

Tiefbauamt des Kantons Aargau und  
Schweizerischer Verband der Strassen- und  
Verkehrsfachleute (VSS)

# **FAUNAGERECHTE SANIERUNG VON BESTEHENDEN GEWÄSSERDURCHLÄSSEN**

---

ADAPTION DES VOÛTAGES POUR LA PETITE FAUNE  
TERRESTRE ET LA FAUNE PISCICOLE

ADAPTING EXISTING CULVERTS FOR THE USE  
BY TERRESTRIAL AND AQUATIC FAUNA

---

Bericht zum Forschungsauftrag 2003/603 des Schweizerischen  
Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

---

**AUFTRAGGEBER:** Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute,  
Expertenkommission „Umwelt, Fauna“ 6.04

**AUFTRAGNEHMER:** PiU GmbH - Partner/-innen in Umweltfragen  
Waldeggstrasse 47  
3097 Liebefeld  
031 961 44 74

Kissling+Zbinden AG  
Oberlandstrasse 15  
Postfach 503  
3700 Spiez  
033 650 71 71

**AUSFÜHRENDE:** Antonio Righetti, PiU GmbH  
Joya Müller, PiU GmbH  
Annalina Wegelin, PiU GmbH  
Martin Andres, Kissling+Zbinden AG  
Peter Drollinger, Kissling+Zbinden AG  
Vinzenz Maurer, HYDRA  
Silvia Zumbach, karch  
Andreas Meyer, karch

Liebefeld, 31. März 2008

# Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i> .....	1
<i>Projektteam und weitere einbezogene ExpertInnen</i> .....	3
<i>Zusammenfassung</i> .....	5
<b>A Allgemeines</b> .....	<b>7</b>
1 Einleitung .....	8
1.1 Konfliktsituation.....	8
1.2 Lösungsansätze.....	11
1.3 Inhalt und Ziel der vorliegenden Arbeit .....	11
2 Geltungsbereich.....	13
3 Zweck und Anwendungsbereich .....	14
4 Vorgehen .....	16
<b>B Resultate</b> .....	<b>17</b>
1 Allgemeines .....	17
2 Reine faunaspezifische Durchlässe und Unterführungen .....	18
2.1 Ansprüche von Fischen und Krebsen an reine faunaspezifische Unterführungen.....	18
2.2 Ansprüche von Amphibien an reine faunaspezifische Unterführungen.....	18
2.3 Ansprüche von Säugetieren an reine faunaspezifische Unterführungen .....	19
2.4 Bestehende Richtlinien und Handlungsanleitungen in der Praxis.....	19
3 Nicht faunaspezifische Durchlässe .....	21
3.1 Richtlinien und Handlungsanleitungen in der Praxis .....	22
4 Sanierung von bestehenden nicht faunaspezifischen Gewässer- durchlasstypen .....	23
4.1 Sanierungsmassnahmen innerhalb des Durchlasses .....	23
4.1.1 Bauwerkstypen .....	23
4.1.2 Sanierungsmöglichkeiten .....	24
5 Faunaspezifische Anforderungen an die Sanierung .....	28
5.1 Ansprüche von aquatischen Arten .....	28
5.1.1 Praktische Beispiele.....	30
5.2 Ansprüche von terrestrischen Arten.....	31
5.2.1 Praktische Beispiele.....	34
6 Sanierungsmassnahmen ausserhalb des Durchlasses .....	35
6.1 Aquatische Arten.....	35
6.2 Terrestrische Arten .....	36

7 Bautechnische Einflussfaktoren für die Sanierung.....	40
8 Kosten-/Nutzenverhältnis .....	42
9 Wahl der Sanierungsmassnahme .....	44
9.1 Vor-Entscheidungsbaum .....	46
9.2 Haupt-Entscheidungsbäume.....	50
9.2.1 Haupt-Entscheidungsbaum: Rohrdurchlass.....	51
9.2.2 Haupt-Entscheidungsbaum: Bogendurchlass .....	53
9.2.3 Haupt-Entscheidungsbaum: Kastendurchlass .....	55
9.2.4 Haupt-Entscheidungsbaum: Rahmenbrücke.....	57
10 Massnahmenplan.....	59
11 Wirkungskontrollen .....	60
11.1. Allgemeines .....	60
11.2. Aufnahmemethoden aquatische Organismen .....	60
11.3. Aufnahmemethoden Amphibien.....	61
11.4 Aufnahmemethoden Säugetiere .....	62
12 Übersicht über die einzelnen Projektschritte .....	65
<b>C Literaturverzeichnis .....</b>	<b>66</b>
<b>D Anhang (Praxisteil Kanton Aargau) .....</b>	<b>69</b>
1 Allgemeines .....	69
2 Beispiele .....	70
2.1 Rohrdurchlässe.....	70
2.2 Bogendurchlässe .....	75
2.3 Kastendurchlässe .....	81
2.4 Brückendurchlässe .....	85

## Projektteam und weitere einbezogene ExpertInnen

Das Projektteam setzt sich aus folgenden Personen zusammen:

- Antonio Righetti (PiU GmbH, Biologe)
- Joya Müller (PiU GmbH, Zoologin)
- Annalina Wegelin (PiU GmbH, Landschaftsarchitektin)
- Martin Andres (Kissling+Zbinden AG, Bauingenieur)
- Peter Drollinger (Kissling+Zbinden AG, Bauleiter)
- Silvia Zumbach (karch, Amphibienspezialistin)
- Vinzenz Maurer (HYDRA, Gewässerökologe)

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 | Bundesamt für Umwelt                               |
| • Markus Ammann                  | Schweizerische Bundesbahnen                        |
| • Anna Ciaranfi Zanetto          | Alp Transit Gottardo AG                            |
| • Thomas Gremminger              | Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Kanton Aargau |
| • Oggier Pierre-Alain            | Etat du Valais                                     |
| • Joggi Rieder                   | Kaden und Partner AG                               |
| • André Schenker                 | Tiefbauamt Kanton Basel-Landschaft                 |
| • Michel Tripet                  | SD Ingénierie Neuchâtel SA                         |
| • Adrian Verasani                | Schneller Ritz und Partner AG                      |
| • Urs Zihlmann                   | Umwelt und Energie                                 |

Neben diesen Personen wurden zudem folgende ExpertInnen einbezogen, mit welchen die Resultate des Berichtes diskutiert wurden:

- Thomas Briner (Bündner Naturmuseum, Mäusespezialist)
- Simon Capt (CSCF, Säugetierspezialist)
- Joachim Guthruf-Seiler (Aquatika GmbH, Fischbiologe)
- Daniel Hegglin (SWILD, Fuchsspezialist)
- Otto Holzgang (Abteilung Fischerei und Jagd des Kantons Luzern, Feldhasenspezialist)
- Claudia Kistler (SWILD, Fuchsspezialistin)
- Andreas Meyer (karch, Reptilienspezialist)
- Thomas Stucki (Jagd und Fischerei des Kantons Aargau, Fischereibiologe)
- Peter Voser (Jagd und Fischerei des Kantons Aargau, Wildtierbiologe)
- Peter Wandeler (Universität Zürich, Fuchsspezialist)
- Claudine Winter (Fachbereich Jagd und Fischerei des Kantons Schwyz, Biberspezialistin)

Folgende Kommissionen nahmen Stellung:

- VSS Fachkommission 5 „Bautechnik“ (Alain Jacot)
- VSS Fachkommission 6 „Umwelt und Unterhalt“ (Ruedi Hofer)

Schliesslich haben folgende weitere Fachpersonen im Rahmen einer Vernehmlassung ihr Fachwissen eingebracht:

- Christof Angst (Biberfachstelle)
- Christoph Jäggi (Sektion Jagd, Wildtiere und Waldbiodiversität, BAFU)
- Roman Kistler (Jagd- und Fischereiverwaltung des Kantons Thurgau)
- Gianni Paravicini (Tiefbauamt des Kantons Luzern)
- Mark Struch (WildARK)
- Marlies Voser (FORNAT)
- Peter Voser (Abteilung Wald, Jagd und Fischerei des Kantons Aargau)
- Thomas Vuille (Fischereiinspektorat des Kantons Bern)
- Walter Waldis (Bundesamt für Strassen)

Wir danken allen beteiligten Personen für die konstruktive Zusammenarbeit, die zum Gelingen dieses Berichtes wesentlich beigetragen hat!

## Zusammenfassung

Gewässer nehmen eine zentrale Bedeutung für unsere Fauna ein. Sie dienen dabei nicht nur den aquatischen Organismen als Lebensraum und Wanderachse, sondern nehmen auch für terrestrische Arten die Funktion eines wichtigen Vernetzungselementes wahr. Diese Vernetzungsachsen enden meistens bei den Gewässerdurchlässen entlang der Verkehrsträger. Der grösste Teil dieser Bauwerke wurde einst auf hydraulische Anliegen hin ausgelegt. Bedürfnisse von Tieren wurden kaum berücksichtigt.

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, wie solche Bauwerke mit relativ wenig Aufwand und unter Wahrung der hydraulischen Funktion saniert und damit die Durchlässigkeit der Verkehrsträger markant erhöht werden können.

Der Fokus liegt dabei auf Bauwerke mit einem Querschnitt von mehr als 1 m. Des Weiteren beschränken sich die betrachteten Zielgruppen auf kleinere Tiere, deren Ansprüche an die Dimension des Bauwerks eher erfüllt werden können als dies bei grösseren Wildsäugerarten der Fall wäre.

Die formulierten Lösungsvorschläge basieren auf einem interdisziplinären Ansatz, einem Literaturstudium und Feldbegehungen, ExpertInnenbefragung sowie einer breit abgestützten Vernehmlassung.

Die minimalen Anforderungen von verschiedenen Tiergruppen an das Bauwerk bzw. an die Einrichtung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Für Fische gilt: maximale Absturzhöhen im Ein- und Ausleitbereich und im Durchlass von 5 - 10 cm für Klein- und Jungfische sowie variable Strömung mit Ruheplätzen im Durchlass. Ideal ist eine natürliche Gewässersohle.
- Mindestbreite einer Lauffläche: für Fischotter und Iltis 20 cm; für Reptilien, Amphibien, Marder- und Mäuseartige 40 cm; für Biber, Fuchs und Dachs 60 cm.
- Mindesthöhe von der Lauffläche bis zur Decke: für Reptilien, Marder- und Mäuseartige 40 cm; für Biber, Fischotter, Iltis, Amphibien, Fuchs und Dachs 60 cm – wobei bei runden Bauwerkstypen nur die Hälfte der Lauffläche diesen Ansprüchen genügen muss.

Ein weiterer Bestandteil des Berichts sind Entscheidungsbäume, welche die Anwender und Anwenderinnen möglichst zielgerichtet zur möglichst effizienten Lösung führen.

Eine Übersicht des Kosten-/Nutzenverhältnisses resp. eine Gegenüberstellung von verschiedenen Sanierungsmassnahmen zeigt zudem auf, welcher Kostenaufwand von den einzelnen Varianten ausgeht. Dabei wird neben Baukosten auch der Aufwand für den Unterhalt berücksichtigt.

Inputs für die Erfolgskontrolle und einige Beispiele aus dem Kanton Aargau geben schliesslich ein Bild ab, wie Sanierungsmassnahmen konkret aussehen und auf ihre Wirkung überprüft werden können.

Stichwörter:

Amphibien, aquatische Organismen, „baffles“<sup>1</sup>, Bankett, Barriereneffekt, Biber, Dachs, Durchgängigkeit, Durchlass, Fische, Fischotter, Fuchs, Gewässerdurchlass, Iltis, Kleintierdurchlass, Lauffläche, Marderartige, Mäuseartige, Migration, Reptilien, Sanierung, Vernetzung

---

<sup>1</sup> Definition: kleine Querbauwerke, welche die Strömungsgeschwindigkeit in Durchlässen reduzieren und eine minimale Wassertiefe garantieren (gemäss Definition Ammann 2006)

## Résumé

Les cours d'eau jouent un rôle significatif pour les espèces animales de Suisse. Habitat et axe de migration pour les organismes aquatiques, ils remplissent aussi une fonction importante pour la mise en réseau des populations d'espèces terrestres. Or, la plupart du temps, les intersections entre les cours d'eau et les voies de communication (voûtage) constituent un obstacle infranchissable à leurs déplacements. La majeure partie de ces constructions a été réalisée selon des exigences hydrauliques, sans tenir compte des besoins de la faune.

La présente publication montre comment ce type de constructions peut être assaini de manière à permettre aux espèces animales de traverser les voies de communication, sans charges excessives tout en garantissant leur fonction hydraulique.

L'accès a été mis avant tout sur les ouvrages d'un diamètre supérieur à 1 m. L'étude a été limitée à la petite faune qui nécessite des aménagements de dimensions moindres que les grands mammifères sauvages.

Les propositions d'amélioration suivent une approche multidisciplinaire et se basent sur des études bibliographiques, des relevés de terrain et des avis d'experts. Une large consultation a par ailleurs déjà eu lieu.

Voici un résumé, pour différents groupes d'animaux, des exigences minimales à respecter lors de la construction et l'aménagement d'ouvrages.

- Poissons: hauteur maximale des chutes d'eau de 5 à 10 cm (pour les alevins et juvéniles), à l'entrée et à la sortie du passage, de même qu'à l'intérieur de celui-ci; courant variable à l'intérieur du passage, avec zones de repos et, idéalement, un fond naturel.
- Largeur minimale d'un passage: 20 cm pour les loutres et les putois, 40 cm pour les reptiles, les amphibiens, les mustélidés et les rongeurs, 60 cm pour les castors, les renards et les blaireaux.
- Hauteur minimale d'un passage (du fond au plafond): 40 cm pour les reptiles, les mustélidés et les rongeurs, 60 cm pour les castors, les loutres, les putois, les amphibiens, les renards et les blaireaux (pour les ouvrages de forme arrondie, il suffit que la moitié du passage satisfasse à ces exigences).

Les schémas de décision sont un autre élément important de cette publication. Ils permettent aux personnes concernées de prendre des décisions ciblées et efficaces.

Un aperçu du rapport coûts/utilité de plusieurs mesures d'assainissement permet de comparer les différentes variantes. Les frais de construction mais aussi d'entretien sont pris en compte.

Pour terminer, les résultats du suivi et quelques exemples du canton d'Argovie permettent d'avoir une image concrète des mesures d'assainissement et des moyens disponibles pour vérifier leur efficacité.

### Mots-clé:

Amphibiens, assainissement, banquettes, barrière, blaireau, castor, cloisons (*baffles*<sup>2</sup>), effet de passage, loutre, migration, mise en réseau, mustélidés, organismes aquatiques, passage pour petits animaux, poissons, putois, renard, reptiles, revêtement des banquettes, rongeurs, voûtage

---

<sup>2</sup> Définition: terme anglais désignant de petites cloisons installées perpendiculairement au passage qui permettent de réduire la vitesse du courant et de garantir une certaine profondeur de l'eau (définition Ammann 2006)

## Abstract

Watercourses are of a great importance to many animal species in Switzerland. They are habitat and migration axis not only for aquatic organisms but also play an important role in connectivity for terrestrial animals. These natural corridors are often interrupted by unadapted culverts along transport infrastructure. Mostly older culverts were designed looking at hydraulic needs only, rarely considering animal needs.

This report explains how connectivity can be significantly improved by the adaptation of such culverts while respecting hydraulic constraints.

The report focuses mainly on culverts with a diameter of more than 1 m and on small animals, for which such culverts can play a role in connectivity.

The results are based on a review of literature, field studies, interviews of experts and specialised departments. A broad consultation was arranged.

The minimal needs of different fauna categories can be summarized as follows:

- For fish the drop at passage outlet should be no higher than 5 - 10 cm (maximal height for small and juvenile fish). The current should be variable and there should be some low velocity places inside the culvert. Furthermore a natural bottom substrate is recommended.
- Minimal width of a ledge for terrestrial animals: 20 cm for otter and polecat; 40 cm for reptiles, amphibians, martens and mouse; 60 cm for beaver, fox and badger.
- Minimal height from the bottom of the ledge to the top of the culvert: 40 cm for reptiles, martens and mouse; 60 cm for beaver, otter, polecat, amphibians, fox and badger. For round culverts, only half of the shoulder has to fulfil these demands.

The report can be used as a decision support. Several flow diagrams are developed to help planners find the most cost-effective solutions in retrofitting existing structures to improve connectivity. An overview of different solutions and their cost-effectivity is given taking into account construction and maintenance costs.

The final chapters address monitoring of success and describe examples in the canton Aargau, giving a description of potential measures.

### Keywords:

Amphibians, aquatic organism, badger, baffles, barrier effect, beaver, connectivity, culvert, fish, fox, marten, migration, mouse, otter, patency, polecat, reconstruction, reptile, revaluation, shoulder

# A Allgemeines

## 1 Einleitung

### 1.1 Konfliktsituation

Wasser ist ein kostbares Gut. Es dient nicht nur als Flüssigkeitsspender für diverse Organismen sondern auch als Lebensraum und Vernetzungselement. Bäche, Flüsse und Seen bilden aufgrund ihres Potentials eines der wichtigsten Elemente des nationalen ökologischen Netzwerks REN (Berthoud et al. 2004).

Das schweizerische Gewässernetz umfasst 65'300 km Fluss- und Bachläufe, wovon 10'600 km als stark beeinträchtigt bis naturfremd eingestuft werden und rund 5'200 km eingedolt sind (BAFU & BFS 2007). Allein zwischen 1972 und 1980 verschwanden landesweit 70 km offene Bachläufe – die wieder ausgedolten Gewässer sind dabei bereits in der Rechnung berücksichtigt worden (BRP & BUWAL 1994). Beurteilungen in Bezug auf die Struktur, den Gewässerraum und die Längsvernetzung führten zu einer Klassifizierung des Gewässers in unterschiedliche Defizit-Stufen (BAFU 2006, Tabelle 1).

Tabelle 1: Defizite von Gewässern (aus Ökomorphologie Stufe S, BAFU im Entwurf 2006)

Defizit	Natürliche Gewässereigenschaften und -funktionen	Struktur (Sohle, Gerinne, Böschungsfuss)	Gewässerraum	Längsvernetzung
<b>I ohne Defizit</b>	voll gewährleistet (= Referenz-zustand)	natürliche Charakteristik und Dynamik	ungenutzt, natürliche Morphodynamik möglich	unbeeinträchtigt
<b>II geringes Defizit</b>	im Wesentlichen gewährleistet	Im Wesentlichen natürliche Charakteristik und Dynamik	un- oder extensiv genutzt, morphodynamische Prozesse zum Teil möglich	gering beeinträchtigt
<b>III mässiges Defizit</b>	eingeschränkt	zum Teil natürliche Charakteristik	ungenügend vorhanden, teilweise gewässerfremd	mässig beeinträchtigt
<b>IV grosses Defizit</b>	stark eingeschränkt	nur ansatzweise natürliche Charakteristik	kaum vorhanden, gewässerfremd	stark beeinträchtigt
<b>V sehr grosses Defizit</b>	nicht mehr gewährleistet	keine natürliche Charakteristik, künstlich	nicht vorhanden oder künstlich	sehr stark beeinträchtigt
<b>E eingedolt</b>	eingedolte, vollständig überdeckte Gewässerabschnitte > 25 m Länge			

Am schwerwiegendsten wirken sich Eindolungen aus. Das Gewässer wird dabei als eigentlicher Lebensraum wie auch als Vernetzungsachse vollständig entwertet. Die Zahl solcher Eingriffe nahm vor allem im Laufe der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts markant zu. Die Hauptgründe dafür standen häufig im Zusammenhang mit dem Bau von neuen Verkehrsträgern – in erster Linie National-, Haupt- und Kantonstrassen sowie Eisenbahnen.

Gleichzeitig nahm die Siedlungs- und Infrastrukturfläche in den 1980er- und 1990er Jahren jährlich durchschnittlich um 27 km<sup>2</sup> (BFS 2001). Aktuell beträgt die Nutzungsfläche von Siedlung inkl. Verkehrsträger 6.8 % der Gesamtfläche der Schweiz, was seit 1999 einer Zunahme von nicht weniger als rund 370 km<sup>2</sup> entspricht (vgl. BFS 1999; BFS und BUWAL 2005) – also knapp die Hälfte der Fläche des Kantons Solothurn. Parallel zur Fläche nahmen selbstredend auch die Strassen-Kilometer zu: bezogen auf Kantons- und Gemeindestrassen zwischen 1960 und 2004 um 13'664 km. Die Gesamtstrecke beträgt nun 69'486 km (Oggier et al. 2001, Neuauflage 2007). Das aktuelle Nationalstrassennetz seinerseits beträgt 1921 km – gegenüber 112 km im Jahre 1960.

Zu erwähnen sind schliesslich noch 5'117 km Bahnlinien. Die Bahnlinie hat sich längenmässig nur wenig verändert, ihre negative Wirkung auf die Vernetzung der Fauna darf aber nicht unterschätzt werden.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass der Ausbau des Verkehrsnetzes eine der wichtigsten Ursachen für die zunehmende Zerschneidung der insgesamt schrumpfenden Flächen naturnaher Lebensräume ist. Ein Mass für die Zerschneidung der Landschaft ist die so genannte effektive Maschenweite, welche sich in den letzten 70 Jahren verringert hat (Bertiller et al. 2007). In diesem Zusammenhang spielt auch die zunehmende Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung eine nicht zu vernachlässigende Rolle, die jedoch nicht Teil dieser Arbeit ist.

Diese erhöhten menschlichen Nutzungsansprüche führen dazu, dass neben direktem Lebensraumverlust und Zerschneidung der Landschaft durch Verkehrswege, das Gewässernetz vielerorts unterbrochen und zerstückelt wird. Der Hauptgrund rund hierfür liegt darin, dass bis vor wenigen Jahren ausschliesslich – und auch heute noch mehrheitlich – Gewässerdurchlässe und Bachüberführungen ausschliesslich hinsichtlich ihrer hydraulischen Funktion dimensioniert wurden. Die Ansprüche von terrestrischen oder ans Wasser gebundenen Tieren wurden nicht – oder zumindest ungenügend – berücksichtigt (Abbildungen 1 bis 3). Die terrestrischen Tierarten versuchen häufig die nicht querbaren Barrieren (meist) über den Verkehrsträger zu umgehen. Diese Versuche enden nicht selten bei der Kollision mit Fahrzeugen – aufgrund der sich stetig erhöhenden Frequenzen mit markant zunehmender Häufigkeit. Erst in den letzten Jahren nahm die Einsicht zu, dass auch Aspekte der Vernetzung bzw. faunaspezifische Überlegungen bei der Planung und dem Bau neuer Bauwerke einzubeziehen sind (vgl. SN 640 694, VSS 2004)

Aus ökologischer Sicht muss deshalb nebst der Förderung einer intakten Landschaft und der natürlichen Gestaltung der Gewässer (Gewässerrenaturierungen) auch die Sanierung von bestehenden Gewässerdurchlässen als Garant für ein funktionierendes Vernetzungssystem in den Vordergrund gerückt werden.



Abbildung 1: Für terrestrische Tierarten entlang des Gewässers unüberwindbarer Durchlass, Bruggbach bei Oberfrick (wenn nichts anderes vermerkt wird sind die Fotos von der Verfasserin des Berichts J. Müller, PiU GmbH)



Abbildung 2: Durchlass der Sissle bei Frick, der wahrscheinlich weder für terrestrische noch für aquatische Tiergruppen durchgängig ist



Abbildung 3: Bach bei Rohr, bei welchem terrestrische Tierarten zur Überquerung des Engpasses auf die Strasse ausweichen

Die Ansprüche, welche die Fauna an ihren Lebensraum stellen, sind dabei vielfältig. Sie können zudem saisonal stark variieren und unterscheiden sich je nach Tierart. Aus dieser breiten Palette wird im vorliegenden Bericht der Fokus auf die Bewegungsansprüche der Tiere gelegt. Für die langfristige Erhaltung eines überlebensfähigen Bestandes jeder Art ist jede Population – egal wie gross die zurückzulegenden Distanzen sind – darauf angewiesen, dass innerhalb eines Lebensraumes oder zwischen verschiedenen, in Abhängigkeit der Jahreszeit unterschiedlich genutzten Gebieten ein Austausch von Individuen stattfinden kann. Bei der Fauna spricht man von einer aktiven und passiven Form der Fortbewegung. In der Regel werden dabei vier Typen von Bewegungen unterschieden (Berthoud et al. 2004):

- individuelle, alltägliche und lokale Bewegung in einem beschränkten Bereich,
- spezifische, saisonale und lokale kollektive Bewegungen zur Deckung der regelmässigen lebensnotwendigen Bedürfnisse (Ruhe-, Nahrung- und Reproduktionsstandorte: Laichgebiete, Juvenil- und Adulthabitate bei Fischen; Kompensationswanderungen bei Wasserwirbellosen),
- Ausbreitungswanderungen vom Geburts- zum Reproduktionsstandort, häufig in einiger Entfernung von der Gruppe und gewöhnlich ohne Rückkehr an den Geburtsort,
- regelmässige bidirektionale, zumeist saisonale Wanderungen, z.B. zwischen den Einstandsgebieten im Sommer und den Überwinterungsgebieten.

Folgendes Beispiel soll die obigen theoretischen Aussagen etwas erläutern: Zahlreiche Amphibienarten sind sowohl von einem stehenden Gewässer abhängig, welches ihnen als Laichplatz dient, als auch von einem Waldstück, das ihnen als Überwinterungsgebiet dient. Fliessgewässer bilden dabei häufig das Hauptbindeglied zwischen den beiden Habitaten und stellen Leitsysteme (Vernetzungsachsen) dar, entlang welcher sich die Tiere fortbewegen (wandern). Auch (rein) terrestrische Arten wie Reh, Fuchs und Dachs bewegen sich in unbewaldeten Gebieten bevorzugt entlang von Fliessgewässern. Anders als die Amphibien bevorzugen sie dabei diesen Lebensraumtyp nicht primär aus physiologischen Gründen, sondern vielmehr aufgrund des Umstandes, dass ihnen in einer ausgeräumten Landschaft einzig die Uferbestockung entlang von Gewässern einen gewissen Schutz bietet. Gewässer stellen also aufgrund mehrerer Standortfaktoren – u. a. etwa den ökologisch grundsätzlich wertvollen Übergangsbereich Wasser-Land – und ihrer linearen Form günstige Voraussetzungen für den Lebensraumverbund dar.

Für die rein aquatischen Arten wie die Fische, die höheren Krebse sowie die permanent ans Wasser gebundenen Wirbellosen stellen die Gewässer nicht nur Lebensraum sondern auch die einzige Ausbreitungs- und Wandermöglichkeit dar.

## 1.2 Lösungsansätze

Glücklicherweise hat in den letzten Jahren eine Entwicklung in die entgegengesetzte Richtung begonnen. Hierfür war nicht nur der Umstand ausschlaggebend, dass immer grössere Kreise der Bevölkerung – und besonders der PolitikerInnen – sich der ökologischen Bedeutung der Fließgewässer bewusst wurden. Vielmehr setzte sich auch die Erkenntnis immer mehr durch, dass aufgrund der Kanalisierung und Eindolung der Gewässer – zusammen mit der wachsenden Zahl von extremen Niederschlagsereignissen – Handlungsbedarf besteht (Stichwort: „Mehr Raum für Fließgewässer“). Dieser Handlungsbedarf löste zahlreiche Aktivitäten aus. An dieser Stelle seien stellvertretend zwei des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) erwähnt. 2003 wurde das Leitbild Fließgewässer Schweiz veröffentlicht (BUWAL/BWG 2003). Aktuell ist ein Bericht in Vorbereitung, welcher insbesondere aufgrund von ökomorphologischen Kriterien Aussagen zur Natürlichkeit bzw. den Defiziten der Gewässer erlauben soll (BAFU im Entwurf 2006).

Intakte Gewässer allein genügen jedoch nicht, die Landschaft als Ganzes muss berücksichtigt werden. Auch diesbezüglich wurden in den letzten Jahren gesetzliche Grundlagen geschaffen, zahlreiche Projekte lanciert und Visionen formuliert. So hat die Thematik der Vernetzung seit 2001 mit der Ökoqualitätsverordnung (ÖQV) auch in der Landwirtschaftspolitik einen markant höheren Stellenwert erhalten. Von Seiten der zahlreichen Publikationen des BAFU sei das Nationale ökologische Netzwerk REN erwähnt (Berthoud et al. 2004). Mit dessen Entwicklung auf der Basis des Landschaftskonzepts Schweiz (LKS) sind Voraussetzungen geschaffen worden, um die Entwicklung eines zusammenhängenden ökologischen Netzwerks im Zusammenhang mit der ökologischen Funktionsfähigkeit der gesamten Landesfläche abschätzen und darstellen zu können.

