (VSS 2003).

*Zwar wird der Versickerung die oberste Priorität eingeräumt, ökologische Auswirkungen sind aber mit keinem Wort erwähnt.*

- > Vollzug Umwelt: Wegleitung - Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen (Zysset, A., C. Hugli, R. Pfammatter 2002).

*Versickerung hat oberste Priorität (allerdings kann das Wasser zuerst gefasst werden und dann der Versickerung zugeführt werden). Methoden der Versickerung über die Schulter sind detailliert beschrieben.*

### Beispiele



Eine Entwässerung über die Schulter kommt ohne Schächte und Randsteine aus und erleichtert dadurch Kleintieren das Überqueren der Strasse.



Hier wird zwar ohne Randstein, aber mit Schacht entwässert. Während der Zugzeit fallen trotzdem viele Tiere durch die grossen Öffnungen in den Schacht, vermutlich angelockt durch die Feuchtigkeit. Ein Amphibiensyphon löst hier das Problem.

## 12.5 Grosse Schachtöffnungen vermeiden

Statt grosse, offene Schachtöffnungen (z.B. im Randstein eingelassen) sind besser Einlaufroste mit schmalen Schlitzbreiten zu verwenden (siehe Massnahme "Einlaufrost mit schmalen Schlitzen"). Alternativ kann der Schacht auch mit Ausstiegshilfen gesichert werden (siehe diverse Massnahmen dazu).

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Strassenentwässerung

Typ: Planung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

### Integration im Normenwerk

Es ist nicht klar, welche Norm für diese Massnahme zuständig ist.

### Beispiele



Solche grosse Schachtöffnungen erhöhen die Gefahr, dass Kleintiere, die dem Randstein folgen, in den Schacht fallen.



Ausserdem ermöglichen sie den feuchtigkeitssuchenden Tieren den ungehinderten Zutritt zum Schacht.

## 12.6 Naturnahe Retentionsbecken

Naturnah gestaltete Retentionsbecken können attraktive Lebensräume für Amphibien, Insekten, und andere Tiere sein. Allerdings ist mit erheblichem Schadstoffeintrag und unnatürlichen Wasserstandsschwankungen zu rechnen.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Strassenentwässerung*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *unbekannt*

### Beispiele



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.



Beispiel für ein naturnahes Retentionsbecken in Strassennähe.

### 12.7 Offene Retentionsbecken: Amphibiensicher gestalten

Offene Retentionsbecken mit steilen Wänden sollten mit einem Kleintierzaun geschützt werden, damit Amphibien und andere feuchtigkeitssuchende Kleintiere nicht abstürzen und verenden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: unbekannt*

#### Beispiele



**Schutzzaun von Sammelbecken bei Lully.**

Foto: M. Trocmé

## 12.8 Sammelbecken; Ausstiegshilfen einplanen

Beim Bau eines Sammelbeckens sollten gewisse Massnahmen getroffen werden, die einen nachträglichen Einbau von Ausstiegshilfen erleichtern. Der Kanton Aargau hat interne Richtlinien, die bei jedem Neubau angewandt werden (B. Schelbert, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Beispiele für mögliche Kriterien:

- Bei Pumpwerken soll der Pumpensumpf schräge Wände aufweisen, ansonsten reicht die Aufstiegshilfe nicht tief genug hinab.
- In den Wänden sollten von Beginn weg schräge Löcher eingeplant werden, durch die die Tiere ins Freie geführt werden können.

### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

## 12.9 Schächte auf Fallenwirkung überprüfen

An Strassen, die durch natürliche Lebensräume führen, soll generell die Fallenwirkung der Entwässerungsschächte überprüft werden. Dadurch können problematische Schächte erkannt und gezielt entschärft werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Mittels geeigneter Werkzeuge kann das Herausheben von Schachtdeckeln erheblich erleichtert werden (siehe dazu Bender in Glandt et al. 2003).

### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### Beispiele



Durch regelmässige Kontrollen können solche "fängige" Schächte ausgemacht und entschärft werden.

Foto: P. Häfliger, Gelfingen



Aus den Schlammablagerungen dieses Schachts an einem Feldweg wurden neun tote Feuersalamander geborgen.

Foto: P. Häfliger, Gelfingen

**12.10 Öffnung des Ablaufs anheben, bzw. Umgebung absenken**

Ein Anschlag von min. 10 cm zwischen Grund und Öffnung des Ablaufs (z.B. in einem Entwässerungsgraben) verhindert, dass kleine Tiere hineinfallen (KARCH 1996).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Strassenentwässerung*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**13 Grünräume****FK 6/8**

SN 640 671b - 640 680, 671 560

Dieses umfangreiche Normenwerk behandelt vernetzungsökologische Aspekte relativ gut. Ausnahmen: Gestaltung des Mittelstreifens, sowie Massnahmen zur gezielten Aufwertung der Grünräume als Lebensraum für Tiere (siehe dazu die Zielnorm "Grünräume: Lebensräume und Kleinstrukturen").

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>13.1 Asphaltflächen renaturieren</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>13.2 Gehölze als Elemente der Vernetzung</b>	Anpassung	gross	allgemein	genügend
<b>13.3 Gehölze typengerecht pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend
<b>13.4 Gras am Mittelstreifen und Bankett über den Winter stehen lassen</b>	Unterhalt	unbekannt	allgemein	nicht vorh.
<b>13.5 Grünflächen ökologisch managen</b>	Planung	gross	allgemein	genügend
<b>13.6 Invasive Pflanzenarten kontrollieren</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend
<b>13.7 Mittelstreifen nicht bepflanzen</b>	Planung	mögl. gross	allgemein	nicht vorh.
<b>13.8 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen</b>	Planung	mittel	allgemein	genügend
<b>13.9 Vogelsichere Heckenwahl</b>	Planung	mittel	allgemein	ungenügend
<b>13.10 Wiesen typengerecht und faunaschonend pflegen</b>	Unterhalt	gross	allgemein	genügend

Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.

### 13.1 Asphaltflächen renaturieren

Manche Strassen und öffentlichen Plätze sind aufgrund von Planungsfehlern oder veränderten Verkehrsverhältnissen überdimensioniert gestaltet worden. Eine Renaturierung solcher Flächen ist wohl in erster Linie ein ästhetischer Prozess, andererseits können gewisse Pflanzen- und Invertebratengruppen sicherlich auch von dieser Massnahme profitieren.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Asphaltierte Feldwege kann man verwittern lassen und mit Mergel oder Kies bedecken (Ineichen et al. 1998). Überflüssige Asphaltflächen können als günstige Aufwertungslösung mit Grobkies überschüttet und extensiv, naturnah begrünt werden (Weber & Thommen 1998). Dabei sollten wenn möglich schräge Randabschlüsse verwendet werden.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 13.2 Gehölze als Elemente der Vernetzung

Büsche und Bäume dienen deckungsliebenden Tieren und strukturliebenden Fledermausarten als Leitstrukturen. Durch die Anlage und Pflege eines Heckennetzwerkes kann die Vernetzung von Lebensräumen und Wildtierpassagen gezielt verbessert werden. Dies kann auch genutzt werden um die allgemeine Vernetzung in leerräumten Kulturlandschaften zu verbessern, z. B. indem Gehölze entlang von Wirtschaftswegen angelegt werden.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

> SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).

S. 4, Tab. 1: "Vernetzung: Vernetzung von Lebensräumen durch lineare bzw. punktuelle Verbindungen (z.B. Hecken, Baumgruppen); Vernetzung der Lebensräume ist vor allem für die Erhaltung der einheimischen Fauna wichtig. Bestehende mit geplanten Grünräumen in der Umgebung vernetzen. Bestehende Wildwechsel berücksichtigen."

### 13.3 Gehölze typengerecht pflegen

Das Anpflanzen von Gehölzen sowie eine typengerechte Gehölzpflege führen zu einer strukturreichen Landschaft, die vielen Arten Nahrung und Schutz bietet. Solche wertvollen Habitate fördern die Längsvernetzung der Fauna und damit auch die Nutzung von Wildtierpassagen.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

#### Details

- Die Pflege erfolgt am besten im Winter.
- Schnittgut in der Form von Asthaufen vor Ort liegen lassen als Unterschlupf für Tiere.
- Standortfremde bzw. nicht-einheimische Arten sind zu entfernen.
- Niederhecke: Alle 3-5 Jahre auf 2 m Höhe zurückschneiden. Jedes 3. Mal auslichten und verjüngen.
- Hoch- und Baumhecke: Alle 5 - 10 Jahre abschnittsweise auslichten, schnellwachsende Arten auf Stock setzen, niedere und langsamwachsende Sträucher nicht zu stark zurückschneiden.
- Feldgehölz und Wald: Naturnaher, standortgemässe Waldpflege.
- Umgebende Gehölzstrukturen: Gehölmantel (bis 5 m): alle 5-10 Jahre abschnittsweise auslichten, dabei niedere und langsamwachsende Sträucher nicht zu stark zurückschneiden.
- Saum (2-5 m): Nur jedes 2. Jahr nach dem 1. Oktober mähen. Abschnittsweise vorgehen, z.B. gerade Kilometer an der Autobahn in geraden Jahren mähen, ungerade in ungeraden Jahren.

Quelle: Buser et al. (1998)

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben.

- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
*Gute Abhandlung der wichtigsten Pflegemassnahmen.*
- > SN 671 560: Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche (VSS 1998).  
*Ausführungen zu wenig detailliert.*

**13.4 Gras am Mittelstreifen und Bankett über den Winter stehen lassen**

Indem man das Gras des Mittelstreifens und Banketts im Spätsommer wachsen lässt, erschwert man in diesen Gebieten die winterliche Jagd auf Mäuse und könnte so möglicherweise die Kollisionen von Mäusebussarden reduzieren. Möglicherweise steht diese Massnahme im Widerspruch mit sicherheitstechnischen Auflagen.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Unterhalt*

*Nutzen: unbekannt*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 13.5 Grünflächen ökologisch managen

Die Vegetation in unmittelbarer Verkehrswegnähe muss aus sicherheits- und unterhaltstechnischen Gründen kurz gehalten werden. Auf den übrigen Grünflächen sollen durch typengerechte Pflege ökologisch wertvolle Vegetationstypen erhalten bzw. gefördert werden. Die Pflege der verschiedenen Flächentypen muss umsichtig geplant werden und bedingt übersichtliche Pflegepläne und Schulung des Personals.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Planung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in den Normen genügend beschrieben.