Was die Gewässerdurchlässe im Speziellen betrifft bestehen auch heute noch keine verbindlichen Richtlinien weder für Neubauten von Kreuzungsbauwerken entlang von Gewässern – nicht für ihre hydraulische und erst recht nicht für ihre ökologische Funktion – noch für Sanierungen bestehender Bauwerke. Entsprechend gross ist das Bedürfnis der wandernden Tierarten – wassergebundene, amphibische wie terrestrische Arten – eine durchgehende Vernetzungsachse entlang des Gewässers benützen zu können. Dazu kommen verschiedene Einzelmassnahmen in Frage, die je nach Situation umgesetzt werden können. Der Bericht liefert eine erste Grundlage dazu.

## 1.3 Inhalt und Ziel der vorliegenden Arbeit

Die vorliegende Arbeit nimmt sich der Problematik bestehender Gewässerdurchlässe – aufgrund ihrer Häufigkeit und Aktualität im Zusammenhang mit Gewässerrenaturierungsarbeiten – an. Schwerpunkt bilden dabei die faunaspezifischen Ansprüche und bautechnisch realisierbaren Aufwertungsmassnahmen. In einer Zeit, in der die Raumverhältnisse nach wie vor immer enger und knapper werden, die Landschaft in vielen Teilen des Landes weiter verarmt und die natürliche Entwicklungsdynamik somit beeinträchtigt und Ökosysteme zerstückelt sind, nimmt die Bedeutung von durchgängigen Gewässerdurchlässen, welche auch eine ökologische Funktion erfüllen, ständig zu. Als Nadelöhre der wichtigen ökologischen Vernetzungsachse Gewässer muss ihre ökologische Funktionalität erhöht werden. Nur so kann ein Minimum an natürlicher Entwicklung der einheimischen (und wandernden) Fauna gewährleistet werden. Zur Förderung der Vernetzung von Lebensräumen in ausgewiesenen Kern- und Schutzgebieten und eines uneingeschränkten Austausch von Popula-

tionen hingegen sind im Rahmen neuer Forschungsarbeiten weitere Grundlagen zu erarbeiten.

Dieser Bericht soll als Grundlage für eine allfällige, noch zu erarbeitende VSS Norm oder Checkliste dienen. Mögliche Lösungsansätze sind bereits (mindestens) summarisch in die VSS Norm 640 694 „Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen“ (2004) „Fauna und Verkehr – Schutzmassnahmen“ (2004) eingeflossen (Abbildung 4). Diese ist sehr allgemein gehalten, so dass nun darauf aufbauend weitere, detailliertere entstehen müssen, welche anwendungsfreundliche, praxisorientierte und zielführende Vorgaben machen. Ein solches Regelwerk soll dazu verhelfen, dass die ausgearbeiteten Empfehlungen auch umgesetzt werden können. Der Bericht gibt keine abschliessenden, vollständigen und vorgefertigten Lösungen ab. Er soll vielmehr Inputs und Ideen liefern, wie eine Sanierungsmassnahme aussehen könnte und auf welche Punkte Rücksicht genommen werden muss, damit das gewünschte Ziel einer erhöhten Durchlässigkeit für (vorher definierte) Tierartengruppen erreicht werden kann.

Für den Ablauf der Arbeiten sollen in erster Linie die in der VSS Norm 640 691a zum Planungsverfahren festgelegten Projektschritte rahmengebend sein – Projektstufe, Planungsstudie, Vorprojekt, definitives Projekt, Ausschreibung, Ausführung, Bauleitung, Inbetriebnahme, Unterhalt. Für alle Phasen ist eine fachliche Begleitung durch eine ökologische Fachperson für die verschiedenen betroffenen Fauna-Gruppen unerlässlich. Der Umfang ihrer Mitarbeit hängt von der Grösse und Bedeutung des Projektes ab.

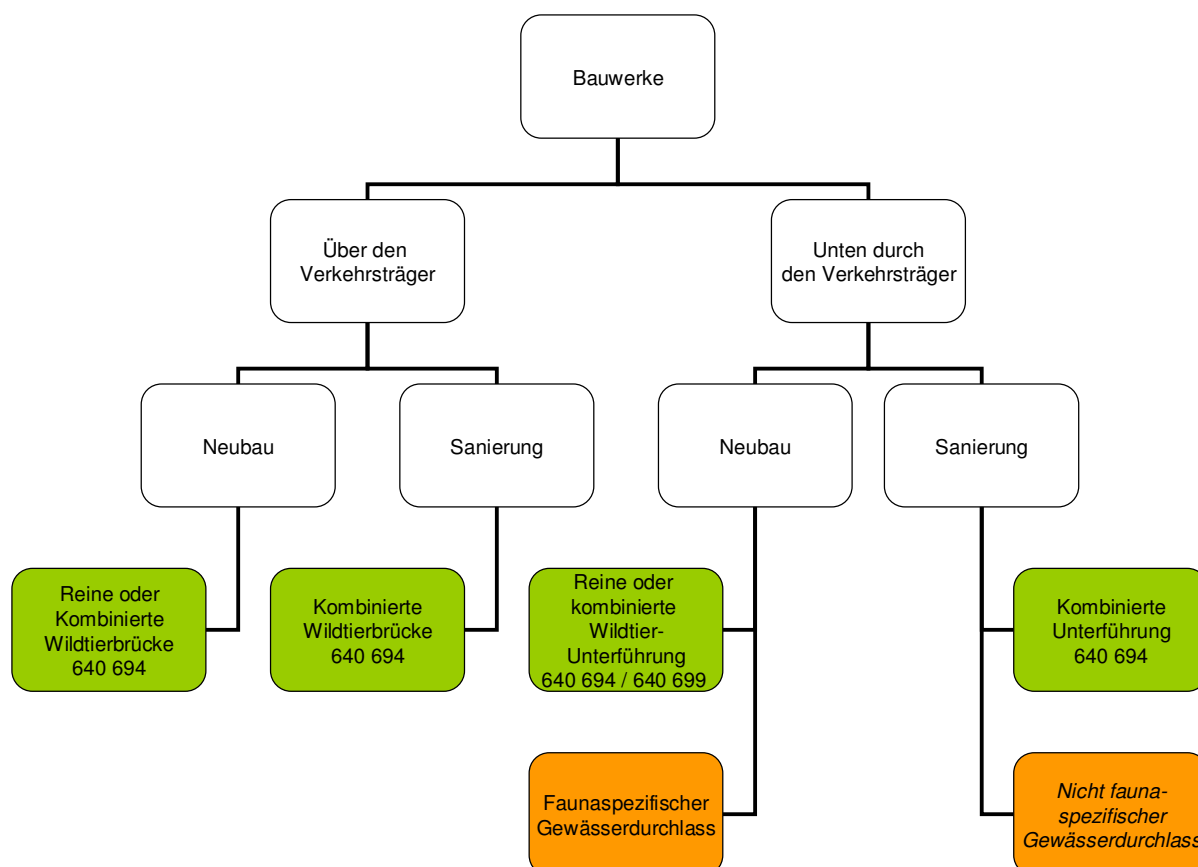


Abbildung 4: Übersicht über bestehende (grün) und fehlende Normen (orange) und den mit diesem Bericht bearbeiteten Bereich (kursiv)

## 2 Geltungsbereich

Sanierungen sind überall dort voranzutreiben, wo sie sich aus ökologischer Sicht als notwendig erweisen. Grundsätzlich soll an dieser Stelle unterstrichen werden, dass aus biologischer Sicht in der Regel ein Neubau eines faunaspezifischen Gewässerdurchlasses immer einer Sanierung vorzuziehen ist, da spezifischer auf die Bedürfnisse der vorkommenden Tierarten eingegangen werden und dadurch ein neues Bauwerk mit optimalen Bedingungen entstehen kann. Demgegenüber stellt die Sanierung eines bestehenden Gewässerdurchlasses, aufgrund der unveränderlichen Grundmasse des Bauwerks, immer eine Kompromisslösung dar.

Der Bericht soll wie erwähnt bei der Erarbeitung einer Richtlinie oder einer Checkliste für die faunagerechte Sanierung von bestehenden Gewässerdurchlässen als Grundlage dienen. Sie ist dabei in erster Linie auf die Ansprüche aquatischer Organismen sowie kleinerer terrestrischer Tierarten wie Amphibien, Reptilien, Mäuse- und Marderartige, Fischotter, Biber, Iltis, Fuchs und Dachs ausgelegt (vgl. auch Tabelle 7). Dabei gilt als ideal, wenn für aquatische und für terrestrische Arten eine Lebensraum- und Durchgängigkeitsverbesserung herbeigeführt werden kann. Einzelne Massnahmen für nur die eine Gruppe sollen dabei auch möglich sein, sofern es für die andere Gruppe zu keiner Verschlechterung kommt. Für die Bestimmung eines minimalen Durchlassquerschnittes, bei dem eine Sanierung in der Regel ins Auge gefasst werden soll, wurden bautechnische Rahmenbedingungen sowie solche für den Unterhalt herangezogen. Aufgrund dieser Vorgaben wurde der minimale Querschnitt auf 1 m festgelegt, um Arbeiten im Durchlass zu gewähren. Aufwertungsmassnahmen ausserhalb des Durchlasses (in unmittelbarer Umgebung) sind hingegen bereits bei kleineren Bauwerken möglich und sind vor allem für aquatische Organismen zu prüfen. Die getroffenen Massnahmen entsprechen zwar vielfach nur relativ kleinen baulichen Änderungen, und sind als effektive und relativ kostengünstige Aufwertung zu verstehen, erreichen aber selten die Vorgaben für einen lokal möglichst uneingeschränkten Austausch, welcher seinerseits das erklärte Ziel eines reinen faunaspezifischen Bauwerks darstellt. Sanierte Bauwerke ihrerseits sollen zumindest einen minimalen Austausch und damit den Genfluss ermöglichen – ohne dabei jedoch, sofern bautechnisch realisierbar, das „Überziel“ eines uneingeschränkten Austausches von vorneherein auszuschliessen.

Die minimalen Anforderungen hierzu, die in diesem Bericht angegeben werden, gelten in erster Linie für zwei- bis vierspurige Verkehrsträger, bei denen auch der Anreiz einer Querung entlang des Gewässers – aufgrund der Gefahr von Kollisionen mit Fahrzeugen – sehr hoch ist. In jedem Fall und spezifisch für längere Bauten resp. breitere zu überwindende Verkehrsträger ist in allen Sanierungsvorhaben der Beizug einer ökologischen Fachperson notwendig, um die lokalen Begebenheiten vor Ort und objektbezogen beurteilen zu können. Dementsprechend gelten kleinere Querschnitte innerhalb des Durchlasses aus der Sicht dieses Berichtes als nicht sanierbar bzw. können Massnahmen allenfalls nur ausserhalb des Durchlasses umgesetzt werden oder muss in Hinblick auf die angestrebte ökologische Funktion des Durchlasses ein neues Bauwerk errichtet werden.

Grössere Wildsäugerarten wie Reh, Rothirsch oder Wildschwein wurden aufgrund der notwendigen Dimensionierung des Bauwerks und deren Kosten bzw. der Schwierigkeit, ein solches Bauwerk zu realisieren, nicht behandelt. Wir gehen davon aus, dass solche Sanierungen speziell zu bearbeitende Einzelfälle darstellen.

### 3 Zweck und Anwendungsbereich

Mit einer Sanierung von bestehenden Gewässerdurchlässen soll spezifischen Tierarten die Möglichkeit geboten werden, entlang des Gewässers einen Verkehrsträger zu unterqueren – so dass die Durchgängigkeit im Idealfall für aquatische und terrestrische Tiere verbessert oder im weniger idealen Fall für Erstere zumindest nicht verschlechtert wird. Die Fallwildsituation soll dahin verbessert werden, dass mehr Sicherheit für Mensch und Tier gewährleistet werden kann. Für ans Wasser gebundene Tierarten soll die Sanierung dazu führen, dass neue Gewässer erschlossen werden können und Wanderungen ermöglicht werden. Mit einer Sanierung kann mindestens gesichert werden dass einzelne Tiere den Durchgang benützen (und somit der Genaustausch gewährleistet ist) – in diesen Fällen aus unserer Sicht das wichtigste Ziel. Demgegenüber sollte bei einem Neubau, bei dem effizienter auf die Bedürfnisse der verschiedenen Tierarten eingegangen werden kann, der vollständige Abbau der Barrierenwirkung ausgehend vom Verkehrsträger primäres Ziel sein.

Die vorgeschlagenen Sanierungsmassnahmen dienen also:

- der Sicherung des Genaustauschs (ökologisches Ziel),
- der Aufwertung des Lebensraums (ökologisches Ziel),
- der Aufwertung der Vernetzungsfunktion des natürlichen Leitsystems „Gewässer“ (ökologisches Ziel),
- als Ergänzung und Effizienzsteigerung laufender und geplanter Vernetzungsmassnahmen (ökologisches und ökonomisches Ziel),
- als Schutz, um Zusammenstösse zwischen Fahrzeugen und Tieren zu verhindern resp. zu reduzieren (ökologisches und ökonomisches Ziel).

An dieser Stelle lassen sich grob folgende Kriterien formulieren, bei deren Erfüllung uns die Sanierung eines Durchlasses zur Erhaltung oder Wiederaktivierung eines ökologischen Netzwerkes als besonders wichtig und dementsprechend prioritär erscheint.

Der zu sanierende Gewässerdurchlass liegt:

- innerhalb eines Amphibienlaichgebietes von mindest regionaler Bedeutung und zerschneidet somit Lebensräume einer Art oder einer Artengemeinschaft,
- innerhalb eines Kernlebensraumes einer schutzwürdigen Tierart (gemäss Art. 14, Abs. 3 oder Art. 20 NHV) und schmälert somit einerseits den Lebensraum und trennt andererseits Populationen voneinander,
- innerhalb eines Naturschutzgebietes von regionaler, kantonaler oder nationaler Bedeutung und schmälert den Wert und die Funktion des Gebietes dadurch,
- innerhalb eines Wasser- und Zugvogelreservates oder eidg. Jagdbanngebiet,
- an einem Wildtierkorridor von regionaler oder überregionales Bedeutung und die Aufrechterhaltung der Bewegungsachse einer spezifischen Art kann nicht mehr gewährleistet werden,
- an einer Stelle, welche im betroffenen Gebiet die einzige Möglichkeit für die terrestrische und aquatische Fauna in der näheren Umgebung darstellt, um einen Verkehrsträger sicher zu überqueren,
- an einer Stelle, wo das Kollisionsrisiko mit Fahrzeugen oder Zügen effektiv oder potentiell hoch ist (z.B. Fahrzeugfrequenzen > 10'000 / Tag oder zweigleisige Bahnstrecken mit Zugsfrequenzen > 15 / Tag, (Righetti et. al 2004)),
- an einem Gewässerabschnitt, der ökomorphologisch renaturiert worden oder natürlich intakt ist oder Renaturierungsmassnahmen geplant sind (z. B. Offenlegen eines Bachs, natürliche Ufergestaltung),
- an einem Gewässerabschnitt, welcher als Ganzes wieder fischgängig werden soll, (Anpassungen für terrestrische Arten sind im Gleichzug anzuschauen),
- an einer Stelle, wo wichtige Laich- und / oder Rückzugsgebiete für die aquatische Fauna erschlossen werden können.

Aus der Sicht des geltenden Rechts gibt es verschiedene Gesetzes- und Verordnungsartikel, mit denen Sanierungsmassnahmen begründet werden können. Folgende gilt es besonders hervorzuheben:

- Art. 3 Abs. 2 Bst a NHG<sup>3</sup>: Schonung von Natur- und Landschaftsschutzanliegen bei Unterhaltsarbeiten
- Art. 18 Abs. 1 NHG: Dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten ist mit gegebenen Massnahmen entgegenzuwirken (siehe auch Art. 15 Abs. 1 NHV)
- Art. 18 a und b NHG: Unterhalt der Biotopen von nationaler, regionaler und lokaler Bedeutung
- Art. 7 Abs. 2 FG<sup>4</sup>: Ergreifen von Massnahmen zur Verbesserung von Lebensbedingungen von Wassertieren
- Art. 1 Abs. c und d GschG<sup>5</sup>: Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt; Erhaltung von Fischgewässern
- Art. 4 Abs. 2 WBG<sup>6</sup>: Bei Eingriffen in das Gewässer muss dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden, dass das Gewässer einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen kann.

Des weiteren kann je nach Standort die Verordnung über den Schutz der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung (Moorlandschaftsverordnung), die Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung (Auenverordnung) oder das Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdschutzgesetz) zum Tragen kommen.

Schliesslich trägt die Schweiz auch auf internationaler Ebene eine Verantwortung zur Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihre natürlichen Lebensräume (Berner Konvention).

Unter diesen rechtlichen Bedingungen ist es demnach meistens zwingend, einen bestehenden Gewässerdurchlass aufzuwerten. Bei Neubauten wird dies aufgrund unserer Erfahrungen bereits mehrheitlich gemacht. Aber auch bei Sanierungen von bestehenden Gewässerdurchlässen kann sich eine faunagerechte Aufwertung als unbedingt notwendig erweisen. Eine spezifische Beurteilung muss von Fall zu Fall abgegeben werden, wobei lokale Gegebenheiten (hydraulischer, morphologischer, bautechnischer und faunaspezifischer Art) einzubeziehen und bei der Wahl der Sanierungsart und des -umfangs zu berücksichtigen sind. Die Wichtigkeit einer Sanierung ergibt sich dabei aus der Funktion des Durchlasses.

---

<sup>3</sup> Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (Natur- und Heimatschutzgesetz)

<sup>4</sup> Bundesgesetz über die Fischerei (Fischereigesetz)

<sup>5</sup> Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz)

<sup>6</sup> Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz)

## 4 Vorgehen

In einem ersten Schritt wurden verschiedene Publikationen gesichtet und Informationen und Erfahrungen im Zusammenhang mit faunaspezifischen und – unspezifischen Durchlässen und Kreuzungsbauwerken im In- und Ausland gesammelt.

Anhand von Besichtigungen von verschiedenen Bauwerkstypen – u. a. in zuvor im Kanton Aargau ausgeschiedenen Schwerpunktgebieten – wurde als Zweites eine eigene faunabezogene Beurteilungsbasis geschaffen. Gleichzeitig entstand eine Kategorisierung der wichtigsten Bauwerkstypen sowie der möglichen Sanierungsarten aus bautechnischer Sicht. Die Abbildung 8 legt dabei eine Auswahl von Möglichkeiten dar.

Zusätzlich wurden verschiedene Fachpersonen aus dem Fauna-Bereich (Amphibien, Reptilien, aquatische Arten, Kleinsäuger, mittelgrosse Wildsäuger) einbezogen, um die Bedürfnisse der betroffenen Fauna an einen Durchlass im Detail und aufgrund des aktuellen diesbezüglichen Kenntnisstands abzuklären. Schliesslich flossen eigene Erfahrungen in die Beurteilung ein. Auf Basis der bereits bestehenden Richtlinien für reine Amphibiendurchlässe und die Ansprüche anderer Tiergruppen wurden jene artenspezifischen Kriterien definiert, welche es bei der faunaspezifischen Sanierung eines Durchlasses zu berücksichtigen gilt.

Diese faunaspezifischen Kriterien wurden in einem weiteren Schritt bautechnischen Rahmenbedingungen gegenübergestellt. Davon liessen sich in der Folge Faktoren ableiten, welche aufzeigen unter welchen Bedingungen, in welcher Form und in welchem Rahmen eine Sanierung möglich ist. Der Weg zwischen Problemstellung und Problemlösung wird an Hand verschiedener Entscheidungsbäume aufgezeigt (die aquatischen Organismen werden dabei etwas allgemeiner behandelt).

Wir sind uns bewusst, dass dieses Hilfsmittel nicht alle möglichen Eventualitäten und Sonderfälle und darauf abgezielte spezifische Lösungen umfassen kann. Es ist uns weiter klar, dass die Auswahl der Themenbereiche, die dazu formulierten Fragen sowie der mit „ja/nein“-Fragen aufgebaute Entscheidungsraaster die Vereinfachung eines häufig langwierigen Planungsprozesses mit zahlreichen Akteuren darstellt. Unser Ziel ist es jedoch, mit Hilfe der Entscheidungsbäume, welche die wichtigsten Themenbereiche enthalten, den AnwenderInnen anhand von entsprechenden entscheidenden Fragen hin zu einer, der konkreten Fragestellung angepassten und umsetzbaren Lösung zu leiten. Wir sind überzeugt, dass dieser Lösungsansatz die PraktikerInnen, welche meist bereits mit vielen eigenen Erfahrungen ausgerüstet sind, dazu animiert, kreativ im Rahmen des Entscheidungsbaums, des Möglichen und des gesunden Menschenverstandes zu handeln.

## B Resultate

### 1 Allgemeines

Im Hinblick auf die zu ergreifende Massnahme können grundsätzlich zwei Varianten unterschieden werden:

- Sanierung von bestehenden nicht faunaspezifischen Gewässerdurchlasstypen: Eine nichtspezifische Faunapassage ist ein Bauwerk, dessen Hauptzweck nicht die Erhaltung der Lebensraumvernetzung der Fauna ist (vgl. Abbildung 5, oben), das jedoch auf dieses Ziel hin angepasst ist (VSS 2004). Eine Sanierung beinhaltet somit die Aufwertung eines auf hydraulische Bedingungen ausgerichteten Durchlasses, damit er für definierte Zielarten durchgängig wird (vgl. Abbildung 5 unten links).
- Neubau von faunaspezifischen Gewässerdurchlasstypen: Eine spezifische Faunapassage ist ein Bauwerk, das der Erhaltung oder Wiederherstellung der Lebensraumvernetzung der Fauna dient (VSS 2004). Die Neu-Errichtung eines Durchlasses ist hier auf die definierten Zielarten und deren Bedürfnisse an das Bauwerk zu fokussieren. Diese ist an die bereits genormte spezifische Wildtierunterführung anzulehnen und mit einem integrierten Gewässer zu erweitern (vgl. Abbildung 5 rechts).

**Ausgangslage:**



Nicht faunaspezifischer Gewässerdurchlass

**Sanierung:**



Faunaspezifische Aufwertung des bestehenden Durchlass

**Neubau:**



Neuerrichtung eines faunaspezifischen Durchlass (aus Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2005)

Abbildung 5: Sanierung eines bestehenden Gewässerdurchlasses und Neubau im Vergleich

Um später Aussagen über die Dimensionen von Sanierungen machen zu können, sollen zuerst die Bedürfnisse der Fauna an reine Durchlässe resp. Wildtierunterführungen thematisiert werden. Davon werden dann neu die Bedürfnisse bei Sanierungen abgeleitet und definiert.

## 2 Reine faunaspezifische Durchlässe und Unterführungen

Reine faunaspezifische Durchlässe zielen darauf ab, nicht nur den Genaustausch zu gewährleisten, sondern auch individuelle, alltägliche sowie saisonale Wanderungen zu ermöglichen. Dazu sind, aus der Sicht der Fauna, meist höhere Ansprüche an ein Bauwerk zu stellen, als dies bei einer Sanierung eines bestehenden Durchlasses der Fall ist. Diesen Bedürfnissen kann in der Regel bei einem Neubau eher gerecht werden. Die einzuleitenden Massnahmen sind meist einfacher und billiger umzusetzen.

### 2.1 Ansprüche von Fischen und Krebsen an reine faunaspezifische Unterführungen

Für Fische bestehen bis zum jetzigen Zeitpunkt weder Regelwerke im Zusammenhang mit einem Neubau eines Strassenbauwerks noch mit dem bei der Eisenbahn. Untersuchungen weisen zwar optimale und minimale Anforderungen aus, doch haben diese Resultate noch in keiner verbindlichen Form (Richtlinie, Anleitung, etc.) Platz gefunden. Die Ansprüche der aquatischen Fauna werden im Kapitel 3.2 „Ansprüche von aquatischen Arten“ behandelt und sind, ob bei einem Neubau oder bei einer Sanierung, im gleichen oder zumindest ähnlichen Rahmen.

### 2.2 Ansprüche von Amphibien an reine faunaspezifische Unterführungen

Für Amphibien bestehen im Gegensatz zu den vorigen Tiergruppen bereits detaillierte Richtlinien, welche in der Praxis bereits eingesetzt werden. Gemäss VSS Norm 640 694 „Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen“ (2004) wird folgendes empfohlen:

- Amphibienpassage: Optimaler Querschnitt: Höhe 0.75 m / Breite 1.0 m / Mindesthöhe Leitsystem: 0.40 m.

Die in Tabelle 2 festgelegten Mindestgrössen von Durchlässen für Amphibien entstammen einer Studie aus Deutschland und sind – als Ergänzung zur VSS Norm 640 694 – auch in der Schweiz massgebend (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen 2000). Sie sind in erster Linie für Neubauten und Trockenröhren anzuwenden.

Tabelle 2: Minimale Abmessungen für reine Amphibien-Durchlässe aus dem Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen - MAmS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen 2000)

Durchlässe	Mindestgrössen			
	Bis 20 m Durchlasslänge	Bis 30 m Durchlasslänge	Bis 40 m Durchlasslänge	Bis 50 m Durchlasslänge
<b>Rahmendurchlässe</b> Lichte Weite / Lichte Höhe	1 m / 0.75 m	1.5 m / 1 m	1.75 m / 1.25 m	2 m / 1.5 m
<b>Rohrdurchlässe</b> Lichte Weite	1 m	1.4 m	1.6 m	2 m
<b>Rechteckhauben</b> Lichte Weite / Lichte Höhe	1.1 m / 0.6 m	1.45 m / 0.8 m	1.8 m / 1 m	2 m / 1.1 m
<b>Halbkreishauben</b> Lichte Weite / Lichte Höhe	1 m / 0.7 m	1.4 m / 0.7 m	1.6 m / 1.1 m	-

### 2.3 Ansprüche von Säugetieren an reine faunaspezifische Unterführungen

Faunaspezifische Bauwerke wie beispielsweise Wildtierunterführungen oder Passagen entlang einer Gewässerquerung sind bereits in der VSS Norm 640 694 „Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen“ (2004) in einer allgemeinen Form aufgeführt. Wir möchten darauf hinweisen, dass bei grösseren Bauwerken mit relativ einfachen Methoden und Aufwand auch für grössere Säugetiere die Ausgangssituation verbessert werden kann. Solche Fälle sind jeweils unter Beizug von Fachleuten spezifisch zu beurteilen.

So gilt für ein Bauwerk, welches auf grössere Wildsäuger wie Reh, Rothirsch oder Wildschwein ausgerichtet werden soll, folgendes (gemäss VSS Norm 640 694 „Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen“ (2004)):

- Passage entlang einer Gewässerquerung: Breite: Wasserlauf 1/3 und Uferzone 2x 1/3; Höhe > 3.5 m.
- Spezifische Wildtierunterführung: Mindestbreite: 15 m, Mindesthöhe: Rothirsch 4 m / Reh und Gämse 3.5 m / Wildschwein 2.5 m.

Für kleinere und mittelgrosse Säugetiere liegen nur vage Angaben gemäss VSS Norm 640 694 „Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen“ (2004) vor:

- Einfach Passage für kleinere und mittelgrosse Tiere: Mindestdurchmesser: 0.60 m / optimaler Durchmesser: 1.0 m.

Kleinere Wildsäugerarten haben je nach Körpergrösse und Verhalten unterschiedliche Ansprüche an Unterführungen oder reine faunaspezifische Durchlässe (Tabelle 3). Fischotter beispielsweise benützen gemäss Studien Trockenröhren mit einem Querschnitt von 90 cm (Griesau 2003). Beim Dachs ist die Benutzung von Röhren mit Querschnitten von 30-60 cm belegt (Iuell et al. 2003). Bei diesen Angaben handelt es sich jedoch um minimale Werte! Am anderen Ende der Skala sind Arten wie das Reh, die Gämse und der Rothirsch anzusiedeln. Die in der VSS Norm angegebenen Werte zu diesen Tierarten sind nach den neusten Untersuchungen und Erfahrungen aus dem Ausland zu niedrig und in Zukunft zu erhöhen (siehe u.a. Georgii et. al. 2006).