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).  
*Kaum ökologische Zielsetzungen vorhanden.*
- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
*S. 29, Pflegepläne*
- > SN 671 560: Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche (VSS 1998).  
*pg 3: "Ökologische und biologische Grundsätze: Schaffung, Erhaltung und Verbesserung stabiler, gesunder, artenreicher und in die Landwirtschaft integrierter Lebensräume "*  
*pg 6 "Magerwiesen sind wegen.....zu fördern"*

### 13.6 Invasive Pflanzenarten kontrollieren

Invasive, standortfremde Pflanzenarten stellen eine unerwünschte Veränderung der Flora dar, mindern die Qualität des Lebensraumes für Tiere (insbesondere für Wirbellose) und bergen nicht zuletzt auch gesundheitliche Risiken für den Menschen. Die Einbringung, Etablierung und Ausbreitung invasiver Arten muss unbedingt verhindert werden (Gigon & Weber 2005).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Unterhalt*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

#### Details

In zahlreichen Kantonen sind Programme angelaufen, um die Ausbreitung invasiver Neophyten (z.B. Kanadische Goldrute, Riesenbärenklau, Ambrosia) einzudämmen. Eine gute Informationsquelle ist die Website der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Wildpflanzen (<http://www.cps-skew.ch>).

#### Integration im Normenwerk

Diesem Thema ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Darin wird eine Übersicht zu verschiedenen Neophyten und anderen Problempflanzen geboten, sowie Hinweise, wo weitere Informationen zu finden sind.

- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
*Kapitel 14.9.1 Invasive Pflanzen und Problempflanzen*

### 13.7 Mittelstreifen nicht bepflanzen

Der grüne Mittelstreifen ist aufgrund der gefährlichen Lage direkt zwischen zwei Fahrbahnen für manche Vogelarten eine potentielle ökologische Falle für Tiere. So beherbergt er üblicherweise grosse Mengen von Feldmäusen (Gras, Hecken), was im Winter die Greifvögel in die heckenfreien Randzonen des Mittelstreifens lockt. Ein unbepflanzter Mittelstreifen mit künstlichem Blendschutz ist ausserdem günstiger im Unterhalt (C. Krismer, pers. Mitt.).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Der künstliche Blendschutz sollte Öffnungen aufweisen, damit Wildtiere wie Dachse oder Mäuse, die trotz Schutzmassnahmen auf die Fahrbahn gelangen, die Strasse überqueren können.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird bisher im Normenwerk nicht behandelt. Evt. sollte sie, statt in einer Norm zur Grünraumgestaltung, in einer allgemeinen Norm zur Strassenplanung eingebracht werden.

### 13.8 Mittelstreifen unattraktiv bepflanzen

Ein grüner Mittelstreifen ist aufgrund der gefährlichen Lage direkt zwischen zwei Fahrbahnen für manche Vogelarten eine potentielle ökologische Falle. Deshalb sollte er unattraktiv bepflanzt werden, das heisst, es sind Pflanzen zu bevorzugen, die möglichst wenige Tiere anlocken (VSS 1998). Siehe dazu auch Massnahme 13.7.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Grünräume*

Typ: *Planung*

Nutzen: *mittel*

Normierung: *genügend*

#### Details

Ungünstig:

- Samen oder Früchtetragende Pflanzen
- Hecken (ziehen Kleinvögel an)
- Wiesenstruktur (lockt wegen Kleinsäugetern die Greiffvögel an)

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk zufriedenstellend berücksichtigt.

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).  
*pg 18, D. Spezialfälle; 16. Bepflanzter Mittelstreifen*  
*Wegen seiner isolierten Lage ist der Mittelstreifen ökologisch weniger wertvoll. Es sind Pflanzen vorzuziehen, die wenig Vögel und Insekten anziehen*

### 13.9 Vogelsichere Heckenwahl

Bestockungen in Verkehrswegnähe können für Vögel zur Falle werden, da sie in die Nähe der Fahrzeuge gelockt werden. Bei Bestockung in grosser Nähe der Fahrbahn ist darum auf beerentragende Sträucher zu verzichten.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Grünräume*

*Typ: Planung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: ungenügend*

#### **Details**

Ab welchen Distanzen zur Fahrbahn beerentragende Vegetation keine ausserordentliche Gefahr mehr für die Vögel darstellt ist nicht bekannt.

#### **Integration im Normenwerk**

Diese Massnahme wird im Normenwerk ungenügend beschrieben (nur beim Thema Mittelstreifen).

> SN 640 675a: Bepflanzung, Ausführung - Bäume und Sträucher, Artenwahl (VSS 1992).

### 13.10 Wiesen typengerecht und faunaschonend pflegen

Typenspezifisch gepflegte Wiesenhabitats sind wertvolle Lebensräume für Tiere und erfüllen damit wichtige Vernetzungsaufgaben entlang von Verkehrswegen.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Grünräume

Typ: Unterhalt

Nutzen: gross

Normierung: genügend

#### Details

Pflegemassnahmen (Buser et al. 1998, angepasst):

Gebrauchsrassen: Da hier rein zweckmässige und keine ökologischen Ziele verfolgt werden, gibt es kaum Einschränkungen zu befolgen, ausser natürlich dem Verzicht von Chemikalien.

Restliche Wiesentypen, allgemeine Grundsätze:

- möglichst spät mähen (frühestens: Ende Juni).
- Schnitthöhe sollte mindestens 10 cm betragen (Balkenmäher sind deshalb gegenüber Schlegel- oder Kreiselmäher zu bevorzugen).
- Mähgut sollte zumindest einige Stunden liegen gelassen werden, um Wirbellosen die Flucht in geschützte Bereiche zu ermöglichen, bzw. getrocknet werden um Versamung zu ermöglichen (kein Einsatz von Saugmähern/Schlegelmulchern).
- Mähgut ist zwecks Nährstoffentzug zu entfernen.
- Eine Unterteilung in Bereiche mit zeitlicher Mahdstaffelung ist besonders günstig für Kleintiere.
- Gewisse Bereiche sollten nicht jedes Jahr geschnitten werden; verfilzte Vegetationssäume sind wichtig für Kleintiere.
- Ruderalflächen (Pflege im Winterhalbjahr): alle 3-5 Jahre aufkommende Gehölze entfernen; alle 10-20 Jahre Vegetation samt Humus abtragen.
- Magerwiesen: ein Schnitt pro Jahr zwischen 1. Juli und 1. September
- Hochstaudenflur: Schnitt nach dem 1. September; Gestaffelte Mahd (nie die ganze Fläche aufs Mal) alle 2-5 Jahre.
- Fettwiese: zwei mal jährlich schneiden, nach 1. Juni und nach 1. August

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird im Normenwerk genügend beschrieben

- > SN 640 660b: Grünräume - Grundlagen (VSS 1998).  
S. 12 Tabelle 3: Pflegemassnahmen zwar nach Typen unterschieden, aber ungenügend in den Details
- > SN 640 725b: Unterhalt der Bepflanzung - Aufgaben und Durchführung (VSS 2005).  
Gut geschrieben.
- > SN 671 560: Unterhalt der Grünflächen an Bahnanlagen - Gräser und Gebüsche (VSS 1998).  
Gut geschrieben.

**14 Kunstbauten - Brücken****SIA***extern*

Eine faunafreundliche Ausgestaltung von Brücken (Brutplätze) müsste in einer entsprechenden Infrastruktur-Norm behandelt werden. Da das Thema Brückenbau in den SIA-Normen behandelt wird, ist hierfür eine Zusammenarbeit mit der SIA anzustreben.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>14.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart</b>	Planung	gross	spezifisch	unbekannt
<b>14.2 Brückenpfeiler verschliessen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.3 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.4 Drahtseile markieren</b>	Anpassung	mögl. gross	spezifisch	unbekannt
<b>14.5 Konstruktionen mit freiliegenden Trägern: Doppel-T-Träger verwenden</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.6 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen</b>	Anpassung	gross	allgemein	genügend
<b>14.7 Nist- und Überwinterungsstrukturen aussen anbringen</b>	Anpassung	mittel	allgemein	nicht vorh.
<b>14.8 Nistplätze direkt einmauern</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.9 Nistplätze im Hohlraum des Brückenkörpers einbauen</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.
<b>14.10 Nistplätze über den Wasserrohren</b>	Planung	gross	allgemein	nicht vorh.

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 14.1 Anpassung des Arbeitsplans an den Lebenszyklus der Zielart

Manche Tierarten wie Fledermäuse oder brütende Vögel reagieren sensibel auf Störungen. Bau-, Unterhalts- und Renovationsarbeiten sollten zeitlich so abgestimmt werden, dass sie nicht in heikle Phasen fallen.

*Umsetzung: spezifisch*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: unbekannt*

#### Details

Bei Fledermäusen müssen Störungen von Winterquartieren, Wochenstuben, Männchenkolonien und Paarungsquartieren zu bestimmten Zeitpunkten unbedingt vermieden werden (Dietz 2001). Darauf soll bei Bau, Wartungs- und Unterhaltsarbeiten an Brücken und Gewässerdurchlässen Rücksicht genommen werden.

#### Integration im Normenwerk

Grundsätzlich ist es die Aufgabe des Auftragsnehmers Fauna, Konfliktstellen von Projektvarianten und Fauna zu erkennen und Möglichkeiten zur Konfliktreduktion vorzuschlagen. Insofern ist diese Massnahme durch die Norm "Fauna und Verkehr - Planungsverfahren" (VSS 2004) abgedeckt. Für Wartungs- und Unterhaltsarbeiten werden aber nicht immer Fachleute für die Fauna beigezogen. Deshalb scheint eine entsprechende Bemerkung andernorts in Normenwerken (Brücken, Gewässerdurchlass, etc.) erstrebenswert.

- > SN 640 691a: Fauna und Verkehr - Planungsverfahren (VSS 2004).  
*Siehe Seite 10.*

## 14.2 Brückenpfeiler verschliessen

Eingänge zum Hohlraum von Brückenpfeilern sollten mit engmaschigen Gittern verschlossen werden, da sonst für gewisse Fledermausarten eine tödliche Falle entsteht.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

### Details

Innenräume von Brückenpfeilern können für gewissen Fledermausarten, wie z.B. für den Grossen Abendsegler, eine tödliche Falle darstellen, weil die Tiere nicht in der Lage sind, die engen Innenräume nach oben wieder zu verlassen (Schornsteineffekt; Koettnitz & Heuser 1994)

### 14.3 Böschung unterhalb von Brücken passierbar gestalten

Versiegelte, für Wildtiere nicht begehbare Böschungsabschnitte unterhalb von Brücken sollen wildtiergänglich gestaltet werden. Damit können auch Wildunfälle verhindert werden (Righetti 1997). Siehe auch Massnahme 14.6.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Kunstbauten - Brücken

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht vorh.

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" (ungenügend) beschrieben. Da eine Brücke kein faunenspezifisches Bauwerk ist, die Massnahme aber eigentlich bei jedem Brückenbau zumindest erwogen werden soll, macht eine Verankerung (oder wenigstens ein Verweis dazu) im Normenwerk zum Thema Brücken Sinn.

> SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).

*In der Tabelle auf Seite 5 wäre folgende Ergänzung wünschenswert:*

*Typ 4: - im Falle einer Überquerung einer Strasse sind Strassenböschungen unversiegelt und tierfreundlich zu gestalten (Deckungsangebot für Kleintiere)*

#### Beispiele



Die Böschung unter der Brücke wurde mit Kalksteinblöcken und Kies gesichert.