Tabelle 3: Minimale Anforderungen an reine Säugetier-Unterführungen (aus VSS 2004, COST 341 2003, Griesau 2003, ergänzt)

	Marderartige <sup>7</sup>	Dachs & Biber	Fuchs & Fischotter	Wildschwein	Reh	Hirsch
Breite / Querschnitt	0.3 m	0.6 m	0.9 m	15 m	15 m	15 m
Höhe	0.3 m	0.6 m	0.9 m	2.5 m	3.5 m	4 m

### 2.4 Bestehende Richtlinien und Handlungsanleitungen in der Praxis

Für den Neubau eines Gewässerdurchlasses bestehen nach unseren Kenntnissen keine Normen und Vorgaben für die Ausführung. Hingegen kommen hydraulische Berechnungen, die auf diversen Theorien basieren, in der Praxis zum Tragen. Hier sollen zwei Theorien beispielhaft erwähnt werden:

- Hydrologische Berechnungen nach „Kölla“ 1997
- Normalabflussberechnungen gemäss „Strickler“

<sup>7</sup> Gilt nicht für heikle Arten wie beispielsweise Baumarder, etc..

Zur Berechnung der anfallenden Wassermenge in einem Durchlass sind folgende Größen entscheidend und spezifisch zu berechnen:

- Fläche des Einzugsgebietes,
- Bodenbeschaffenheit im Einzugsgebiet,
- Niederschlagsmenge (lt/sec/ha) je nach jährigem Auftreten,
- Gefälle der Gewässersohle vor, im und nach dem Durchlass,
- Gerinnequerschnitt vor, im und nach dem Durchlass,
- Rauigkeitsfaktor der Querschnitte.

### 3 Nicht faunaspezifische Durchlässe

Bestehende, nicht faunaspezifische Gewässerdurchlässe machen den grössten Teil der Bauwerke aus und sind dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht auf Ansprüche der Fauna hin gebaut worden sind, sondern genügend gross sein mussten, um die Wassermenge auch in Hochwassersituationen zu schlucken.

Sanierte Gewässerdurchlässe sind zwar aus ökologischer Funktionssicht aufgewertete Engpässe, ermöglichen aber in erster Linie „nur“ den genetischen Fluss. Die Ansprüche beispielsweise bei Amphibien sind dementsprechend tiefer angesetzt, lassen sich aber je nach Bauwerk den Dimensionen für faunaspezifische Durchlässe angleichen. Je mehr Platz und natürliche Elemente gegeben sind, desto eher wird ein Querungsbauwerk durch verschiedene Tierarten benützt (Abbildung 6). Aber bereits mit kleineren Massnahmen wie beispielsweise das Anbringen von Holzbrettern in unterschiedlichen Höhen – wie in Abbildung 7 illustriert – kann mancherorts das Ziel erreicht werden (Ministerio de Ambiente 2006).

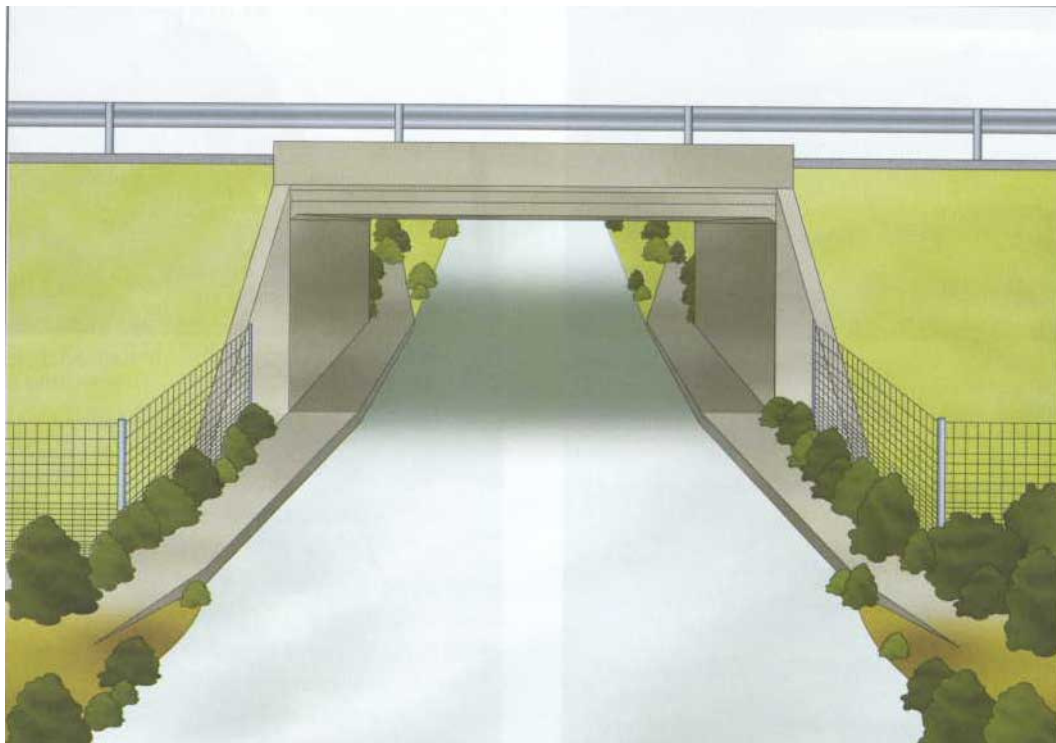


Abbildung 6: Optimaler Durchlass (aus Ministerio de Ambiente 2006)



Abbildung 7: Durchlass mit zweistufigen Holzbrettern aufgewertet (Foto F. Navàs)

### **3.1 Richtlinien und Handlungsanleitungen in der Praxis**

Für eine Sanierung eines bestehenden Durchlasses fehlen bisher genaue Vorgaben betreffend der Massnahmen und der faunaspezifischen Ansprüche. Diese Arbeit soll nun dazu Angaben liefern (siehe Kapitel 4 „Sanierung von bestehenden nicht faunaspezifischen Gewässerdurchlasstypen“).

## 4 Sanierung von bestehenden nicht faunaspezifischen Gewässerdurchlasstypen

Die Sanierung eines Bauwerks beinhaltet auf der einen Seite bauliche Massnahmen innerhalb des Durchlasses (siehe Kapitel 4.1.2. „Sanierungsmöglichkeiten“) und auf der anderen Seite bauliche Massnahmen ausserhalb des Durchlasses (siehe Kapitel 6 „Sanierungsmassnahmen ausserhalb des Durchlasses“). Auch die Gestaltung der Ufer als Leitelement wird im Kapitel 6 thematisiert.

### 4.1 Sanierungsmassnahmen innerhalb des Durchlasses

#### 4.1.1 Bauwerkstypen

Nicht faunaspezifische Gewässerdurchlässe sind bestehende Bauwerke, deren Hauptzweck nicht die Erhaltung der Lebensraumvernetzung der Fauna ist, sondern das Durchlassen von einer genügend grossen Wassermenge, um damit Überschwemmungen und Schäden am Bauwerk vorzubeugen.

In der Praxis haben sich je nach Gewässer, Verkehrsträger und Baugrund insbesondere folgende Typen aus bautechnischer Sicht bewährt (Tabelle 4 und Abbildung 8):

Tabelle 4: Verschiedene Gewässerdurchlasstypen

Typ	Beschreibung	Skizze
Rohrdurchlass (Kreisprofil)	Rohr	1
Bogendurchlass (Halbkreishaube)	Halbkreishaube mit Natursohle	2
Kastendurchlass (Rahmendurchlass)	Rechteck; mit Natursohle oder durchgehender Betonsohle	3
Rahmenbrücke (Rechteckhaube, Brücke)	Rechteck; mit natürlicher oder künstlicher Böschung	4

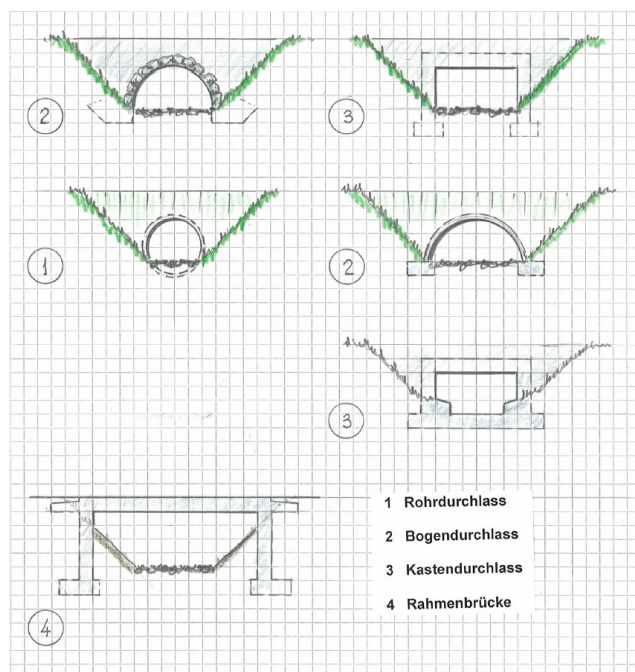


Abbildung 8: Verschiedene Bauwerkstypen (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

#### 4.1.2 Sanierungsmöglichkeiten

Um kleineren Tieren eine Querung entlang des Gewässers und im Wasser zu ermöglichen, können verschiedene nachträgliche Vorkehrungen getroffen werden (Tabelle 5 und Abbildungen 9 und 10).

Tabelle 5 zeigt nur eine kleine Auswahl von Sanierungsmöglichkeiten auf. Bei all diesen Möglichkeiten müssen jedoch gewisse Rahmenbedingungen erfüllt sein, damit eine Installation überhaupt in Frage kommt und die gewünschte Wirkung erzielt werden kann. Dabei ist auch ganz wichtig, dass der betriebliche Unterhalt gewährleistet bleibt. Generell gilt, dass leichtere Konstruktionen (z.B. mit Holz) eher für kürzere und kleinere Bauwerke geeignet sind, schwere Einbauten (z.B. mit Beton) hingegen eher für grössere Gewässerdurchlässe. Solche Faktoren werden im Entscheidungsbaum berücksichtigt (siehe Kapitel 9 „Wahl der Sanierungsmassnahme“).

Tabelle 5: Verschiedene Sanierungsmöglichkeiten

Typ	Beschreibung	Skizze
Betonbankett / Berme	Eine gerade Lauffläche (Berme) aus Beton	9 a
Stufenbankett / Berme	Zwei oder mehrere abgestufte Laufflächen (Bermen) aus Beton oder Holz	9 b
Halbholzpassage	halbierter Baumstamm als Lauffläche	9 c
Blocksteinbankett	Bankett (Berme) aus Blocksteinen	9 d
Bankett mit Holzbrett	Holzbrett, freihängend installiert	9 e
Bestehendes Bankett	Bestehende Böschung, natürlich oder künstlich	9 f
separater Durchlass	Separates Kreis- oder Rahmenprofil	9 g
"baffles"	kleine Querbauwerke im Durchlass zur Reduzierung der Strömungsgeschwindigkeit und Aufrechterhaltung einer genügenden Wassertiefe	10
Blockrampe vor dem Durchlass	Aufgelöste Blockrampe vor dem Durchlass; keine Stufe direkt vor dem Durchlass. Einstau des Durchlasses zur Sicherung einer natürlichen Sohle	10

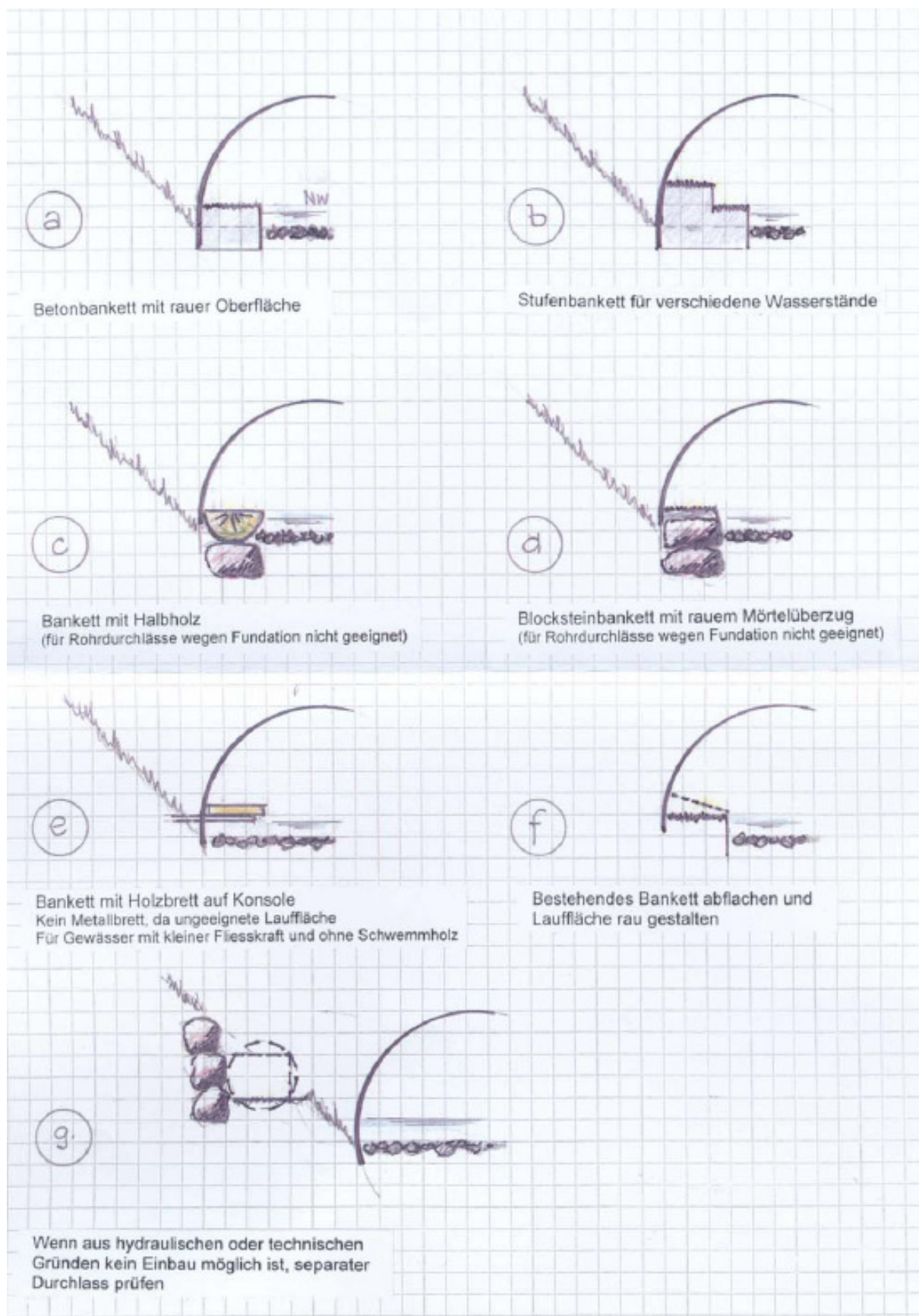


Abbildung 9: Verschiedene Sanierungsmöglichkeiten hauptsächlich für terrestrische Arten (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

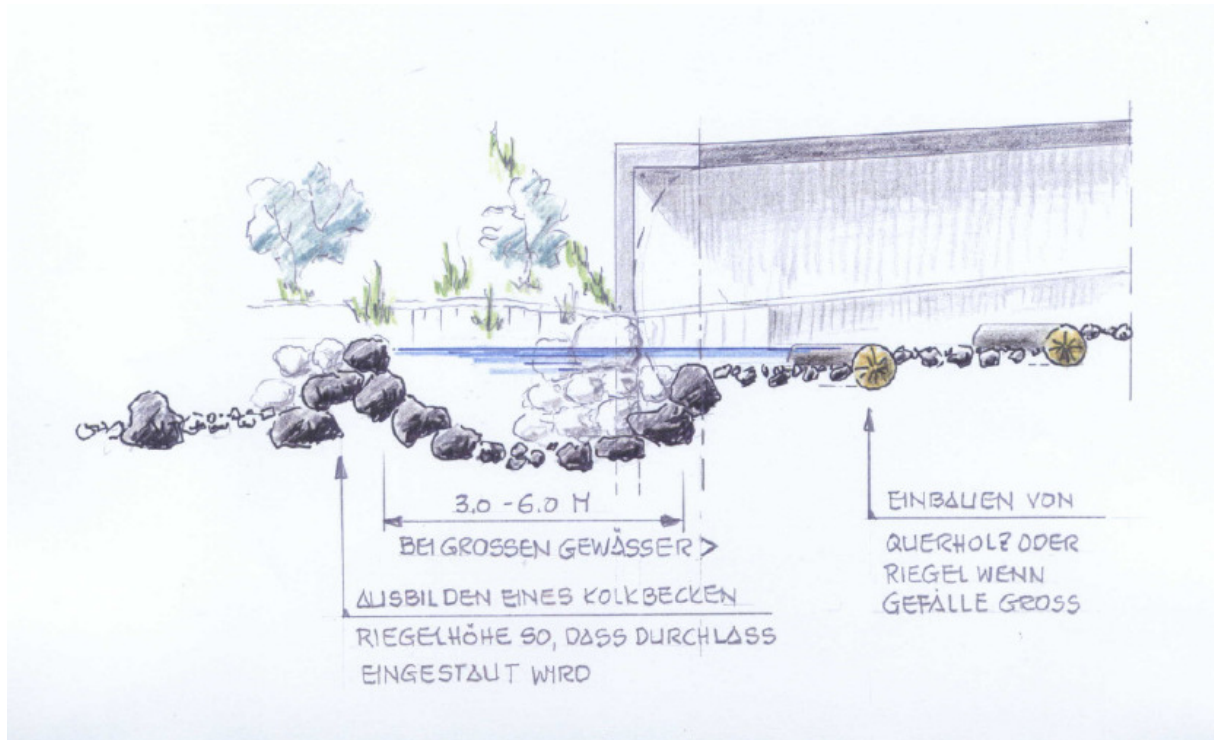


Abbildung 10: Sanierungsmassnahmen für aquatische Organismen inner- und ausserhalb des Durchlasses (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

Konstruktion von „baffles“:

„Baffles“ sind kleine Querbauwerke innerhalb des Durchlasses, die in Niedrigwasserperioden eine minimal notwendige Wassertiefe garantieren und insbesondere bei Hochwasser die Fliessgeschwindigkeit reduzieren (Abbildung 11). Zudem werden die Strömungen variabler und es entstehen Ruhezone für die aquatischen Organismen. In diesen neu entstandenen Becken werden natürliche Substrate abgelagert, was zur Bildung einer natürlicheren Sohle führt.

Solche „baffles“ können unterschiedlich konzipiert werden, wie in Abbildung 12 ersichtlich wird (Larinier 2002, Bates 2003, Snider 2001, Scottish executive consultation 2000). Im Wesentlichen bestimmen Abflussregime und –menge, Gefälle und Durchlasskonstruktion sowie die vorkommenden Gewässerorganismen den geeigneten Konstruktionstypen.

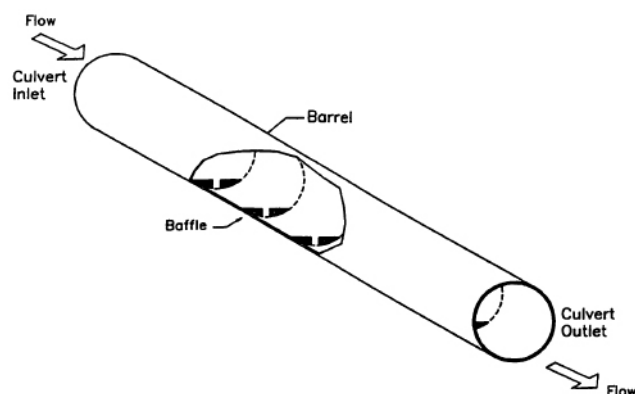


Abbildung 11: „Baffle“ (aus Snider 2001)

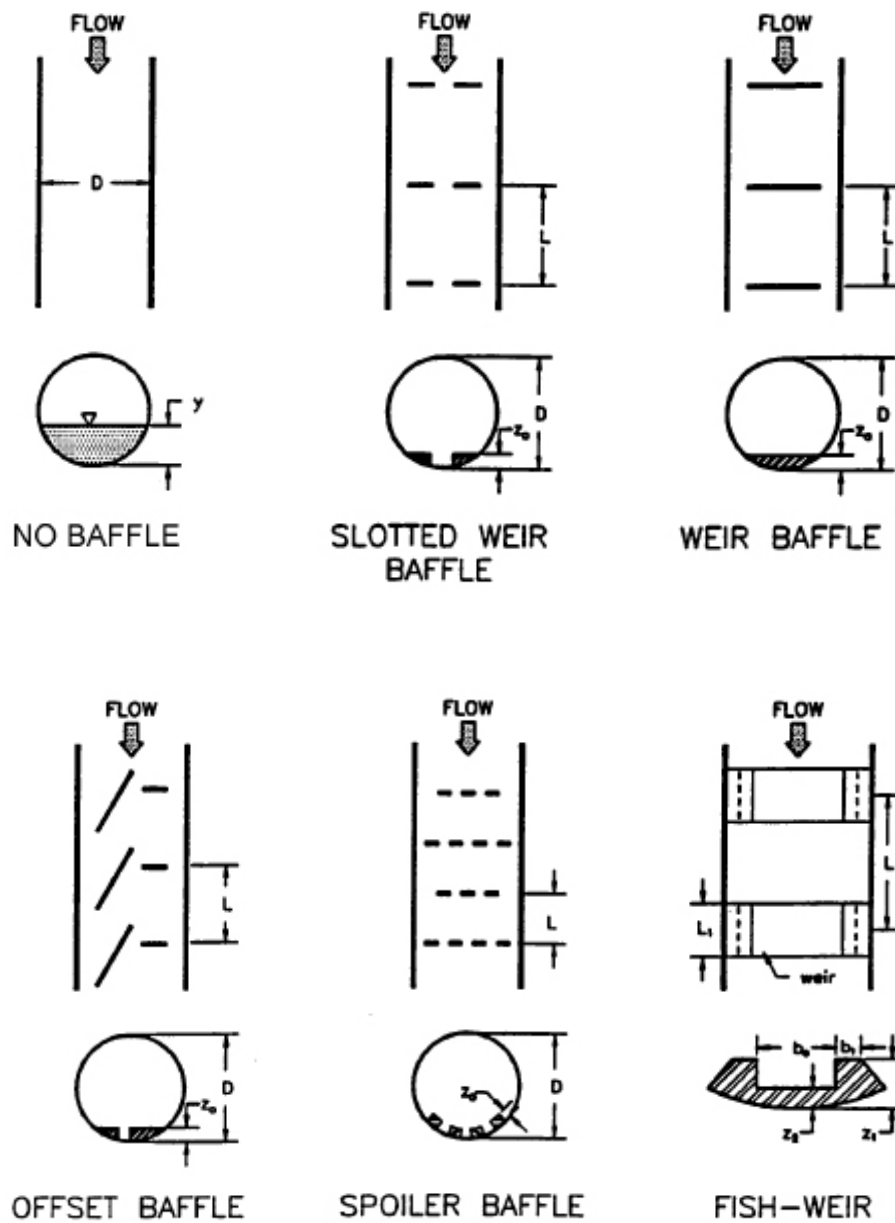


Abbildung 12: Einige Typen von „baffles“ (aus Snider 2001)

## 5 Faunaspezifische Anforderungen an die Sanierung

### 5.1 Ansprüche von aquatischen Arten

Für die aquatischen Arten bestehen Ansprüche hinsichtlich der Mindest-Wassertiefe im Durchlass, der maximalen Absturzhöhe und der Fließgeschwindigkeit sowie der Sohlenbeschaffenheit (Tabelle 6). Die Ansprüche der verschiedenen Arten sind dabei sehr unterschiedlich und müssen je nach Zielsetzung der Massnahmen bei derer Detailplanung berücksichtigt werden. Den Bedürfnissen der Muscheln kann grundsätzlich durch die Einhaltung jener der Fische (Wirt) gerecht werden. Die Ansprüche der relativ empfindlichen Krebsarten sind mit denjenigen der Groppe vergleichbar. Somit kommt man mit einer Aufwertung des Gewässers entsprechend den Lebensraumsansprüchen für die Groppe zahllosen weiteren Arten entgegen.

Bei Durchlasslängen ab 20 m Länge ist allenfalls eine Installation von Lichtschächten zu prüfen. Das einfallende Licht könnte einerseits dazu beiführen, dass auch sensible Fischarten den Gewässerdurchlass nicht als Barriere empfinden und – bei entsprechender Dimensionierung und Strukturangebot – andererseits einzelne Arten die Bereiche unterhalb des Verkehrsträgers als Lebensraum nutzen können.

Auch die Wassertemperatur spielt bei der Passierbarkeit von Hindernissen eine wichtige Rolle. Sie hat einen Einfluss auf die Aktivität und Kraft der Fische und beeinflusst somit die Länge der überwindbaren Strecke gegen die Fließrichtung (z.B. in einem Durchlass). Ob Fische einen Abschnitt passieren können oder nicht hängt auch von der Fließgeschwindigkeit ab. Dazu gibt es für jede Art Schwellenwerte, die der Tabelle 6 zu entnehmen sind.

Im Folgenden sind grundsätzliche Aspekte genannt, welche für die aquatischen Organismen befolgt werden sollten:

- Die Sanierung für terrestrische Arten soll die Durchgängigkeit für Gewässerorganismen nicht oder nur in geringem Ausmass beeinträchtigen (dabei spielt die Wahl der Sanierungsvariante eine Rolle).
- Kombiniert mit einer Sanierung für terrestrische Arten ist auch eine Aufwertung für die aquatische Fauna in Betracht zu ziehen.
- Grundsätzlich ist darauf zu achten, dass keine Stufen direkt beim Ein- bzw. Ausstieg entstehen, sondern ein ebenerdiger Verlauf vorliegt. Niveauunterschiede sind durch Rampen ausserhalb des Durchlass-Bereichs auszugleichen.
- Sollten sich Stufen als notwendig erweisen, so sollten diese nicht als glatte Kanten über die ganze Breite angelegt werden, sondern bevorzugt als aufgelöste Blockstrukturen. Holzquerswellen mit einem Einschnitt auf einer Seite können eine Alternative sein (Abbildung 13).
- Wenn Sprünge und Hindernisse erforderlich sind, so soll unterhalb davon ein Kolk eingerichtet werden (Abbildung 10).
- Der Durchlass soll nach Möglichkeit mit einer Natursohle ausgestattet sein und eine variables Strömungsmuster sowie unterschiedliche Wassertiefen aufweisen.
- Falls keine Natursohle möglich ist (Gefälle, Rohrlage, Querschnitt) können künstliche Einbauten („baffles“<sup>8</sup>) zu variablen Strukturen resp. Strömungsverhältnissen führen.
- Extreme Lichtwechsel können Scheueffekte verursachen. Ein Einbau von Lichtschächten könnte hier geprüft werden. Da diese Thematik heutzutage kontrovers diskutiert wird, kann er daher nicht unbedingt gefordert werden.

---

<sup>8</sup> Definition: kleine Querbauwerke, welche die Strömungsgeschwindigkeit in Durchlässen reduzieren und eine minimale Wassertiefe garantieren (gemäss Definition Ammann 2006)

Tabelle 6: Anforderungen der aquatischen Fauna an das Gewässer im Durchlass (aus LfU 2005 und Ammann 2006, ergänzt)

Art	Flie遝geschwindigkeit (Schwellenwert) (m / s)	Maximale Absturzhöhe (cm)	Wassertiefe (Schwellenwert) (cm)	Minimale Tiefe für 2 m (cm)	Bemerkung
<i>Bachforelle</i> juv	0.2 – 1.5 < 0.3	70 10 – 30	20 - 30 10 - 30	10	sommerkühl, sauerstoffreich
<i>Groppe</i> juv	0.2 - 1.2 0.2 - 0.5	5	< 100 10 - 20		vielfältige Substrate gefährdet
<i>Elritze</i> juv	< 0.5 - 0.75 < 0.5	10	> 5	2 - 3	gute Wasserqualität sandig, kiesiger Grund
<i>Äsche</i> juv	0.2 - 1.1 0.2 - 0.6		> 30 10 - 40	10	saubere, strukturreiche Flüsse, Kies- und Sandgrund
<i>Lachs</i> juv	0.3 - 1 0.5 - 0.6	70	> 20 30	20	weitgehende Durchgängigkeit
<i>Strömer</i> juv	0.05 - 0.5 0.05 - 0.5	10			Kleine Hindernisse können kaum bewältigt werden
<i>Hasel</i> juv	0.2 - 0.5		> 30		kiesige bis sandige Sohle
<i>Barbe</i> juv	< 1.5 < 1.5		> 30	10	strukturreich, sandige bis kiesige Sohle mit tiefen Gumpen
<i>Nase</i> juv	0.6 - 1.5 0.6 - 1.5		> 30 > 30	15 15	strukturiert, sauber, kiesiger bis steiniger Grund

Für die höheren Krebse, welche geschickt Hindernisse umgehen können, ist folgendes zu beachten:

- Zugänglichkeit: die Krebse können nur in den Durchlass gelangen, wenn die Bodenabbindung gegeben ist.
- Rauigkeit der Sohle: bei rauer Sohle im Durchlass (z.B. Kalkablagerungen, Moosbeläge, Rillen u.ä.) können Krebse eine stärkere Strömung überwinden als bei glatten Oberflächen.
- Wassertiefe: geringe Wassertiefen stellen grundsätzlich kein Problem dar.
- Feuchtigkeit: Die Länge der über Land zurückgelegten Strecke ist von der Luftfeuchtigkeit abhängig. Kühle und feuchte Standorte (wie sie in Gewässerdurchlässen meist angetroffen werden) sind für Krebse optimal.
- Abstürze: Abstürze stellen Hindernisse dar, sobald sie zu hoch und glatte, nicht griffige Wände aufweisen oder wenn Flügelmauern ein Umwandern verhindern.