Zwischen den Steinen haben sich bereits Pflanzen angesiedelt.

#### 14.4 Drahtseile markieren

Es kann vorkommen, dass Drahtseile an Brücken zu Kollisionen mit Vögeln führen.

Umsetzung: spezifisch

Zielnorm: Kunstbauten - Brücken

Typ: Anpassung

Nutzen: mögl. gross

Normierung: unbekannt

#### Beispiele



An der Aare (A5) wird versucht, mit Spiralen zu verhindern, dass Wasservögel mit den Tragseilen kollidieren.

Foto: M. Trocmé

**14.5 Konstruktionen mit freiliegenden Trägern: Doppel-T-Träger verwenden**

Bei Brücken und ähnlichen Bauten wenn möglich Doppel-T-Träger einsetzen. Die Simse dienen als Unterlage für den Bau von Nestern.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Sind die Simse schmaler als 15 cm, so sollten sie stellenweise mit zusätzlichen Massnahmen verbreitert werden. Eine einfache Lösung ist das Einpassen eines Brettes zwischen zwei Trägern.

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 14.6 Naturbelag oder Grünstreifen bei Brücken und Unterführungen

Brücken und Unterführungen sollen durch Einbringen eines Mergel- oder Kiesbelags wenigstens streifenförmig wildfreundlich gestaltet werden. Die Massnahme ist vor allem bei Bauwerken mit geringer Verkehrsbelastung, in Waldgebieten sowie an Wildwechsellern effektiv (Oggier et al. 2001).

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Kunstabauten - Brücken*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *genügend*

#### Integration im Normenwerk

Diese Massnahme wird in der Norm "Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen" bereits genügend beschrieben. Da Brücken keine faunenspezifische Bauwerke sind, und die Massnahme eigentlich bei jedem Brückenbau zumindest erwogen werden soll, wäre eine Verankerung (oder wenigstens ein Verweis) im Normenwerk zum Thema Brückenbau durchaus auch sinnvoll.

- > SN 640 694: Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen (VSS 2004).  
pg 5, Tabelle 2, Nichtspezifische Faunapassagen

#### Beispiele



Durch diese Unterführung führt ein unbefestigter Feldweg, der sogar teilweise bewachsen ist.

### 14.7 Nist- und Überwinterungsstrukturen aussen anbringen

Künstliche Nischen dienen Insekten, Fledermäuse, Kleinsäuger, Vögeln, etc. als Ersatzstandorte für Schlaf- und Brutplätze.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mittel*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Mit Epoxidhartkleber können Strukturen direkt auf Beton geklebt werden. Strukturen im Hochwasserbereich sind zur Sicherheit mit einer Sollbruchstelle auszustatten (Hoek 1998).

Die Festlegung von Zielarten sowie die detaillierte Ausgestaltung bezüglich Ausrichtung, Grösse, etc. von Nischen sollte mit Artenspezialisten durchgeführt werden, da jede Art bestimmte Vorlieben hat.

Beispiele (Hoek 1998, BUWAL 1990):

Wasseramsel; Simse und Nischen über der Wasseroberfläche, ca. 20x18x18 cm (BHT).

Bergstelze; Simse/Nischen auch über Land, 15x15x15 cm.

Fledermäuse: Schlitz 70x3x50 cm.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**14.8 Nistplätze direkt einmauern**

Durch Einmauern von Spaltöffnungen oder Nistkästen können neue Schlaf- und Brutplätze geschaffen werden (Hoek 1998; Dietz 2001).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Details**

Beispiel: Pont de Corbières (FR)

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

### 14.9 Nistplätze im Hohlraum des Brückenkörpers einbauen

Der Hohlraum eines Brückenkörpers kann Tieren wie z.B. Fledermäusen zugänglich gemacht werden. Der Hohlraum bietet den Tieren Schutz vor Witterung und Fressfeinden. Durch diese wichtige Ersatzmassnahme können gefährdete Arten wie die kleine Hufeisennasen oder der das grosse Mausohr gefördert werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

#### Details

Besonders beliebt sind offenbar die äusseren Abschnitte Abschnitte der Hohlkästen, die direkt über dem Widerlager liegen (Koettnitz & Heuser 1994). Rauhe Oberflächen, Spalten und Löcher in den Decken und Wänden des Brückenkörpers ermöglichen auch spaltenbewohnenden Arten ein Quartier. Koettnitz und Heuser (1994) empfehlen das Anbringen von Flach- und Koloniekästen, offenen Hohlsteinen, rauhen Holzbrettern oder Maschendraht. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Anbindung der Brückenquartiere an die Jagdgebiete.

Idealerweise werden die Quartiere bereits beim Bau einer Brücke eingeplant. Brücken, deren Hohlkörper verschlossen ist, können durch Löcher in Türen oder Bodenklappen für Fledermäuse besiedelbar gemacht werden. Pysarczuk (2004) empfiehlt horizontale Schlitze von 11 bis maximal 15 cm Höhe, oder ähnlich konstruierte Gittertüren. Die Breite der Öffnung sollte etwa 50 cm betragen.

Durch Fledermäuse entstehen in der Regel keine oder nur geringfügige Schäden an der Bausubstanz. Der Kot von Fledermäusen ist beispielsweise weniger problematisch als Vogelkot, da er keine Harnsäuren enthält (Pysarczuk 2004). Bei Kontrollgängen des Wartungspersonals sollte darauf geachtet werden, dass die Arbeit zügig erledigt wird, die Innenbeleuchtung des Hohlkörpers nicht benutzt wird, und die Tiere auch sonst nicht unnötig angeleuchtet werden (Koettnitz & Heuser 1994).

**14.10 Nistplätze über den Wasserrohren**

Oft werden auf der Innenseite von Brückenträgern Wasserrohre geführt. Ist ein Freiraum von ca. 20 cm über den Wasserrohren vorhanden, so werden diese gerne als Ruhe- und Nistplätze angenommen.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Kunstbauten - Brücken*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht vorh.*

**Integration im Normenwerk**

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht behandelt.

**15 Bahnanlagen****VöV***extern*

Die Massnahmen, die für eine faunenfreundliche Ausgestaltung der Trassen zu normieren sind, beschränken sich auf zwei Kerngebiete: Gestaltung und Wartung von Schotterkörper und Kabelkanälen, sowie Gestaltung von Oberleitungen. Im VSS-Normenwerk existiert eine Norm zur Grünraumgestaltung/-pflege an Bahnanlagen. Der Bau und Unterhalt der Trasseninfrastruktur wird in internen Reglementen und Weisungen der Bahnbetreiber geregelt. Die SBB sind bestrebt, Aspekte der Lebensraumvernetzung in diesen Schriften besser zu berücksichtigen.

<i>Massnahmen</i>	<i>Typ</i>	<i>Nutzen</i>	<i>Umsetzung</i>	<i>Integration</i>
<b>15.1 Kabelkanäle: Barriereeffekt minimieren</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht VSS
<b>15.2 Konstruktive Anpassungen an den Masten</b>	Planung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>15.3 Lücken unter Bahnschienen</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>15.4 Oberleitung markieren</b>	Anpassung	mögl. gross	allgemein	nicht VSS
<b>15.5 Sitzgelegenheiten anbieten</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS
<b>15.6 Sitzgelegenheiten verwehren</b>	Anpassung	gross	allgemein	nicht VSS

*Die Massnahmen werden auf den folgenden Seiten im Detail vorgestellt.*

### 15.1 Kabelkanäle: Barriereeffekt minimieren

Kabelkanäle entlang von Gleisanlagen ragen vielerorts über weite Distanzen zum Boden hinaus und verursachen dadurch eine Barrierewirkung, die der eines senkrechten Randsteins gleichkommt. Dadurch erschwert sich für Kleintiere die Passierbarkeit von Schienentrassen.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Bahnanlagen

Typ: Anpassung

Nutzen: mögl. gross

Normierung: nicht VSS

#### Details

Ob der geschilderte Sachverhalt für die Fauna tatsächlich ein Problem darstellt, ist nicht erwiesen. Aus den Erkenntnissen zur Randsteinproblematik an Strassen lässt sich aber ableiten, dass von den Kabelkanälen entlang von Schienentrassen ähnliche Barriereeffekte ausgehen.

Die SBB lässt die Kabelkanäle bewusst aus dem Schotterkörper herausragen, um den Pflanzenbewuchs der Trassen zu behindern und den Einsatz von Herbiziden zu minimieren (M. Ammann, pers. Mitt.). Möglicherweise würde es aber genügen, wenn die Elemente nur wenige cm über die Oberfläche herausragen würden, bzw. bündig an den Schotter anschliessen würden. Denkbar sind auch Übergangsmöglichkeiten für Kleintiere in regelmässigen Abständen.

#### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht beschrieben.

#### Beispiele



Wenn Kabelkanäle entlang von Bahntrassen so hoch hinausragen wie hier im Bild, so weisen Sie für Kleintiere eine ähnliche Ablenk-/Barrierewirkung auf wie Randsteine von Strassen.



Der Kabelkanal auf der linken Seite verhindert, dass kleine Tiere den Grünstreifen auf dieser Seite verlassen können.

## 15.2 Konstruktive Anpassungen an den Masten

Mit konstruktiven Veränderungen an Oberleitungen kann das Kurzschlussrisiko durch Vögel gesenkt werden. Die nachfolgend geschilderten Massnahmen sowie weitere Vorschläge werden ausführlicher erläutert in einer Norm der Deutschen Bahn (Wöll 2003) und im Informationsheft des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE 1997).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Bahnanlagen*

*Typ: Planung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht VSS*

### Details

Position von leitenden Teilen anpassen: Position von Teilen und Führung von Leitungen so richten, dass das Kontaktrisiko mit rastenden Vögeln minimiert wird. Der Abstand zwischen spannungsführenden Teilen und Traverse sollte mindestens 60 cm betragen (VSE 1997).

Exponierte Teile und Leitungsabschnitte abdecken: Gefährliche Teile im Mastbereich einer Fahrleitung können mit Abdeckhauben und Isolierschläuchen vor Vogelkontakt (bzw. Kotverunreinigung) geschützt werden. Die Form soll gut passen und das Material muss witterungs-, spannungs- und kriechstrombeständig sein (VSE 1997).

Von der Verwendung von Stützisolatoren ist generell abzuraten (Vogelwarte, pers. Mitt.).

### Integration im Normenwerk

Es ist nicht klar, welche Norm für diese Massnahme zuständig ist.

- > 997.9114: Oberleitungsanlagen; Vogelschutz an Oberleitungsanlagen (Wöll, T. 2003).  
*Technische Norm der Deutschen Bahn.*

### 15.3 Lücken unter Bahnschienen

Lücken zwischen Schotter und Schienen erlauben kleinen Tieren das Gleisbett zu überqueren. Solche Lücken entstehen oft von selbst (Roll 2004, eigene Beobachtungen). Bei den regelmässigen Wartungsarbeiten am Schotterbett werden Sie jedoch wieder geschlossen, was für wandernde Amphibien fatal sein kann.