Es gilt weiters zu beachten, dass die Wanderfreudigkeit von Krebsen artspezifisch, saisonal und altersspezifisch unterschiedlich ist sowie von der Populationsdichte abhängt.

### 5.1.1 Praktische Beispiele

Wie das Beispiel am Lötchenbach im Kanton Bern zeigt (vergleiche auch Kapitel 11.2 „Aufnahmemethoden aquatische Organismen“), kann der Aufstieg für Fische mit einfachen Querbalken ermöglicht und somit eine Gewässervernetzung erreicht werden (Abbildung 13).



Abbildung 13: Aufwertungen für Fische am Lötchenbach mit vorgelagerten Aufstiegsrampen und Becken sowie „baffles“ im Durchlass (Foto V. Maurer, HYDRA)

## 5.2 Ansprüche von terrestrischen Arten

Die artspezifische Umgestaltung eines Gewässerdurchlasses soll durch die Wahl der geeignetsten Sanierungsmöglichkeit getroffen werden. In der Folge werden einige generelle Hinweise aufgelistet, damit den faunaspezifischen Ansprüchen gebührend Rechnung getragen wird:

- Der Durchlass ist grundsätzlich beidseitig mit Laufflächen auszustatten, damit ein beidseitiger Zu- und Durchgang gewährleistet werden kann. In Ausnahmefällen und in Absprache mit ortskundigen Fachpersonen ist jedoch auch ein einseitiges Anbringen möglich (z.B. wenn der Zugang nur von einer Seite her möglich ist oder aus hydraulischen Gründen).
- Die Laufflächen sollen „nahtlos“ in die anschliessenden Strukturen übergehen.
- Die Laufflächen sollen im Normalzustand (Niederwasserpegel) über dem Wasserspiegel liegen (Freibord = 10 cm), damit sie möglichst trocken bleiben. Wenn es sich um ein Gewässer mit grossem „Wellengang“ handelt (grössere Steinblöcke etc.), sollte ein Freibord von 20 cm eingehalten werden.
- Breite und Höhe der Lauffläche sind hinsichtlich der Zielarten/Zielartengruppen zu wählen (siehe Tabelle 7).
- Das verwendete Material sollte griffig und nicht zu unterhaltsaufwändig sein (Holz sollte nicht in ständigem Kontakt zum Wasser sein, damit die Oberfläche nicht zu glatt wird oder entsprechend behandelt/aufgeraut werden), Metall ist nicht geeignet (Abbildung 14).
- Der Neigungsgrad der Lauffläche und der Rampe sollte minimal 1% betragen (damit kein stehendes Wasser auftritt) und 20 % Neigung nicht übersteigen.
- Der Durchlass sollte nicht zu dunkel sein. Für gewisse Arten/Artengruppen könnten bei längeren Bauwerken Lichtschächte vorgesehen werden. Da hierzu wissenschaftlich fundierte Kenntnisse zur Wirkung fehlen, betrachten wir dies (vorderhand) jedoch nicht als eine absolut notwendige Massnahme. Eine Öffnung einer, unter mehreren Verkehrsträger hindurch führende Unterquerung (zwischen den Verkehrsträgern) wäre hingegen jeweils zu prüfen. Zudem ist darauf zu achten, dass im Eingangsbereich zwar deckungsbildende Strukturen vorhanden sind (u. a. Bäume, Sträucher, Steinblöcke), diese jedoch nicht den Lichteinfall vollständig unterbinden.
- Es sind Leiteinrichtungen bis an die Laufflächen heran anzubringen, welche die Tiere zielgerichtet führen (Typ, Höhe und Verankerung je nach Tierart). Dabei soll die Böschung möglichst naturnah gestaltet und nicht zu steil sein (maximale Neigung 2:3).
- Falls keine Sanierung möglich ist, sollten je nach Verkehrsträger und Fahrzeugfrequenzen Ein- und Ausstiegshilfen in der Böschung vor und nach dem Bauwerk dazu verhelfen, dass terrestrische Tiere das Hindernis über den ungezäunten Verkehrsträger passieren können. In diesem Fall ist jedoch die Fallwildsituation kritisch zu beobachten und falls die Anzahl Wildtierkollisionen ansteigt, wären Aufwertungsmassnahmen in Form einer Sanierung oder eines Neubaus unumgänglich.

Weitere tierartenspezifische Anforderungen können dem Entscheidungsbaum (vgl. Kapitel 9) bzw. der Tabelle 7 entnommen werden.

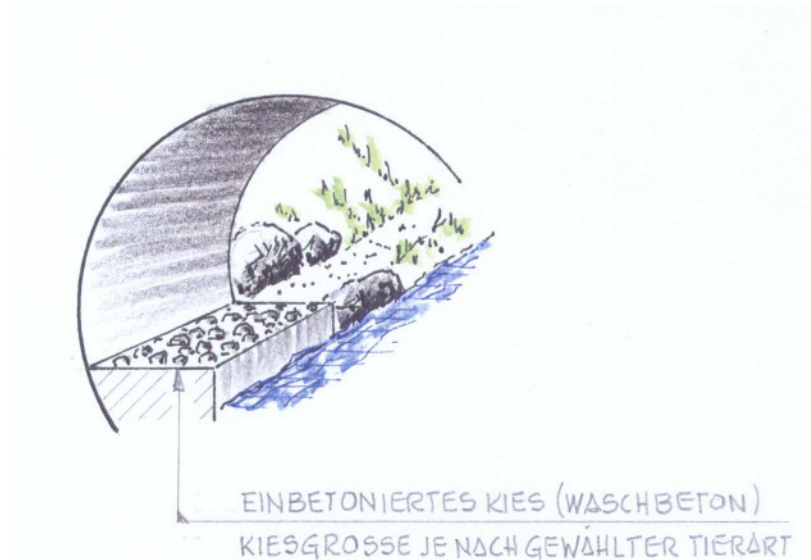


Abbildung 14: Mögliche Ausgestaltung einer Lauffläche innerhalb des Durchlasses (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

Die Tabelle 7 und die Abbildung 16 geben eine Übersicht über die unterschiedlichen minimalen Ansprüche der terrestrischen Fauna an das zu sanierende Bauwerk sowie die zu beachtenden Faktoren. Aufgrund von Literaturangaben, Gesprächen mit ExpertInnen und eigenen Erfahrungen wurden die betroffenen Tiergruppen aufgrund ähnlicher Ansprüche, Lebensweise und Grössen in fünf verschiedene Kategorien eingeteilt:

- Amphibien (A)
- Reptilien (R)
- Mäuseartige und Marderartige (M)
- Fischotter und Iltis (O)
- Biber<sup>9</sup>, Fuchs und Dachs (F)

Die Angaben in der Tabelle 7 nehmen diese Einteilung als Grundlage und beziehen sich auf Bauwerke mit einem Querschnitt von 1 m und maximal 20 m Länge. Bezüglich der Mindestbreite der Lauffläche kristallisieren sich drei Kategorien (0.2 m, 0.4 m und 0.6 m), für die Lichte Höhe zwischen Lauffläche und Decke zwei Kategorien heraus (0.4 m und 0.6 m). Es sei hier darauf hingewiesen, dass es sich um minimale Grössenangaben handelt. Bei den Laufflächenmassen ist zudem die effektiv für die Tiere nutzbare Fläche gemeint, welche bei einem Kastendurchlass der Bankettbreite entspricht, bei Rohr- und Bogendurchlass hingegen muss die Bankettbreite aufgrund der Wölbung je nachdem erweitert werden, bis die Höhenansprüche erfüllt werden. Dabei gilt, dass mindestens für die Hälfte der Lauffläche die minimale Höhe gegeben sein muss.

Was die Gestaltung der Lauffläche betrifft, ist darauf zu achten, dass eine möglichst raue Oberfläche entsteht. Geeignetes Material sind Kies und Stein, welches zu Waschbeton weiterverarbeitet wird. Dabei ist die Kies- resp. Steingrösse je nach Tierart nicht zu gross zu wählen (z.B. dürfen bei Amphibien keine höheren Absätze als 10 cm entstehen).

Gebrochenes Material ist aufgrund der scharfen Kanten eher ungeeignet. Die Lauffläche selber ist nicht gezwungenermassen zu bepflanzen. Hingegen helfen Sträucher und Deckungsmöglichkeiten ein- und ausgangs Bauwerk, dass dieses rascher von den Zielarten

<sup>9</sup> Der Biber nimmt eine Lauffläche an, sobald das Gewässer ein unüberwindbares Hindernis aufweist (Schwellen, Absätze, etc.). Schwellenhöhen ab 20 cm sind für ihn je nach Unterwassertiefe bereits unpassierbar.

angenommen und benützt wird (siehe auch Kapitel 6 „Sanierungsmassnahmen ausserhalb des Durchlasses“).

Tabelle 7: Anforderungen der terrestrischen Fauna an das 20 m lange zu sanierende Bauwerk resp. an die Einrichtung (Lauffläche)

Tierart Anforderungen	Fischotter, Iltis (O)	Reptilien (R)	Marderartige, Mäuseartige (M)	Amphibien (A)	Biber, Fuchs, Dachs (F)
Mindestbreite pro Lauffläche (B <sub>L</sub> )	0.2 m	0.4 m	0.4 m	0.4 m	0.6 m
Platzbedarf für beidseitige Laufflächen	0.4 m	0.8 m	0.8 m	0.8 m	1.2 m
Material Lauffläche	Steinpackungen, Erdmaterial	Beton, Kies, Steine	Beton, Kies, Steine	Beton, Kies, Steine, keine grossen Steinblöcke < 10 cm	Beton, Kies, Steine
Mindesthöhe von Lauffläche bis Decke (H <sub>F</sub> )	0.6 m	0.4 m	0.4 m	0.6 m	0.6 m

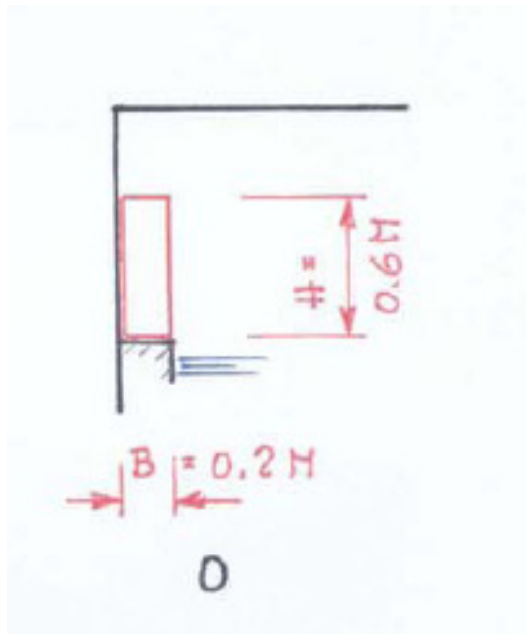


Abbildung 15: Die verwendeten Abkürzungen im Raumprofil (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

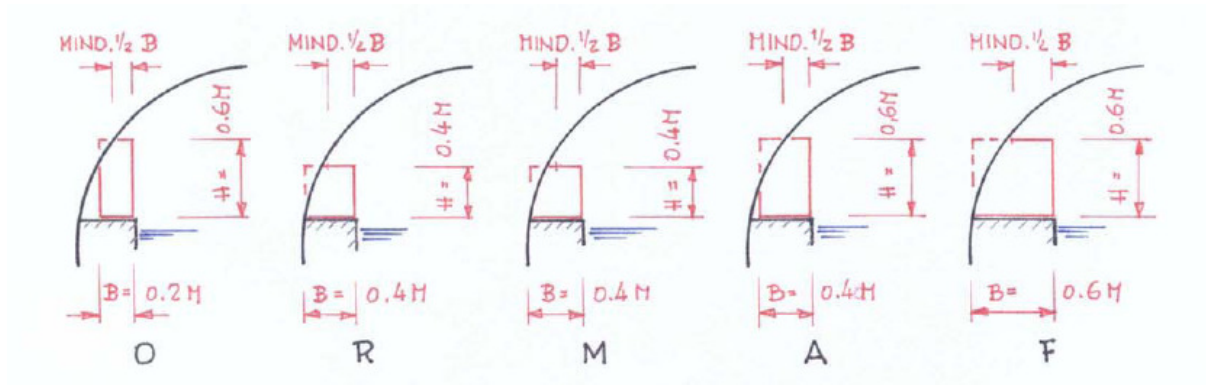


Abbildung 16: Raumprofile für jede Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Mäuse- und Marderartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F) (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

### 5.2.1 Praktische Beispiele

An verschiedenen Orten wurden bereits Bauwerke saniert und mit Laufflächen und natürlichen Elementen (Naturboden, einzelne Steine, eingangs mit Vegetation) aufgewertet. So geschehen in Langenthal und bei Wangen an der Aare (Abbildung 17). Beide Gewässerdurchlässe sind für terrestrische Arten nun durchgängig, hingegen stellt die starke und lineare Strömung im Beispiel bei Wangen an der Aare (Bild rechts) für Fische und andere Wassertiere ein Problem wenn nicht eine Barriere dar.



Abbildung 17: Mögliche Ausgestaltung einer Durchlasssanierung für terrestrische Arten – für aquatische Organismen ist der Durchlass rechts nach wie vor ungeeignet (starke Strömung, unnatürliche Sohle). links: Bahn 2000 in Langenthal; rechts: A1 bei Wangen an der Aare. (Fotos S. Zumbach, karch)

## 6 Sanierungsmassnahmen ausserhalb des Durchlasses

### 6.1 Aquatische Arten

Für die aquatischen Arten (Fische, Krebse und Kleintiere) sind Abstürze direkt unterhalb des Durchlasses, eventuell auch kombiniert mit Flügelmauern, als schwerwiegende Durchgängigkeitsstörungen einzustufen. Diese Hindernisse können durch den Bau einer aufgelösten Blockrampe mit einem grösseren Becken direkt vor dem Durchlass saniert werden (Abbildung 18).

Krebse müssen allfällige steilere Stufen über- oder umwandern können. Deshalb müssen Ufer- und Flügelmauern von Durchlässen oder Schwellen mit flachen Vorbauten versehen werden.

Diese Sanierungen sind auch bei Durchlässen mit einem Querschnitt unter 1 m möglich, sofern dies die hydraulischen Gegebenheiten zulassen.



Abbildung 18: Durchlass mit Blockrampe unterhalb des Gutenbrünnenbachs im Gürbetal (Foto Th. Vuille). Der Gewässerdurchlass weist dank der Rampe eine durchgehende Natursohle auf, wobei die oberste Blockreihe etwas zu nahe am Durchlass befestigt wurde

## 6.2 Terrestrische Arten

Die Umgebung eingangs und ausgangs Bauwerk ist je nach Situation sehr unterschiedlich betreffend:

- Gewässerverlauf,
- Uferbestockung,
- Böschung,
- Gefälle.

Diese Parameter müssen bei der Planung der Sanierungsmassnahme zwingend miteinbezogen werden. Nur so kann ein „nahtloser“ Übergang zwischen dem künstlichen Bauwerk und der natürlichen Umgebung gewährleistet werden.

Die Gestaltungsmöglichkeiten betreffen auch Bereiche ausserhalb des Bauwerks (Abbildung 19). Die Qualität der Gestaltung ist für die Gesamtwirksamkeit des Gewässerdurchlasses von grosser Bedeutung und beinhaltet auch die gezielte Leitung der Tiere zur sicheren Querungsmöglichkeit des Verkehrsträgers hin (Tabelle 8). Als effektives Leitelement kommen u. a. Zäune zum Einsatz, bei denen wiederum – für gewisse Arten – die Gefahr einer unerwünschten Barrierewirkung besteht. Die Wahl eines optimalen Leitelements muss deshalb von Fall zu Fall abgewogen werden (Abbildungen 20 -22). Die Wartung der Leiteinrichtungen ist regelmässig und ausserhalb der Wanderzeiten zu gewährleisten.

Auch die Ausgestaltung der Böschung und des Uferbereichs mit Strukturen, die als Ein- und Ausstiegshilfe sowie als Deckung genutzt werden können, sind massgeblich daran beteiligt, ob und wie gut das sanierte Bauwerk angenommen wird. Es ist im Weiteren darauf zu achten, dass die als Leitelement funktionierende Umgebungsstruktur an die Lauffläche angebunden ist und Deckung bietet, den Eingang jedoch nicht versperren darf. Auch Durchlässe mit einem Absturz, welcher zwar für den grössten Teil der aquatischen Arten eine Barriere bedeutet – der aber ähnlich einem Bergbach aufgewertet werden könnte – kann zumindest aus der Sicht terrestrischer Arten saniert werden – beispielsweise mit einer entsprechenden Rampe (vgl. Skizze III in der Abbildung 19).

Tabelle 8: Tierarten und Anforderungen an die Umgebung des Durchlasses

Tierart Anforderung	Amphibien	Reptilien	Marderartige, Mäuseartige	Biber	Fischotter, Illtis	Fuchs, Dachs
Leitelement	Amphibien- zaun: L- Profil; übersteig- sicher; mit Umkehr- schlaufe am Ende des Zauns	Zaun: L- Profil; übersteig- sicher	Ufervegetation, Büsche	trichterförmige Leitzäunung: Verankerung im Boden	trichterförmige Leitzäunung: Verankerung im Boden (0.3 m); < 0.08 m Maschenweite; mind. 1.5 m lange Zäunung	Ufervegetation, Büsche, u.U. Wildschutz- zäune (z.B. Knotengitter)
Höhe	0.5 m			1 m	2 m	1.6 m

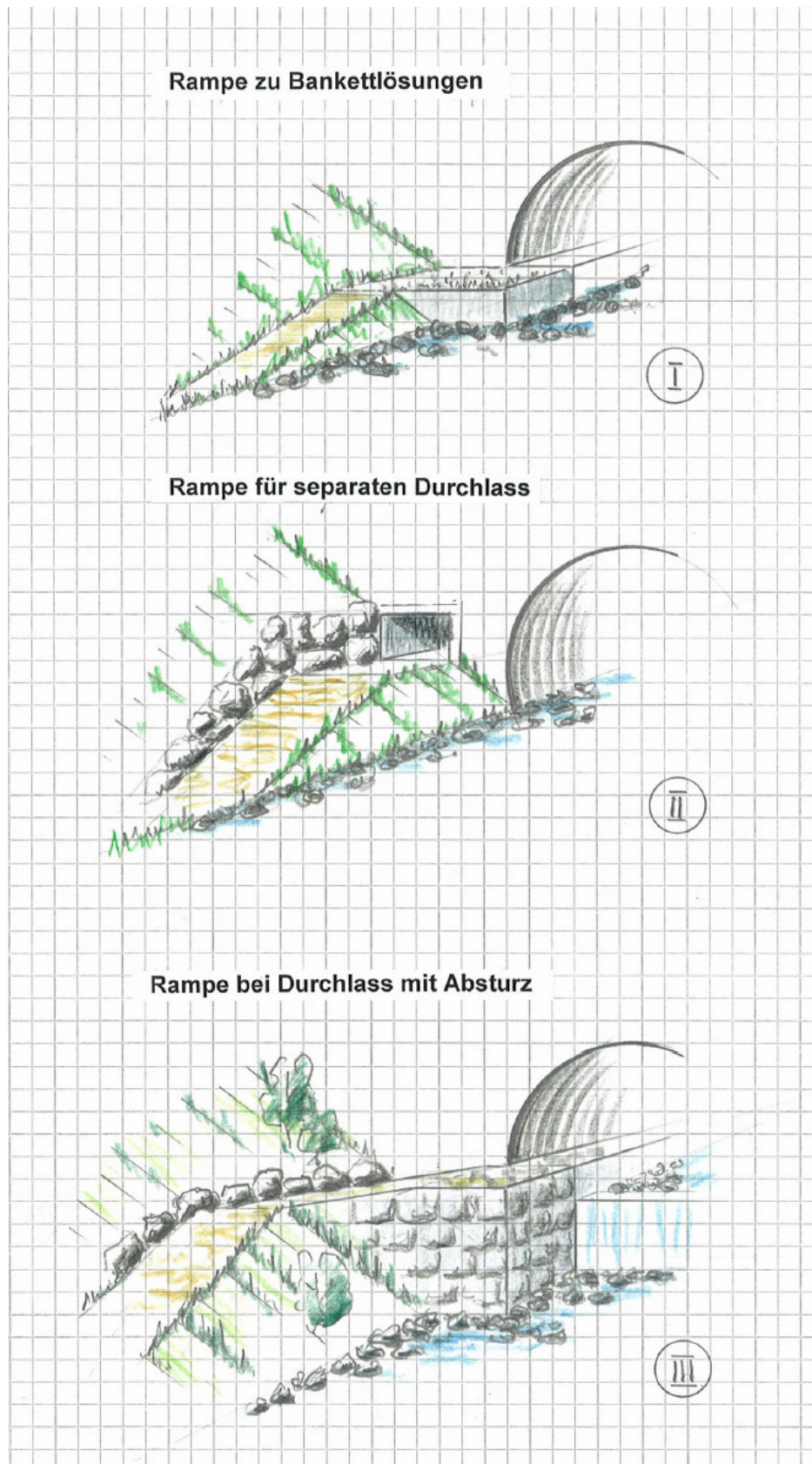


Abbildung 19: Umgebungsgestaltungen (Skizze III: Der Durchlass müsste für aquatische Organismen zusätzlich saniert werden, da der Absturz eine massive Durchgängigkeitsstörung für Fische und Krebse darstellt. Dies könnte beispielsweise mit Hilfe einer Blockrampe ausserhalb des Durchlasses erfolgen) (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

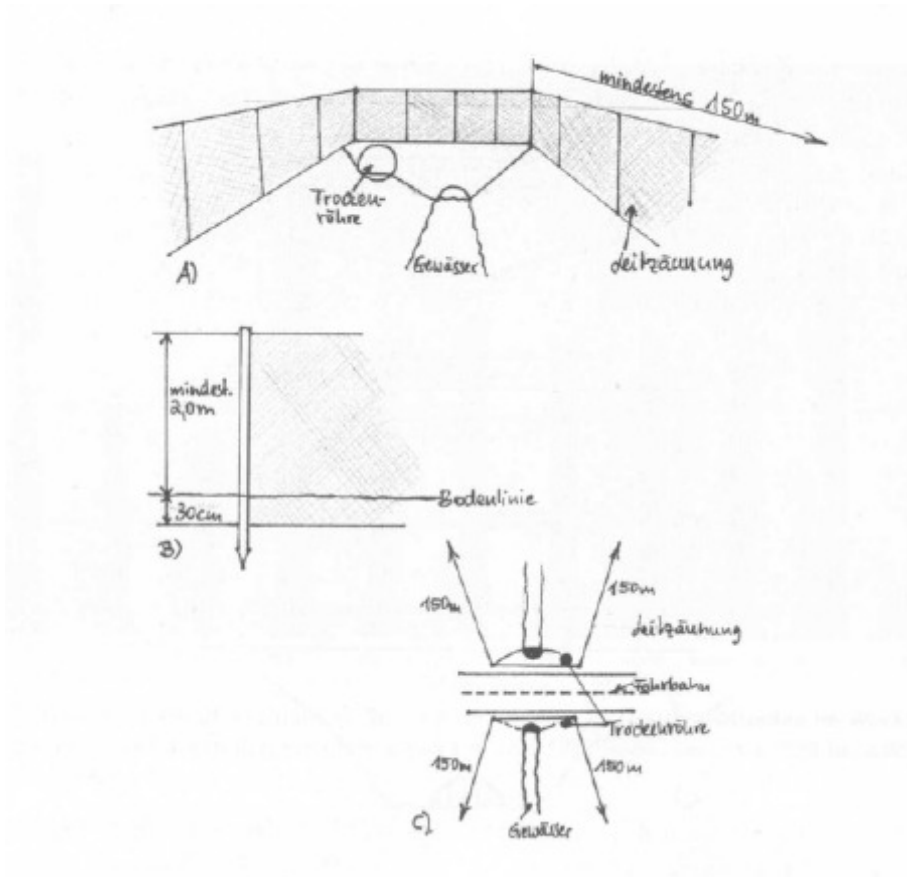


Abbildung 20: Leitzäunung für den Fischotter (aus A. Griesau 2003)



Abbildung 21: Amphibienschutzgitter (aus Bossard + Staerke AG)

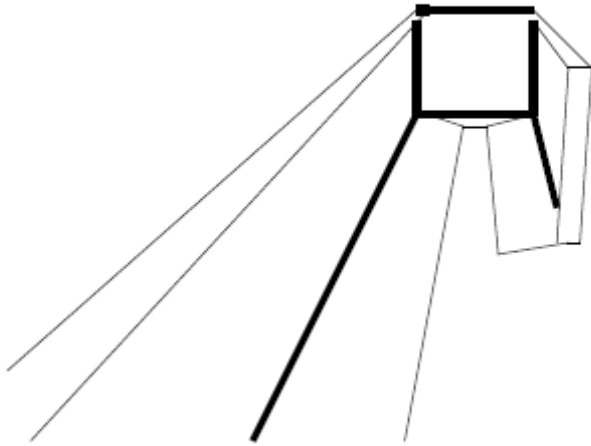


Abbildung 22: Umkehrschleufe für Amphibien (aus Bossard + Staerke AG)

## 7 Bautechnische Einflussfaktoren für die Sanierung

Für eine Realisierung der Sanierungsmassnahmen sind grundsätzlich die folgenden Überlegungen und Rahmenbedingungen zu berücksichtigen:

Aus bautechnischen Gründen sind in der Regel Sanierungen mit zwei Laufflächen erst ab einer Durchlassbreite von 1.50 m durchführbar. Ausnahmen sind Massnahmen für die Gruppe Fischotter und Iltis, welche mit Laufflächen von 20 cm auskommen. In solchen Fällen ist ein Einbau bereits ab einem Querschnitt von 1 m als realistisch zu bezeichnen. Wir erachten im Weiteren Abweichungen von dieser Regel unter Umständen auch bei kurzen Durchlässen (< 8.00 m) und gleichzeitig hoher ökologischer Priorität als möglich. Diese Situationen stellen jedoch eher Einzelfälle dar und sind entsprechend eingehender mit Einbezug einer Fachperson zu prüfen.

An dieser Stelle gilt es weiter zu unterstreichen, dass bei jedem Sanierungsvorhaben von Anfang an zwingend bekannt sein bzw. geklärt werden muss:

- Wo die Koten des Nieder- und Hochwassers liegen,
- Wie ihre Schwankungen in durchschnittlichen Jahren - besonders in Bezug auf die Benützung der Zielarten verlaufen,
- Wo die Einzugsgebiete der Gewässer liegen und welche Besonderheiten bekannt sind – auch Phänomene wie spezielle Gewitterherde sind zu berücksichtigen,
- Ob und wieviel Geschiebe und/oder Schwemmholz das Gewässer führt,
- Ob die Wasserhaltung während den Bauarbeiten und wenn ja, wie gewährleistet werden kann,
- Ob der Gewässerdurchlass nach seiner Sanierung seine wasserbezogene Funktion weiterhin erfüllen kann und ob bestehende Normen und Vorgaben eingehalten werden.

Schliesslich gilt es noch darauf hinzuweisen, dass die „ökologische Anbindung“ des Bauwerks auch aus bautechnischer Sicht ein Schwerpunktsthema bei der Planung darstellt. Bei Durchlässen mit grossem Sohlgefälle oder Abstürzen etwa, könnte eine Sanierung des Bauwerks hinfällig werden, da dieses nicht mit seiner Umgebung „verbunden“ werden kann. In Situationen mit viel Geschiebe oder Schwemmholz andererseits könnte es sich als sinnvoll erweisen, dieses mittels geeigneten Massnahmen (Rechen oder Rückhaltebereich) vom Durchlass fernzuhalten und damit überhaupt seine Sanierung realisierbar zu machen. In solchen Fällen sind unserer Ansicht nach finanzielle Synergien zwischen Hochwasserschutz und Ökologie möglich.

Zusammenfassend sind folgende Punkte für eine Sanierung entscheidend bzw. bei dessen Evaluierung und Planung zwingend zu berücksichtigen:

- Die Kote des Niederwasserspiegels im Durchlass ist zu ermitteln, um davon abgeleitet die Koten der Laufflächen zu bestimmen.
- Die Kote des Hochwassers ist in Erfahrung zu bringen. Auf dieser Basis ist zu prüfen, ob nach der geplanten Sanierung der Querschnitt des Durchlasses seine primäre Funktion als Wasserdurchlass noch erfüllt.
- Es ist abzuklären, ob das Gewässer Geschiebe oder Schwemmholz führt. Fällt solches häufig an, sind Lösungen mit Konsolen oder Laufbretter nicht geeignet, ausser eine Einrichtung (bsp. Rechen) hält dieses auf und wird regelmässig gesäubert.
- Wenn Geschiebe und/oder Schwemmholz anfallen, muss bei einer Sanierung die Räumung des Durchlasses gewährleistet werden, damit der er funktionstüchtig bleibt.
- Die Bauart des Durchlasses bzw. das zu wählende Vorgehen des Durchlasses ist frühzeitig zu prüfen, damit die Sanierung bautechnisch richtig geplant werden kann.
- Bei der Planung der Sanierungen ist zwingend die Hydraulik des Gewässers zu berücksichtigen.

- Mit dem Planen der Sanierungsart sind auch Einleitrampen oder Bauwerke einzuschliessen, damit die Tiere den Weg auf die Laufflächen im Durchlass finden.
- Mit dem Fischereiaufseher bzw. der zuständigen Fischereibehörde ist zu prüfen, ob die Sanierung die Durchgängigkeit für aquatische Organismen beeinträchtigt und ob bauliche Massnahmen in der Gewässersohle notwendig werden.

## 8 Kosten-/Nutzenverhältnis

An dieser Stelle sei darauf verwiesen, dass trotz des im Kapitel 7 eingeführten Minimal-Durchmessers, bei dem eine faunagerechte Sanierung überhaupt in Frage kommt, zahlreiche Objekte diese Vorgabe erfüllen. Aufgrund der langjährigen Erfahrung eines am Projekt beteiligten Ingenieurs haben rund 40% aller Gewässerdurchlässe bei Kantonsstrassen und Autobahnen im Kanton Bern Durchmesser von 1.5 m und mehr. Entsprechend gross ist der ökologische Nutzen einer möglichst flächendeckenden Sanierung der Gewässerdurchlässe zu bezeichnen. Andererseits ist es von zentraler Bedeutung genauere Angaben zum Kosten-/Nutzenverhältnis zu besitzen.

Als Hilfe zur Abschätzung der Machbarkeit und Bestimmung der Kosten sind im Folgenden drei fiktive Beispiele aufgeführt. In diesen werden verschiedene Bauwerkstypen, verschiedene Querschnitte sowie verschiedene Sanierungsmassnahmen dargestellt und eine Kosten-/Nutzenrechnung durchgeführt.

Die grobe Kostenschätzung beinhaltet:

- Die Kosten zur „Erstellung“, welche die Posten Installation, Wasserhaltung, Bauarbeiten und Diverses umfassen.
- Die Kosten für den nachfolgenden „Unterhalt“, der die Arbeiten im Rahmen der Räumung und Gewährleistung der Funktionstüchtigkeit sowie der Vegetationspflege berücksichtigt (Durchschnittswert pro Jahr).

Beispiel 1:

Rohrdurchlass mit einem Durchmesser von 1.5 m, einer Länge von 20 m wird mit einem einseitigen Einbau eines Holzbrettes (Breite 0.6 m) saniert.

Posten	Ansatz	Betrag (Fr.)
<i>Erstellung</i>		
Installation und Wasserhaltung		9'000
Bauarbeiten		6'200
Honorare für Fachpersonen, Besprechungen, div.		7'800
<b>Total Erstellungskosten</b>		<b>23'000</b>
<i>Unterhalt</i>		
Räumung, Kontrolle	2 Tage / Jahr	2'500
Pflege Vegetation	1 Tag / Jahr	500
<b>Total Unterhalt</b>		<b>3'000</b>

Ein einseitiger Einbau eines Holzbrettes mit einer Breite von 0.6 m erlaubt es der ganzen Faunapalette bis zu einer Grösse von Fuchs, Dachs und Biber den Durchlass zu queren (siehe Abbildung 16). Doch hat ein Holzbrett den Nachteil, dass sich Geschiebe darin verfangen und den Durchlass verstopfen kann. Da es sich nur um eine einseitige Installation handelt, ist der Zugang für terrestrische Tiere auch nur von einer Seite her möglich. Diese Einschränkung hat dann einen Einfluss auf die Wirkung des Durchlasses, wenn es aufgrund der vorliegenden Umgebung wichtig wäre, dass das Bauwerk von beiden Seiten zugänglich wäre.

## Beispiel 2:

Bogendurchlass mit einem Querschnitt von 1.5 m, einer Länge von 20 m wird mit einem einseitigen Einbau eines Betonbankettes (Breite 0.6 m) saniert.

Posten	Ansatz	Betrag (Fr.)
<i>Erstellung</i>		
Installation und Wasserhaltung		10'000
Bauarbeiten		12'500
Honorare für Fachpersonen, Besprechungen, div.		8'500
<b>Total Erstellungskosten</b>		<b>31'000</b>
<i>Unterhalt</i>		
Räumung, Kontrolle	2 Tage / Jahr	2'500
Pflege Vegetation	1 Tag / Jahr	500
<b>Total Unterhalt</b>		<b>3'000</b>

Eine Laufflächenbreite von 0.6 m entspricht dem Bedürfnis von allen in diesem Bericht behandelten Faunakategorien. Beton ist zudem massiv und verrankert, so dass sich diese Installierung auch bei Gewässern mit Geschiebe eignet. Der einseitige Einbau der Lauffläche hat zur Folge, dass der Gewässerdurchlass nur auf einer Seite her durchgängig ist.

## Beispiel 3:

Kastendurchlass mit einer Breite von 3 m und einer Höhe von 3 m und einer Länge von 20 m wird mit einem beidseitigem Betonbankett mit einer Breite von 0.6 m pro Stufe erweitert.

Posten	Ansatz	Betrag (Fr.)
<i>Erstellung</i>		
Installation und Wasserhaltung		14'500
Bauarbeiten		28'500
Honorare für Fachpersonen, Besprechungen, div.		11'000
<b>Total Erstellungskosten</b>		<b>54'000</b>
<i>Unterhalt</i>		
Räumung, Kontrolle	4 Tage / Jahr	5'000
Pflege Vegetation	2 Tag / Jahr	1'000
<b>Total Unterhalt</b>		<b>5'000</b>

Ein beidseitig angebrachtes Betonbankett mit einer Breite von 0.6 m gewährleistet allen terrestrischen Faunakategorien bis zu einer Grösse von einem Fuchs eine Durchgängigkeit entlang des Gewässers. Zudem kann dies als optimale Lösung bezeichnet werden, weil das Bauwerk auf beiden Seiten zugänglich ist.

## 9 Wahl der Sanierungsmassnahme

Um die Wahl der konkret zu ergreifenden Sanierungsmassnahme möglichst zielgerichtet durchführen zu können, schlagen wir ein zweistufiges Vorgehen vor. In beiden Stufen kommen sogenannte Entscheidungsbäume zum Einsatz. Dieses strukturierte Vorgehen ist als Hilfestellung zu verstehen, um bei den meist komplexen bautechnischen, hydraulischen und faunaspezifischen Rahmenbedingungen möglichst systematisch die effizienteste Lösung zu finden. Im Weiteren soll auch aufgezeigt werden, in welchen Fällen keine Sanierung des bestehenden Bauwerkes sinnvoll erscheint und zur Verbesserung der Vernetzungsfunktion des Gewässers vielmehr die Variante „Neubau“ zu wählen ist. In diesen Fällen sind in erster Linie die Vorgaben der VSS Norm 640 694 „Fauna und Verkehr - Schutzmassnahmen“ (2004) anzuwenden bzw. die artspezifischen Angaben der Fachliteratur sowie die Kapitel 2.1. „Ansprüche von Fischen und Krebsen an reine faunaspezifische Unterführungen“, 2.2. „Ansprüche von Amphibien an reine faunaspezifische Unterführungen“ und 2.3. „Ansprüche von Säugetieren an reine faunaspezifische Unterführungen“ zu konsultieren.

In Hinblick auf den Einstieg in die Wahl des Durchlasstyps sei an dieser Stelle folgendes hervorgehoben:

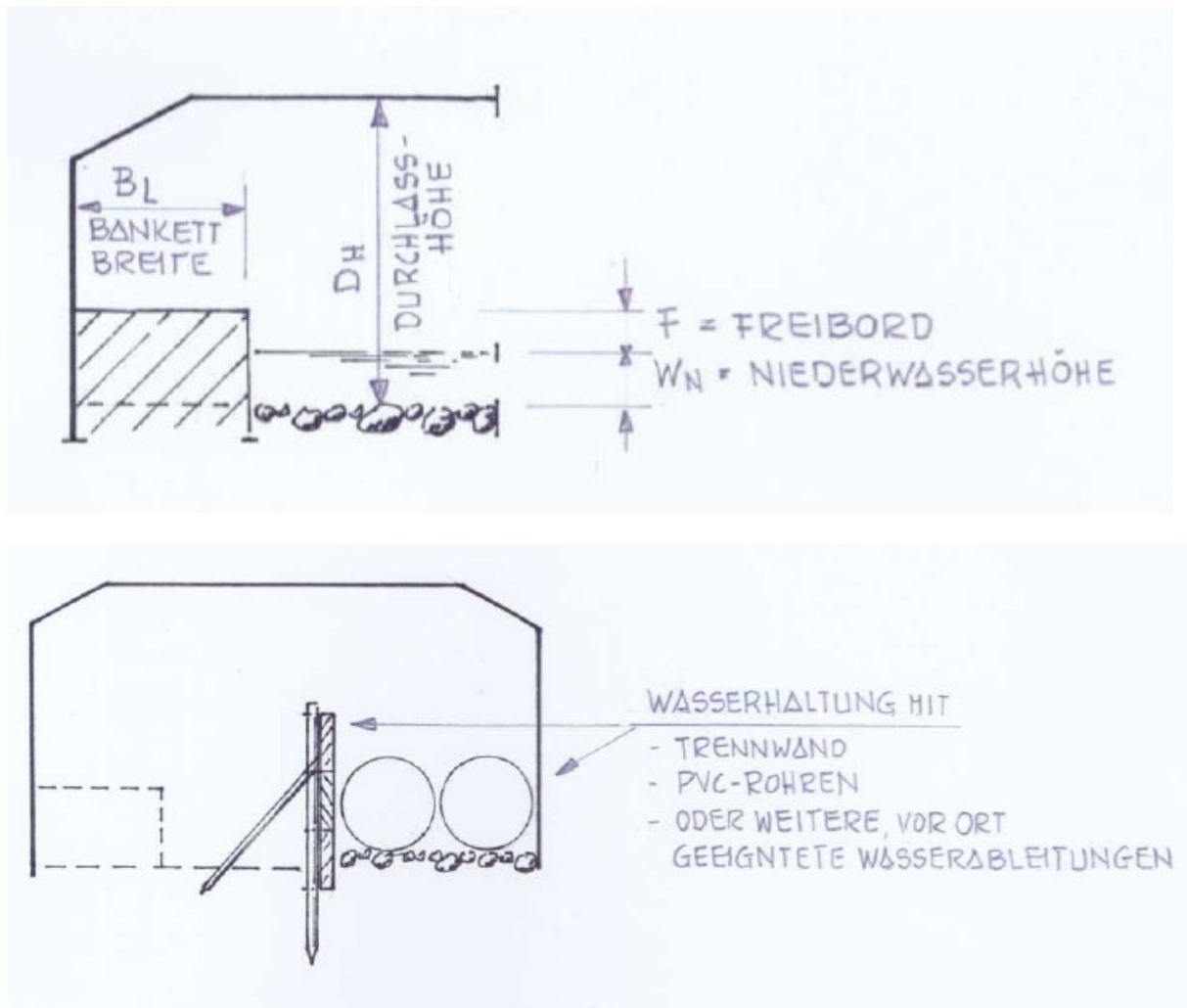
- Zum Vor-Entscheidungsbaum (Abbildung 25): Dieser soll anhand von neun einführenden bautechnischen, gewässerökologischen, biologischen, mit der Hydraulik sowie mit der Pflege in Zusammenhang stehenden Fragen zur Wahl der einzelnen Sanierungsmassnahme (pro Bauwerkstyp) führen. Zur Beantwortung der Fragen drei und vier braucht es in jedem Fall Berechnungen für den Ausgangszustand, nur damit lässt sich der zur Verfügung stehende Freiraum über dem Niederwasserpegel bestimmen und die Menge des Geschiebes abschätzen. Situationen bei denen das Gewässer viel Geschiebe mit sich führt und sich dieses sogar regelmässig auf der zu installierenden Lauffläche ablagern könnte, sind hinsichtlich einer möglichen Sanierung als suboptimal zu bezeichnen. In solchen Fällen kommt eine Sanierung nur in Frage, wenn die diesbezüglichen baulichen Eingriffe nicht eine Verstopfung des Durchlasses begünstigen, der Durchlass nach Hochwasserereignissen mit vertretbarem Aufwand geräumt werden kann oder der Einbau eines Rechens zur Entlastung beiträgt. Die im Vor-Entscheidungsbaum verwendeten Farben symbolisieren jeweils den betroffenen Themenbereich (Bautechnik, Fauna, Hydraulik und Pflege). Die Abbildungen 23 und 24 dienen als Anschauungshilfe für die im Vor-Entscheidungsbaum vorkommenden Begriffe.
- Zu den Bauwerkstyp-Entscheidungsbaum: Das weitere Vorgehen wird pro Bauwerkstyp behandelt und kann einzeln in den Kapiteln 9.2.1. bis 9.2.4. nachgeschlagen werden. Diese gehen – beschränkt auf den einzelnen Bauwerkstyp – detailliert auf die Dimension des Durchlasses, den Ansprüchen der einzelnen Tierartengruppen bzw. der zu wählenden Gestaltung der Massnahmen ein.

Die zu wählende Sanierungsmassnahme soll nicht nur eine Aufwertung für Säugetiere, Amphibien und andere terrestrische Arten sein, sondern wenn möglich auch eine Verbesserung für aquatische Organismen darstellen oder zumindest keine Verschlechterung. Falls eine Sanierungsmassnahme doch zu einer Verschlechterung des Zustands gegenüber Wassertieren führen sollte und keine entgegenwirkenden Massnahmen ergriffen werden können, muss von einer Sanierung abgesehen resp. ein Neubau in Betracht gezogen werden.

Die Wirkung der Sanierungsmassnahme ist von deren Funktionstüchtigkeit und diese wiederum vom Unterhalt abhängig. Regelmässige Wartungsarbeiten sind deshalb unabdingbar und einzuplanen.

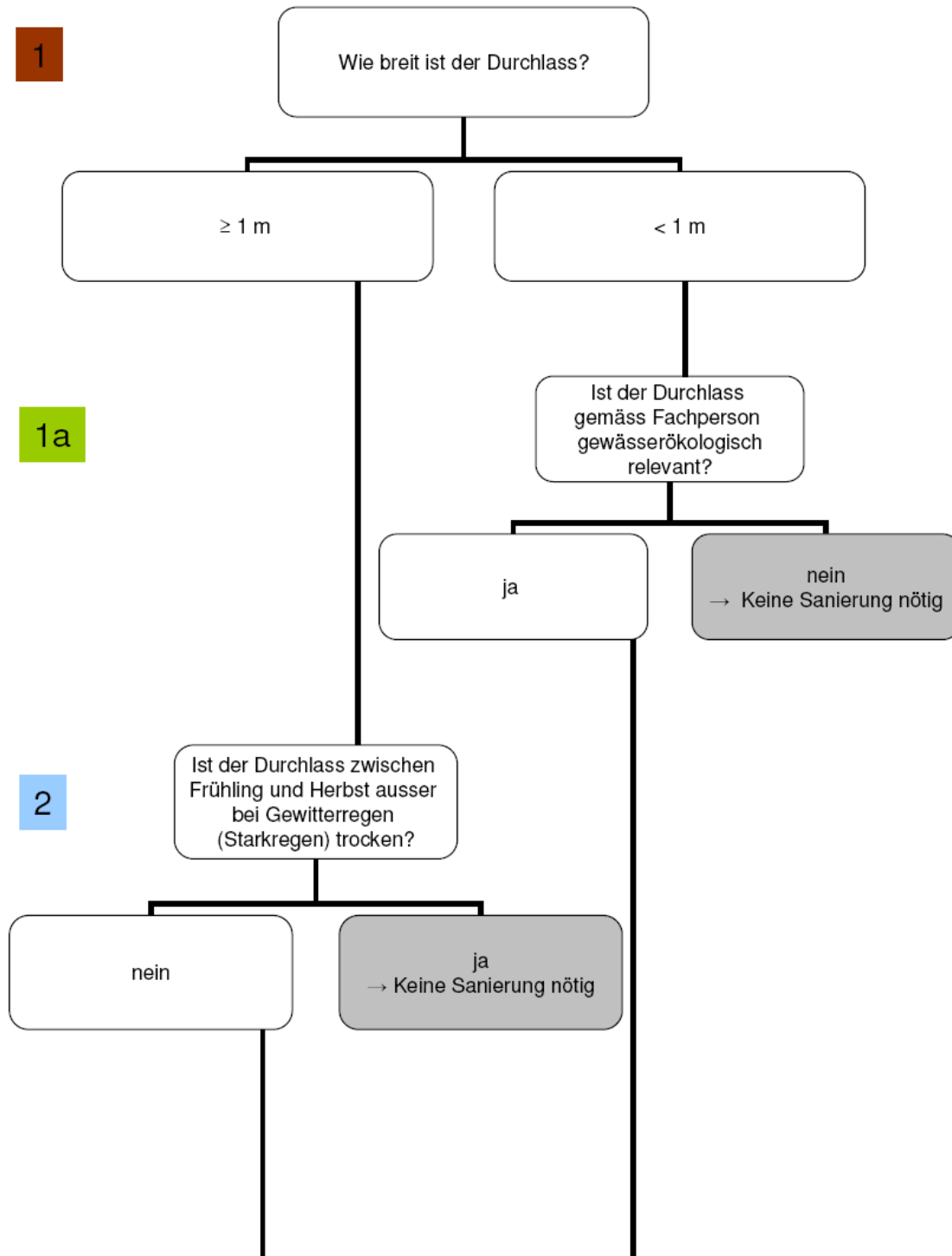
Im Sinne des Erfahrungsgewinnes gerade im Bereich Kosten-/Nutzenverhältnis ist eine Erfolgskontrolle sehr zu begrüssen und möglichst in die Planung einzubeziehen. Sinnvoll ist

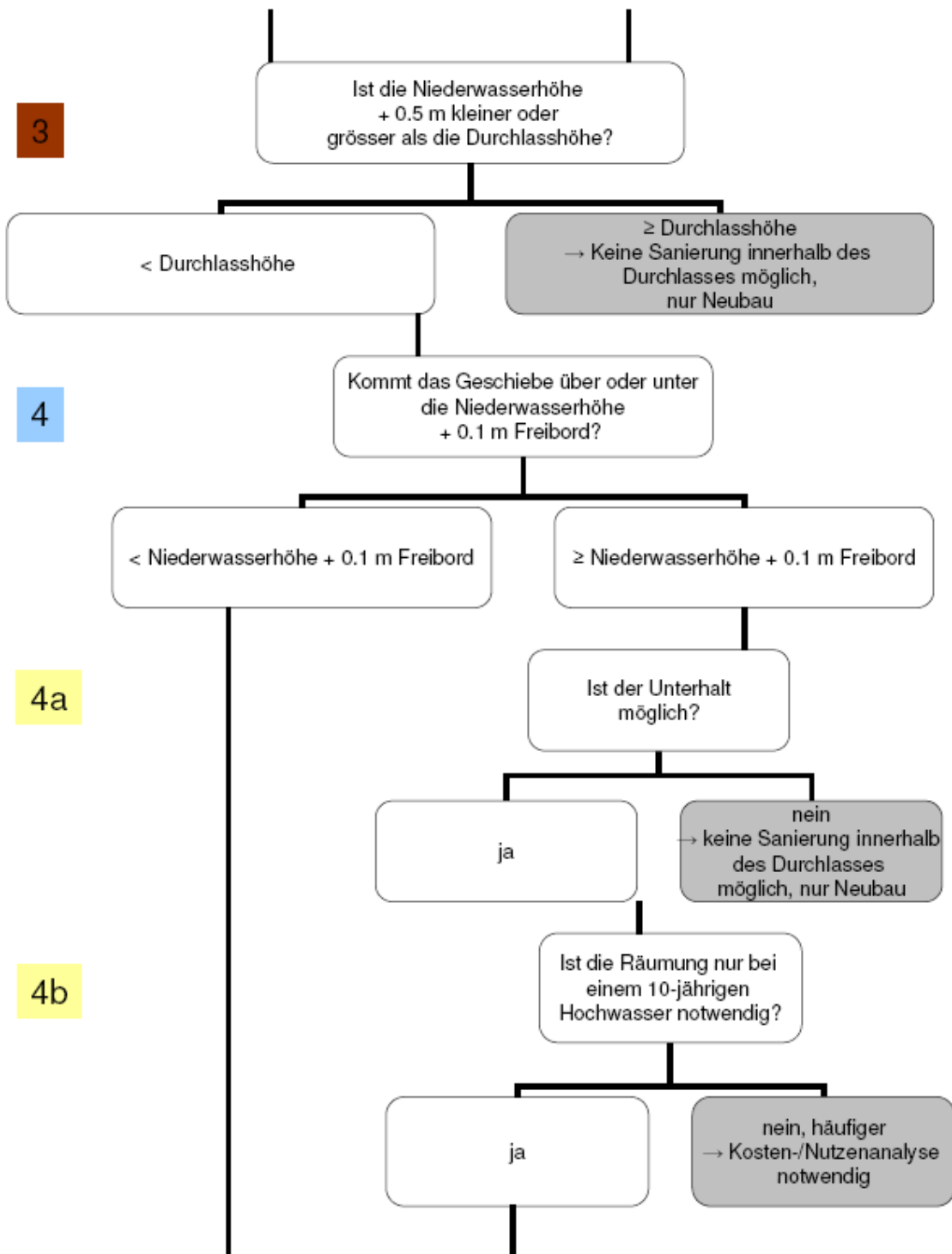
eine spezifische Vorgehensweise, die von Fall zu Fall einzeln in Form eines Konzeptes ausgearbeitet werden kann (vgl. dazu Kapitel 11 „Wirkungskontrollen“).

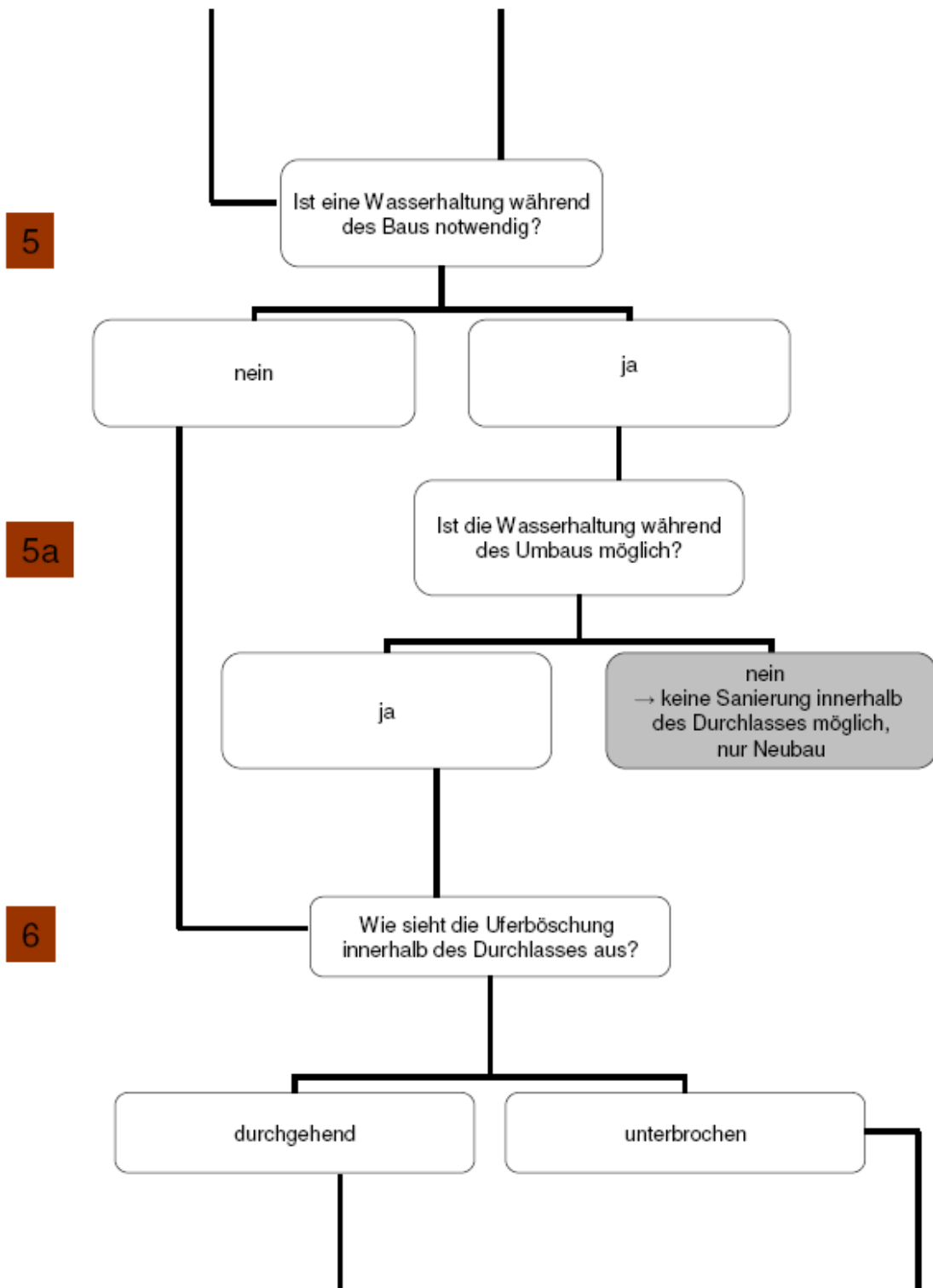


Abbildungen 23 (oben) und 24 (unten): Skizzen zu den Begriffen (Skizze P. Drollinger, Kissling+Zbinden AG)

## 9.1 Vor-Entscheidungsbaum







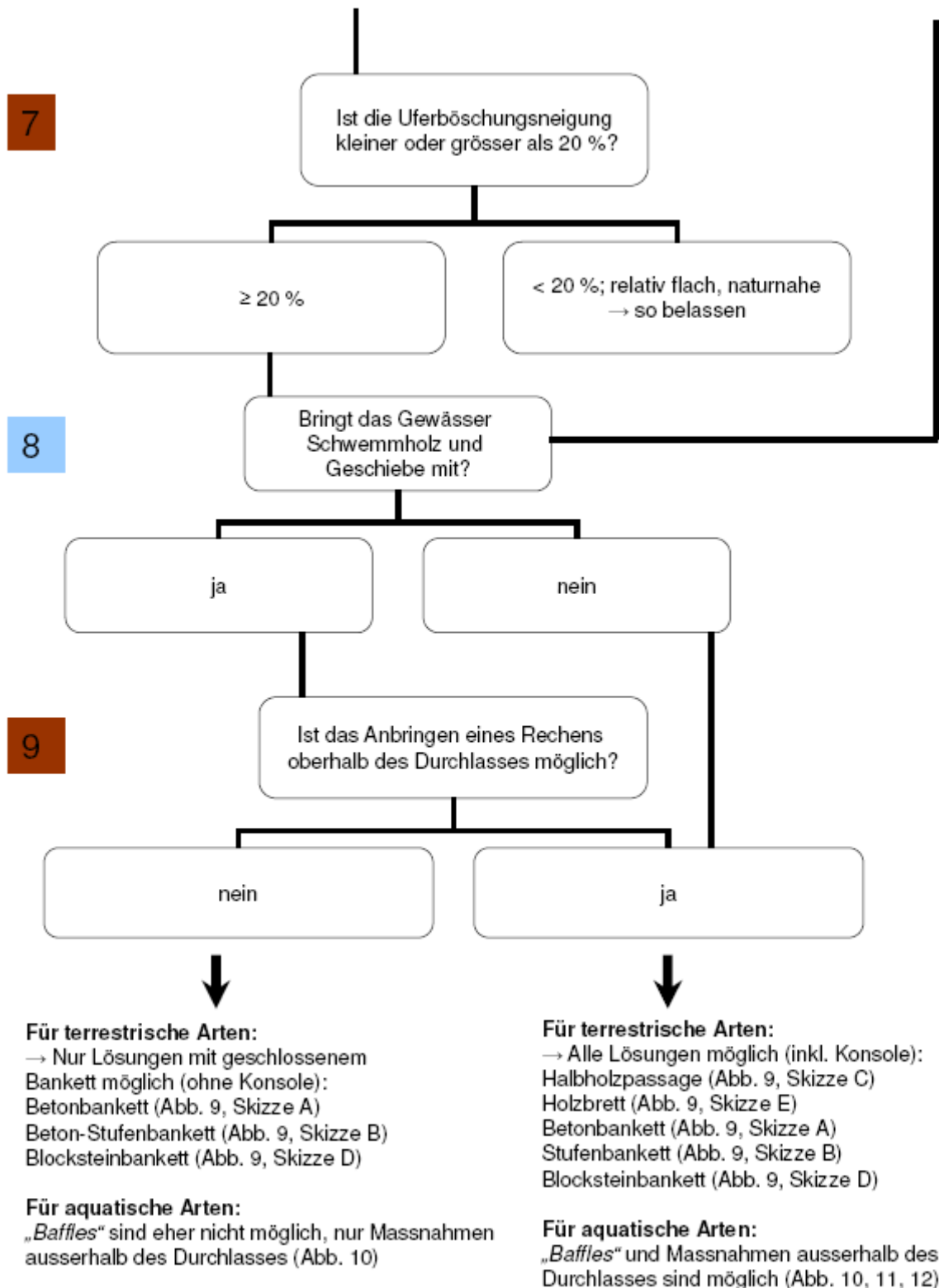


Abbildung 25: Schematische Darstellung des Vor-Entscheidungsbaums für Bauwerke (braun = Bautechnik; grün = Fauna; blau = Hydraulik; gelb = Pflege)

## 9.2 Haupt-Entscheidungsbäume

Der Vor-Entscheidungsbaum führt die Anwenderin / den Anwender zu den Haupt-Entscheidungsbaum. Für jeden Bauwerkstypen liegt ein spezifischer Haupt-Entscheidungsbaum vor.