Umsetzung: *allgemein*

Zielnorm: *Bahnanlagen*

Typ: *Anpassung*

Nutzen: *gross*

Normierung: *nicht VSS*

#### Details

Gezielt Lücken schaffen: Anlässlich der Wartung des Schotterbettes wird der Schotter in regelmässigen Abständen (z.B. alle 15 m) zwischen zwei Schwellen 5 cm tiefer planiert, so dass kleine Tiere einen Hohlraum zwischen Schotter und Schwelle zur Unterquerung der Schiene benutzen können. Während dem Planieren verbleiben Reste von Schotter direkt unterhalb der einzelnen Schienenprofile, welche von Hand herausgestossen werden müssen, damit eine Lücke entsteht. Diese Massnahme wird z.B. in Hausen bei Brugg angewandt. Messungen der SBB haben ergeben, dass diese Massnahme die Schienenstabilität nicht beeinträchtigt (E. Krummenacher, pers. Mitt.).

Tiere, die sich in der Schienenkehle fortbewegen, können mit einem Abweiser dazu gezwungen werden, die Öffnung zu benutzen. Auf Abbildungen ist meist auch eine längshalbierte Röhre zu sehen, die in die Lücke eingeschoben wurde, vermutlich um die Öffnung vermutlich etwas dauerhafter zu schützen. Diese Massnahmen haben sich im Unterhalt nicht bewährt und sind nicht zu empfehlen (SBB 1994; E. Krummenacher, pers. Mitt.).

#### Integration im Normenwerk

Der Unterhalt von Gleistrassen ist SBB intern geregelt.

#### Beispiele



**Tief planierter Schotter bei Zurzach**  
Foto: E. Krummenacher, Hausen



**Ein Erdkrötenpaar benutzt eine Lücke unter den Bahnschienen bei Rietheim. Der Schotter ist hier absichtlich tief planiert worden, damit solche Lücken erhalten bleiben.**

Foto: E. Krummenacher, Hausen



Natürlicherweise entstandene Lücken unter Bahngeleisen, die bei Wartungsarbeiten am Gleisbett aber wieder verschlossen werden.



Endstation Bahngeleise: An dieser Zugstelle bei Zurzach wurden dieses Jahr die Lücken nicht rechtzeitig erstellt. Unzählige Tiere, wie auch der Grasfrosch und der Fadenmolch auf diesem Bild, verendeten auf der Suche nach dem Durchschlupf.

Foto: E. Krummenacher, Hausen

## 15.4 Oberleitung markieren

Das Anbringen von Markierungen bewirkt bei Hochspannungsleitungen eine deutliche Reduktion von Flugkollisionen durch Vögel. Im Schienenverkehr können die Markierungen an begleitenden Kabeln von Fahrleitungen angebracht werden. Wenn in Versuchen die Wirksamkeit der Markierungen bestätigt werden kann, so sollten Oberleitungen auf Brücken und in wichtigen Gebieten grossräumig markiert werden.

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Bahnanlagen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: mögl. gross*

*Normierung: nicht VSS*

### Details

Es gibt verschiedenste Formen und Varianten von Markierungen, von denen viele an Hochspannungsleitungen mit unterschiedlichem Erfolg getestet wurden.

**Spiralen:** Es gibt Spiralen in verschiedenen Grössen. Rote Plastikspiralen von 1 m Länge und 30 cm Maximaldurchmesser sind sehr wirkungsvoll (Reduktion der Unfälle bei Hochspannungsleitungen um ca. 60%). Die von der SBB in Solothurn verwendeten Spiralen sind deutlich kleiner. Möglicherweise entsprechen sie der Version, die in den USA mit Wasservögeln erfolgreich getestet worden sind (Marti 1998). In der Schweiz werden Spiralen bis jetzt nur auf Brückenabschnitten benutzt, wo Wasservögel mit den Leitungen kollidierten. Erfolgskontrollen gibt es keine. Es gibt wichtige Gebiete (z.B. bei Uhu-Vorkommen), bei denen eine grossräumige Anwendung der Massnahme wichtig sein könnte.

**FireFly:** Dieses Produkt aus den USA/Schweden rotiert im leichten Wind und reflektiert/emittiert Licht in verschiedenen, auf Vögel abgestimmten Wellenlängen, auch in der Dunkelheit. Nach Angaben des Erfinders soll das Gerät effektiver wirken als andere Massnahmen (Chervick 2005).

**Kugeln:** Kugeln werden z.T. wegen dem Flugverkehr angebracht. Sie werden auch von den Vögeln beachtet, sind aber vermutlich wegen der grossen Abstände nicht so erfolgreich wie Spiralen (Marti 1998).

**Streifen:** Wenig erfolgreich (Marti 1998).

**Rote Kunststofflappen:** Scheinen bei Störchen zu wirken (Marti 1998).

**Greifvogelsilhouetten:** Waren z.T. wirksam, vermutlich aber eher wegen des Muster-effektes, als wegen einer abschreckenden Wirkung durch die Form (Marti 1998).