Für einen Rohrdurchlass (vgl. Abbildung 8, Skizze 1):	Kapitel 9.2.1, Seiten 51 - 52
Für einen Bogendurchlass (vgl. Abbildung 8, Skizze 2):	Kapitel 9.2.2, Seiten 53 - 54
Für einen Kastendurchlass (vgl. Abbildung 8, Skizze 3):	Kapitel 9.2.3, Seiten 55 - 56
Für eine Rahmenbrücke (vgl. Abbildung 8, Skizze 4):	Kapitel 9.2.4, Seiten 57 - 58

Der Entscheidungsbaum führt jeweils durch 12 Fragen bautechnischer (braun), hydraulischer (blau), biologischer (grün) und pflegerischer Art (gelb).

Die Definitionen zu einzelnen in den Entscheidungsbaum verwendeten Abkürzungen werden in der Tabelle 9 kurz erläutert. Die aquatischen Organismen sind nicht als „Faunakategorie“ aufgeführt, da diesbezügliche Fragen in den Entscheidungsbaum spezifisch angegangen werden.

Tabelle 9: Definitionen

Querschnitt =	Breite des Bauwerks auf der Höhe der installierten Lauffläche
Durchlasshöhe ( $D_H$ ) =	Höhe des Bauwerks
Durchlasslänge = Lauffläche =	Länge des Durchlasses für Tiere effektiv nutzbare Fläche (mehr als 50 % der Lauffläche muss die Angaben der Mindesthöhe ( $H_F$ ) erfüllen)
Bankettbreite ( $B_L$ ) =	Mindestbreite der Lauffläche; beim Kastendurchlass und bei der Rahmenbrücke ist die Bankettbreite = Lauffläche; beim Rohr- und Bogendurchlass ist die Bankettbreite > Lauffläche
Mindesthöhe ( $H_F$ ) =	Distanz zwischen der Lauffläche und der Decke; beim Rohr- und Bogendurchlass muss 50% der Lauffläche der $H_F$ entsprechen.
Niederwasser ( $W_N$ ) =	Höhe des Gewässers im Normalzustand
Freibord (F) =	Distanz zwischen der Lauffläche und dem Niederwasser ( $W_N$ ); 0.1 m bei stillem und 0.2 m bei rauem Wasser.
Faunakategorien =	Amphibien (A) Reptilien (R) Mäuse- und Marderartige (M) Fischotter und Iltis (O) Biber, Fuchs und Dachs (F)
Gewässerökologisch relevant =	Beurteilung durch gewässerökologische / fischereiliche Fachperson: Artenspektrum ober- und unterhalb des Gewässerdurchlasses (gefährdete Arten), Eignung und Grösse des Gewässerlebensraums oberhalb des Durchlasses (z.B. Laichgebiet, Jungfischlebensräume, Rückzugsgebiete)
* Achtung	Es werden jeweils alle Sanierungsmöglichkeiten aufgeführt. Bei Schwemmh Holz und Geschiebe kommen jedoch nur geschlossene Bankette in Frage!

## 9.2.1 Haupt-Entscheidungsbaum: Rohrdurchlass

Nr. Frage	Masse	Sanierungsmöglichkeiten*
1 Wie gross ist die Breite des Bauwerks (Rohrdurchlass)?	< 1 m	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich (nur Neubau), aber allenfalls für aquatische Organismen; <b>weiter zu 8</b>
	1 - 2 m	<b>weiter zu 2</b>
	2 - 3 m	<b>weiter zu 3</b>
	> 3 m	<b>weiter zu 4</b>
2 Querschnitt 1 - 2 m	1-1.3 m	Betonbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie 0, beidseitig; 0.4 m für Faunenkatgorien A, R, M, einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.35-1.65 m	Betonbankett, Stufenbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie 0, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.7-1.95 m	Betonbankett, Stufenbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
3 Querschnitt 2 - 3 m		Betonbankett, Stufenbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie 0, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
4 Querschnitt > 3 m		Betonbankett, Stufenbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
5 Wie lang ist das Bauwerk (Durchlasslänge)?	0-20 m	Mindesthöhe von 0.4 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 0.6 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	21-30 m	Mindesthöhe von 0.8 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 1 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>

	31-40 m	Mindesthöhe von 1 m für Faunenkategorien R und M; Mindesthöhe von 1.2 m für Faunenkategorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	41-50 m	Mindesthöhe von 1.4 m für Faunenkategorien R und M; Mindesthöhe von 1.6 m für Faunenkategorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
6 Ist Niederwasserhöhe $W_N$ + Freibord $F$ + Mindesthöhe $H_F$ kleiner oder grösser als die Durchlasshöhe $D_H$ ?	$\leq D_H$	<b>weiter zu 7</b>
	$> D_H$	keine Sanierung möglich, nur Neubau
7 Sind Rampen und Leitelemente, anknüpfend an die Lauffläche resp. an den Durchlass vorgesehen?	ja	<b>weiter zu 8</b>
	nein	Anbringen einer Rampe $< 20\%$ Steigung mit griffigem Material, naturnahe Leitelemente (Steine, Vegetation); <b>weiter zu 8</b>
8 Ist das Gewässer gemäss Beurteilung einer Fachperson gewässerökologisch relevant?	ja	<b>weiter zu 9</b>
	nein	keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 12</b>
9 Ist der Durchlass für Gewässerorganismen durchgängig?	ja	keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
	nein	Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
10 Beeinflusst die Sanierungsmassnahme für terrestrische Arten die Durchgängigkeit für aquatische Organismen?	ja	<b>weiter zu 11</b>
	nein	Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
11 Können die fischereibiologischen Bedingungen bei der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten eingehalten werden?	ja	Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
	nein	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich, nur Neubau
12 Ist der Unterhalt des Durchlasses gewährleistet?	ja	<b>und los geht's</b>
	nein	Managementplan aufstellen; <b>und los geht's</b>

## 9.2.2 Haupt-Entscheidungsbaum: Bogendurchlass

Nr. Frage	Masse	Sanierungsmöglichkeiten*
1 Wie gross ist die Breite des Bauwerks (Bogendurchlass)?	< 1 m	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich (nur Neubau), aber allenfalls für aquatische Organismen; <b>weiter zu 8</b>
	1 - 2 m	<b>weiter zu 2</b>
	2 - 3 m	<b>weiter zu 3</b>
	> 3 m	<b>weiter zu 4</b>
2 Querschnitt 1 - 2 m	1-1.3 m	Betonbankett, Halbholzbankett, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie 0, beidseitig, 0.4 m für Faunenkatgorie A, R und M, einseitig, <b>weiter zu 5</b>
	1.35-1.65 m	Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.7-1.95 m	Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
3 Querschnitt 2 - 3 m		Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
4 Querschnitt > 3 m		Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Lauffläche von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Lauffläche von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Lauffläche von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
5 Wie lang ist das Bauwerk (Durchlasslänge)?	0-20 m	Mindesthöhe von 0.4 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 0.6 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>

	21-30 m	Mindesthöhe von 0.4 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 0.6 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	31-40 m	Mindesthöhe von 0.8 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 1 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	41-50 m	Mindesthöhe von 1.2 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 1.4 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
<b>6</b> Ist Niederwasserhöhe $W_{N+}$ Freibord $F$ + Mindesthöhe $H_F$ kleiner oder grösser als die Durchlasshöhe $D_H$ ?	$\leq D_H$	<b>weiter zu 7</b>
	$> D_H$	keine Sanierung möglich, nur Neubau
<b>7</b> Sind Rampen und Leitelemente, anknüpfend an die Lauffläche resp. an den Durchlass vorgesehen?	ja	<b>weiter zu 8</b>
	nein	Anbringen einer Rampe $< 20\%$ Steigung mit griffigem Material, naturnahe Leitelemente (Steine, Vegetation); <b>weiter zu 8</b>
<b>8</b> Ist das Gewässer gemäss Beurteilung einer Fachperson gewässerökologisch relevant?	ja	<b>weiter zu 9</b>
	nein	keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 12</b>
<b>9</b> Ist der Durchlass für Gewässerorganismen durchgängig?	ja	keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
	nein	Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
<b>10</b> Beeinflusst die Sanierungsmassnahme für terrestrische Arten die Durchgängigkeit für aquatische Organismen?	ja	<b>weiter zu 11</b>
	nein	Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
<b>11</b> Können die fischereibiologischen Bedingungen bei der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten eingehalten werden?	ja	Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
	nein	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich, nur Neubau
<b>12</b> Ist der Unterhalt des Durchlasses gewährleistet?	ja	<b>und los geht's</b>
	nein	Managementplan aufstellen; <b>und los geht's</b>

## 9.2.3 Haupt-Entscheidungsbaum: Kastendurchlass

Nr. Frage	Masse	Sanierungsmöglichkeiten*
1 Wie gross ist die Breite des Bauwerks (Kastendurchlass)?	< 1 m	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich (nur Neubau), aber allenfalls für aquatische Organismen; <b>weiter zu 8</b>
	1 - 2 m	<b>weiter zu 2</b>
	2 - 3 m	<b>weiter zu 3</b>
	> 3 m	<b>weiter zu 4</b>
2 Querschnitt 1 - 2 m	1-1.3 m	Betonbankett, Halbholzbankett, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; 0.4 m für Faunenkatgorien A, R und M, einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.35-1.65 m	Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F, einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.7-1.95 m	Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
3 Querschnitt 2 - 3 m		Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
4 Querschnitt > 3 m		Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F, beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
5 Wie lang ist das Bauwerk (Durchlasslänge)?	0-20 m	Mindesthöhe von 0.4 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 0.6 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>

	21-30 m	Mindesthöhe von 0.65 m für Faunenkategorien R und M; Mindesthöhe von 0.85 m für Faunenkategorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	31-40 m	Mindesthöhe von 0.9 m für Faunenkategorien R und M; Mindesthöhe von 1.1 m für Faunenkategorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	41-50 m	Mindesthöhe von 1.15 m für Faunenkategorien R und M; Mindesthöhe von 1.35 m für Faunenkategorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
6	Ist Niederwasserhöhe $W_N$ + Freibord $\leq D_H$ F + Mindesthöhe $H_F$ kleiner oder grösser als die Durchlasshöhe $D_H$ ?	<b>weiter zu 7</b>
	$> D_H$	keine Sanierung möglich, nur Neubau
7	Sind Rampen und Leitelemente, anknüpfend an die Lauffläche resp. an den Durchlass vorgesehen?	ja <b>weiter zu 8</b>
	nein	Anbringen einer Rampe < 20 % Steigung mit griffigem Material, naturnahe Leitelemente (Steine, Vegetation); <b>weiter zu 8</b>
8	Ist das Gewässer gemäss Beurteilung einer Fachperson gewässerökologisch relevant?	ja <b>weiter zu 9</b>
	nein	keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 12</b>
9	Ist der Durchlass für Gewässerorganismen durchgängig?	ja keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
	nein	Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
10	Beeinflusst die Sanierungsmassnahme für terrestrische Arten die Durchgängigkeit für aquatische Organismen?	ja <b>weiter zu 11</b>
	nein	Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
11	Können die fischereibiologischen Bedingungen bei der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten eingehalten werden?	ja Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
	nein	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich, nur Neubau
12	Ist der Unterhalt des Durchlasses gewährleistet?	ja <b>und los geht's</b>
	nein	Managementplan aufstellen; <b>und los geht's</b>

## 9.2.4 Haupt-Entscheidungsbaum: Rahmenbrücke

Nr. Frage	Masse	Sanierungsmöglichkeiten*
1 Wie gross ist die Breite des Bauwerks (Rahmenbrücke)?	< 1 m	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich (nur Neubau), aber allenfalls für aquatische Organismen; <b>weiter zu 8</b>
	1 - 2 m	<b>weiter zu 2</b>
	2 - 3 m	<b>weiter zu 3</b>
	> 3 m	<b>weiter zu 4</b>
2 Querschnitt 1 - 2 m	1-1.3 m	Betonbankett, Halbholzbankett, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; 0.4 m für Faunenkatgorien A, R und M, einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.35-1.65 m	Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F einseitig; <b>weiter zu 5</b>
	1.7-1.95 m	Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
3 Querschnitt 2 - 3 m		Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
4 Querschnitt > 3 m		Betonbankett, Stufenbankett, Halbholzpassage, Blocksteinbankett oder Holzbrett: Bankettbreite von je 0.2 m für Faunenkatgorie O, beidseitig; Bankettbreite von je 0.4 m für Faunenkatgorie A, R, M, beidseitig; Bankettbreite von 0.6 m für Faunenkatgorie F beidseitig; <b>weiter zu 5</b>
5 Wie lang ist das Bauwerk (Durchlasslänge)?	0-20 m	Mindesthöhe von 0.4 m für Faunenkatgorien R und M; Mindesthöhe von 0.6 m für Faunenkatgorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>

	21-30 m	Mindesthöhe von 0.6 m für Faunenkatogorien R und M; Mindesthöhe von 0.8 m für Faunenkatogorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	31-40 m	Mindesthöhe von 0.8 m für Faunenkatogorien R und M; Mindesthöhe von 1 m für Faunenkatogorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
	41-50 m	Mindesthöhe von 0.9 m für Faunenkatogorien R und M; Mindesthöhe von 1.1 m für Faunenkatogorien A, O und F; <b>weiter zu 6</b>
6	Ist Niederwasserhöhe $W_{N+}$ Freibord $\leq D_H$ F + Mindesthöhe $H_F$ kleiner oder grösser als die Durchlasshöhe $D_H$ ?	<b>weiter zu 7</b>
	$> D_H$	keine Sanierung möglich, nur Neubau
7	Sind Rampen und Leitelemente, anknüpfend an die Lauffläche resp. an den Durchlass vorgesehen?	ja <b>weiter zu 8</b>
	nein	Anbringen einer Rampe < 20 % Steigung mit griffigem Material, naturnahe Leitelemente (Steine, Vegetation);
8	Ist das Gewässer gemäss Beurteilung einer Fachperson gewässerökologisch relevant?	ja <b>weiter zu 9</b>
	nein	keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 12</b>
9	Ist der Durchlass für Gewässerorganismen durchgängig?	ja keine Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
	nein	Aufwertung für aquatische Organismen nötig; <b>weiter zu 10</b>
10	Beeinflusst die Sanierungsmassnahme für terrestrische Arten die Durchgängigkeit für aquatische Organismen?	ja <b>weiter zu 11</b>
	nein	Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
11	Können die fischereibiologischen Bedingungen bei der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten eingehalten werden?	ja Gewässerökologische Massnahmen mit einer Fachperson festlegen; Sanierungsmassnahmen für terrestrische Arten möglich; <b>weiter zu 12</b>
	nein	keine Sanierung für terrestrische Arten möglich, nur Neubau
12	Ist der Unterhalt des Durchlasses gewährleistet?	ja <b>und los geht's</b>
	nein	Managementplan aufstellen; <b>und los geht's</b>

## 10 Massnahmenplan

Um die langfristige Wirksamkeit der Massnahmen zu gewährleisten, ist ein Massnahmenplan zu erstellen. Abgesehen von den bautechnischen Aspekten der Einrichtung (Überwachung, Wartung, Änderungen) sind folgende Punkte des Unterhalts zu beachten:

- Gewährleistung der Zweckbestimmung der Einrichtung,
- Reinigung des Durchlasses,
- Pflege der Gestaltungsmassnahmen in der Umgebung (Vegetationspflege) – unter Umständen auch im Bereich des Bauwerks selber (etwa bei grossen Bauwerken mit Lichtschächten),
- Wirkungskontrolle, um das Erreichen der im Rahmen des Projekts festgelegten Ziele zu überprüfen (besonders bei kostspieligen Sanierungen notwendig),
- Gegebenenfalls Korrekturmassnahmen zur Verbesserung der Wirksamkeit einer Gestaltungsmassnahme oder Einrichtung.

Das Beispiel „Staffeleggbach“ im Kanton AG zeigt, dass Kontrollen nach der Fertigstellung von Sanierungsmassnahmen wichtig sind.

Der einst kanalartige Durchlass durch den SBB-Bahndamm in Ueken (ca. 100m Länge) war aufgrund der geringen Wassertiefe, der gepflasterten Sohle und der starken Strömung für Fische nur beschränkt passierbar. Auch für terrestrische Arten bildete die Bahn ein Hindernis, welches eher über- statt unterquert wurde.

Deshalb wurden im Sommer 2005 Massnahmen im und am Gewässer ergriffen, um mit Pools und flacheren Abschnitten (mit Hilfe von querliegenden Baumstämmen) für aquatische Organismen und mit einem einseitigen, ca. 1 m breitem Bankett für terrestrische Arten eine naturnahe Querungsmöglichkeit zu bieten. Gemäss einer Erfolgskontrolle im selben Jahr konnte festgestellt werden, dass alle zurzeit im Staffeleggbach vorhandenen Fischarten den aufgewerteten Durchlass besiedeln (Huber 2005).

Bei einer Begehung im Sommer 2007 – 2 Jahre nach Fertigstellung – konnte festgestellt werden, dass das Bankett vom Bach ausgespült wurde, so dass einzelne „Löcher“ entstanden sind (Abbildung 26). Diese erschweren die Durchgängigkeit vor allem für kleinere Tierarten. Die Mängel werden in der nächsten Zeit behoben werden müssen, um die Wirksamkeit zu erhalten. Weitere Informationen dazu sind dem Anhang zu entnehmen.



Abbildung 26: Der aufgewertete Staffeleggbach im Kt. AG nach 2 Jahren. Das Bankett weist gewisse Löcher auf, welche die Attraktivität für die terrestrische Fauna verringern

## 11 Wirkungskontrollen

### 11.1. Allgemeines

Wirkungskontrollen geben einen Hinweis darauf, ob und wie gut ein Bauwerk von den vorher bestimmten Zielarten angenommen wird (BUWAL 2005). Die Zielformulierung für eine Querungspassage muss dabei bereits in der Planung des Bauwerks festgehalten werden, nicht erst bei der Wirkungskontrolle. Diese dient lediglich der Überprüfung der Zielerreichung. Dabei kommen verschiedene Arten von Wirkungskontrollen zum Tragen (Tabelle 10):

*Wirkungskontrolle A1:* Beginnt unmittelbar nach der Umsetzungskontrolle der ausgeführten Arbeiten. Sie soll dazu dienen, erste Hinweise bezüglich der Akzeptanz des Bauwerks zu erhalten.

*Wirkungskontrolle A2:* Beginnt ca. 1 Jahr nach Eröffnung des Bauwerks und endet 2 bis 3 Jahre später. Dabei wird überprüft, ob die in der Planung des Bauwerks formulierten Ziele erreicht werden. Ebenfalls wird die Entwicklung der Fallwildzahlen überprüft.

*Wirkungskontrolle B:* Da der Einfluss der Bauwerke auf die Populationsebene erst nach einer gewissen Zeit feststellbar ist, wird dieser deshalb periodisch ab dem 5. Jahr bis zum 10. Jahr untersucht.

Tabelle 10: Einsatz der verschiedenen Wirkungskontrollen (aus BUWAL 2005)

Bau des Bauwerks	Im 1. Jahr nach Fertigstellung	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wirkungskontrolle A1										
Wirkungskontrolle A2										
Wirkungskontrolle B										

### 11.2. Aufnahmemethoden aquatische Organismen

Für die Fische eignet sich am Besten die Bestandesaufnahme mittels Elektro-Fischfang. Dazu werden vergleichbare Gewässerstrecken unter- und oberhalb des Durchlasses vor bzw. ca. 2 - 5 Jahre nach der Sanierung ausgefischt und die Artenverteilung sowie das Grössenspektrum der wichtigsten Fischarten bestimmt. Wesentlich für die Beurteilung ist, dass in dieser Zeit keine Besatzmassnahmen oberhalb des Durchlasses ausgeführt werden. Für die Untersuchung der Krebse sind insbesondere Absuchaktionen bei Nacht (Hauptaktivität) vor und nach der Sanierung bzw. unter- und oberhalb des Durchlasses notwendig.

Der Lötchenbach (Gemeinde Ostermundigen, Kanton Bern) wurde 2001 auf einem längeren Abschnitt ausgedolt. Oberhalb der Renaturierung fliesst der Lötchenbach unter dem ganzen Dorf eingedolt (1.5 km). Der renaturierte Abschnitt wird durch einen längeren Durchlass (32 m) unterbrochen. Unterhalb des renaturierten Abschnittes wurde 2004 ein weiterer langer Durchlass saniert (Abbildung 13). 2007 wurde im Rahmen der Erfolgskontrolle erstmals im ganzen Lötchenbach abgefischt. Die Ergebnisse (Abbildung 27) zeigen eindeutig den grossen Erfolg der Durchlasssanierungen zugunsten der aquatischen Organismen. Der neue Bachlauf wurde nach der Öffnung der Durchlässe durch die Fische besiedelt.

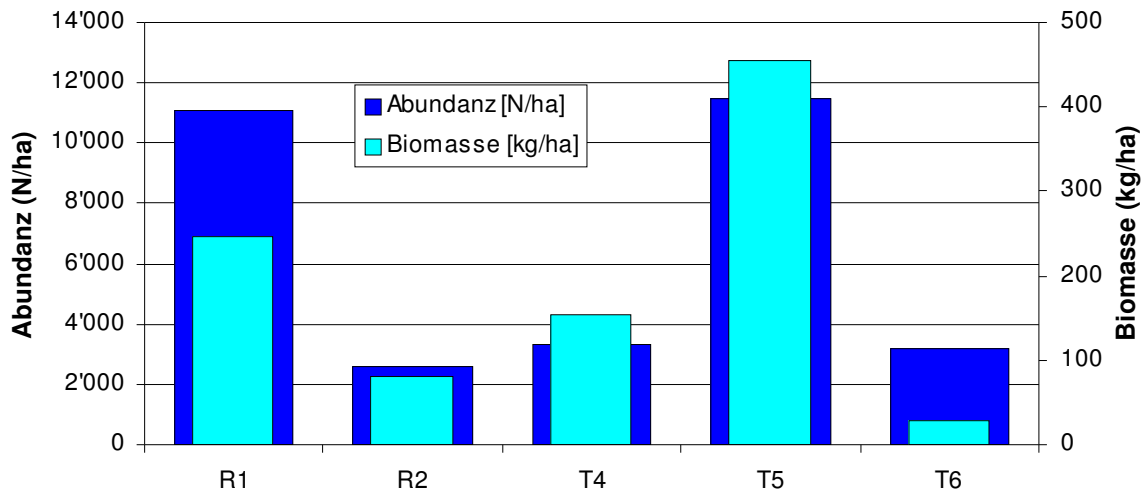


Abbildung 27: Abfischungsergebnisse im Lötschenbach 2007 (Abundanz und Biomasse umgerechnet auf Stückzahl und kg pro ha Wasserfläche): R1 Referenzstrecke unterhalb der Durchlässe, R2 Referenzstrecke oberhalb Durchlass 1 (nicht renaturiert), Ausgedolt: T4 Teststrecke oberhalb Durchlass 2, T5 Teststrecke mitte (attraktive Strukturen), T6 schmaler

### 11.3. Aufnahmemethoden Amphibien

Die Durchgängigkeit für Amphibien lässt sich am einfachsten überprüfen, indem am Ende eines Durchlasses ein Kessel in den Boden eingegraben wird (Abbildung 28). Die Tiere fallen so automatisch in den Sammelbehälter, wo sie von Fachpersonen bestimmt und ausgezählt werden können. Diese Methode wird vor allem bei reinen Amphibiendurchlässen eingesetzt, kann aber ohne weiteres auch für sanierte Gewässerdurchlässe zur Erfolgskontrolle eingesetzt werden.



Abbildung 28: Zur Erfolgskontrolle von strassenquerenden Amphibien dient hier ein eingegrabener Kessel. Der Inhalt wird von Fachpersonen bestimmt und ausgezählt (Foto karch)

Eine weitere Methode wurde durch Hintermann & Weber getestet. Für eine Qualitätsprüfung zur Funktion von Kleintierdurchlässen wurden hierzu Fotofallen in der Mitte der Durchlässe aufgestellt. Auf diese Weise konnten in verschiedenen Durchlässen die Benützung von diversen Amphibien wie beispielsweise Kreuzkröte, Gelbbauchunke und Bergmolch, nachgewiesen werden (Abbildung 29).



Abbildung 29: Eine Kreuzkröte fotografiert in einem der Kleintierdurchlässe (Foto Hintermann & Weber)

#### 11.4 Aufnahmemethoden Säugetiere

Um die Wirkung und Akzeptanz von Bauwerken auf Säugetiere zu überprüfen, können folgende Aufnahmemethoden zum Einsatz kommen:

- Fährten- bzw. Spurenkontrolle auf der Lauffläche mittels Sandstreifen (vor allem für den Nachweis von grossen Wildsäugern geeignet),
- Fährten- bzw. Spurenkontrolle auf der Lauffläche mittels Tintenstreifen (optimal für den Nachweis von kleineren Wildsäugern; nur möglich wenn Lauffläche gedeckt ist)
- Losungsnachweis,
- Infrarot-Videoanlage,
- Fotofallen,
- Fährten- bzw. Spurenkontrolle im Schnee im Bereich des Bauwerks,
- Befragung von ortskundigen Personen (Jäger und Wildhüter)
- Konsultation der Jagd-, Fallwild- und Markierungsstatistik (falls vorhanden).

Am Besten eignet sich eine Kombination der oben aufgelisteten Methoden. Spezifisch für Gewässerdurchlässe ist die Methode des Fährtennachweises mit Tintenstreifen interessant, weil damit auch kleinere Tierarten festgestellt werden können – wohl diejenige Faunagruppe, welche bei Sanierungsarbeiten am Häufigsten als Zielgruppe definiert wird – und die Bedingungen dafür optimal sind (gedeckter Platz).

*Beispiel Wirkungskontrolle Gewässerdurchlass bei Brienzwiler*

Mit einer wildtierfreundlichen Gestaltung des Bachdurchlasses B84 bei Brienzwiler wurde eine weitere Lücke in der Barriere ausgehend von der A8 erstellt. Mit Hilfe von Fährten- und Spurenkontrollen im Schnee sowie dem Einsatz einer Infrarot-Videokamera konnten Informationen zur Benützung des Bauwerks gewonnen werden (Abbildung 30). Die Auswertung zeigt, dass Marder, Füchse und Dachse die Querungsmöglichkeit benützen. Ein Fuchs hielt sogar seine Mitternachtsruhe im Bachdurchlass. Hingegen fehlen Schalenwildarten Reh, Rothirsch und Gämse (Righetti 1998).