**Farbmarkierungen:** Markierungen (leuchtende Bänder um Seil gewickelt) waren wenig wirksam (Marti 1998).

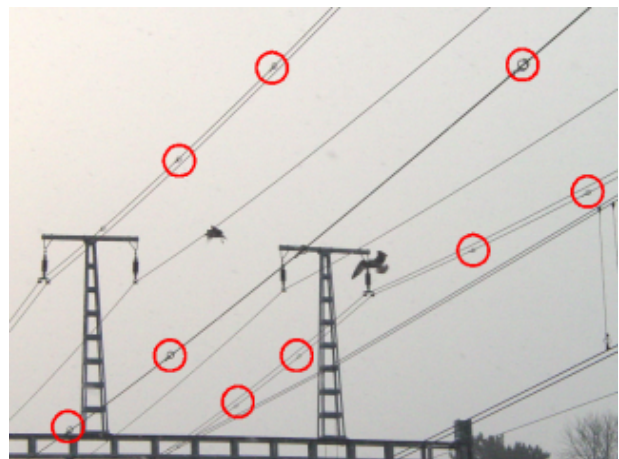
### Integration im Normenwerk

Die Massnahme wird im Normenwerk nicht beschrieben.

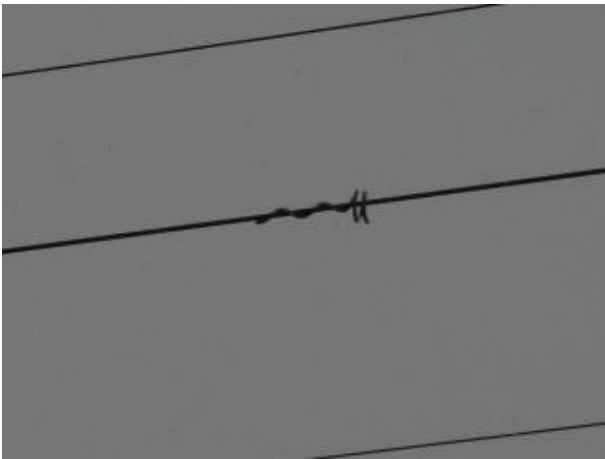
### Beispiele



Eisenbahnbrücke in Solothurn West. Um zu verhindern, dass Wasservögel mit der Oberleitung kollidieren, wurden kleine Plastikspiralen aufgehängt.



Spiralen (rot umkreist)



**Spirale, Nahansicht**



**Firefly: Die Karte rotiert bei leichtem Wind rotiert reflektiert/emittiert Licht verschiedener Spektren.  
Foto: Hammarprodukt, Schweden**

**15.5 Sitzgelegenheiten anbieten**

Mit Sitzstangen, Andreaskreuz oder seitlichen Sitzstangen aus Acrylglasstäben kann man den Vögeln gute Sitzgelegenheiten anbieten, und sie dadurch von gefährlicheren Sitzgelegenheiten fernhalten (VSE 1997).

*Umsetzung: allgemein*

*Zielnorm: Bahnanlagen*

*Typ: Anpassung*

*Nutzen: gross*

*Normierung: nicht VSS*

**Integration im Normenwerk**

Es ist nicht klar, welche Norm für diese Massnahme zuständig ist.

## 15.6 Sitzgelegenheiten verwehren

Gefährliche Sitzgelegenheiten können Vögeln verwehrt werden, indem Vogelabweiser bzw. Vogelscheuchen montiert werden. Dadurch verringert sich an Oberleitungen das Risiko von Kurzschlüssen durch Vögel.

Umsetzung: allgemein

Zielnorm: Bahnanlagen

Typ: Anpassung

Nutzen: gross

Normierung: nicht VSS

### Details

Vogelabweiser (Zacken, Drahtstacheln oder ähnliche Konstruktionen) verunmöglichen die Landung bzw. einen bequemen Aufenthalt auf einer Unterlage. Bei Masten mit Stromführung auf mehreren Ebenen sollten die Abstände zwischen Leitern und darunterliegenden Traversen (Sitzgelegenheiten) überprüft und ggf. grossen Vögeln die Sitzgelegenheiten verwehrt werden (VSE 1997).

Vogelscheuchen wirken für Vögel gefährlich und halten sie dadurch vor Strukturen fern. Das Produkt Firefly soll gemäss Hersteller Vögel in einem Umkreis von rund 7.5 m wirksam abschrecken. Bedingung ist, dass das Gerät auf Augenhöhe des Vogels oder darüber angebracht ist. Die Abschreckung funktioniert umso besser, je mehr Sonnenlicht vorhanden ist (Chervick, 2005).

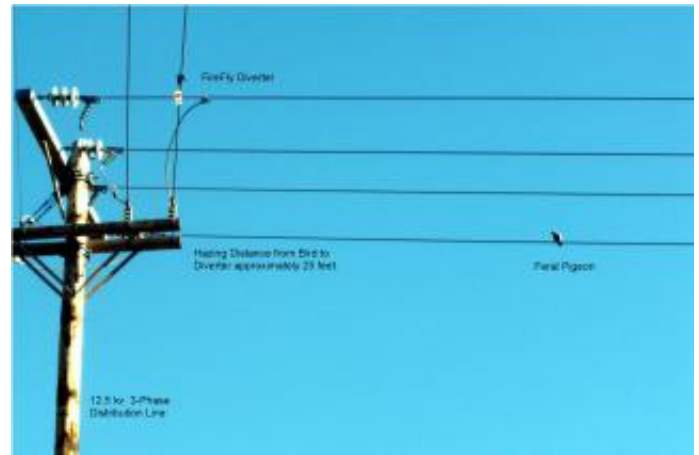
### Integration im Normenwerk

Diese Massnahmen werden im Normenwerk nicht besprochen.

### Beispiele



Die Karte rotiert bei leichtem Wind und reflektiert/emittiert Licht verschiedener Wellenlängen.  
Foto: Hammarprodukt, Schweden



Die Taube, rechts im Bild, wird vom aufgehängten Gerät (FireFly) abgeschreckt.  
Foto: Hammarprodukt, Schweden