Abbildung 30: Beim Bachdurchlass bei Brienzwiler zum Einsatz gekommenes Infrarot-Videogerät

*Beispiel Qualitätsprüfung zur Funktion der Kleintierdurchlässe „Hard“ im Kt. AG (ein Beispiel von Hintermann & Weber)*

Zur Überprüfung der Wirkung des neu errichteten, reinen Kleintierdurchlasses im Kanton AG kam eine aktive Infrarot-Fotofalle zum Einsatz. Der Infrarotstrahl verläuft dabei ca. 0.5 cm über einer am Boden platzierten Holzschwelle, welche von Tieren übersprungen wird. Die Bildauswertung aus 564 Beobachtungsnächten ergab unter anderem, dass 12 verschiedene Säugetierarten das Bauwerk durchquerten. 14 Mal handelte es sich dabei erstaunlicherweise um die an das Offenland angepasste Rote Liste Art „Feldhase“ (Abbildung 31). Am Häufigsten konnte der Igel mit 163 Mal nachgewiesen werden. In seltenen Fällen können auf diese Weise auch Ringelnattern oder Vögel nachgewiesen werden.



Abbildung 31: Ein mittels Infrarot-Fotofalle nachgewiesener Feldhase in einem Kleintierdurchlass im Kanton Aargau ( Foto Hintermann & Weber)

## 12 Übersicht über die einzelnen Projektschritte

Dieses Kapitel gibt ganz grob eine Übersicht über die Mitwirkung von Fachpersonen aus dem Bereich Fauna aufgeteilt auf die verschiedenen Projektstufen. Diese Aufteilung wurde gemäss VSS Norm 640 691a „Planungsverfahren“ vorgenommen (2004) (Tabelle 11).

Tabelle 11: Faunaspezifische Arbeiten bezogen auf die unterschiedlichen Projektstufen (aus VSS Norm 640 691a „Fauna und Verkehr – Planungsverfahren“, 2004)

<b>Projektstufen</b>	<b>Arbeiten unter Einbezug einer Fachperson im Bereich Fauna</b>
Planungsstudie	Datenaufnahme Fauna für die Lebensraumbeschreibung Festhalten eines Ausgangs-Zustands Untersuchung der gewässerökologischen Bedeutung Darstellen von Konfliktsituationen Analyse des Bauvorhabens und deren Einfluss Wahl einer Bauvariante
Generelles Projekt und Vorprojekt	Detaillierte Beschreibung des Ausgangs-Zustandes Beurteilung der Einwirkung Beurteilung des Variantenvergleichs Bestimmen der Vorgaben für den Unterhalt Bestimmen von Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen
Definitives Projekt	Lokalisieren und Beschreiben der Schutz-, Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen Gestalten des Bauwerks Bestimmen der Begleitmassnahmen Kostenvoranschlag Unterhaltskonzept
Ausführungsprojekt	Bestimmen spezieller Ziele der Untersuchung zur Fauna Ausführungsplan Kontrolle der Bauarbeiten und Bauabnahme
Unterhalt	Begehung Erfolgskontrolle

## C Literaturverzeichnis

- Ammann, Th. (2006): Der Einfluss von Barrieren auf die Verteilung von Fischen in kleinen Bächen: Fallstudien im Suhretal. Diplomarbeit. EAWAG. Zürich. 75 Seiten.
- BAFU (2006): Ökomorphologie Stufe S (systembezogen). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer gemäss dem Modul-Stufen-Konzept. Entwurf vom Juli 2006. BAFU und EAWAG. Bern. 72 Seiten.
- BAFU & BFS (2007): Umwelt Schweiz 2007. Bern und Neuchâtel. 148 Seiten.
- Bates, Ken (2003): Design of Road Culverts for Fish Passage. Washington Department of Fish and Wildlife.
- Berthoud, G., Lebeau, R.P., Righetti, A. (2004): Nationales ökologisches Netzwerk REN. Schlussbericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. 373. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 131 Seiten.
- Bertiller, R., Schwick, C., Jaeger, J. (2007): Landschaftszerschneidung Schweiz – Zerschneidungsanalyse 1885 - 2002 und Folgerungen für die Verkehrs- und Raumplanung. Bericht des Bundesamtes für Strassen (ASTRA). Bern. 229 Seiten.
- BFS (2001): Bodennutzung im Wandel. Arealstatistik Schweiz. Neuchâtel.
- BFS (1999): Taschenstatistik der Schweiz 1999. Bundesamt für Statistik. Neuchâtel. 33 Seiten.
- BFS & BUWAL (2005): Umweltstatistik Schweiz in der Tasche 2005. Bern. 32 Seiten.
- Bossard + Staerkle AG: Amphibienschutz im Landschaftsbau
- Brogli, R., Dönni, W., Stöckli, A., Stucki Th., Vicentini, H., Voser, P. (2004): Fische, Krebse und Muscheln im Kanton Aargau. Umwelt Aargau, Sondernummer 16. 34 Seiten.
- BRP & BUWAL (1994): Landschaft unter Druck – Fortschreibung: Zahlen und Zusammenhänge über Veränderungen in der Landschaft Schweiz, Beobachtungsperiode 1988 – 1995. EDMZ, Bern, 48 Seiten.
- Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2000): Merkblatt zum Amphibienschutz an Strassen, MAmS, Bonn, 28 Seiten.
- BUWAL (2005): Standardisierte Wirkungskontrolle an Wildtierpassagen – Grundlagenbericht. Bern. 27 Seiten.
- BUWAL (2005): Standardisierte Wirkungskontrolle an Wildtierpassagen – Handlungsanleitung. Bern. 3 Seiten.
- BUWAL (2003): Landschaft 2020 – Leitbild des BUWAL. Bern.
- BUWAL (1997): Einzelideen für Natur und Landschaft. 1. Serie Zusammenfassungen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 280, 25 Seiten.
- BUWAL/BWG (2003): Leitbild Fliessgewässer Schweiz. Für eine nachhaltige Gewässerpolitik. Bern, 12 Seiten.
- COST Action 341 (2003): Habitat fragmentation due to transportation infrastructure. The European review. 251 Seiten.
- Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau (2005): Renaturierungs- und Unterhaltsarbeiten an Gewässern. Praxishilfe. 39 Seiten.
- Foresman, K. (2004): The effects of highways on fragmentation of small mammal populations and modifications of crossing structures to mitigate such impacts. Final report. State of Montana department of transportation. Montana. 39 Seiten.
- Frey, E., Niederstrasser, J. (2000): Baumaterialien für den Amphibienschutz an Strassen – Ergebnisse der Eignungsprüfung an einer Anlage. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg LfU.
- GAIA (2005): Ökologische Perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft. 2/2005.
- Georgii, B., Peters-Ostenberg, E., Henneberg, M., Hermann, M., Müller-Stiess, H & Bach, L. (2006): Nutzung von Grünbrücken und anderen Querungshilfen durch Säugetiere. Gesamtbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 02.247/2002/LR. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn. 110 Seiten.

- Griesau, A. (2003): Gefährdungssituation und präventive Massnahmen für den Fischotter im Bereich von Strassen und Strassenbauwerken, Naturschutzarbeit in Mecklenburg-Vorpommern. 46. Jahrgang, Heft 1/2 2003. 81 Seiten.
- Huber Gysi, M. (2005): Sanierung des Bachdurchlasses (SBB-Trasse) des Staffeleggbachs in Ueken. Erfolgskontrolle Fische. Sektion Jagd und Fischerei AG. 9 Seiten.
- Hütte, M. (2000): Ökologie und Wasserbau, Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung. Berlin. Wien. Parey.
- Iuell, B., Bekker, H., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlavác, V., Keller, V., Rosell, C., Sangwine, T., Torslov, N., Wandall, B. le Maire (2003): Wildlife an Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.
- Kasper, H. (1997): Einzelidee Gewässerdurchlässe. Natur- und landschaftsverträgliche Gewässerdurchlässe 7.02. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 13 Seiten.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg LfU (2005): Durchgängigkeit für Tiere in Fliessgewässer, Leitfaden Teil 1 – Grundlagen, 52 Seiten.
- Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg LfU (2006): Durchgängigkeit für Tiere in Fliessgewässer, Leitfaden Teil 2 – Umgehungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke, 247 Seiten.
- Larinier, M. (2002): Fish passage trough culverts, rock weirs and estuarine obstructions. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2002) 364 suppl.: S. 119-134.
- Maurer, V., Guthruf, J. und K. (2003/2007) : Löttschenbach-Renaturierung. Erfolgskontrolle. Auftrag und interner Bericht Renaturierungsfonds des Kantons Bern.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2005) : Leidraad faunavoorzieningen bij wegen, Rijkswaterstaat, 215 Seiten.
- Ministerio de Medio Ambiente (2006): Prescripciones Técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 1. O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. 112 Seiten.
- Oggier, P., Righetti, A., Bonnard, L. (2001, 2007 neu überarbeitet): Zerschneidung von Lebensräumen durch Verkehrsinfrastrukturen COST 341. Schriftenreihe Umwelt Nr. 332, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft; Bundesamt für Raumentwicklung; Bundesamt für Verkehr; Bundesamt für Strassen. Bern. 102 Seiten.
- Peter, U. und Meier, S. (2003): Zerschnittene Landschaft – ein Problem im Kanton Aargau? Umwelt Aargau, Nr. 22. 4 Seiten.
- Righetti, A. (1998): A8 – Umfahrung Brienzwiler. Bericht zur Erfolgskontrolle der Wildtierüberführung (Objekt B86) und des Bachdurchlasses (Objekt B84). UNA. Bern. 18 Seiten.
- Righetti, A. und Malli, H. (2004): Einfluss von ungezäunten (Hochleistungs-) Zugstrecken auf Wildtierpopulationen. Synthesebericht. PiU und BioEx. Wabern und Trimstein. 54 Seiten.
- Rosell, C. und Velasco, J. (2001): Manual de prevenció i correcció dels impactes de les infraestructures viàries sobre la fauna. Documents dels Quaderns de medi ambient. Departament de Medi Ambient. Generalitat de Catalunya. Número 4.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (2004): Schweizer Norm 640 690a, Fauna und Verkehr, Grundnorm. 16 Seiten.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (2004): Schweizer Norm 640 691a, Fauna und Verkehr, Planungsverfahren. 18 Seiten.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (2004): Schweizer Norm 640 692, Fauna und Verkehr, Faunanalysemethoden. 14 Seiten.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (2004): Schweizer Norm 640 694, Fauna und Verkehr, Schutzmassnahmen. 26 Seiten.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (1996): Schweizer Norm 640 697a, Fauna und Verkehr, Schutz der Amphibien; Grundlagen. 3 Seiten.

- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (1996): Schweizer Norm 640 698, Fauna und Verkehr, Schutz der Amphibien; Projektierung. 8 Seiten.
- Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS) (1996): Schweizer Norm 640 699, Fauna und Verkehr, Schutz der Amphibien; Schutzmassnahmen. 19 Seiten.
- Schwevers, U., Schindehütte, K., Adam, B., Steinberg, L. (2004): Zur Passierbarkeit von Durchlässen für Fische, Untersuchungen in Forellenbächen. LÖBF-Mitteilungen, Jg. 2004, Nr. 3, S. 37 - 43. 7 Seiten.
- Scottish executive consultation (2000): River Crossings and Migratory Fish: Design Guidance: A Consultation Paper.  
<http://www.scotland.gov.uk/consultations/transport/rcmf-00.asp>
- Snider Don (2001): Fish Habitat Manual – Chapter 7: Culvert fish facility design. Government of Alberta.
- Weber, D. (2007, in Vorbereitung): Ökologische Bauabnahme N3-A98: Qualitätsprüfung zur Funktion der Kleintierdurchlässe. Hintermann & Weber, Rodersdorf.

Liebefeld, 31.3.2008

Joya Müller &  
Antonio Righetti

## D Anhang (Praxisteil Kanton Aargau)

### 1 Allgemeines

Im Praxisteil werden nun beispielhaft einige Vorschläge zur Sanierung von bereits bestehenden Bachdurchlässen im Kanton Aargau aufgeführt. Dazu wurden auf Begehungen mit einzelnen Fachpersonen aus dem bautechnischen und biologischen Bereich einzelne Gewässerdurchlasstypen besucht und hinsichtlich der im Bericht erläuterten Aufwertungsmöglichkeiten genauer betrachtet. Daraus resultierte je nach Bauwerkstyp, -grösse und vorhandenen Landschaftselementen eine grobe Beurteilung betreffs Aufwertungspotential, ohne dabei genaue hydraulische Berechnungen durchgeführt oder detaillierte Abklärungen zur lokal ansässigen Fauna einbezogen zu haben. Diese und weitere Abklärungen müssten in einem weiteren Umsetzungsschritt vorgenommen werden.

In den folgenden Kapiteln werden nun die verschiedenen Gewässerdurchlässe und mögliche Sanierungsvorschläge vorgestellt, welche sich mit Hilfe der Entscheidungsbäume herauskristallisieren lassen. Es erschien uns wichtig, eine möglichst breite Palette an unterschiedlichen Bauwerks-, Gewässertypen und Verkehrsträger zu berücksichtigen. Die begutachteten Bauwerke befinden sich mehrheitlich in den bereits im Vorfeld definierten Schwerpunktgebieten „Mittleres Rheintal“, „Reussebene“ und „Unteres Rheintal“ (Abbildung 1). Die Aufwertungsmassnahmen betreffen sowohl die aquatische wie auch die terrestrische Fauna. Für Letztere gilt analog zu den Entscheidungsbäumen folgende Klassifizierung:

- O (Fischotter und Iltis),
- R (Reptilien),
- M (Marderartige und Mäuseartige),
- A (Amphibien),
- F (Biber, Fuchs und Dachs).

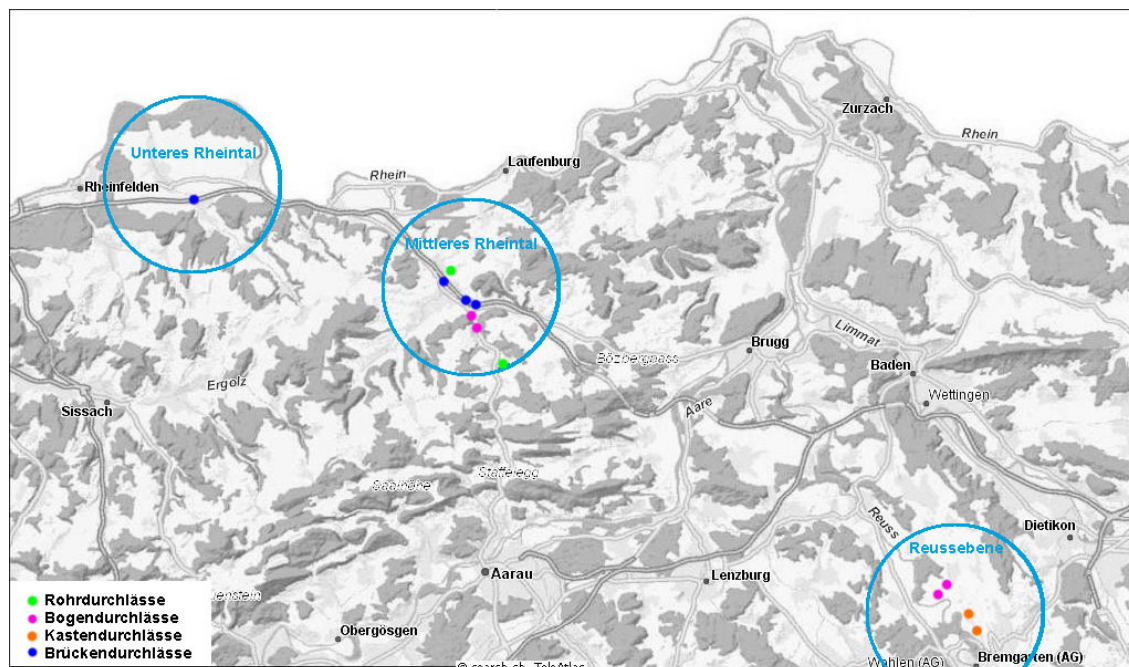


Abbildung 1: Übersichtskarte der beurteilten Gewässerdurchlässe im Kanton AG

Die in dieser Arbeit vorgeschlagenen Massnahmen dienen als Basis für eine allfällige Umsetzung. Dabei erscheint uns wichtig, dass in jedem Fall ein Detail-Konzept mit Einbezug von Fachpersonen erarbeitet wird, welches sich auf die lokal vorkommenden Bedingungen stützt und diese entsprechend in der Berechnung und Beurteilung berücksichtigt.

## 2 Beispiele

### 2.1 Rohrdurchlässe



Abbildung 2: Rohrdurchlässe Oeschgen – Ueken in der Übersicht

#### 2.1.1 Bach südlich Oeschgen

##### Bauwerk

Rohrdurchlass: Durchmesser ca. 0.7 m, Länge ca. 3 m; ohne Bankett.

Der Bachdurchlass (Abbildungen 2 und 3) befindet sich bei der Einmündung eines Seitenbachs in die Sissle und führt unter einem ca. 2 m breiten Fahrweg durch.

##### Umgebung

Oberhalb des Durchlasses führt der Bach durch Landwirtschaftsgebiet und wird von Gehölzen gesäumt. Westlich der Sissle auf der Höhe der Bachmündung befinden sich Industriegebiet und die ARA von Frick. Der Talboden wird zudem von der SBB-Linie, der Autobahn und anderen Strassen durchschnitten.

### Fischökologische Beurteilung

Der Bach weist bei der Mündung ein sehr starkes Gefälle auf (Abbildung 4). Für Fische stellt dies ein nicht passierbares Hindernis dar.

### Wildtierspezifische Beurteilung

Der Durchlass ist für die terrestrische Fauna zu klein bemessen, weshalb Tiere hier eher über die Strasse queren.



Abbildung 3: Rohrdurchlass eines Seitenbachs der Sissle  
(alle Fotos im Anhang sind von A. Wegelin, PiU GmbH)

Abbildung 4: Starkes Gefälle zwischen Durchlass und Mündung

### Sanierungsmassnahmen

Bei einem solchen Durchlass ist ein Neubau empfehlenswert, da er für Aufwertungsmassnahmen für terrestrische Tierarten zu klein dimensioniert ist. Innerhalb des Rohres bestehen für aquatische Arten keine Verbesserungsmöglichkeiten. Der Rohrdurchlass wird optimalerweise durch eine Brücke ersetzt (Abbildung 5). Zudem sollte das Gefälle über eine längere Strecke verteilt werden, so dass der heutige Absturz zwischen Durchlass und Mündung vermieden werden kann.

In diesem konkreten Fall ist es aber fraglich, ob sich der Aufwand einer Totalsanierung wirklich lohnt, da es sich nur um einen kurzen Bachabschnitt handelt (der Bach ist weiter oben über eine längere Strecke eingedolt). Zudem ist es nicht sicher, dass der Bach ganzjährig genügend Wasser führt. Die fischökologische Relevanz wäre abzuklären. Das Gewässer könnte evtl. als Rückzugsgebiet und / oder Laichgebiet für Fische werden. Die entsprechenden Bauwerksmasse wären detaillierter zu prüfen.

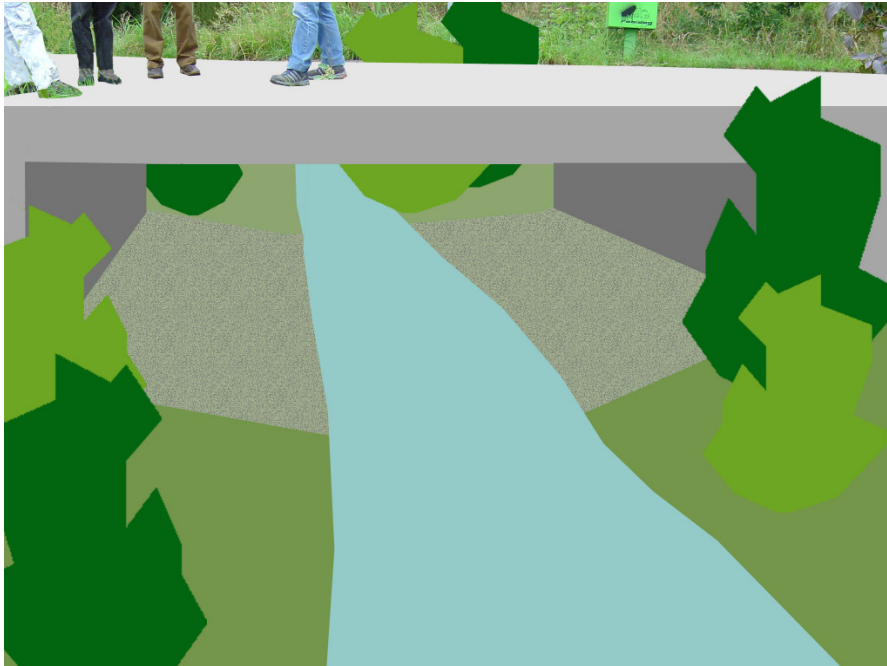


Abbildung 5: Sanierungsvorschlag in Form einer Brücke

### 2.1.2 Startlebach bei Ueken

#### **Bauwerk**

Rohrdurchlass: Durchmesser ca. 1.5 m, Länge ca. 60 m; ohne Bankett.

Der Bachdurchlass (Abbildung 6) besteht aus einem Wellstahlrohr, welches bei Ueken eine ca. 4 m breite Strasse unterquert.

#### **Umgebung**

Beidseitig des Durchlasses führt der Startlebach durch landwirtschaftlich genutztes Gebiet. Anschliessend an den Durchlass unterquert der Bach die Hauptstrasse und mündet kurz darauf in den Staffeleggbach. Das Ufer ist bestockt.

#### **Fischökologische Beurteilung**

Der Bach hat eine natürliche Sohle und weist ein relativ schwaches Gefälle auf. Die Ufer sind vor allem unterhalb des Durchlasses relativ steil und mit grossen Steinen hart verbaut (Abbildung 7).

#### **Wildtierspezifische Beurteilung**

Der Durchlass verfügt über kein Bankett und aufgrund der steilen Ufer ist der Zugang für die terrestrische Fauna nicht gewährleistet.



Abbildung 6: Rohrdurchlass



Abbildung 7: Mit Steinen verbautes Ufer unterhalb des Durchlass

### Sanierungsmassnahmen

Da der Durchmesser des Rohrdurchlasses grösser als 1 m ist, ist ein Bankett technisch machbar. Aufgrund des Entscheidungsbaums käme hier entweder ein beidseitiges Bankett mit einer Breite von je 0.2 m resp. 0.4 m (für die Tierkategorien O resp. R, M und A<sup>10</sup>) oder ein einseitiges, 0.6 m breites Bankett (für die Kategorie F) in Frage. Aufgrund der Länge des Durchlasses (über 50 m) müsste allerdings eine Mindesthöhe von 1.4 m resp. 1.6 m gewährleistet sein. Deshalb kann dieser Durchlass nur für Reptilien und Marderartige (R und M) mit einem beidseitigen Bankett mit einer Breite von 0.4 m und einer Höhe von 1.4 m saniert werden. Vorgängig sind der Geschiebetransport und die Wassermenge im Detail zu prüfen, denn Bankette mit Verankerungen bis in die Sohle beeinflussen die Wassertiefe und die Strömungsgeschwindigkeit. Die Passage dürfte dadurch für Fische schwieriger werden. Vorstellbar wäre beispielsweise eine Lauffläche in Form eines Holzbretts, welches beidseitig und nur mit einzelnen Stützen angebracht würde (Abbildung 8). Halbholzpassagen oder Blocksteinbankette sind bei einem Rohrdurchlass aufgrund der Foundation nicht möglich. Zudem sollte das Ufer, vor allem unterhalb des Durchlasses, abgeflacht werden, um den Wildtieren den Ein-/Ausstieg besser zu ermöglichen.

---

<sup>10</sup> Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Marder- und Mäuseartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F)



Abbildung 8: Sanierungsvorschlag mit einem 40 cm breiten, beidseitigen Holzbrett

## 2.2 Bogendurchlässe

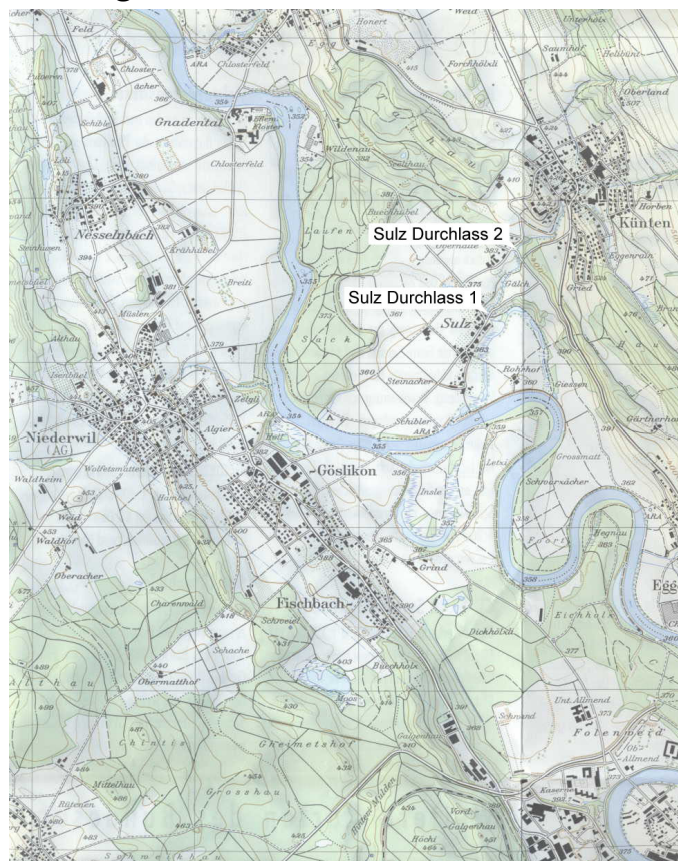


Abbildung 9: Bogendurchlässe Künten – Sulz in der Übersicht

### 2.2.1 Bach bei Sulz (Künten)

#### Durchlass 1

##### Bauwerk

Bogendurchlass: Höhe ca. 1.2 m, Breite ca. 1.2 m, Länge ca. 6 m; ohne Bankett.  
Der Bachdurchlass führt bei der Kapelle (zu Beginn des Dorfteils Sulz) unter einer ca. 4 m breiten Strasse hindurch.

##### Umgebung

Südlich des Durchlasses befindet sich ein Naturschutzgebiet mit bestocktem Altlauf der Reuss, nördlich führt der Bach durch Landwirtschaftsgebiet. Die Bachufer sind stark eingewachsen.

##### Fischökologische Beurteilung

Der Durchlass selbst ist als Forellendurchgang denkbar. Da der Bach aber mit Beton hart verbaut ist und mehrere Abstürze aufweist, ist er aus fischökologischer Sicht eher von untergeordneter Bedeutung.

##### Wildtierspezifische Beurteilung

Die stark verbauten Ufer sind für eine Wildtierquerung durch den Durchlass zu steil.

##### Sanierungsmassnahmen

Der Durchlass kann durch Einstauen und eine Strukturierung der Sohlenplatten für Fische aufgewertet werden. Aus technischer Sicht wäre ausserdem eine Lauffläche (einseitig 0.4 m

für die Faunakategorien A, R und M oder beidseitig 0.2 m für O)<sup>11</sup> durchaus machbar. Eine Mindesthöhe von 0.4 m für die Faunakategorien R und M resp. 0.6 m für A und O müsste dabei gewährleistet sein. Die Ufer müssten zudem abgeflacht werden, um die Zugänglichkeit für die terrestrische Fauna zu verbessern. An diesem Standort ist jedoch einzuschränken, dass die Strasse nicht stark befahren ist. Terrestrische Arten können deshalb mit bestehendem Verkehrsaufkommen ziemlich ungehindert über die Strasse wechseln, sodass uns die Massnahmen am Bauwerk unverhältnismässig erscheinen, sofern es sich um nicht besonders gefährdete Tierarten handelt.

## Durchlass 2

### Bauwerk

Bogendurchlass: Höhe ca. 1.4 m, Breite ca. 2.1 m, Länge ca. 6 m; ohne Bankett.  
Der Bachdurchlass (Abbildung 10) führt unter einer ca. 4 m breiten Strasse hindurch. Direkt beim Durchlass befindet sich eine Messstation (Abbildung 11).

### Umgebung

Der Bach führt in der Nähe des Durchlasses durch Wald, Hecken und Landwirtschaftsgebiet.

### Fischökologische Beurteilung

Die Bachsohle ist teilweise natürlich, abschnittsweise aber auch mit Steinplatten verbaut. Der Bach weist mehrere hohe Abstürze auf (Abbildungen 12 und 13), die die Wandermöglichkeiten der Fische stark einschränken.

### Wildtierspezifische Beurteilung

Der Durchlass verfügt über kein Bankett. Ein-/Ausstiege beim Durchlass sind für terrestrische Tierarten schlecht ausgebildet.



Abbildung 10: Bogendurchlass Sulz



Abbildung 11: Messstation beim Durchlass

---

<sup>11</sup> Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Marder- und Mäuseartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F)



Abbildung 12 und 13: Bach mit hohen Abstürzen oberhalb (rechts) und unterhalb des Durchlasses (links)

### Sanierungsmassnahmen

Der Durchlass kann durch die beidseitige Anbringung eines Banketts von 0.6 m (Mindesthöhe 0.4 m für die Faunakategorien R und M resp. 0.6 m für O, A und F)<sup>12</sup> und die Ausbildung von Rampen, um den Ein- und Ausstieg zu erleichtern, für die terrestrische Fauna aufgewertet werden (Abbildung 14). Für Fische wäre eine Sanierung des Durchlasses ebenfalls denkbar. Um die Wirkung zu verbessern müssten zusätzliche Aufwertungsmassnahmen am Bach unter- und oberhalb des Durchlasses in Betracht gezogen werden. Die durchgehenden hohen Abstürze (Abbildung 15) könnten aufgelöst werden. Der Durchlass selbst müsste leicht eingestaut werden, damit ihn Fische passieren können. Bei der Umsetzung der Sanierungsmassnahmen müssten die Bestimmungen betreffend Messtation eingehalten werden.



Abbildung 14: Sanierungsvorschlag mit Bankett und Rampe und aufgelöster Schwelle



Abbildung 15: Durchgehende Schwelle, für aquatische Organismen nur schwer passierbar

<sup>12</sup> Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Marder- und Mäuseartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F)

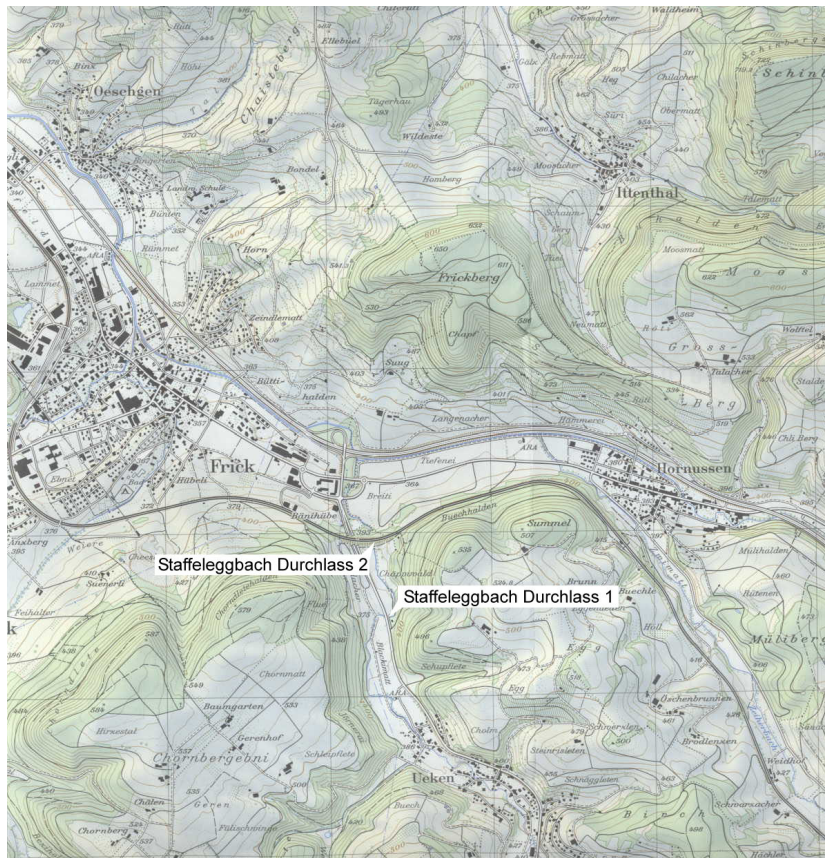


Abbildung 16: Bogendurchlässe Ueken – Frick in der Übersicht

## 2.2.2 Staffeleggbach

### Durchlass 1

#### Bauwerk

Bogendurchlass: Höhe ca. 3 m, Breite ca. 5 m, Länge ca. 10 m; ohne Bankett.  
Der Bachdurchlass unterquert die Hauptstrasse (1.Kl.-Strasse) zwischen Ueken und Frick.

#### Umgebung

Der Staffeleggbach führt durch Wald und Landwirtschaftsgebiet und ist von Gehölzen gesäumt.

#### Fischökologische Beurteilung

Der Staffeleggbach ist in diesem Bereich relativ naturnah, wenig beeinträchtigt und ist fischökologisch interessant. Unmittelbar unterhalb des Durchlasses befindet sich ein höherer Absturz (Abbildung 17).

#### Wildtierspezifische Beurteilung

Der Durchlass verfügt über kein Bankett und die Zugänglichkeit für die Wildtiere ist nicht optimal.



Abbildung 17: Bogendurchlass mit Absturz

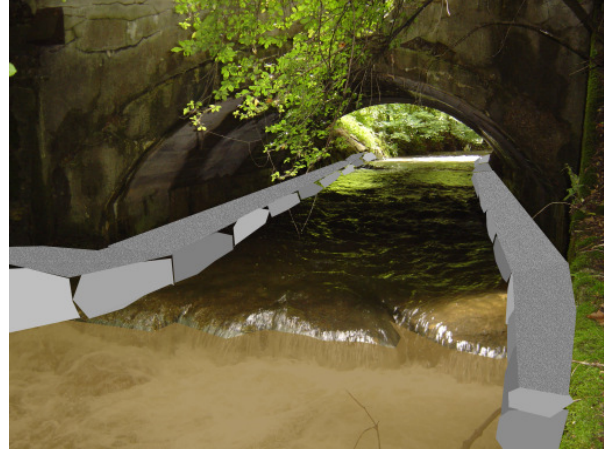


Abbildung 18: Sanierungsvorschlag mit beidseitigem Bankett inkl. Uferanschluss, Einstauung

### Sanierungsmassnahmen

Der Durchlass kann durch Einstauen für Fische durchgängig gemacht werden. Um die Passierbarkeit für terrestrische Wildsäuger zu verbessern, kann beidseitig ein Bankett von 0.6 m für die Faunakategorie O<sup>13</sup>, resp. 0.4 m für Kategorien A, R und M oder 0.2 m für die Kategorie F angebracht werden (Abbildung 18), wobei folgende Mindesthöhe gegeben sein muss: 0.6 m für Kategorien A, O und F resp. 0.4 m für Kategorien R und M gegeben sein muss. Zudem sollte das Ufer leicht angeböschert werden, so dass der Ein- und Ausstieg erleichtert wird.

## Durchlass 2

### Bauwerk

Bogendurchlass: Höhe ca. 4.2 m, Breite 5.5 m, Länge ca. 100 m; einseitiges Bankett. Der Bachdurchlass (Abbildung 19) führt durch den Bahndamm unterhalb Ueken. Im Sommer 2005 wurde der Durchlass saniert mit dem Ziel, die Unterführung sowohl für die aquatische, wie auch für die terrestrische Fauna aufzuwerten und die Vernetzung ihrer Lebensräume zu verbessern.

### Umgebung

In der Nähe befinden sich grössere Waldabschnitte und landwirtschaftlich genutztes Gebiet. Bei der Mündung des Staffeleggbachs in die Sissle (weiter nördlich des Bahndamms) weist der Bach mehrere hohe Abstürze auf.

### Fischökologische Beurteilung

Der Durchlass bedarf aus fischökologischer Sicht keiner Sanierungsmassnahmen. Die eingebauten Baumstämme verbessern die Struktur und die Fließdynamik.

### Wildtierspezifische Beurteilung

Das einseitig eingebrachte Kiesbankett ist für Kleintiere geeignet. Da es aber teilweise ausgeschwemmt ist und dadurch grössere Löcher aufweist, ist die Lauffläche insbesondere für kleinere Tierarten (Amphibien) zu grob und deshalb kaum benutzbar (Abbildung 20). Ausserdem sind die Ein-/Ausstiege nicht ideal.

---

<sup>13</sup> Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Marder- und Mäuseartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F)



Abbildung 19: Bogendurchlass



Abbildung 20: Ausgeschwemmtes Bankett

### Sanierungsmassnahmen

Das vorhandene Bankett müsste mit feinerem Material (Beton) ausgebessert und je nach Wasserabfluss leicht erhöht werden. Zudem ist auf der Uferseite des Banketts eine Rampe auszubilden, die den terrestrischen Wildsäugerarten die Zugänglichkeit zum Durchlass besser ermöglicht. Es wäre zudem sinnvoll, hier ein zweites Bankett von mindestens 0.6 m Breite (für alle Tierkategorien) inklusive Uferanschluss anzubringen (Abbildung 21). Dabei ist eine Mindesthöhe von 1.2 m für die Tierkategorien R und M oder 1.4 m für A, O und F<sup>14</sup> einzuhalten.



Abbildung 21: Sanierungsvorschlag: Ausbessern des bestehenden und Anbringen eines zweiten Banketts

<sup>14</sup> Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Marder- und Mäuseartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F)

## 2.3 Kastendurchlässe

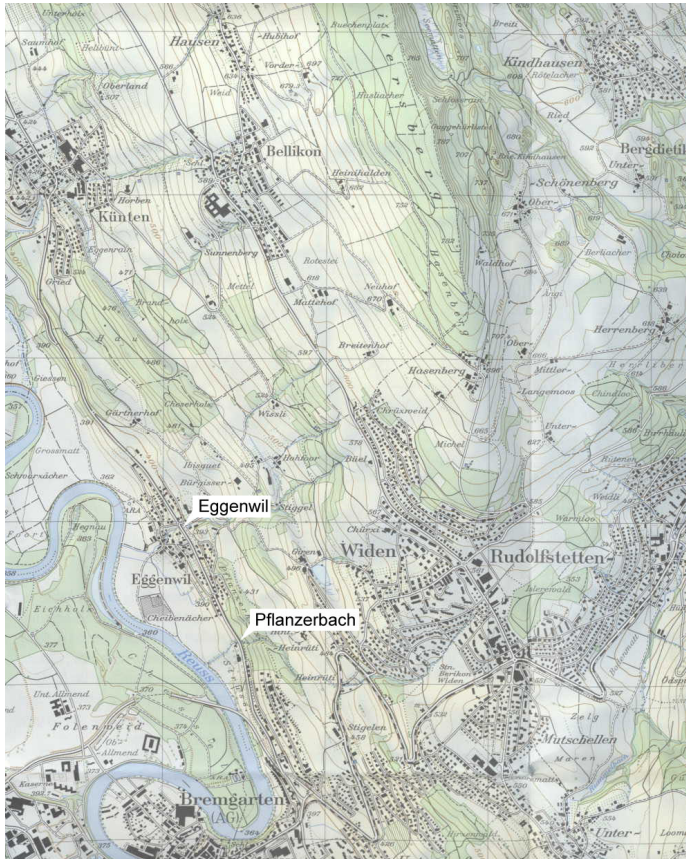


Abbildung 22: Kastendurchlässe Bremgarten – Eggenwil in der Übersicht

### 2.3.1 Pflanzlerbach unterhalb Heinrütli

#### Bauwerk

Kastendurchlass: Höhe ca. 2 m, Breite ca. 2.3 m, Länge ca. 10 m; ohne Bankett.  
 Der Bachdurchlass (Abbildung 23) führt unter der Hauptstrasse (1.Kl.-Strasse) zwischen Bremgarten und Eggenwil durch. Da die Begehung kurz nach heftigeren Regenfällen stattfand, konnte festgestellt werden, dass der Bachdurchlass für Hochwasser zu klein dimensioniert ist. Der Bach floss über die Strasse und überschwemmte ein nahegelegenes Maisfeld (Abbildung 26). Ausserdem ist die Uferverbauung östlich des Durchlasses stark ausgeschwemmt (Abbildung 25).

#### Umgebung

Östlich des Durchlasses befindet sich ein Waldstück, im Westen führt eine Hecke entlang des Bachs an die Reuss. Auf der Westseite direkt am linken Bachufer steht ein einzelnes Haus, rechts-ufriq befindet sich Landwirtschaftsgebiet.

#### Fischökologische Beurteilung

Der Durchlass selbst ist für Fische kaum passierbar, da direkt unter- und oberhalb Abstürze vorhanden sind (Abbildung 24), die aus fischökologischer Sicht den Fischaufstieg verunmöglichen.

#### Wildtierspezifische Beurteilung

Da der Bach in einem relativ starken Einschnitt liegt, ist anzunehmen, dass Wildtiere eher über die Strasse queren als durch den Bachdurchlass. Zudem sind die Ein-, bzw. Ausstiege schlecht ausgebildet. Die Ufer werden durch grosse Steinblöcke gestützt und sind sehr steil.



Abbildung 23: Kastendurchlass Pflanzerbach



Abbildung 24: Natürlicher Absturz



Abbildung 25: Ausgeschwemmte Verbauung



Abbildung 26: Überschwemmtes Maisfeld

### Sanierungsmassnahmen

Eine Rampe, um die Zugänglichkeit zu erleichtern, und allenfalls beidseitige Bankette (z.B. mit einer Breite von 0.6 m) wären technisch machbar. Wenn das Gewässer viel Geschiebe mitbringt, wäre zu prüfen, ob ein Rechen angebracht werden könnte. Ansonsten sind nur Lösungen mit geschlossenem Bankett möglich. Zudem könnte ein separater Amphibien-durchlass als sinnvoll erachtet werden, falls der Korridor für Amphibien relevant ist. Ein Neubau des Durchlasses ist aufgrund der grossen Wassermengen (notwendige Mindesthöhe für terrestrische Arten beträgt 0.6 m) und der Sanierungsbedürftigkeit des Bauwerks notwendig. Dabei wäre sinnvoll, auf die Bedürfnisse der aquatischen und terrestrischen Fauna detaillierter einzugehen.

## 2.3.2 Bach in Eggenwil

### Bauwerk

Kastendurchlass: Höhe ca. 1.8 m, Breite ca. 1.8 m, Länge ca. 40 m; ohne Bankett.  
Der Bachdurchlass (Abbildung 27) führt mit grossem Gefälle unter einer Hauptstrasse (1.Kl.-Strasse) und einem Quartiersträsschen im Dorfzentrum von Eggenwil durch.

### Umgebung

Der Bach führt mitten durch Siedlungsgebiet, ist aber beidseitig des Durchlasses von Wald- und Heckenpartien umgeben. Entlang des Baches führt ein Weg, der von Freizeitnutzern in Anspruch genommen wird.

### Fischökologische Beurteilung

Der Bach weist teilweise eine natürliche Sohle auf. Er ist aus fischökologischer Sicht aber uninteressant, da er ein starkes Gefälle und viele Abstürze aufweist (Abbildungen 28 und 29). Auch im Durchlass selber hat es ein starkes Gefälle.

### Wildtierspezifische Beurteilung

Der Bachdurchlass ist auch hinsichtlich der Bedürfnisse der terrestrischen Fauna ungeeignet, da er relativ lang, klein ausgemessen und steil ist. Zudem sind die mit grossen Steinplatten verbauten Ufer beidseits sehr steil.



Abbildung 27: Kastendurchlass Eggenwil



Abbildung 28: Bach oberhalb des Durchlass



Abbildung 29: Hohe Abstürze unterhalb des Durchlasses

### **Sanierungsmassnahmen**

Eine Aufwertung dieses Durchlasses ist kaum möglich, da er zu steil und lang ist. Aufgrund des Gefälles innerhalb des Durchlasses ist es schwierig ein genügend griffiges Bankett anzubringen. Hier kämen allenfalls Renaturierungsmassnahmen im grösseren Rahmen in Frage, welche mit einem relativ hohen Aufwand verbunden sind.

## 2.4 Brückendurchlässe



Abbildung 30: Brückendurchlässe Frick in der Übersicht

### 2.4.1 Sissle bei Frick (ARA)

#### Bauwerk

Brücke: Höhe ca. 4 m, Breite ca. 32 m, Länge ca. 35 m; rechts-ufriges Bankett: Höhe ca. 2.5 m, Breite ca. 7 m (davon ca. 5 m Kiesbelag), links-ufriges, zweistufiges Bankett: obere Stufe: Höhe ca. 2 m, Breite ca. 3 m, untere Stufe: Höhe ca. 2.5 m, Breite ca. 8 m. Die Autobahnbrücke (Abbildung 31) überquert die Sissle bei der ARA in Frick. Beidseitig der Sissle verlaufen Fahrwege, die ebenfalls vom Bauwerk überbrückt werden.

#### Umgebung

Nordöstlich des Durchlasses führt die Sissle, deren Ufer mit Gehölzen bestockt ist, durch Landwirtschaftsgebiet und anschliessend durch die Siedlung Oeschgen. Südwestlich der Brücke führt sie durch Industrie- und Wohngebiet von Frick.

#### Fischökologische Beurteilung

Die Sissle ist fischökologisch interessant. Unter der Brücke weist sie aber eine Beton-Sohlrampe mit für aquatische Organismen zu starker Strömung auf (Abbildung 32). Zudem befindet sich weiter nördlich des Durchlasses eine Schwelle (Abbildung 33).

#### Wildtierspezifische Beurteilung

Auf der einen Seite der Sissle befindet sich neben dem asphaltierten Fahrweg ein etwa 2 m breiter Kiesweg. Auf dem anderen Ufer sind die Fahrstrasse und der etwas erhöht liegende Fussweg durchgehend asphaltiert.



Abbildung 31: Autobahnbrücke über die Sissle bei der ARA



Abbildung 32: Starke Strömung unter der Brücke



Abbildung 33: Schwelle unterhalb der Brücke

### **Sanierungsmassnahmen**

Die starke Strömung unter der Brücke sollte aus fischökologischer Sicht reduziert und die Schwelle durch eine Blockrampe aufgelöst werden.

Es wäre wünschenswert durch ein entsprechendes Gefälle den Regenschatten der Brücke zu reduzieren, so dass das Kiesbankett weiter unter die Brücke natürlich überwachsen würde. Das Platzieren von grösseren Steinen oder Felsbrocken auf dem Kiesstreifen entlang der Mauer würde den bestehenden Durchlass für die terrestrische Fauna zusätzlich attraktiver gestalten (Abbildung 34).



Abbildung 34: Sanierungsvorschlag: Reduzieren des Regenschattens und Platzieren von grösseren Steinen unter der Brücke

## 2.4.2 Sissle bei Frick (westlich der Autobahnzufahrt)

### Bauwerk

Brücke. Höhe ca. 2 m, Breite ca. 11 m, Länge ca. 40 m; beidseitiges Bankett: Höhe ca. 1.8 m, Breite ca. 0.8 m.

Die Autobahnbrücke (Abbildung 35) überquert die Sissle westlich der Autobahnzufahrt von Frick.

### Umgebung

Nordöstlich des Durchlasses befindet sich am Fuss des Frickbergs direkt bei der Autobahnzufahrt ein kleines Naturschutzgebiet. Südöstlich der Autobahnbrücke verläuft die Sissle entlang der Autobahn durch Landwirtschaftsgebiet bevor sie durch das Siedlungsgebiet von Frick fliesst.

### Fischökologische Beurteilung

Die Sissle ist fischökologisch wichtig. Der Durchlass ist für aquatische Organismen geeignet.

### Wildtierspezifische Beurteilung

Ein beidseitiges Bankett ist bereits vorhanden. Dieses ist teilweise leicht ausgeschwemmt, aber trotzdem auch für kleinere Tierarten benützbar (Abbildung 36). Je nach Wasserquote wäre abzuklären, ob eine Erhöhung der Bankette sinnvoll wäre, damit sie mehrheitlich trockene Laufflächen bilden. Dies wäre auch unter dem Gesichtspunkt der Ausschwemmung genauer zu prüfen. Ein- und Ausstiege für terrestrische Wildsäuger bestehen bereits und sind gut angehängt (Abbildung 37).



Abbildung 35: Autobahnbrücke über die Sissle



Abbildung 36: Vorhandenes, z.T. etwas ausgeschwemmtes Bankett



Abbildung 37: Rampe zum Durchlass

### Sanierungsmassnahmen

Aufgrund der bereits faunagerechten Gestaltung des Brückendurchlasses sind weder für kleinere terrestrische Arten noch für aquatische Organismen zusätzliche Massnahmen zu treffen. Mit der vorliegenden Höhe zur Brückendecke und der genügend grossen Bankettbreite werden die im Bericht erwähnten Mindestmasse für alle Tierkategorien erreicht. Einzig die ausgeschwemmten Stellen der Bankette müssten saniert und allenfalls eine Erhöhung der Laufflächen in Betracht gezogen werden.

### 2.4.3 Sissle bei Frick (östlich der Autobahnzufahrt)

#### Bauwerk

Brücke: Höhe ca. 2 m, Breite ca. 11 m, Länge ca. 40 m; beidseitiges Bankett: Höhe ca. 1.8 m, Breite ca. 0.8 m (schwer zugänglich, daher als Annahme gleiche Masse wie bei Durchlass westlich der Autobahnzufahrt).

Die Autobahnbrücke (Abbildung 38) überquert die Sissle östlich der Autobahnzufahrt von Frick.

### **Umgebung**

Nördlich des Durchlasses befindet sich am Fuss des Frickbergs direkt bei der Autobahnzufahrt ein kleines Naturschutzgebiet. Südlich der Autobahnbrücke befindet sich die Einmündung des Staffeleggbachs in die Sissle, die hier zwischen der Autobahn und einer kleinen Strasse verläuft.

### **Fischökologische Beurteilung**

Die Sissle ist fischökologisch wichtig. Der Durchlass ist aufgrund der natürlichen Gewässer-  
sohle mit variabler Strömung für Fische geeignet.

### **Wildtierspezifische Beurteilung**

Beidseits der Sissle sind ein Bankett, sowie Ein- und Ausstiege für Wildtiere bereits vorhanden.



Abbildung 38: Brückendurchlass östlich der Autobahnzufahrt Frick

### **Sanierungsmassnahmen**

Aufgrund der bereits faunagerechten Gestaltung des Brückendurchlasses ist weder für terrestrische noch für aquatische Organismen eine Sanierung notwendig, sofern die Bankettbreite effektiv 0.6 m beträgt und die Mindesthöhe von 0.6 m für die Tierkategorien R, M resp. 0.8 m für A, O, F<sup>15</sup> gegeben ist.

---

<sup>15</sup> Faunakategorie: Fischotter und Iltis (O); Reptilien (R); Marder- und Mäuseartige (M); Amphibien (A); Biber, Fuchs und Dachs (F)

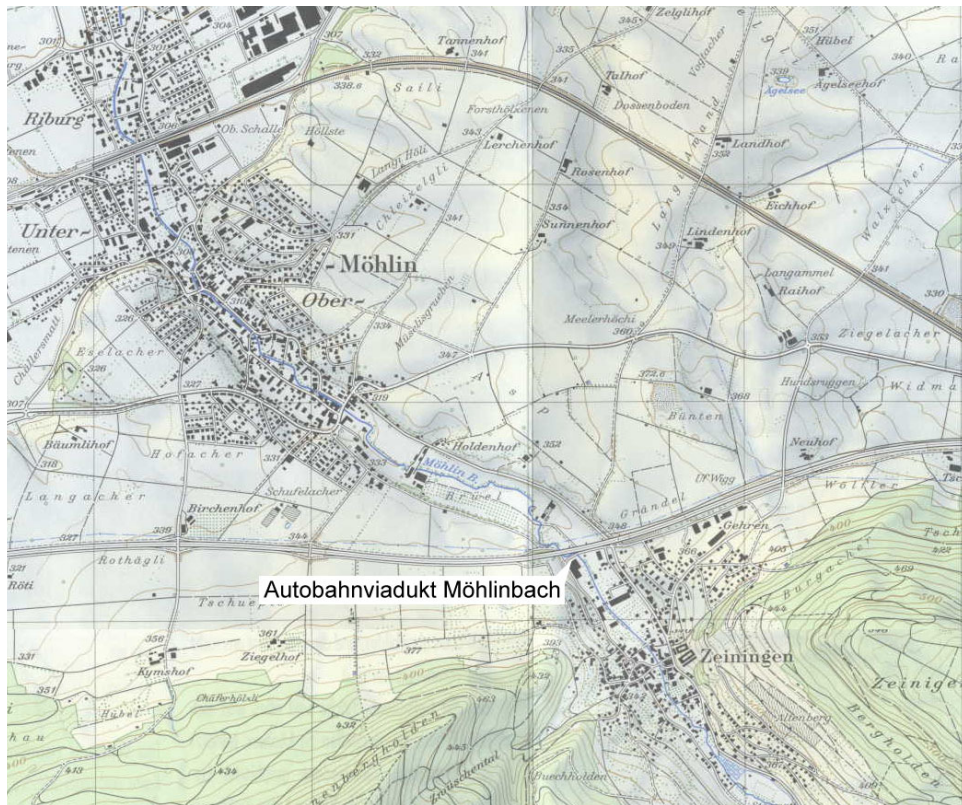


Abbildung 39: Brückendurchlass Zeiningen – Möhlin in der Übersicht

## 2.4.4 Möhlinbach bei Zeiningen

### Bauwerk

Autobahnviadukt: Höhe ca. 8 m, Breite ca. 300 m, Länge ca. 30 m.

Der Autobahnviadukt (Abbildung 40) überquert den Möhlinbach und mehrere kleinere Strassen. Der Möhlinbach weist unter dem Viadukt zwei weitere Brückendurchlässe auf – eine 4 m breite Strasse und einen grasbewachsenen Landwirtschaftsweg (Abbildung 41).

### Umgebung

Nördlich des Viadukts ist eine grosse, offene, landwirtschaftlich genutzte Fläche. Südlich der Autobahnbrücke grenzt das Industriegebiet von Zeiningen an. Die Passierbarkeit in diesem Bereich hat für Wildtiere eine wichtige Bedeutung, da der Viadukt einen überregionalen Wildtierkorridor darstellt. Er bildet für die Fauna über eine längere Strecke die einzige Querungsmöglichkeit der Autobahn.

### Fischökologische Beurteilung

Der Möhlinbach hat eine grosse Bedeutung für die Fischfauna. Er ist aber wegen der langen verbauten Strecke in Möhlin im betrachteten Abschnitt für Fische aus dem Rhein nicht zugänglich. Dank der Strassenquerungen in Form von Brücken ist jedoch keine Durchgängigkeitsstörung für Gewässerorganismen vorhanden.

### Wildtierspezifische Beurteilung

Ein Grossteil des Viadukts wird als Unterstand für Landwirtschaftsgeräte genutzt, was die potentielle Querung durch terrestrische Arten negativ beeinflusst. Zudem ist die betonierte Böschung (Abbildung 40, rechts im Bild) unter dem Viadukt nicht ideal. Bei der Strassenbrücke unter dem Viadukt ist teilweise ein Bankett vorhanden, jedoch nicht durchgehend (Abbildung 42).



Abbildung 40: Autobahnviadukt bei Zeiningen



Abbildung 41: Brücke mit Wirtschaftsweg über den Möhlinbach



Abbildung 42: Durchlass mit teilweise vorhandenem Bankett

### Sanierungsmassnahmen

In erster Linie müsste der Geräteunterstand aufgehoben werden. Zudem wünschenswert wäre das zumindest teilweise Aufbrechen der betonierten Fläche des Widerlagers. Diese könnte nach Möglichkeit begrünt oder zumindest mit einem natürlichen Belag versehen werden. Mit einer Verlegung des Möhlinbachs in Richtung Osten (zwischen die nächsten zwei Brückenpfeiler) könnte mehr Raum und für Wildtiere benutzbare Fläche zur Querung der Autobahn gewonnen werden. Die Ufer könnten mit einer weniger harten Verbauung und einer durchgehenden Bestockung aufgewertet werden, so dass eine Wanderung entlang des Gewässers möglich würde. Eine solche Variante wäre wildtierbiologisch interessant und würde eine detailliertere Prüfung erfordern (Abbildung 43).



Abbildung 43: Sanierungsvorschlag: Verlegung des Möhlinbachs, Gehölzpflanzung und Aufhebung der betonierten Fläche beim Widerlager

Liebefeld, 31.3.2008

Annalina Wegelin,  
Joya Müller &  
Antonio Righetti